



# ZBORNİK RADOVA

## TOM II

# SIGURNOST I KVALITET HRANE

X MEĐUNARODNI  
NAUČNI SKUP



# SIGURNOST I KVALITET HRANE

*Sigurnost i kvalitet hrane*, zbornik radova sa X međunarodnog naučnog skupa održanog 13. maja 2022. godine, Prvo izdanje

**PRIREDILA**

Dr. Albina Fazlović

**IZDAVAČ:**

EVROPSKI UNIVERZITET BRČKO DISTRIKT

049-590-605

[www.eubd.edu.ba/](http://www.eubd.edu.ba/)

**ZA IZDAVAČA**

Akademik prof. dr. Nedeljko Stanković

**RECENZENTI:**

Akademik prof. dr. Miroslav  
Baljak

Akademik prof. dr. Neđo  
Danilović

Akademik prof. dr. Rudika  
Gmajnić

Akademik prof. dr. Snežana  
Komatina

Akademik prof. dr. Branimir  
Mikić

Akademik prof. dr. Zoran  
Milošević

Akademik prof. dr. Nedeljko  
Stanković

Prof. dr. Nenad Avramović

Prof. dr. Fahir Baraković

Prof. dr. Kemal Brkić

Prof. dr. Mustafa Burgić

Prof. dr. Refik Ćatić

Prof. dr. Velimir Dedić

Prof. dr. Radoslav Galić

Prof. dr. Jerko Glavaš

Prof. dr. Jasminka H.

Halilović

Prof. dr. Esed Karić

Prof. dr. Ranka Kubiček

Prof. dr. Branimir Marjanović

Prof. dr. Milun Petrović

Prof. dr. Jasminka

Sadadinović

Prof. dr. Muharem Selimović

Prof. dr. Hrustem

Smailhodžić

Prof. dr. Mithat Tabaković

Prof. dr. Drago Tešanović

Prof. dr. Halid Žigić

Prof. dr. Izet Banda

Prof. dr. Anka Bulatović

Prof. dr. Ferhat Ćejvanović

Prof. dr. Mladen Dobrić

Prof. dr. Albina Fazlović

Prof. dr. Zijad Jagodić

Prof. dr. Jasmina Mijajlović

Prof. dr. Nermin

Mulaosmanović

Prof. dr. Goran Popović

Prof. dr. Dobrila Regoje

Prof. dr. Tešo Ristić

Prof. dr. Kojo Simić

Prof. dr. Izudin Tanović

Prof. dr. Miodrag Tojagić

Doc. dr. Borko Baraban

Doc. dr. Asim Bojić

Doc. dr. Larisa Softić Gasal

Doc. dr. Edin Kaletović

Doc. dr. Miro Maksimović

Doc. dr. Hrvoje Mesić

Doc. dr. Boro Ninić

Doc. dr. Vesna Novak

Doc. dr. Lidija Vučićević

**Dizajn korica:**

Mr. Smiljana Bijelović

**Priprema za štampu i štampa:**

Markos, Banja Luka

**Tiraž:** 200

**ISBN 978-99955-99-63-8**

# ***SIGURNOST I KVALITET HRANE***

**ZBORNİK RADOVA SA X MEĐUNARODNOG NAUČNOG SKUPA ODRŽANOG  
13. MAJA 2022. GODINE**

**PRIREDILA**  
Dr. Albina Fazlović

Evropski univerzitet Brčko distrikt  
Brčko, 2022.

#### **NAUČNI ODBOR:**

1. Akademik prof. dr. Nedeljko Stanković, **Republika Austrija**, predsjednik odbora,
2. Akademik prof. dr. Zoran Milošević, **Republika Srbija**, zamjenik predsjednika odbora,
3. Akademik univ. prof. dr. phil. dr. hc. dr. habil. Wolfgang Rohrbach, **Republika Austrija**,
4. Akademik prof. dr. Branko Vučković, **Republika Crna Gora**,
5. Akademik prof. dr. Miodrag Simović, **Bosna i Hercegovina**,
6. Akademik prof. dr. Zdravko Ebling, **Republika Hrvatska**,
7. Akademik prof. dr. Rudika Gmajnić, **Republika Hrvatska**,
8. Akademik prof. dr. Mladen Bodiroža, **Bosna i Hercegovina**,
9. Akademik prof. dr. Dževad Termiz, **Bosna i Hercegovina**,
10. Akademik prof. dr. Branislava Peruničić-Draženović, **Sjedinjene Američke Države**,
11. Akademik prof. dr. Muhammad Abdul Aziz Al Baker, **Država Katar**,
12. Akademik prof. dr. Neđo Danilović, **Republika Srbija**,
13. Akademik prof. dr. Fernando Maldonado Lopez, **Portugalska Republika**,
14. Akademik prof. dr. Ivan Balta, **Republika Hrvatska**,
15. Akademik Prof. DDDr. Habil. Aleksios Panagopoulos, **Republika Grčka**,
16. Akademik prof. dr. Branimir Mikić, **Bosna i Hercegovina**,
17. Prof. dr. Radoslav Galić, **Republika Hrvatska**,
18. Prof. dr. Joseph Vincent Thakuria, **Sjedinjene Američke Države**,
19. Prof. dr. Astrid Wilk, **Republika Francuska**,
20. Prof. dr. Mirko Kulić, **Republika Srbija**,
21. Prof. dr. Vladimir Džatić, **Ruska Federacija**,
22. Prof. dr. Viktor Mischenko, **Ruska Federacija**,
23. Prof. dr. Kiril Shevchenko, **Republika Bjelorusija**,
24. Prof. dr. Harikumar Pallathadka, **Republika Indija**,
25. Dr. hc. Thokchom Radheshyam Singh, **Republika Indija**,
26. Prof. dr. Gideon C Mwanza, **Republika Zambija**,
27. Prof. dr. Aleksandar Anatoljevič Prigarin, **Republika Ukrajina**,
28. Prof. dr. Miroslav Daniš, **Slovačka Republika**,
29. Prof. dr. dr. hc. Stephan Truly Busch, **Savezna Republika Njemačka**,
30. Prof. dr. Antoni Mironović, **Republika Poljska**,
31. Prof. dr. Danilo Kapaso, **Republika Italija**,
32. Prof. dr. Jasminka H. Halilović, **Bosna i Hercegovina**,
33. Prof. dr. Šaćira Mešalić, **Bosna i Hercegovina**,
34. Prof. dr. Žarko Kostovski, **Sjeverna Makedonija**,
35. Prof. dr. Dragan Tančić, **Republika Srbija**,
36. Prof. dr. Marija Ovsenik, **Republika Slovenija**.

#### **ORGANIZACIONI ODBOR:**

1. Akademik prof. dr. Vesna Vučković,
2. Prof. dr. Izet Banda,
3. Prof. dr. Fahir Baraković,
4. Prof. dr. Kemal Brkić,
5. Prof. dr. Anka Bulatović,
6. Prof. dr. Esed Karić,
7. Prof. dr. Jasminka Sadadinović,
8. Prof. dr. Mithat Tabaković,
9. Prof. dr. Halid Žigić,
10. Prof. dr. Adi Rifatbegović,
11. Prof. dr. Albina Fazlović,
12. Prof. dr. Dragan Bataveljić,
13. Prof. dr. Refik Ćatić,
14. Prof. dr. Nevenka Nićin,
15. Prof. dr. Omer Pinjić,
16. Prof. dr. Sanda Pribić,
17. Prof. dr. Dobrila Regoje,
18. Prof. dr. Kojo Simić,
19. Prof. dr. Izudin Tanović,
20. Prof. dr. Jelena Šogorov,
21. Doc. dr. Borko Baraban,
22. Doc. dr. Miroslav Miškić,
23. Doc. dr. Slobodan Živkucin,
24. Dr. Nebojša Potkonjak,
25. Mr. Darko Stanković,
26. Mr. Smiljana Bijelović,
27. Mr. Marijana Džombić,
28. Mr. Merima Gigović,
29. Mr. Almina Kuduzović,
30. Mr. Amela Ibričić Nišić.

Fahir Baraković Mithat Tabaković Adi Rifatbegović	STRES, ISHRANA I MENTALNI POREMEĆAJI	11
Rudika Gmajnić	SIGURNOST I ISPRAVNOST PREHRAMBENIH PROIZVODA	17
Jasminka Sadadinović Ranka Kubiček Sadija Smajlović	NITRITI I NITRATI U MESNIM PRERAĐEVINAMA I NJIHOV UTICAJ NA ZDRAVLJE	27
Mithat Tabaković Fahir Baraković Adi Rifatbegović	ZNAČAJ I ULOGA ISHRANE U OČUVANJU ZDRAVLJA I NASTANKU BOLESTI	46
Hrustem Smailhodžić Enes Mujić Halid Žigić	PUTEVI RADIONUKLEIDA DO HRANE	54
Marjanović Branimir Marjanović – Urošević Branka Marjanović- Cvjetičanin Mirjana	SIGURNOST I KVALITET HRANE- FIZIOLOŠKI I BIOHEMIJSKI ASPEKTI	68
Barbara Ebling Antonio Juretić Krešimir Lončar	NUTRITIVNI PROBIR I KLINIČKA PROCJENA MALNUTRICIJE KOD OBOLJELIH OD RAKA: ISKUSTVO S PODRUČJA OSJEČKE REGIJE REPUBLIKE HRVATSKE	76
Dr. sc. Sabina Begić Dr. sc. Mustafa Burgić Dr. sc. Mufid Burgić	ZDRAVSTVENI ASPEKTI DEZINFEKCIJE NA BAZI HLORA I VIŠESTEPENE OKSIDACIJE U OBRADI VODE ZA PREHRAMBENU INDUSTRIJU	88
Dobrića Regoje Aleksandra Reljić Jović Sabina Imširović	UTICAJ HRANE I VODE NA ORALNO ZDRAVLJE	106

Prof. dr Stevo Pašalić	UTICAJ KVALITETNE ISHRANE STANOVNIŠTVA NA DEMODINAMIČKA KRETANJA	116
Doc. dr. sci. Edin Kaletovic	KONZUMACIJA HRANE I UTICAJ NA ORALNO ZDRAVLJE	126
Allen Popović – Beganović Vera Vrbljanac Popović – Beganović	VAŽNOST ZDRAVE ISHRANE U PREVENCIJI OČNIH OBOLJENJA	139
Marijana Srećković Snežana Panić Igor Dragičević	MONITORING KONCENTRACIJE ARSENA U NOVOIZGRAĐENOM VODNOM OBJEKTU CENTRALNOG VODOVODA BOGATIĆ, 2020-2021 GODINA	146
Halida Mahmutbegović Poljaković Halid Mahmutbegović	SIGURNOSNI ASPEKTI UPOTREBE PREHRAMBENIH ADITIVA	153
Nišić Ervin H. Halilović Sabina Dr. Osmić Munevera	PORIJEKLO BAKTERIJSKE REZISTENCIJE PREMA LIJEKOVIMA	161
Akademik prof. dr Branimir Mikić Mr. Sedat Baftiu Mr. Igor Paskoski	NUTRIGENOMIKA OTVARA PUT KA PERSONALIZIRANOJ ISHRANI	170
Shalja Edon Sulejmani Betim Kostovski Žarko	MULTIVARIJATNA ANALIZA VARIJANCE ZA PROCJENU TJELESNE KOMPOZICIJE HRVACA	179
Sulejmani Betim Shalja Edon Kostovski Žarko	PROMJENE MORFOLOŠKIH KARAKTERISTIKA KOD UČENIKA VIŠIH RAZREDA OSNOVNE ŠKOLE, NAKON JEDNOGODIŠNJE NASTAVE FIZIČKOG VASPITANJA	185

Senka Samardžić Nataša Turić Alen Imširović	PREHRANA KAO RIZIČAN ČIMBENIK U NASTANKU KARCINOMA DEBELOG CRIJEVA	194
Dr. sc. Sanja Kanisek, mag. med. techn. Justinija Steiner, dr. med., spec. opće interne medicine Doc. dr. sc. Ivana Stanić	PREVENCIJA INFEKCIJA U NOVOROĐENČADI, DOJENČADI I MALE DJECE PUTEM IZDOJENOG MAJČINOG MLIJEKA I MLIJEČNE FORMULE	199
Dr. sc. Ivan Štefanac, dr. med. Darko Boričić, dr. med.	HRANA I ALERGIJSKE BOLESTI	207
Doc. dr. sc. Stjepan Siber Monika Frigan	BOL U DENTALNOJ MEDICINI I TRAUME ZUBA	213
Dr Nemanja Petrović Prof. dr Zoran Petrović Mr Nedeljko Petrović	OSNOVNE ODREDNICE PREHRANE U DJEČIJIM VRTIĆIMA	225
Doc. dr. Asim Bojić Doc. dr. Edisa Šljivić Prof. dr. Vladimir Ivanek	PREHRANA SPORTISTA U ADOLESCENCIJI	235
Bejtulla Emini Blerim Saiti Agon Saiti	FAKTORSKA STRUKTURA MOTORIČKIH SPOSOBNOSTI KOD UČENIKA 17 GODIŠNJAKA	245
Alma Jusufović Nadira Ibrišimović Mehmedinović	UTICAJ KONCENTRACIJE ŽELJEZA I CINKA IZ HRANE NA RAZVOJ KANDIDIJAZE	255
Miro Maksimović Dimšo Milošević	KONTAMINACIJE I OŠTEĆENJA ZEMLJIŠTA SUMPOROM (SO <sub>2</sub> ) U USLOVIMA RADA TERMoeLEKTRANA NA UGALJ U BIH	269



Dr. Nebojša I. Potkonjak	APPLICATION OF ELECTROCHEMICAL METHODS FOR EVALUATION OF THE ANTIOXIDANT ACTIVITY OF PHENOLIC COMPOUNDS IN VARIOUS BEVERAGES	278
Milica M. Rajačić Nataša B. Sarap Marija M. Janković	RADIOAKTIVNOST <sup>137</sup> Cs U PEČURKAMA	286
Mirko Radić Duško Kostić Mitar Perušić	ANALYSIS OF FOOD SAFETY MANAGEMENT SYSTEM ISO 22000:2018 CONCEPT AND APPLICATION IN THE REGION	292
Ivana Vukanac Jelena Krneta Nikolić Dragana Todorović	RADIOLOŠKA ISPRAVNOST HRANE	299
Prof. dr Zvezdan Stojanović Mr Elvir Čajić	APLIKACIJA ZA SIGURNOST I KVALITET HRANE U SDK NOX PLAYER RAZVOJNOM OKRUŽENJU ZA ANDROID UREĐAJE	310
Dr. sc. Vesna Novak, dipl. inž. Sunčica Novak, dipl. iur. Krešimir Novak, dipl. inž.	TRANSPORT KAO ČIMBENIK GUBITKA HRANE	319
Prof. dr. sc. Zijad Jagodić Prof. dr. sc. Mladen Dobrić	STANDARDI I NJIHOV ZNAČAJ ZA ROBE U PROMETU	329
Snežana Komatina Una Petrović Isidora Popov	UPRAVLJANJE RESURSIMA U SLIVU REKE DRINE - NEXUS INICIJATIVA	340
Ermin Tanjo, MA ekologije Dr. sc. Cvijetin Živanović	MIKOTOKSINI U ŽITARICAMA I PROIZVODIMA OD ŽITA	351
Goran Popović Goran Đukanović	PRIMJENA IoT TEHNOLOGIJA U PROIZVODNJI VINA	366

Nataša Sekulić Nataša Čamprag Sabo Veselin Bunčić	AKRILAMID U HRANI	377
Petar Stevanović Jasmina Mijajlović Vera Popović	OVČARSTVO I ISHRANA KRMNIM BILJEM U POLJOPRIVREDNOJ PROIZVODNJI	384
Branislav Žeželj	METODE IMPLEMENTACIJE OGLEDNIH JEDINICA HALOMORFNIH ZEMLJIŠTA SRBIJE, OSNOV USPOSTAVLJANJA VISOKO KVALITETNE-ODRŽIVE BILJNE PROIZVODNJE	396
Prof. dr Božidarka Arsenović	PESTICIDI I ŽIVOTNA SREDINA	407
Dr. sc. Marko Amidžić, dipl. ing.	LOGISTIČKE I DISRUPTIVNE TEHNOLOGIJE U FUNKCIJI TRŽIŠTA ROBA	419
Prof. dr Ljubiša Zdravković	PREČIŠĆAVANJE OTPADNIH VODA, POLJOPRIVREDNA PROIZVODNJA I KVALITET HRANE	429
Dejan Bajić	KVALITET VODE U BANATU I UTICAJ NA POLJOPRIVREDU	443
Aleksandar Đukić Aleksandar Majstorović	VJEŠTAČKA INTELIGENCIJA I PRODUKTIVNOST	449
Dipl. ing. Danijela Plavšić	MOGUĆNOSTI PROIZVODNJE ZDRAVE HRANE U BOSNI I HERCEGOVINI	465

Tatjana Ivanković, Master medicinska sestra	SALMONELOZE KAO REZULTAT RIZIKA OD NEPRAVILNOG UPRAVLJANJA HRANOM	472
Miloš Aćimović Dejan Dejanović Milica Stojanović	ŽITO OD POLJA DO STOLA	476
Baračkov Aleksandra	HRANA I ZDRAVLJE - GENETSKI MODIFIKOVANA HRANA (GMO)	487
Đorđe Maroš Miloš Maljković	NEXUS INICIJATIVA - VODA, ENERGIJA, HRANA	496

## STRES, ISHRANA I MENTALNI POREMEĆAJI

### Sažetak

Stres je reakcija organizma u vidu emocionalnih i fizičkih reakcija koje prati subjektivan osjećaj preopterećenosti kao reakcija na neke događaje. Stres je naglo nastao ili hronično prisutan problem koji može izazvati osjećaj oskudice, brige i anksioznosti kao fiziološki odgovor i može uticati na mentalno zdravlje. Odgovor organizma kod pojedinca može se očitovati kao ekstremno ili nedovoljno trošenje, emocionalno prejedanje ili suprotno emocionalno gladovanje koje kao rezultat daje i potranjenost. U svakodnevnim životnim situacijama može se ispoljavati kroz bezumno trošenje na nebitne stvari ili potpuno suprotno kupovanju ograničenih količina namirnica uz veoma malu količinu unosa hrane da bi se uštedila potrošnja novca. Rješenje ovih problema leži u racionalnom trošenju i savjesnom upravljanjem novcem i adekvatnom konzumiranju hrane. Pravilna racionalizacija o upravljanju potrošnjom novca može pomoći o pravilnoj raspodjeli i trošenju novca i potrošnji hrane. Prisutna pandemija sa SARS-coV-2 uz prisutne inflacione procese, stresno stanje se pogoršalo ili se pogoršava.

**Ključne riječi:** stres, ishrana, mentalni poremećaj

## STRESS, DIET AND MENTAL DISORDERS

### Summary

Stress is a reaction of the organism in the form of emotional and physical reactions that accompany the subjective feeling of overload as a reaction to some events. Stress is a sudden or chronically present problem that can cause feelings of deprivation, worry and anxiety as a physiological response and can affect mental health. The response of the organism in an individual can be manifested as extreme or insufficient spending, emotional overeating or counter-emotional starvation, which results in wastefulness. In everyday life situations, it can manifest itself through mindless spending on unimportant things or the complete opposite of buying limited amounts of food with a very small amount of food intake to save money. The solution to these problems lies in rational spending and conscientious money management and adequate food consumption. Raising awareness about proper money management can help with proper money distribution and spending and food spending. The present pandemic with SARS-coV-2 with the present inflationary processes, this situation has worsened or is getting worse.

**Key words:** stress, diet, mental disorder

<sup>1</sup> Evropski univerzitet „Kallos“ Tuzla, BiH

## **Uvod**

Stres je reakcija organizma u vidu emocionalnih i fizičkih reakcija koje prati subjektivan osjećaj preopterećenosti kao reakcija na neke događaje. Stres je naglo nastao ili hronično prisutan problem koji može izazvati osjećaj oskudice, brige i anksioznosti kao fiziološki odgovor i može uticati na mentalno zdravlje.

Odgovor organizma kod pojedinca može se očitovati kao ekstremno ili nedovoljno trošenje, emocionalno prejedanje ili suprotno emocionalno gladovanje koje kao rezultat daje i potranjenost. U svakodnevnim životnim situacijama može se ispoljavati kroz bezumno trošenje na nebitne stvari ili potpuno suprotno kupovanju ograničenih količina namirnica uz veoma malu količinu unosa hrane da bi se uštedila potrošnja novca.

Rješenje ovih problema leži u racionalnom trošenju i savjesnom upravljanjem novcem i adekvatnom konzumiranju hrane. Racionalizacijom o pravilnom upravljanju potrošnje novca može pomoći o raspodjeli i trošenju novca i potrošnji hrane.

Prisutna pandemija sa SARS-coV-2 uz prisutne inflacione procese, stresno stanje se pogoršalo ili se pogoršava.

## **Cilj rada**

Cilj rada je obrazložiti uticaj stresa među kojima spada i finansijski stres na ishranu i simptomatologiju mentalnog zdravlja ljudi.

## **Razrada rada**

Nova istraživanja registruju finansijski stres i poremećaj mentalnog zdravlja, a studija sa Univerziteta Yale iz 2014. povezuje ideju da su neki problemi mentalnog zdravlja zapravo posledica finansijskih problema. Velik broj, oko 70%, ispitanika su u dugovima i pod finansijskim stresom. (1,4).

Mentalno zdravlje je poremećeno pri finanskim dugovima. Mentalni poremećaji se u suštini mogu umanjiti rješenjima koji suzbijaju efekte finanskog stresa (4).

Finansijski stres može imati negativan utjecaj na odluke o trošenju novca. Kao rezultat toga javlja se ili povećana potrošnja novca ili smanjena potrošnja. Ovo pravilo se može prenijeti i na ishranu koja se reperkutuje sa pojačanom ishranom-emocionalno prejedanje ili do smanjenog unosa hrane-anoreksija kao rezultat mentalnog poremećaja (4).

Mentalno poremećena osoba pronalazi utjehu u trošenju novca na nepotrebne stvari ili suprotno od toga da prestane kupovati osnovne životne potrepštine pa i hranu da bi sačuvala novac koji mu nedostaje. Objekti pojave su neadekvatno reagovanje na stres, a to je neadekvatno trošenje novca.

Racionalizacija trošenja može popraviti mentalno zdravlje, jer svakodnevne finansijske odluke mogu pomoći, a prekomjerna potrošnja i mnogi oblici finansijske anksioznosti rezultat su upravo nesvjesnog i neadekvatnog rukovanja novcem.

Dobro osmišljen način potrošnje novca smanjit će potrošnju ili nepotrebnu kupovinu zbog koje kasnije žalimo. Pomoći će da se vrati osjećaj smirenosti kada se suočimo sa zastrašujućim finansijskim situacijama koje su van kontrole.

Kako se boriti protiv stresa? Pitanje je kompleksno i sigurno da uključuje više načina između ostalog osiguranja adekvatne socijalne mreže; povjeravanje osobi od povjerenja; održavanje tjelesne kondicije; održavanje zdrave prehrabene navike; upravljanje stresom; ne shvatati život preozbiljno ali ni neozbiljno; izrada održivog rasporeda svojih obaveza; prioritet da je zdravlje na prvom mjestu u ovim trenucima (5).

Većina bolesti su povezane sa poremećajem mentalnog zdravlja i stresom. Svaki organizam različito reaguje na stres ali u suštini dolazi do reakcija koje na fiziološki način nastoje uspostaviti ravnotešu organizma. Ako organizam to ne uspije dolazi do reakcija i simptoma koji su povezani sa poremećajem mentalnog zdravlja (5).

U hroničnom stresu, sposobnost odgovora organizma na fiziološki način značajno slabi izazivajući pad imuniteta i odbrambenim sposobnosti organizma. Neotpornost i podložnost različitim infekcijama i bolestima, postajemo prijemčivi različitim uzročnicima bolesti. U tim slučajevima, potrebno je pomoć potražiti u promjeni životnih navika i ishrane odnosno od stručnih osoba.

Simptomi mentalnih poremećaja su naizgled jednostavni i tretiraju se kao loše navike, a očituju se kao; nemogućnost mokrenja kada ima neko u blizini što predstavlja strah od mokrenja i „paralizu“ mokraćne bežike; grickanje noktiju odnosno onihofagija; snažni izlivi emocija odnosno pseudobulbarni uticaji i stres uz podražaj vagusa; nemogućnost prepoznavanja ili osjećanja neke emocije poznato kao aleksitimija koja se očituje kao nesposobnost čovjeka da prepozna i riječima izrazi svoje emocionalno stanje; nepodnošenje određenih zvukova, pisanje po tabli, turpijanje noktiju ili mljackanje, tzv. mizofonija, stanje kada normalni zvukovi izazivaju iritaciju; poremećaj neposlušnosti kada su osobe neprijateljski nastrojene prema nekome ili nečemu uz stalno podrivanje autoritea i tvrdokorne su svadjalice (2,3).

Najčešći poremećaji i bolesti koji se povezuju sa stresom su: umor, glavobolja, nesanica, anksioznost, strah, panika, depresija, PTSP (posttraumatski stresni poremećaj), agresivnost; probavne smetnje, peptički ulkus, sindrom iritabilnog crijeva, poremećaji ishrane u vidu prekomjerne ishrane ili neuzimanje hrane; napetost mišića, bolovi u vratu i leđima, menstrualni poremećaji; povišeni krvni pritisak, ateroskleroza, dijabetes, gojaznost; infekcije, psorijaza, alergije, astma i slično(3,6).

### **Emocionalno prejedanje u stresu**

Većina ljudi današnjice u stresu reaguju prekomjernim uzimanjem hrane. Hrana im tada predstavlja emocionalnu utjehu. Ljudi svjesno ili podsvjesno uzimaju hranu pogrešno razmišljajući da tako rješavaju stres. Na taj način potiskuju stres dovodeći se u stanje nerazumijavanja emocionalnog problema.

Širok je raspon simptoma koji prethode emocionalnom prejedanju kao što su depresija, dosada, usamljenost, ljutnja, anksioznost, frustracija, stres, problemi u međuljudskim odnosima i nizak nivo samopoštovanja.

Prepoznavanje stresa kao okidača emocionalnog prejedanja je početak i osnovna vodilja u rješavanju problema.

### **Uzroci emocionalnog prejedanja**

Emocionalno prejedanje je posljedica nekoliko uzroka u koje spadaju:

**Socijalne.** U društvu se bolje i više jede jer posmatranjem koliko drugi jedu, nudjenjem od strane drugih da uzmemo lijep komad hrane, lijep kolač ili energetska piće.

**Emocionalne.** Jedemo previše zbog dosade, stresa, umora, napetosti, depresije, ljutnje, anksioznosti ili usamljenosti, straha i panike od finansijskih stresova. Hranom pokušavamo ispuniti emocionalnu prazninu.

**Situacione.** Reklame gotovih proizvoda svesno ili nesvesno nameću potrebu da jedemo više. Odlazak u bioskop (porcija kokica), na sportske utakmice (košpe od bundeve ili kokice), trgovačke centre (restorani brze hrane) donose povećanje unosa kalorija, a da nismo ni svjesni da to dovede do emocionalnog prejedanja.

**Nedostatak samopouzdanja.** rezultat niskog nivoa samopouzdanja dovodi do emocionalnog prejedanja. Različiti oblici dijetalnog vođenja ishrane i prejedanje dovodi neminovno do stanja nezadovoljstva sopstvenim izgledom i oblikom tijela, slabljenjem volje i posljedično do emocionalnog prejedanja.

**Fiziološke.** Preskakanje obroka ili postojanje bolnih senzacija različitih etiologija mnogi ljudi rješavaju emocionalnim prejedanjem (6).

Najsvrsishodnija metoda je vođenje dnevnika dnevne ishrane u koji se unose pored količine i vrste hrane i vrste emocije koje ste osjetili tog dana. Na taj način moguće je identifikovati uzroke ponašanja koji se ponavljaju i tako izdvojiti ključne stresogene faktore i okidače emocionalnog prejedanja.

Uzroke uspješno rješavamo promjenom navika u postepenom uvođenju fizičke aktivnosti, rekreacije, meditacije ili različitih metoda opuštanja.

### **Pravilna ishrana kao oslonac protiv stresa**

Pravilnim načinom ishrane djelujemo na umanjene stresa i umanjivanje biohemijskih i fizioloških negativnih učinaka stresogenih faktora i okidača. Ishrana u stresu obuhvata vitamine A, C, E, vitamine B grupe, te minerale cink, selen, kalcijum, magnezijum i kalijum zbog pojačane potrebe organizma.

Nadopuna vitamina ima svoju granicu jer pretjerivanje i predugo uzimanje remeti biohemijske procese organizma. Ostala ishrana mora sadržavati dovoljne količine ugljenih hidrata, proteina i masnih kiselina. Potrebno je izbjegavati i riješiti se štetnih navika unošenja kofeina, nikotina, alkohola i ostalih psihoaktivnih supstanci.

Posebnu pažnju u stresu trebalo bi posvetiti odabiru namirnica. Pod stresom se ne o razmišlja o izbalansiranoj ishrani organizmu koja u tim trenucima djeluje stabilizirajuće na mentalno zdravlje. Osnova svega je raznovrsna ishrana jer ona sadrži dovoljno svih namirnica za pravilo

funkcionisanje organizma. Raznovrsnost ishrane bi trebala sadržavati probiotike, dobro svarljiva biljna vlakna te mliječne proizvode, voće i povrće (6).

Pravilna ishrana podrazumeva pet manjih dnevnih obroka, povremeno korištenje dodataka prehrani, redovna fizička aktivnost, svakodnevno šetnje u trajanju od pola do jednog sata, adekvatna druženja, dovoljno sna i odmora uz održavanje higijene tijela i oblačenja.

### **Zaključak**

Stres je reakcija organizma u vidu emocionalnih i fizičkih reakcija koje prati subjektivan osjećaj preopterećenosti kao reakcija na neke događaje.

Odgovor organizma kod pojedinca se očituje kao ekstremno ili nedovoljno trošenje, emocionalno prejedanje ili suprotno emocionalno gladovanje koje kao rezultat daje i potranjenost.

U svakodnevnim životnim situacijama se ispoljava kroz bezumno trošenje na nebitne stvari ili potpuno suprotno kupovanju ograničenih količina namirnica uz veoma malu količinu unosa hrane da bi se uštedila potrošnja novca.

Rješenje ovih problema leži u racionalnom trošenju i savjesnom upravljanjem novcem i adekvatnom konzumiranju hrane.



## Literatura

1. Harper, A., Clayton, A., Bailey, M., Foss-Kelly, L., Sernyak, M. J., Rowe, M. Financial Health and Mental Health Among Clients of a Community Mental Health Center. *Psychiatric Services*, December 1, 2015: 66 (12);1271-1276.
2. Eiroa-Orosa, F,J. Analyzing community mental health programs through the citizenship framework: a learning experience , *American journal of psychiatric rehabilitation*, 2020; 22,(1-2), 64-81.
3. Decker,S.E., Pavlo,A., Harper, A., Herring, Y., Black,A,C. Themes in experiences of ptsd symptoms and relationships among male veterans with risky sexual behavior.*Psychological trauma: 2020; 12, (7), 678-686.*
4. Harper, A., Rowe, M. Financial health and social recovery. *Psychiatric service*, 2014: 65, (6); 707-707.
5. Cohen, S., Doyle, W. J., Skonel, D. P., Fireman, P., Gwaltney, J.M., Newsom, J.T., State and trait negative affect as predictors of objective and subjective symptoms of respiratory viral infections. *Journal of personality and Social psychology*, 1995; 68, 59-169.
6. <https://vitamini.hr/blog/vitaminoteka/hrana-koja-ublazava-stres-960>.

## SIGURNOST I ISPRAVNOST PREHRAMBENIH PROIZVODA

### Sažetak

U vrijeme kada udio domaće, za svoje potrebe proizvedene hrane, značajno opada u dijelu civilizacijskog prostora kojemu pripadamo, ispravnost i kvaliteta hrane na tržištu postaje najvažniji dio kontrole hrane koju konzumiramo. Globalizacija tržišta omogućava dostupnost i prisutnost prehrambenih proizvoda sa svih kontinenata. Prehrambena navike uglavnom se mijenjaju na način da veliki opskrbeni lanci postaju glavni izvori hrane. Zbog toga je sustav kontrole prehrambenih proizvoda i informiranosti građana o kvaliteti hrane izuzetno bitan i trebao bi biti odlično uređen. Postoji cijeli niz mehanizama koji štite potrošače da ne konzumiraju neispravne i štetne proizvode. Međunarodna suradnja izuzetno je značajna u procesu kontrole, prepoznavanja i povlačenja neispravnih proizvoda s tržišta. Propisima o hrani postavljen je temelj za osiguranje visoke razine zaštite zdravlja ljudi i interesa potrošača u vezi s hranom te osiguranje učinkovitog funkcioniranja unutarnjeg tržišta. I kupci i potrošači, imaju pravo bez odgode dobiti informaciju da se na tržištu nalazi neispravna hrana. Najčešći razlozi povlačenja hrane s tržišta su prisustvo etilen – oksida i srodnih spojeva, strana tijela, nedopušteni alergeni i neispravne deklaracije. Svaki proizvođač dužan je voditi detaljne podatke o distribuciji svakog svog proizvoda kako bi potrošači bili točno informirani o procesima kontrole ispravnosti namirnica koje konzumiraju.

**Ključne riječi:** prehrambeni proizvod, sigurnost hrane

## SAFETY AND CORRECTNESS OF FOOD PRODUCTS

### Abstract

At a time when the share of domestic food produced for our needs is significantly declining in the part of the civilization space to which we belong, the correctness and quality of food on the market becomes the most important part of controlling the food we consume. Globalization of the market enables the availability and presence of food products from all continents. Eating habits are generally changing in a way that large supply chains are becoming the main sources of food. Therefore, the system of control of food products and information of citizens about the quality of food is extremely important and should be well regulated. There are a number of mechanisms that protect consumers from consuming defective and harmful products. International cooperation is extremely important in the process of control, identification and withdrawal of defective products from the market. Food regulations have laid the foundations for ensuring a high level of protection of human health and consumer interests in relation to food and for ensuring the efficient functioning of the internal market. Both customers and consumers have the right to receive information without delay that there is defective food on the market. The most common reasons for withdrawing food from the market are the presence of ethylene oxide and related compounds, foreign bodies, illegal allergens and incorrect declarations. Each manufacturer is obliged to keep detailed data on the

<sup>1</sup> Evropski univerzitet Brčko distrikt

distribution of each of their products so that consumers are accurately informed about the processes of checking the correctness of the food they consume.

**Key words:** food product, food safety

## Uvod

Slobodan protok sigurne i kvalitetne hrane ključni je aspekt unutarnjega tržišta prehrambenih proizvoda, što značajno doprinosi zdravlju i dobrobiti građana te njihovim socijalnim i gospodarskim interesima. Sigurnost hrane podrazumijeva sigurnu i zdravstveno ispravnu hranu duž cjelokupnog lanca hrane "od polja do stola" koji uključuje proizvodnju, preradu i skladištenje hrane te transport i stavljanje na tržište. Cilj propisa o hrani jest osigurati slobodno kretanje hrane i hrane za životinje proizvedene i stavljene na tržište u skladu s općim načelima i zahtjevima sigurnosti hrane i hrane za životinje.

Označavanje hrane jedno je od najsloženijih zakonski uređenih područja vezanih za hranu. Također je i najvažniji trenutak u komunikaciji proizvođača hrane s potrošačem.. Pravni okvir kojim se uređuje opće označavanje hrane (navođenje obveznih informacija o hrani) je Uredba Europske unije (EU) br. 1169/2011 o informiranju potrošača o hrani, a izrađen je na način da potrošačima omogući prepoznavanje (naziv hrane i sastojci hrane), pravilnu upotrebu te način čuvanja hrane kao i komuniciranje sa subjektom u poslovanju s hranom koji je odgovoran za istu.(1)

Značajno je da svi, U vrijeme modernih informacijskih tehnologija i otvorenih komunikacijskih kanala obavijest putem web stranice samo je jedan vid obavještanja potrošača, a u skladu s raspoloživim komunikacijskim alatima i željom da informacija bude što dostupnija većem broju ljudi. Postoji i mobilna aplikacija koja sve građane besplatno i momentalno obavještavati o opasnom proizvodu koji se opoziva s tržišta.

Do sve češćih povlačenja proizvoda s policia uglavnom dolazi zbog strože regulative za proizvodnju hrane u Europskoj Uniji nego u ostatku svijeta. Veći dio uvoza tih proizvoda je iz Indije, pa se onda događa da takvi proizvodi kod nalaza inspekcija sadrže sastojke koji su mogući u proizvodnji hrane u trećim zemljama normalni, ali u EU zabranjeni. Stoga ima i sve više povlačenja ili opoziva.

Upotrebljava se kao sredstvo za suzbijanje štetočina (fumigant) za namirnice i tekstil, za sterilizaciju kirurških instrumenata te kao sirovina za pripremu organskih spojeva poput akrilonitrila, etanolamina, etilen-glikola (antifriz) i neionskih površinski aktivnih tvari.(2)

Etilen oksid je zapaljivi bezbojni plin slatkog okusa koji se prvenstveno koristi u proizvodnji kemikalija, uključujući antifriz. Koristi se u malim količinama kao pesticid i sterilizator. Budući da može oštetiti DNK, vrlo je učinkovit u ubijanju bakterija, virusa i gljivica, no studije su dokazale i njegova kancerogena svojstva. Etilen-oksid je kancerogen i otrovan, ako se proguta ili udiše, može uzrokovati i neplodnost. Etilen oksida praktički nema u masovnoj cirkulaciji. Slučajevi trovanja ovim spojem uglavnom su ograničeni na proizvodne pogone u kojima se proizvodi. Određeni broj ljudi mu je izložen udisanjem dima cigareta ili medicinskim i kozmetičkim proizvodima u kojima se koristi kao sterilizator. Etilen oksid se često koristi u kemijskoj industriji, ali je zabranjen u prehrambenoj industriji. Hrana

kontaminirana ovim spojem do sada je u EU najčešće dolazila iz Indije, gdje je dopuštena upotreba etilen oksida u prehrambenoj industriji.(3)

## Rasprava

Etilen oksid, njegove preteče i aluminij najčešći su razlozi sve češćeg povlačenja proizvoda s polica naših trgovina. No nisu jedini. Vrlo često se kao kontaminanti nađu začini, dodaci prehrani, a u posljednje vrijeme sve češće i slatkiši, te sladoled.

### *Primjeri povlačenja proizvoda s tržišta*

- Opozvana je tjestenina od durum pšenice Riscossa lasagne 500g, zbog neoznačenog alergena u tragovima – jaja u proizvodu.
- Zbog utvrđenog pesticida etilen oksida u aditivu iz trgovina se povlače francuski Metro Chef sladoledi s okusima čokolade i sorbet limete u pakiranju od 2,5 litre te proizvod Cimet Cejlon u rinfuzi.
- Zbog povećanog sadržaja tetrahidrokanabiola (THC), iz trgovina se povlači Bio konopljinu ulje u pakiranju od 250 ml i 500 ml
- Zbog ozbiljnog rizika povučeni su i kukuruzni krekeri u kojima je pronađen poznati mliječni sastojak koji može izazvati alergije.
- Zbog povećanog sadržaja tetrahidrokanabiola (THC) u proizvodu s tržišta se povlači VITA HEMP Bio konopljinu ulje.
- Eko kurkuma GreenLab od 150 grama, opoziva se s tržišta zbog utvrđenog 2-klor-etanola (preteča etilen oksida).
- Zbog povećane količine pesticida dimetoata i ometoata s tržišta su povučene jabuke Idared križevačkog OPG-a. Rizik je bio označen kao ozbiljan.
- Ministarstvo poljoprivrede obavijestilo je potrošače da je zbog mogućeg prisustva komadića stakla opozvana marokanska konzerva skuša fileti u suncokretovom ulju 125g.
- Zbog mogućeg sadržaja stranog tijela u proizvodu, s polica se povlači proizvod Gepa bio cookies s komadićima čokolade eko proizvod.
- Ministarstvo poljoprivrede izvijestilo je nedavno o opozivu proizvoda Vita D'or BIO ulje konoplje od 250 mililitara zbog mogućeg povećanog sadržaja THC-a.
- Zbog utvrđenog etilen-oksida Ministarstvo poljoprivrede opozvalo je nekoliko pakiranja vitamina, minerala i elektrolita u tabletama.
- Povučene su krafne francuskog proizvođača zbog ostataka etilen oksida u aditivu za njihovu proizvodnju.
- Opozvane su i tri vrste sladoleda u pakiranju od 2,5 litre zbog utvrđenog pesticida etilen oksida u aditivu koji se koristi u procesu njihove proizvodnje.
- Povlači se još jedan sladoled: ovaj put razlog je - lažno deklariranje, što ponekad može biti vrlo opasno.
- U nekim se proizvodima pojavila veća količina aluminija. Ministarstvo poljoprivrede povuklo je iz prodaje DM-ove Mivolis tablete zemlja kremenjača, zbog povećane količine aluminija u sadržaju.
- S polica je povučena i kukuruzna grickalica s mahunarkama Amo Essere Biologico Mini gallette mais e legumi 80g zbog neoznačenih mliječnih proteina koji mogu izazvati alergijsku reakciju kod osjetljivih osoba.
- Zbog neoznačenog sadržaja sulfita u proizvodu opozvan je cimet u prahu, TRS, 100g,

- Trajno mlijeko bez laktoze, 3,5 posto mm, Sobbeke 1 litra, proizvođača tvrtke Molkerei Söbbeke GmbH, povučeno je zbog organoleptičke promjene u mlijeku tj. promjene u standardnom okusu.
- Zbog moguće prisutnosti komadića metala u proizvodu s tržišta se povlače Hrenovke Ivanečki Frankfurter 275g Imisimo. Proizvod nije u skladu s europskim uredbama o utvrđivanju općih načela i uvjeta zakona o hrani i utvrđivanju postupaka u područjima sigurnosti hrane.
- Zbog prisutnosti spoja 2-kloroetanola s tržišta je povučen i dodatak prehrani Abtei Magnesium Calcium+D3, proizvođača Omega Pharma Deutschland GMBH.
- S tržišta je opozvan i proizvod "Ekološki proizvod - bučine koštice" u pakiranjima od 100, 200 i 500 grama, radi prisustva pesticida dieldrina, čiji je proizvođač OPG iz Varaždina.
- U nekoliko navrata povučen je s tržišta i popularni začim kurkuma, zbog utvrđenog 2-kloroetanola (preteča etilen oksida).
- Nisu ostali pošteđeni ni proizvodi za djecu. Ministarstvo poljoprivrede opozvalo je, zbog pogrešnog punjenja, proizvod Milupa prerađenu hranu na bazi sedam vrsta žitarica, koje na hrvatsko tržište stavlja Mueller trgovina.
- S tržišta se opoziva silikonski tanjur i šalica za djecu trgovačkog naziva "Mushie" zbog utvrđene migracije hlapljivih spojeva.
- Povlačenja s tržišta događaju se i zbog nejasno naznačenih potencijalnih alergena. Kranjska kobasica (rinfuza) povučena je zbog neoznačenih alergena glutena i mliječnog proteina u proizvodu.
- Iz prodaje je opozvan Dennree – maslac od indijskih oraščića zbog mogućeg sadržaja kikirikija koji bi mogao predstavljati opasnost za alergične osobe.
- Državni je inspektorat s tržišta povukao smrznute "Đakovačke ćevape od crne slavonske svinje" zbog prisustva bakterije iz roda salmonelle.

*Definicije pojmova koji se najčešće koriste u obavijestima prema potrošačima:*

„RASFF“ (engl. Rapid Alert System for Food and Feed) je sustav u skladu s člankom 50. Uredbe (EU) br. 178/2002. (4)

„EU RASFF obavijest“ je službena obavijest koju izdaje Europska komisija te dostavlja svim nacionalnim kontakt točkama odnosno svim članicama mreže.

„Povlačenje“ je uklanjanje s tržišta hrane štetne za zdravlje ljudi ili hrane neprikladne za prehranu ljudi odnosno nesigurne hrane i hrane za životinje ili materijala i predmeta koji dolaze u neposredan dodir s hranom, uključujući povlačenje iz maloprodaje. Povlačenje se provodi kada je utvrđeno da se predmet povlačenja nalazi u potpunosti u lancu distribucije i nije došao do krajnjeg potrošača (kupca).

„Opoziv“ je uklanjanje hrane štetne za zdravlje ljudi ili hrane neprikladne za prehranu ljudi odnosno nesigurne hrane i hrane za životinje ili materijala i predmeta koji dolaze u neposredan dodir s hranom s tržišta uključujući hranu odnosno hranu za životinje koja je distribuirana do krajnjeg potrošača (kupca) te stoga uključuje komunikaciju s potrošačima.

„Subjekt u poslovanju s hranom“ znači fizička ili pravna osoba odgovorna za osiguranje ispunjavanja zahtjeva propisa o hrani unutar objekta za poslovanje s hranom koji nadzire.

„Subjekt u poslovanju s hranom za životinje” znači fizička ili pravna osoba odgovorna za osiguranje ispunjavanja zahtjeva zakona o hrani unutar objekta u poslovanju s hranom za životinje koji nadzire.

„Krajnji potrošač” znači krajnji potrošač hrane koji tu hranu ne koristi niti u jednoj fazi poslovanja s hranom.

„Sljedivost” znači mogućnost ulaznja u trag hrani, hrani za životinje, životinji za proizvodnju hrane ili tvari koja je namijenjena ugrađivanju ili se očekuje da će se ugraditi u hranu ili hranu za životinje, kroz sve faze proizvodnje, prerade i distribucije.

„Stavljanje na tržište” znači držanje hrane ili hrane za životinje s ciljem prodaje, uključujući ponudu za prodaju ili svaki drugi oblik prijenosa, bez obzira na to je li besplatan ili nije, te prodaju, distribuciju i druge oblike prijenosa kao takve.(5)

### *Kontrola proizvoda i povlačenje s tržišta*

Iz Ministarstva poljoprivrede štite se propisima i protokolima prema kojima za ispravnost proizvoda odgovoran proizvođač, a da “na temelju procjene rizika i rezultata monitoringa iz prethodnih godina” kontrolu ispravnosti provode nadležna tijela u skladu s vlastitim propisanim procedurama. Dodaju da se inspekcijski nadzori provode i po prijavi potrošača i udruga, kao i na osnovu informacija zaprimljenih preko sustava brzog uzbunjivanja za hranu i hranu za životinje. Kontrole se provode na osnovi pisanih procedura dok inspekcija nadzore provodi u skladu s izrađenim godišnjim Planovima, po prijavi te nasumično odabranim pošiljkama posebno na granici kod uvoza.

, kao i o svim izvorima sirovina za svoje proizvode – dakle mora moći pratiti tzv. ‘korak naprijed i korak unatrag’ u lancu prehrane. Na taj način, temeljem praćenja sljedivosti proizvoda i sirovina, moguće je, u slučaju nekog incidenta, brzo i precizno povući kompletan sporni proizvod ili sirovinu s tržišta.

Nakon što subjekt u poslovanju s hranom, tijekom svojih samokontrola, ili nadležna inspekcija tijekom nadzora, uzorkuju određeni proizvod i utvrdi se da proizvod nije u skladu propisanim uvjetima, isti se povlači s tržišta. Ukoliko konzumacija takvog proizvoda predstavlja određeni rizik po zdravlje potrošača radi se i opoziv.

Potrošači se najčešće žale na pronalazak stranog tijela u proizvodu, pojave simptoma trovanja hranom, ili moguće alergijske reakcije kod proizvoda na kojima nisu označeni alergeni.

### *Vraćanje proizvoda na tržište*

Jednom opozvan proizvod teško da će se vratiti na tržište. U većini slučajeva proizvod se ne može vratiti na tržište te se neškodljivo uklanja – zbrinjava na propisan način”. Neki se proizvodi mogu ipak vratiti na tržište, ali u prerađenom obliku. Nekada je dovoljno promijeniti ili nadopuniti pogrešnu ili nepotpunu deklaraciju, a neka hrana se može prenamijeniti u hranu

za životinje ili iskoristiti kao gorivo za biopostrojenja. Nužan preduvjet za sve takve mogućnosti jest da taj korigirani proizvod mora ispunjavati sve propisane kriterije sigurnosti i zdravstvene ispravnosti, kako bi se mogao nesmetano staviti na tržište. Popis svih opozvanih proizvoda može se pronaći na stranicama državnih Agencija za poljoprivredu i hranu, kao i putem mobilnih aplikacija koje o opozivu proizvoda informiraju u realnom vremenu.

### *Informacije o alergenima*

Jedan od bitnih noviteta koje donosi Uredba EU br. 1169/2011 je harmoniziranje načina navođenja prisutnosti tvari ili proizvoda koji uzrokuju alergije ili intolerancije. Alergeni moraju biti navedeni u popisu sastojaka te moraju biti naglašeni uporabom vrste pisma koje se jasno razlikuje od vrste pisma kojim je pisan ostatak popisa sastojaka, npr. različitim slovima, stilovima ili bojama u pozadini. Cilj ovakvog načina označavanja je osigurati potrošačima koje pate od alergije ili intolerancije na hranu da u popisu sastojaka lako uoče tvari na koje su alergični ili intolerantni te na taj način budu pravilno informirani kako bi mogli donijeti ispravnu odluku pri kupnji hrane i prilagoditi je svojim prehranbenim potrebama. EU zakonodavstvo naglašava 14 specifičnih alergena koji se koriste (kao sastojci ili pomoćne tvari) u proizvodnji ili pripremi hrane (uključujući i pića) i prisutni su u gotovom proizvodu čak i u promijenjenom obliku, a o čijoj prisutnosti informacije moraju biti pružene potrošaču. Informacije o alergenima su obvezne i na nepretpakiranoj hrani, uključujući i hranu koju nude objekti javne prehrane (restorani, hoteli, gastro odjeli i dr.). Informacija o alergenima mora biti unaprijed pružena potrošaču npr. na vidljivom mjestu se nalazi obavijest koja upućuje na mjesto na kojem su informacije o alergenima dostupne ili na vidljivom mjestu postoji obavijest kojom se potrošači pozivaju da se za informacije o prisutnosti tvari ili proizvoda koji uzrokuju alergije ili intolerancije obrate osoblju. Ne smije se čekati da potrošač sam zatraži informaciju. Navedeno pravilo vrijedi i kod prodaje na daljinu.(6)

### *Informacije o roku trajanja*

Rok trajanja je jedan od obveznih podataka na hrani. Određuje ga sam proizvođač, a predstavlja rok unutar kojeg proizvođač jamči za sigurnost i kvalitetu samog proizvoda. Rok trajanja je bitna informacija za potrošača koja daje jasnu smjernicu za pravilnu i sigurnu konzumaciju hrane.

Izrazi koji se koriste prilikom navođenja roka trajanja na hrani su: „najbolje upotrijebiti do” i „upotrijebiti do”.

"Najbolje upotrijebiti do" ukazuje na datum do kojeg hrana zadržava svoja posebna svojstva ako se čuva na pravilan način. Nakon isteka "Najbolje upotrijebiti do" datuma, hrana je još određeno vrijeme sigurna za konzumaciju pod uvjetom da se čuvala prema uputama navedenim na pakiranju kao i da pakiranje nije oštećeno. Međutim, u toj fazi dolazi do promjene senzorskih svojstava, primjerice hrana počinje gubiti aromu, mijenja joj se tekstura i sl. Primjeri hrane koja se označava oznakom "Najbolje upotrijebiti do..." su konzervirana hrana, voćni sokovi, bezalkoholna pića, tjestenina, riža itd.

"Upotrijebiti do" ukazuje na datum do kojeg se hrana može sigurno konzumirati i navodi se na hrani koja je s mikrobiološkog stajališta brzo kvarljiva. Nakon isteka "Upotrijebiti do" datuma, hrana se smatra nesigurnom za konzumaciju i ne smije se konzumirati. Uz hranu koja je označena "Upotrijebiti do" datumom, obvezno se navodi opis uvjeta čuvanja hrane. Naime, hrana se mora čuvati u skladu s navedenim uputama kao što su: „Čuvati u hladnjaku” ili „Čuvati na temperaturi od 2 do 4°C”. U suprotnom, hrana će se brže pokvariti i povećava se rizik od trovanja hranom. Primjeri hrane koja se označava "Upotrijebiti do" datumom su svježe meso, svježa riba, svježe mlijeko i druge brzo pokvarljive vrste hrane.

U svakom slučaju treba biti oprezan jer nerazumijevanje i nerazlikovanje značenja navedenih izraza za navođenje roka trajanja na hrani, mogu dovesti do povećanja rizika od konzumacije nesigurne hrane kao i nepotrebnog bacanja hrane.

### *Informacije o nutritivnoj deklaraciji*

Potrošače sve više zanima povezanost prehrane i zdravlja te izbor primjerene prehrane koja odgovara potrebama pojedinca. Označavanje hranjivih vrijednosti na hrani vrlo je bitan način informiranja potrošača o nutritivnom sastavu hrane te im se na taj način pomaže u odluci pri odabiru hrane. Novi obvezni podatak na hrani je i nutritivna deklaracija koja sadrži informacije o energiji i količini određenih hranjivih tvari u hrani odnosno masti, zasićenih masnih kiselina, ugljikohidrata, šećera, bjelancevina i soli.

Količine hranjivih tvari izražavaju se u gramima (g), a energija u kilodžulima (kJ) i kilokalorijama (kcal) na 100 g ili 100 ml hrane. Navedene vrijednosti su prosječne vrijednosti i odgovaraju onima u hrani u prodaji. Međutim postoji i hrana na kojoj ne mora biti navedena nutritivna deklaracija npr. med, svježe meso, začinsko bilje, nepretpakirana hrana, hrana u ambalaži ili spremnicima čija je najveća površina manja od 25 cm<sup>2</sup>. Informiranjem o proizvodima ribarstva koji u dodatku na opće informacije o hrani imaju propisane i određene dodatne zahtjeve, štiti se pravo krajnjeg potrošača da bude precizno informiran o točnom nazivu proizvoda, o podrijetlu, kategoriji ribolovnog alata kojim je ulovljen, području ulova i slično.

### *Europske oznake kvalitete za poljoprivredne i prehrambene proizvode*

Oznakama kvalitete, odnosno zaštićenom oznakom izvornosti, zaštićenom oznakom zemljopisnog podrijetla ili oznakom zajamčeno tradicionalnog specijaliteta označeni su proizvodi čiji je naziv kao takav (npr. Dalmatinski pršut ili Lički krumpir) zaštićen u cijeloj Europskoj uniji, a proizvode se u skladu sa propisanim Specifikacijama proizvoda. Zaštitom naziva, proizvođači štite ugled svog proizvoda od zlouporabe. Naime, jednom kada je naziv proizvoda zaštićen, koristiti ga mogu samo oni proizvođači koji posjeduju odgovarajuću Potvrdu o sukladnosti sa pravilima iz Specifikacije proizvoda, dok su za svaki oblik zlouporabe naziva predviđene kazne. Znak koji se nalazi na ambalaži neposredno uz naziv proizvoda jamstvo je originalnog proizvoda. Upravo taj znak potrošaču jamči kupnju autentičnog i kontroliranog proizvoda, priznate kvalitete i lokalnog podrijetla.

Zaštićena oznaka izvornosti (ZOI) je oznaka kojom je označen proizvod koji se u cijelosti proizvodi unutar određenog zemljopisnog područja, primjenom priznatih vještina i korištenjem sirovina i sastojaka iz tog područja. Kvaliteta takvog proizvoda izravno je povezana s prirodnim i ljudskim čimbenicima zemljopisnog područja proizvodnje.



Zaštićena oznaka zemljopisnog podrijetla (ZOZP) je oznaka kojom je označen proizvod koji je svojom kvalitetom i ugledom povezan s određenim zemljopisnim područjem u kojoj se provodila najmanje jedna, odnosno ključna faza proizvodnje.

Zajamčeno tradicionalni specijalitet (ZTS) je oznaka kojom je označen proizvod proizveden po tradicionalnoj recepturi, tradicionalnim postupcima i metodama proizvodnje ili korištenjem tradicionalnih sastojaka.

"Povlačenje" je uklanjanje s tržišta hrane štetne za zdravlje ljudi ili hrane neprikladne za prehranu ljudi odnosno nesigurne hrane i hrane za životinje ili materijala i predmeta koji dolaze u neposredan dodir s hranom, uključujući povlačenje iz maloprodaje. Povlačenje se provodi kada je utvrđeno da se predmet povlačenja nalazi u potpunosti u lancu distribucije i nije došao do krajnjeg potrošača.

"Opoziv" je uklanjanje hrane štetne za zdravlje ljudi ili hrane neprikladne za prehranu ljudi odnosno nesigurne hrane i hrane za životinje ili materijala i predmeta koji dolaze u neposredan dodir s hranom s tržišta uključujući hranu odnosno hranu za životinje koja je distribuirana do krajnjeg potrošača te stoga uključuje komunikaciju s potrošačima.

Sve obavijesti koje su upućene prema potrošačima i subjektima u poslovanju s hranom i/ili hranom za životinje, a odnose se na povlačenje i/ili opoziv nesukladnog proizvoda moraju biti dostupne potrošačima na jasan i vidljiv način.

Svi subjekti u poslovanju s hranom i hranom za životinje moraju biti registriran ili odobreni za obavljanje određenih djelatnosti unutar svog poslovanja, odnosno upisani u određene Upisnike i pod nadzorom nadležne inspekcije. Uvid u djelatnosti poslovanja pojedinog subjekta moguće je pregledom pojedinih Upisnika objekata u poslovanju s hranom životinjskog podrijetla i Upisnika objekata u poslovanju s hranom za životinje koji su javno dostupni.

Služba nadzora sigurnosti neprehrambenih proizvoda obavlja inspekcijske i druge stručne poslove koji se odnose na primjenu zakona i drugih propisa u području nadzora primjene propisa koji se odnose na sukladnost i sigurnost proizvoda, obavlja provjeru općih sigurnosnih zahtjeva za proizvode, tehničkih zahtjeva za proizvode, graničnih vrijednosti i/ili značajki kvalitete proizvoda, načine utvrđivanja i praćenja kvalitete proizvoda, provjere provedenih postupaka ocjenjivanja sukladnosti s propisanim zahtjevima, provjere dokumenata o sukladnosti, isprava koje moraju imati proizvodi, označivanje, obilježavanje i oglašavanje proizvoda, pravodobno obavješćivanje o opasnostima koje proizvodi mogu predstavljati, te po potrebi povlačenje proizvoda s tržišta, brze razmjene službene obavijesti u Sustavu brzog uzbunjivanja za neprehrambene proizvode (RAPEX) o mjerama i radnjama u pogledu proizvoda koji predstavljaju ozbiljan rizik za sigurnost potrošača, te obavlja i druge poslove u okviru svoga djelokruga. RAPEX je sustav brze razmjene službenih obavijesti o mjerama i radnjama vezanih za proizvode koji predstavljaju ozbiljan rizik za zdravlje i sigurnost potrošača, ukoliko u zakonodavstvu Europske unije ne postoji poseban propis s istim ciljem. Sustav osigurava brzu razmjenu informacija između država članica i Europske komisije o opasnim proizvodima koji su povučeni i/ili opozvani s europskog tržišta kako bi se poduzele odgovarajuće mjere bilo gdje u Europskoj uniji, čime se osigurava visoka razina sigurnosti potrošača u Europskoj uniji. Trenutno u sustavu osim država članica Europske unije sudjeluju i Island, Lihtenštajn i Norveška.

Iz djelokruga primjene ovog sustava izuzeti su hrana i hrana za životinje, materijali i predmeti koji dolaze u neposredan dodir s hranom, te lijekovi i medicinski proizvodi jer su isti obuhvaćeni drugim specifičnim sustavima uzbunjivanja. Putem sustava RAPEX omogućeno je potrošačima da se informiraju o opasnim neprehrambenim proizvodima pronađenim na tržištu Europske unije (npr. električni aparati i oprema, motorna vozila, dječja oprema, igračke, kozmetika, odjeća itd.), a koji predstavljaju ozbiljan rizik za zdravlje i sigurnost potrošača (npr. rizik od ozljeda, požara, rizici povezani s kemikalijama i sl.), kao i za javni interes i sigurnost, uključujući okoliš i sigurnost na radu. Stoga je Europska komisija, upravo s ciljem podizanja javne svijesti potrošača o sigurnosti proizvoda, na svojim stranicama objavila kratki edukativni video namijenjen potrošačima dostupan putem poveznice, kojim se ujedno upućuje potrošače da se pregledavajući javno dostupne tjedne izvještaje iz RAPEX-a (dostupne putem poveznice) mogu informirati jesu li proizvodi koje kupuju sigurni, a također se time potiče i gospodarske subjekte da pravovremeno obavijeste nadležna tijela o opasnim proizvodima, odnosno da provjere jesu li proizvodi koje prodaju sigurni.

## Zaključak

Jedno od općih načela propisa o hrani je informiranje potrošača o hrani, odnosno pružanje podataka koji će biti temelj za odabir hrane koju konzumiraju kao i sprječavanje postupaka kojima bi se potrošače moglo dovesti u zabludu. Na izbor potrošača utječu njegove prehrambene navike zatim zdravstvene, gospodarske, okolišne, socijalne i etičke okolnosti.

Jedan od najčešćih razloga povlačenja proizvoda s tržišta je prisustvo etilen – oksida ili srodnih spojeva u namirnicama. Etilen-oksidi je pri sobnoj temperaturi bezbojan plin koji služi kao međuproizvod u mnogim organskim sintezama. Prema propisima za proizvodnju i distribuciju prehrambenih proizvoda ne smije se koristiti iznad strogo preporučenih koncentracija.

Međutim, i dalje ga se može naći na tisućama prehrambenih proizvoda u obliku kontaminacije koja se uglavnom povezuje s uvozom hrane iz trećih zemalja. Primjer je uvoz iz Indije - više od polovice europskog godišnjeg uvoza 70.000 tona sezama dolazi iz Indije.

Upravo zbog pojave različitih incidenata na tržištu EU i potrebe za brzom komunikacijom zemlje članice EU već 40 godina imaju uspostavljen sustav brzog uzbunjivanja za hranu i hranu za životinje, a sličan sustav uspostavljen je i na nacionalnim razinama.

No, iako je u nekim hranama bio prisutan u koncentracijama i do tisuću puta iznad maksimalno dopuštenih granica za rezidualne tvari u EU (primjerice, na sezamovim sjemenkama ga smije biti najviše 0.05 mg/kg), etilen-oksidi je proglašen tek potencijalnim kroničnim rizikom, jer bi potrošač morao konzumirati kontaminirane sjemenke svaki dan života, i to u velikim količinama, da bi zdravlje bilo ugroženo. Koncentracija u namirnicama puno je niža od one koja je opasna po zdravlje. Još ima mnogo proizvoda koji sadrže etilen oksid u tragovima, a koji još nisu otkriveni, što to ne znači da potrošači trebaju paničariti. Ne radi se o opasnosti u smislu opoziva, da se namirnice moraju automatski vratiti u dućan jer će se nešto dogoditi. Riječ je o tome da se zdravstveno neispravne namirnice kontaminirane etilen oksidom povlače s tržišta, a ako ih je netko i konzumirao, najvjerojatnije neće biti posljedica po zdravlje.

U praksi, ako ste i konzumirali neki od ovih proizvoda, vaše zdravlje nije ugroženo, međutim potencijalne rizike treba svesti na nulu. Za ispravnost proizvoda odgovoran je proizvođač, a "na temelju procjene rizika i rezultata monitoringa iz prethodnih godina" kontrolu ispravnosti provode nadležna tijela u skladu s vlastitim propisanim procedurama.

Sustav brzog uzbunjivanja za hranu i hranu za životinje je ključni alat kojim se osigurava prekogranični protok informacija potrebnih za brzu reakciju kada se u prehrambenom lancu otkriju rizici za zdravlje potrošača. Omogućuje svim članovima RASFF-a da poduzmu

koordinirane, usklađene i istovremene mjere kako bi osigurali najvišu razinu zaštite potrošača. Zemlja članica mreže koja je utvrdila postojanje opasnosti za zdravlje obavješćuje ostale članove mreže o predmetnom proizvodu i mjerama koje je poduzela radi uklanjanja rizika. Brza razmjena informacija omogućuje svim članovima RASFF-a da u realnom vremenu provjere jesu li i oni pogođeni te jesu li potrebne hitne mjere. Nadležna tijela pogođenih zemalja odgovorna su za poduzimanje nužnih hitnih mjera, uključujući izravno obavješćavanje javnosti, povlačenje i/ili opoziv proizvoda s tržišta i provedbu kontrola na terenu.

Nakon provedenih inspekcijskih nadzora uslijed prijave od strane potrošača, provedenih službenih kontrola od strane same inspekcije ili provedenih samokontrola subjekata u poslovanju s hranom i utvrđenih nesukladnosti isti se proizvodi moraju ukloniti iz prodaje (povlačenje sa tržišta), a ako utvrđena nesukladnost predstavlja rizik po zdravlje ljudi ili životinja radi se i opoziv. Nema mjesta panici među potrošačima, pa ni onima koji su eventualno konzumirali povučene proizvodi. Inače možemo sve prestati jesti. Ni kontrola ne može biti stopostotna. Uvijek postoji određeni rizik, ali naši laboratoriji i Zavodi dobro obavljaju svoj posao po pitanju kontrole i analize.

Paracelsus

*„Razlika između lijeka i otrova je samo u dozi“*

Literatura:

1. HZJZ, Uredba o ispravnosti proizvoda za ljudsku ishranu koji se stavljaju na tržište, Zagreb, 2020.
2. Uredba (EZ) br. 178/2002.
3. Uredba EU br. 1169/2011

## NITRITI I NITRATI U MESNIM PRERAĐEVINAMA I NJIHOV UTICAJ NA ZDRAVLJE

### Sažetak

Nitriti ( $\text{NO}_2^-$ ) i nitrati ( $\text{NO}_3^-$ ) se koriste kao aditivi kod proizvodnje mesnih prerađevina. Oni nisu samo značajni kao konzervansi već učestvuju i u formiranju boje i okusa. Koncentracija ovih aditiva određena je nacionalnom i internacionalnom legislativom.

U organizmu nitrati i nitriti imaju funkciju kao alternativni izvor nitrogen monoksida (NO) koji ima različite uloge fizioloških signalnih molekula. Mada je NO zapravo kratko živeća molekula ona može reagovati u oksidativnim uslovima, tj. u prisustvu kiseonika i / ili reaktivnih oksidativnih supstanci dajući nitrite, nitrate kao i nitrozil peroksida i/ili odgovarajuće radikal/ion intermedijere doprinoseći nastajanju oksidativno/ nitrozne štete. Nastali NO derivati mogu voditi u pravcu nastajanja reakcionih produkata unutar ćelularnog ili *in vivo* uslova, uključujući N-, S- ili O-nitrozo komponente kao što su nitro derivati amino kiselina, peptidi, proteini i DNA. Međutim, neke epidemiološke studije su pokazale da su N-nitrozoaminske komponente kancerogene i toksične. Jedan od važnih parametara je takođe i dnevni unos nitrita iz mesnih prerađevina.

U ovom radu su prikazani rezultati koncentracije nitrita u nekim mesnim proizvodima na tržištu Tuzlanskog kantona i dnevni unos nitrita ovog porijekla za studentsku populaciju. Provedeni su individualni intervjui.

**Ključne riječi:** Analiza doprinosa / rizika nitrita, dnevni unos nitrita, koncentracija nitrita u nekim mesnim proizvodima

<sup>1</sup> Evropski univerzitet Kallos Tuzla, Evropski univerzitet Brčko distrikt

<sup>2</sup> Evropski univerzitet Kallos Tuzla, Evropski univerzitet Brčko distrikt

<sup>3</sup> Zavod za javno zdravstvo Tuzlanskog kantona

# NITRITE AND NITRATE IN MEAT PROCESSED PRODUCTS AND THEIR IMPACT ON HEALTH

## Abstract

Nitrite ( $\text{NO}_2^-$ ) and nitrate ( $\text{NO}_3^-$ ) are used as curing agents the meat products. They are important not only as preservatives, but also for color and flavor formation. The concentrations of these additives are determined by legislation at the national and the international level.

In the organism nitrate and nitrite may function as an alternative source for nitrogen monoxide. (NO), an important and multifarious physiological signaling molecule. Although NO is rather short-lived, it may react under oxidative conditions, i.e. in the presence of oxygen and/or reactive oxygen species to give rise to nitrite, nitrate as well as nitrosyl peroxide and /or corresponding radical/ionic intermediates contributing to oxidative/nitrosative damage. These NO-derived species may lead to an array of reaction products under cellular or *in vivo* conditions, including N-, S-, and O- nitroso compounds as well as nitro derivatives of amino acids, peptides, proteins and DNA. However, some epidemiological studies present that N-nitrosamines are carcinogenic and toxic compounds. One of the important parameter also is Accetable Daily Intake nitrites from meat products.

In this article we present the concentration of nitrite in some meats processed products from the market of Tuzla's canton and Accetable Daily Intakte for students population.

**Keywords:** Benefit/risk analysis of Nitrite, Accetable Daily Intake, Nitrite concentration from some meat products

## 1. UVOD

Nitriti ( $\text{NO}_2^-$ ) i nitrati ( $\text{NO}_3^-$ ) se koriste kao aditivi kod proizvodnje mesnih prerađevina. Oni nisu samo značajni kao konzervansi već učestvuju i u formiranju boje, okusa, mirisa i teksture. Koncentracija ovih aditiva određena je nacionalnom i internacionalnom legislativom<sup>1,2</sup>.

U skladu sa opštim principima Uredbe (EU) br. 1333/2008, utvrđeno je da samo prehrambeni aditivi obuhvaćeni popisom Unije mogu biti stavljeni na tržište i kao takvi se koriste u hrani. Korištenje mora biti u skladu sa navedenim uputstvima za upotrebu. Aditivi moraju biti u koncentracijama koje su prihvatljive sa zdravstvenog aspekta, a njihova upotreba ne treba potrošače dovoditi u zabludu.

Nitriti ( $\text{NO}_2^-$ ) kao soli kalijev nitrit ( aditiv E 249) i natrijev nitrit ( aditiv E 250) koriste se već niz desetljeća u mesnim prerađevinama kako bi se u kombinaciji sa drugim faktorima održala mikrobiološka sigurnost, a čime bi se između ostalog spriječilo razmnožavanje anaerobnih bakterija od kojih je najvažnija *Clostridium botulinum*. Ova bakterija uzročnik je po život opasne bolesti, botulizam<sup>1</sup>. Takođe su tu i druge bakterije kao što su *Salmonella spp.*,

*Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli*, *Bacillus cereus*. Konzumacijom hrane u kojoj se razmnožava bakterija *Clostridium botulinum*, pri čemu se proizvode neurotoksini koji se apsorbiraju u probavnom traktu i vežu na periferni živac, te inhibiraju otpuštanje neurotransmitera.

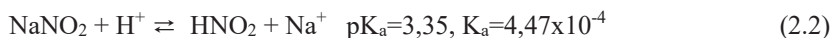
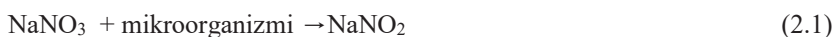
Općenito se smatra da nitriti imaju veći baktericidni utjecaj na gram-pozitivne bakterije, u odnosu na gram-negativne (npr. *Salmonella*, *Escherichia coli*), pa je nekoliko istraživača utvrdilo da je za inhibiranje rasta i razmnožavanja npr. *Staphylococcus aureus* dovoljno 200 ppm nitrita. Ovisno o vrsti bakterija i uslovima u kojima se nalaze, nitriti imaju različit mehanizam djelovanja pa tako, na primer, uspješnije ograničavanje rasta bakterija je pri niskoj pH vrijednosti. U prisustvu nitrita, natrijev laktat i natrijev diacetat također djeluju inhibirajuće na rast i razmnožavanje patogena kao npr. *Listeria monocytogenes*.

U organizmu nitrati i nitriti imaju funkciju kao alternativni izvor nitrogen monoksida (NO) koji ima različite uloge fizioloških signalnih molekula. Mada je NO kratko živeća molekula ona može reagovati sa prisutnim supstancama dajući štetne produkte po organizam i zdravlje. Međutim, neke epidemiološke studije su pokazale da su N-nitrozaminske komponente kancerogene i toksične. Nitrati za razliku od nitrita imaju manju reaktivnost, tako da je natrij nitrit oko deset puta toksičniji od natrij nitrata. Nitrati nemaju takav uticaj na mesne prerađevine<sup>3</sup>, ali predstavljaju zalihu nitrita<sup>4,5</sup>.

## 2. HEMIJSKA REAKTIVNOST

### 2.1. Hemijaska reaktivnost u mesu i mesnim prerađevinama

Hemija prerade mesa uključuje mnoge hemijske reakcije<sup>6,7</sup>, koje je predložio Hoagland još 1910 godine. Tokom prerade mesa ili njegove dorade moguće je odvijanje slijedećih hemijskih reakcija:



Najuočljiviji učinak nitrita na konzervirano meso i mesne proizvode je stabilna crvena boja koja se razvija nizom reakcija sve dok se ne stvori nitrozilmioglobin.

Osim što je crveni mišićni pigment, mioglobin je stanična organela koja ima funkciju reverzibilnog vezanja kiseonika. Aktivniji mišići sadrže više mioglobina, zbog čega su crveniji (npr. but i plećka).

Mioglobin se nalazi u mišićnom vlaknu i od ukupnog kisika u organizmu životinja veže oko 10% kiseonika. Hemoglobin veže oko 90% kisika. U toku života mioglobin i hemoglobin su funkcionalno povezani. Nakon klanja i ispuštanja krvi mioglobin veže oko 95% kiseonika, tako da se i nakon smrti zadržavaju svojstva oksidacije i redukcije što rezultira postmortalnim promjenama boje mesa.

Prosječni maseni udio mioglobina u mišićnim vlaknima životinja za klanje kreće se od 0,02 do 0,46 % ovisno o vrsti i dobi životinje. Obično vrijedi da starije životinje imaju veći maseni udio mioglobina, a samim tim i crveniju boju mesa.

Osim stvaranja odgovarajuće boje, provedeno je i istraživanje<sup>8,9</sup> koje pokazuje da nitriti utiču i na okus, kao i da je koncentracija nitrita u toku proizvodnje najveća, a da kasnije opada i to tako što se 1-5 % gubi se na stvaranje NO, oko 1-10% reagira sa sulfhidridnim spojevima ili mioglobinom, a 20-30 % je vezano za protein. Oksidacija NO do HNO<sub>3</sub> može biti umanjena uz antioksidanse kao što su askorbati, izoaskorbati ili tokoferoli. Pavlinić Prokurica i sar.<sup>7</sup> navode da se nitrati mogu naći samo u onim proizvodima u kojima se dodaju nitriti, jer do 20% nitrita može preći u nitrate kod suhomesnatih proizvoda. Kod fermentisanih mesnih proizvoda kada je pH > 6,5, HNO<sub>2</sub> je potpuno jonizirana, dok je kod pH = 5,3, potpuno nejonizirana. Kod tog pH aktivno nastaje NO iz HNO<sub>2</sub>, preko N<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (reakcije 2.3 i 2.4). Redukciju NO<sub>3</sub><sup>-</sup> u NO<sub>2</sub><sup>-</sup> vrše redukujući spojevi (HR) (reakcije 2.6 i 2.7) kao što su nikotinamid-adenin-dinukleotid-fosfat (NADH), citohromi, kinoni, askorbinska kiselina itd.



U toku termičke obrade mesa i mesnih proizvoda mogu nastati i N-nitrozamini kao što su N-nitrozodimetilamin (NDMA) i N-nitrozopirrolidin (NPYR), koji su kancerogeni, mutageni i teratogeni, a konzumiranjem se unose u organizam zajedno sa pripremljenom hranom.

U mesnom tijestu sa višim pH (npr. jetrene kobasice ili krvavice sa pH 6,2 – 6,8), koncentracija HNO<sub>2</sub> je niža što znači da nitriti manje oksidiraju u nitrate. U kiselijem okolišu sirovih kobasica ili u mesnom tijestu kobasica tipa emulzije sa manjim pH (npr. zbog korištenja glukono-delta-laktone (GDL), koncentracija HNO<sub>2</sub> je viša: formira se više NO i intenzivnije crvena boja kao što bi bila u prisustvu antioksidanata

## 2.2. Metabolizam nitrata i nitrita

U organizmu, nitrati i nitriti imaju funkciju kao alternativni izvor nitrogen monoksida (NO), čije molecule su važan dio fiziološki multifunkcionalnih signalnih molekula. Mada, NO spada u red kratko živećih molekula, vrlo je reaktivna u oksidacionim okolnostima, odnosno u prisutnosti kiseonika i reaktivnih oksidirajućih supstanci transformira se i u nitrate (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) i nitrite (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>). Takođe, mogu nastati i nitrozilperoksidi ili odgovarajući joni i radikali kao intermedijeri koji doprinose stvaranju oksidativno/nitrozativno štetnih djelovanja. Derivirane NO supstance mogu biti usmjerene na odvijanje reakcija u celularnim i *in vivo* uslovima, stvarajući derivate sa kiselinama, peptidima, proteinima i DNA<sup>10</sup>. Tako metabolički procesi mogu imati svoje pozitivne i negativne uticaje<sup>11-13</sup>.

Povrće sadrži visok nivo nitrata koji ispoljavaju visok stepen doprinosa zdravstvenom stanju ljudi<sup>14</sup>. Nastali endogeni radikal NO lagano difundira kroz ćelijske membrane stupajući zatim u interakcije sa različitim potencijalnim receptorima. Nastali različiti metabolički derivati utiču na mnogobrojne fiziološke funkcije. Neka od poboljšanja odnose se na reguliranje kardiovaskularnih parametara (krvni pritisak, srčani udar, ateroskleroza, zgrušavanje krvi itd) neurotransmiterskih funkcija, imunog i endokrinog sistem, citotoksičnog efekta, gastroprotektivnog efekat itd<sup>15,16</sup>.

Međutim, nastajanje N-nitrozamina ima negativan efekat na ljudsko zdravlje. N-nitrozsupstance, N-nitrozamini i N-nitrozamidi ( slika 1) nastaju iz reakcije amina sa nitroznim agensima, kao što su dinitrogen trioksid (  $N_2O_3$  ) i dinitrogen tetroksid (  $N_2O_4$  ), koji se generiraju iz kiseline  $HNO_2$  uz katalizator  $H^+$ .

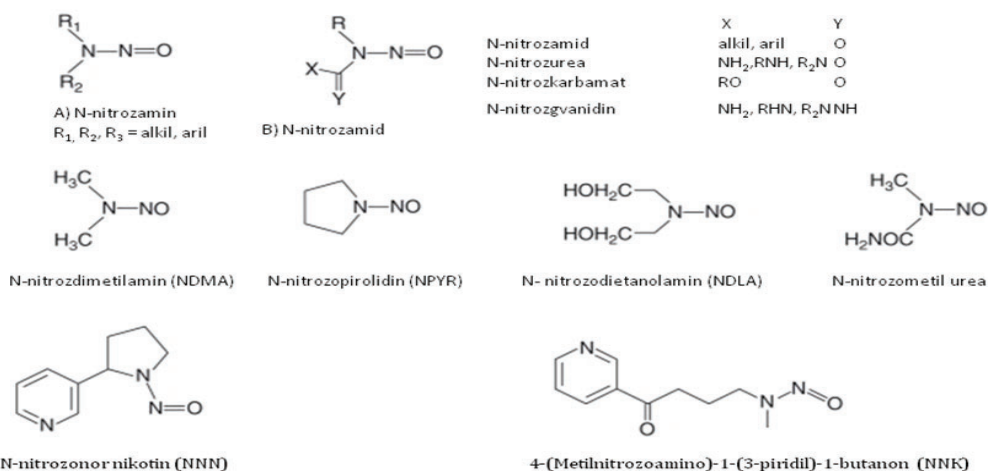


Dalje se  $N_2O_3$  spaja sa slobodnim parom elektrona neprotoniranih sekundarnih amina i u reakciji nukleofilne supstitucije nastaju N-nitrozamini. Opšta reakcija:



Stepen nitrozacije ovisi o pH, koncentraciji nitrita i koncentracije amina, tako da se brzina reakcije može izraziti jednačinom<sup>7</sup>:

$$\text{Brzina reakcije} = k [\text{amin}][\text{nitrite}]^2$$



Slika 1. Strukture nekih N-nitrozo komponenata<sup>17</sup>

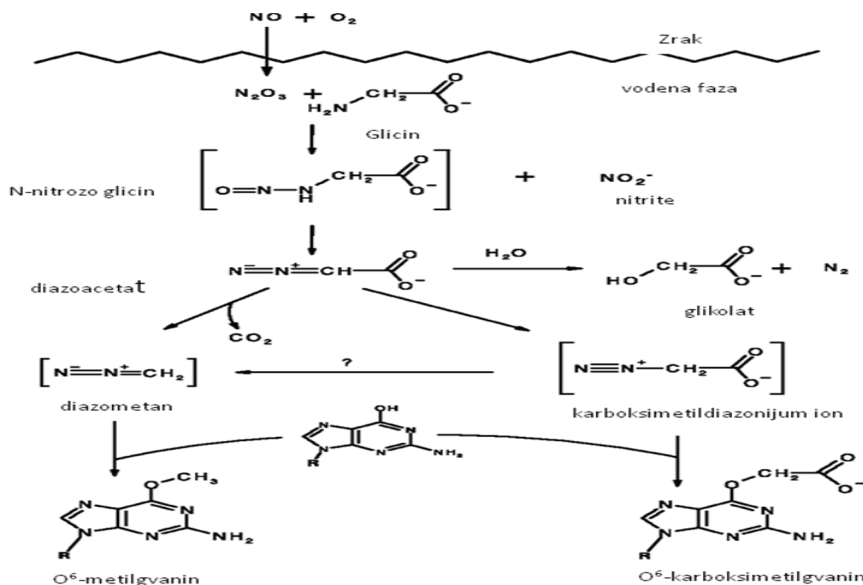
Nitrozamini se često susreću u hrani kao N-nitrosodimetilamin, N-nitrosopirolidin, N-nitropiperidin i N-nitroztiazolidin. Neisparljive N-nitrozo supstance najčešće su N-nitrozaminske kiseline uključujući 3-hidroksilprolin i prolin, tiazolidin-4-karboksilnu kiselinu, oksazolidin-4 karboksilnu kiselinu, N-nitrozo-2-metil-nitroztiazolidin-4-karboksilnu kiselinu kao i druge analoge oksazolidina<sup>18,19</sup>.

Na osnovu fizičkih svojstava N-nitrozamini se mogu podjeliti<sup>7</sup> na isparljive i ne isparljive. Optimalni pH nitrozacije za većinu amina je 2,5-3,5, a što odgovara pH želudca<sup>4</sup>. U vodenoj sredini jako bazni dialkil amini ( $pK_a > 9,5$ ) ne pkazuju značajnu nitrozaciju, dok slabije bazni amini sa  $pK_a < 9,5$ , mnogo brže podliježu nitrozaciji<sup>17</sup>. U neutralnoj i alkalnoj sredini formaldehid jako katalizira konverziju različitih sekundarnih amina u nitrozamine, pri čemu nastaje intermedijer hidroksimetilaminski adukt<sup>16</sup>. Reakcija nitrozacije može biti inhibirana u prisutnosti askorbinske kiseline, primarnih amina, tanina ili druih fenolnih supstanci<sup>17</sup>.



Endogena nitrozacija 5,6-dihidrouracila, fiziološkog metabolita pirimidinskih baza u DNA i RNA, prisutnih u urinu i plazmi, daje produkte 1-nitrozo-5,6-dihidrouracil koji je potencijalno hepatokancerogen<sup>20(183)</sup>

Karboksimetilirajući / metilirajući agensi udruženi sa nitroznim agensima iz hrane mogu potencijalno igrati ulogu uzročnika gastrointestinalnog karcinoma. N-nitrozglicin derivati su mutageni *in vivo i in vitro*<sup>21</sup>. Nastajanje nekih adukata sa humanim DNK, naprimjer O<sub>6</sub>-karboksimetil-2'-deoksiguanozina (O<sub>6</sub>CMdG) i O<sub>6</sub>-metil-2'-deoksiguanozina (O<sub>6</sub>MdG) je posljedica nitrozacije glicina ( slika 2)<sup>22</sup> i adukt O<sub>6</sub>-CMdG se ne obnavlja sa O<sub>6</sub>-alkilguanin-DNA alkiltransverazom, već se akumulira u DNA gastrointestinalnog trakta.

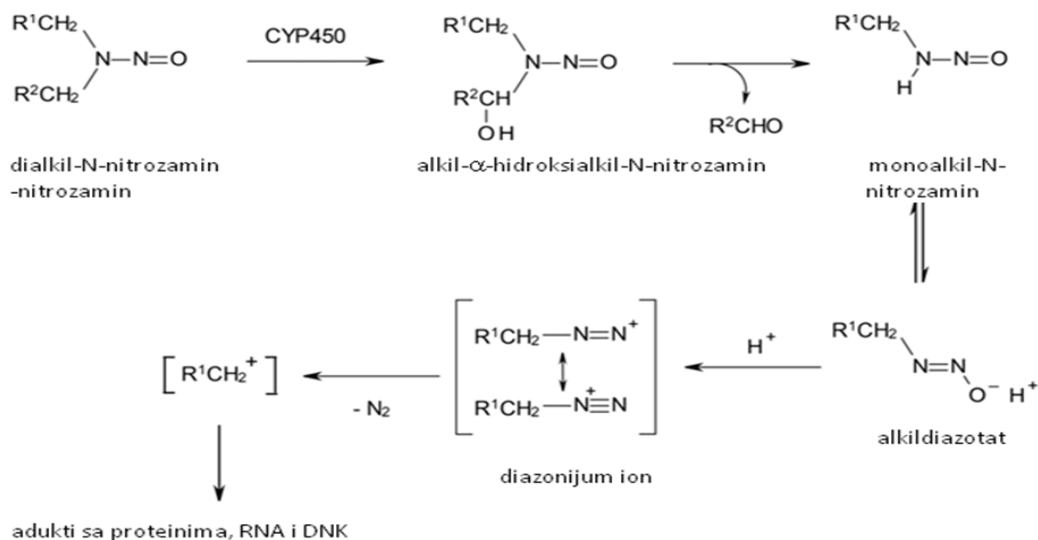


Slika 2. Reakcijski slijed nastajanja N- nitrozo derivata<sup>22</sup>

N-nitrozamini dobro se apsorbuju u gastrointestinalnom traktu. Prvi stepen reakcije je metabolička aktivacija hidroksiliranjem  $\alpha$ -C-pozicije uz učešće citohroma P450, monooksigenaza (CYp450). Formirani  $\alpha$ -hidroksi-N-nitrozamin je kancerogen, ali je nestabilan i brzo se transformira u aldehid i monoalkil-nitrozamin. Nastali diazonijev ion je elektrofil koji može reagirati sa cellularnim molekulama kao sto su protein, DNK i RNK, pri čemu nastaju adukti sa odgovarajućim nukleofilnim centrima ( slika 3)<sup>23,24</sup>. Metabolički generirana reaktivna elektrofilna komponenta dovodi do alkilacije baza iz DNK na pozicijama N<sup>7</sup>, O<sup>6</sup>, N<sup>3</sup> u molekulama guanina, N<sup>1</sup>, N<sup>3</sup>, N<sup>7</sup> u molekulama adenine i O<sup>2</sup>, O<sup>4</sup> pozicijama timina. Pozicija N<sup>7</sup> guanina je dominantna. Na ovaj način se mijenja struktura DNK i ona je oštećena nepovratno i potencijalno doprinosi stvaranju mutagenih lezija i konačno nastanka karcinoma.

Istraživanja su uglavnom rađena na životinjama, apliciranjem N-nitrozsupstanci i praćenjem promjena u organizmu. U novije vrijeme porastao je interes za praćenje ovih procesa i kod ljudi. Urađeni eksperimenti na odgovarajućim modelima<sup>25,26</sup> pokazuju da endogena

nitrozacija uključena u metaboličke procese najvjerojatnije djeluje inducirajuće na pojavu karcinoma.



Slika 3. Reakcijski slijed metaboličke aktivacije dialkil-N-nitrozamina sa elektrofilnim alkilirajućim agensom<sup>23,24</sup>

### 2.3. Dnevni unos nitrata i nitrita

Jedan od važnih parametara je takođe i dnevni unos nitrita iz mesnih prerađevina.

Zakonodavstvo u tom području mora uspostaviti ravnotežu između rizika od nastanka nitrozamina, s jedne strane i zaštitnog učinka nitrita protiv umnožavanja bakterija s druge strane.

Mesni proizvodi sadržavaju najviše moguće količine E 249 i E 250 koji se mogu dodati u toku proizvodnje. Najveća dodana količina je 150 mg/kg, za većinu mesnih prerađevina i 100mg/kg za sterilizirane mesne proizvode. Za nekoliko specifičnih soljenih mesnih proizvoda, koji se tradicionalno rade u određenim državama, članicama EU, najveća količina nitrata iznosi 180 mg/kg.<sup>1</sup>

Količina dodanih nitrita u toku proizvodnje, prije svega ovisi o potrebi za sprječavanjem rasta i razvoja bakterije *Clostridium botulinum*. Obično se određuje prema prisutnoj količini bakterija za svaki proizvod. Sudbina nitrita dodanih u meso i mesne proizvode ovisi o : pH, vrsti proizvoda, temperature skladištenja, eventualnom tretiranju zagrijavanjem, te prisustvu drugih supstanci. Urađeni su mnogi eksperimenti kako bi se odredila minimalna količina nitrita koja osigurava inhibitori učinak, a vodeći računa o potencijalnom karcinogenom djelovanju N-nitrozamina. Za većinu proizvoda propisano je 50-100 mg nitrita/kg<sup>1,2</sup>. Treba napomenuti da povrće sadrži znatnu količinu nitrita, naročito salata i špinat, kao i uljarice i gomoljasto bilje.

Ljudi uglavnom nitrata i nitrite unose egzogeno, konzumiranjem povrća i ostale vrste hrane koji sadrže ove soli.

Scientific Committee on Food- SCF, 2002 godine utvrdio je prihvatljiv dnevni unos (ADI) za nitrata koji iznosi 0-3,7 mg/kg tjelesne težine, što je ekvivalentno unosu od 222 mg nitrata na dan za odraslu osobu od 60 kg, dok je ADI za nitrite 0-0,07 mg/kg tjelesne težine na dan. Ako se uzme da odrasla osoba dnevno konzumira oko 400 g različitog povrća, prosječan dnevni unos nitrata iznosi 157 mg/kg težine . Ako se tome doda i konzumacija voća koja sadrži manje nitrata unos se povećava za 81-106 mg/ kg težine na dan<sup>7</sup>. Nakon unosa nitrata se kod ljudi apsorbiraju preko gastrointestinalnog trakta u krvnu plazmu, odakle se oko 25 % nitrata izlučuje sa slinom. U ustima bakterijskom redukcijom nastaje oko 20% nitrita. U kiselom mediju želuca nastaje NO iz nitrita uz druge metabolite. Većina apsorbiranih nitrata se izlučuje urinom.

U ovom radu prezentirani su rezultati eksperimentalnog rada, određivanja nitrita u različitim mesnim prerađevinama koje se mogu naći na tržištu Tuzlanskog kantona, a koje u ishrani konzumira rado studentska populacija. Na bazi rezultata, dobijenih laboratorijskim analizama i anketiranjem, izračunat je dnevni unos nitrita za svaku osobu pojedinačno, prema vrstama proizvoda. Rezultati pojedinačnih dnevnih unosa svrstani su u odgovarajuće koncentracijske grupacije nitrita za svaki proizvod, a zatim je i izračunat % studenata koji se nalazi u svakoj grupaciji.

### 3. EKSPERIMENTALNI DIO

#### 3.1. Oprema i hemikalije

##### a) Oprema i pribor

- Standardna laboratorijska oprema za vaganje i homogeniziranje kao i laboratorijski pribor
- pH metar: Mettler Toledo, MP 220
- Spektrometar: Hach, DR/4000, staklene kivete, 1 cm

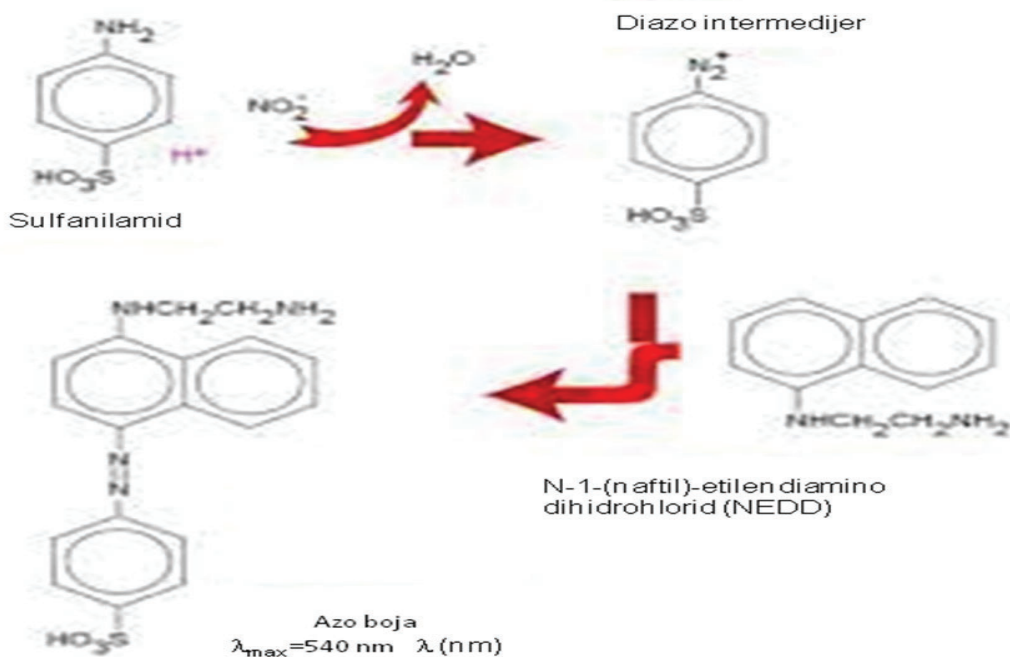
##### b) Rastvori pripremani u redestilovanoj vodi i korištenjem hemikalija čistoće p.a.

- Kalijev heksacijanoferrat(II) trihidrat ( $K_4[Fe(CN)_6] \cdot 3H_2O$ ), Pancreac, 106 g/1000ml
- Cinkov acetat dihidrat ( $Zn(CH_3COO)_2 \cdot 2 H_2O$ ), HiMedia Laboratories, 220 g + 30 g glacijalne sirćetne kiseline ( $CH_3COOH$ )/ 1000ml
- Natrijev hidroksid (NaOH), Zorka, granuliran
- Natrijev nitrit ( $NaNO_2$ ), Pancreac, 1,0000 g/100ml, a zatim izvršeno razblaženje ovog rastvora 5ml/1000 ml, nova koncentracija 0,05µg/ml
- Hloridna kiselina(HCl), gustina 1,19 g/ml, BDH Prolabo, VWR, 445 ml/1000 ml
- Sulfanilamid ( $NH_2C_6H_4SO_3NH_2$ ), BDH Prolabo, VWR, (**Rastvor I** : 2,00g/800ml, nakon rastvaranja i filtriranja doda se 100 ml HCl, gustine 1,19 g/ml i doda redestilovana voda do 1000 ml
- N-(1-naftil)-etilendiamin dihidrohlorid ( $C_{10}H_7NH(CH_2)_2NH_2 \cdot 2HCl$ ), HiMedia Laboratories, (**Rastvor II**: 0,25 g/250 ml, čuvanje u frižideru, max 1 sedmica

- Glacijalna sirćetna kiselina ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ , glacijalna), Zorka
- Dinatrijev tetraborat dekahidrat ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ ), Pancreac, 50g/1000 ml

### 3.2. Postupak određivanja koncentracije nitrita u mesnim prerađevinama

U postupku određivanja koncentracije u mesnim prerađevinama korištena je spektrofotometrijska metoda sa Griss-ovim reagensom koja uključuje N-(1-naftil)etilendiamin dihidlorid za diazotaciju nitrita. Detekcioni limit ove metode je  $1,0 \mu\text{M}$  nitrita. Ovaj metod je preporučen kao standardni metod za određivanje nitrita u hrani od ISO 2918:1975; AOAC (Association of Official Analytical Chemists), 2000, metod 964:13 i Norma HRN EN 12014-3:2007. Može se primjeniti na mesne proizvode koji sadrže od 5 do 125 mg  $\text{NaNO}_2/\text{kg}$ . Formiranje crveno-roza azo boje koje ima maksimalnu apsorbanciju na 540 nm prikazano je slijedećom reakcijom.



Slika 4. Reakcija nastajanja azo boje za kvantitativno određivanje nitrita

Prije primjene ove metode u analizi uzoraka mesnih proizvoda izvršena je validacija metoda. Korištene su standardne procedure validacija<sup>27</sup>: Referentna metoda "Namirnice-Određivanje količine nitrata ili nitrita"<sup>3</sup> dio, Standardna operativna procedura za određivanje nitrita u mesu (SOP Z-1-4 N 04), Interni document Odjela za veterinarstvo, javno zdravstvo, laboratorij za analitičku hemiju (SOP Z-I-4-RU0), Priručnik za kvalitet, tačka 5.4, Norma HRN EN ISO IEC 15025:2007, Opšta procedura GP 12" Postupanje sa metodama ispitivanja", Opšta procedura GP 16 " Postupci sa mjernim standardima i referentnim

materijalima”, Opšta procedura GP 13 “Određivanje mjerne nesigurnosti”, Opšta procedura GP 17 “ Pihvat i rukovanje sa uzorcima za analizu”, Pravilnik o provođenju analitičkih metoda i tumačenju rezultata” ( Narodne novine br. 2/2005), “Pravilnik o proizvodima od mesa” ( Narodne novine br.1/2007), “Pravilnik o prehranbenim aditivima “ ( Narodne novine br.81/2008), Validacija analitičkih metoda, Seminar”Hrvatsko mjeriteljsko društvo, mart 2007, Mjerna nesigurnost za praktičare, Seminar, Hrvatsko mjeriteljsko društvo, decembar, 2007.

Validirana metoda karakterizirana je parametrima prikazanim u tabeli 1.

Tabela 1. Kriteriji prihvatljivosti u procesu validacije<sup>27</sup>

Parametar	Kriterij prihvatljivosti
Ponovljivost mjerenja	RSD < /=1%
Ponovljivost pripreme uzorka	$S < S_r$
Unutarlaboratorijska ponovljivost	RSD < /=5%
Robustnost	informacija
Linearnost	$R^2 < /= 0,99$
Efekat matriksa	uporedba sa linearnošću
Stabilnost rastvora uzorka	informacija
Reproducibilnost	$ z  < 2$

Za određivanje koncentracija korištena je metoda baždarnog pravca<sup>28</sup>. Mjerna nesigurnost baždarnog pravca, pokazuje da se rezultati pokoravaju linearnosti:  
 $y = ax + b$ ,  $R^2=0,996$ . Karakteristike su date u tabeli 2,

Tabela 2. Karakteristike baždarnog pravca<sup>27</sup>

Nagib pravca	Odsječak, b	Prosječna Koncentracija, c, µg/ml	Broj uzoraka koji su mjereni kao paralelni, p	Ukupno Mjerenje, n	Apsolutna konc., c <sub>0</sub> , µg/ml
2,6626	-0,0277	0,333	3	12	0,49

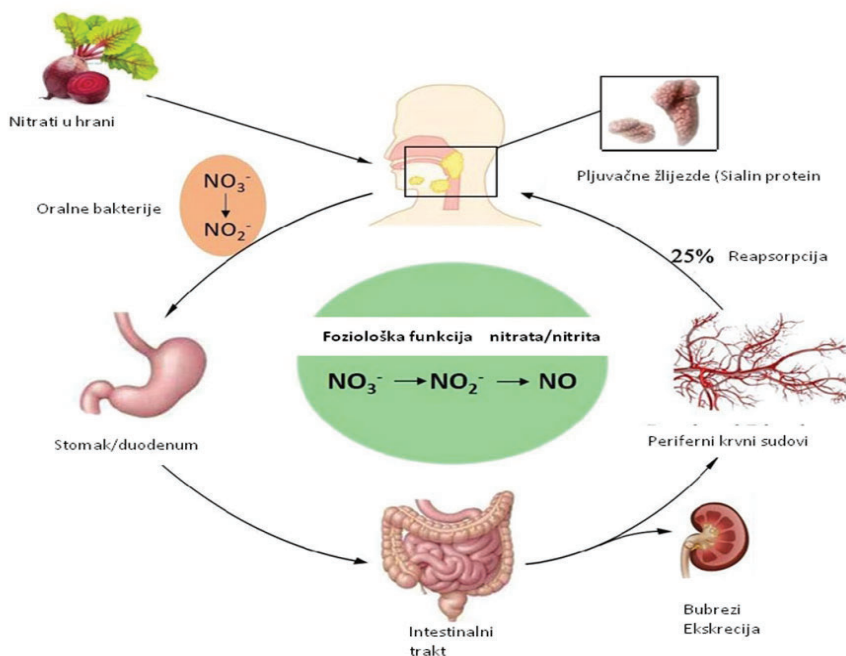
### 3.3. Analiza unosa nitrita iz mesnih proizvoda

Konzumiranje mesnih proizvoda u toku dana u studentskoj populaciji praćena je godinu dana. U anketiranju su sudjelovali studenti svih godina studija, sa prosječnom starošću od 20,3 g. Anketni listovi su popunjavanji anonimno a sadržavali su pitanja vezana za: godine starosti, težinu, kg, vrste i količina proizvoda koji se konzumiraju, g. Anketa je vršena jednu sedmicu ( 7 dana) u toku mjeseca. Tako su rezultati jednog anketnog lista u sedmici, pokazivali prosječno dnevno konzumiranje mesnih prerađevina po vrsti i količini za jedan mjesec. Kako je anketiranje svakog učesnika izvršeno za 12 mjeseci, smatrali smo da je to prosječan unos za godinu. U anketi je učestvovalo 200 studenata, a zastupljenost po godinama studija i polovima bila je podjednaka. Dnevni unos je za pojedinca izračunat prema slijedećoj jednačini :

$$\text{Dnevni unos nitrita, pojedinačni - NaNO}_2 \text{ ( mg/kg težine) = } \frac{[(\sum U_i \times C_i) \text{ (mg / sedmici) / 7} \times a}{100}$$

$U_i$ -konzumirani proizvod,  $C_i$ - prosječna koncentracija  $\text{NaNO}_2$  (  $\mu\text{g/g}$ ) za odgovarajući <<https://vitamini.hr/blog/vitaminoteka/znamo-li-sto-jedemo-2-3835/>>. konzumirani proizvod (koncentracija određena eksperimentalno).

udio populacije koja konzumira taj proizvod, % / 100 za odgovarajuću količinu nitrita a-težina osobe



Slika 5. Fiziološka funkcija nitrata/nitrita

(<https://vitamini.hr/blog/vitaminoteka/znamo-li-sto-jedemo-2-3835/>)

#### 4. REZULTATI I DISKUSIJA

Sadržaj nitrita u odgovarajućim analiziranim proizvodima prikazan je u tabeli 3<sup>29</sup>.

Tabela 3. Sadržaj NaNO<sub>2</sub> u mesnim proizvodima<sup>29</sup>

Analizirani mesni proizvod	NaNO <sub>2</sub> , mg/kg	Max.dozvoljena količina <sup>2</sup> , NaNO <sub>2</sub> , mg/kg	rezidualna
<b>Sterilizirani mesni proizvodi i tradicionalno tretirani proizvodi od mesa</b>			
• Goveđi narezak (proizvođač 1)	1,49		
• Narezak od svinjskog mesa	2,43		
• Pileća pašteta (proizvođač 1)	7,06		
• Lovačka pašteta	3,05		
• Pileća pašteta (proizvođač 2)	4,76	175	
• Čajna pašteta	1,50		
• Mesni narezak	5,12		
• Mesni doručak	6,16		
• Goveđi narezak (proizvođač 2)	7,80		
• Pileći narezak	5,21		
• Pileća pašteta (proizvođač 3)	3,81		
• Goveđi narezak (proizvođač 3)	5,34		
• Kokošija pašteta	6,58		
<b>Tradicionalno sušeni mesni proizvodi (sušena slanina i slični proizvodi)</b>			
	5,51		

• Njeguška kobasica	112,25	175
• Fermentisana suva kobasica	1,63	
• Švargla	3,64	
• Goveđi pršut ( proizvođač 1)	3,96	
• Goveđi sudžuk	10,00	
• Dalmatinska panceta	4,23	
• Dimljeni juneći vrat	8,27	
• Bosanski sudžuk ( proizvođač 1)	17,27	
	1,47	
• Bosanski sudžuk (proizvođač 2)	2,24	
• Jeger kobasica	1,66	
• Premi-bosanski sudžuk trajna goveđa kobasica	9,46	
• Kulen-sušen, trajna kobasica	2,23	
• Krajiška pastrmka	0,32	
• Čajna kobasica	3,13	
• Dimljeni svinjski vrat	2,49	
• Zlatiborac, sudžuk	3,11	
• Kras pršut koljenice	0,95	
• Kras kulen narezak	6,33	
• Goveđi pršut ( proizvođač 2)	3,20	
• Goveđi pršut (proizvođač 3)	1,37	
• Goveđi pršut ( proizvođač 4)	6,30	
• Panceta	3,20	
• Goveđi pršut ( proizvođač 5)		
• Goveđi pršut (proizvođač 6)		
<b>Sušena šunka</b>		
• Šunka Mandolina	6,30	
• Šunka u ovitku	14,47	



<b>Drugi tradicionalno tretirani proizvodi od mesa</b>		
	5,89	
• <i>Kplus</i> kobasica ljuta	27,16	
• Tirolska kobasica	7,07	
• <i>Kplus</i> salama juneća	3,33	50
• Domaća livanjska buđola	4,19	
• Pupi hrenovka sa puretinom i piletinom	41,59	
• Superetta pileća obarena kobasica	42,74	
	33,93	
• Goveđa narodna	3,73	
• Juneća kobasica ljuta	20,12	
• Jeger kobasica	13,47	
• Pureća hrenovka	3,53	
• Juneća kobasica blaga	19,81	
• Pileća hrenovka	26,67	
• Juneća kobasica		
• Pileća light kobasica		

Prikazani rezultati sadržaja  $\text{NaNO}_2$  (mg/kg) pokazuju da su svi proizvodi na tržištu ispravni jer sadrže i znatno manje koncentracije aditiva od zakonski propisane. Sterilizirani mesni proizvodi i tradicionalno sušeni mesni proizvodi sadrže i 8-10 puta niže koncentracije nitrita od dozvoljenih, dok neki proizvodi iz reda kobasica sadrže nešto manje vrijednosti nitrita od dozvoljenih.

Obzirom da u istraživanjima<sup>29,30</sup> pokazala da se NO lako oksidira djelovanjem kisika do  $\text{NO}_2$ , postupak usitnjavanja mesa povećava količinu kiseonika. Nastali NO dalje se oksidira do  $\text{HNO}_3$ . Znatno dio nitrita (1/3 ili više) oksidira se u nitrate i u procesu konzerviranja mesnih proizvoda. Nakon ovih reakcija gotov proizvod može sadržavati i nitrate iako se u procesu proizvodnje dodaju samo nitriti. Ova oksidacija može se smanjiti sjeckanjem pod vakuumom ili upotrebom antioksidanata kao što su askorbati, izoaskorbati ili tokoferoli. Promjene količine nitrata i nitrita kao i nastanak N-nitroamina u različitim mesnim proizvodima ovise i o uslovima skladištenja. Naime, razvoju bakterija odgovaraju više temperature pa dolazi do naglog sniženja količine nitrita. Količine nitrita snižavaju se i zbog reakcije sa sirovinama iz mesa.

Prilikom proizvodnje i prerade mesnih proizvoda, vrlo je bitan način dodavanja nitrita, odnosno dodaju li se odjednom ili postupno.

U istraživanju tijekom pripreme kobasica tipa emulzije i kuhanih kobasica dodano je 80 –100 ppm nitrita, a kod pripreme kuhanih šunki 100 – 200 ppm nitrita. Unatoč dodatku nitrita, koncentracija u termički tretiranim proizvodima je bila ispod 20 ppm u više od 80 %

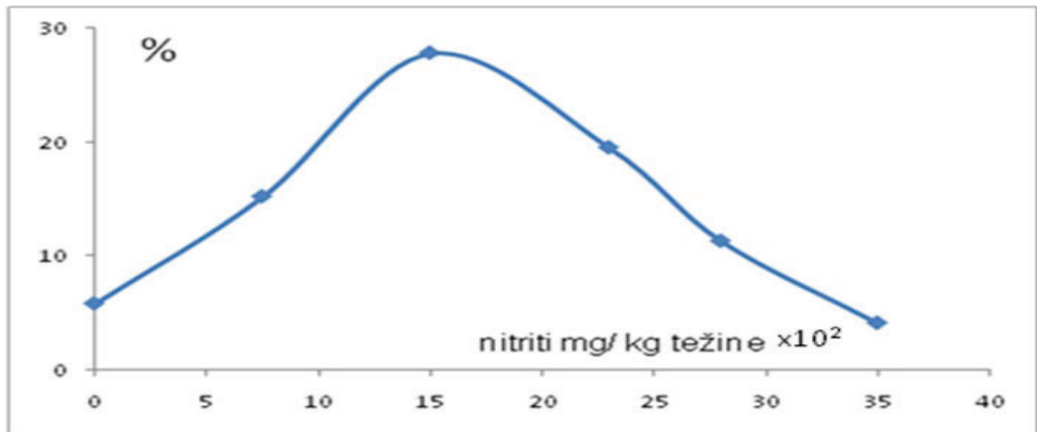
proizvoda u vrijeme mjerenja 1 – 2 tjedna nakon proizvodnje. Situacija je bila slična i kod sirovih butova i sirovih kobasica. Ovim se proizvodima dodaju i nitrati (do 300 ppm) i nitriti (do 150 ppm).

Neki proizvodi su imali koncentraciju nitrita iznad 20 ppm kod mjerenja 3 tjedna do 3 mjeseca nakon proizvodnje. Kuhane kobasice (kobasice sa jetrom i krvlju) sa pH > 6,2 ne mogu koristiti nitrite jer se HNO<sub>2</sub> formira samo u vrlo malim koncentracijama<sup>30,31</sup>.

Pojava NDEA, NDBA i NMOR u mesnim proizvodima usko se povezuje sa prelaskom prekursora amina iz materijala za pakiranje, dok NPIP i NPYR mogu potjecati od upotrebe začina (npr. paprika i crni papar) koji sadrže pirolidine i piperidine. U mesnim proizvodima prisustvo biogenih amina i ostalih produkata degradacije proteina smatra se važnim izvorom prekursora amina. Između ostalih produkata proteinske degradacije, sekundarni amini (npr. dimetilamin) su direktno nitrozirani. Međutim, biogeni amini (kao npr. kadaverin, spermidin, spermin i putrescin) koji sadrže samo primarne grupe amina podliježu deaminacijskim i ciklizacijskim reakcijama do tvorbe odgovarajućih sekundarnih amina. Osim prisustva prekursora, mehanizam tvorbe N-nitrozamina je pod utjecajem okolišnih čimbenika kao što je vrijeme, temperatura, pH vrijednost i dr<sup>32</sup>.

Tabela 4. Prosječni dnevni unos nitrita prikazan je za jednu osobu prikazan je u tabeli 4<sup>29</sup>

Dnevni unos po grupama		Udio konzumenata za				
Nitriti mg/ kg težine x10 <sup>2</sup>		odgovarajuće mesne proizvode, %				
	Ukupan udio konzumenata %	naresci	Kobasice + salame	Paštete	Viršle	Suho meso
0	5,8	-	-	-	-	-
0-10	15,7	4,3	4,7	3,1	2,8	0,8
10-20	27,8	7,7	8,2	6,6	4,6	0,7
20-25	19,5	7,5	6,5	2,3	2,4	0,8
25-30	15,9	3,1	5,7	3,3	2,7	1,1
30-35	11,3	1,1	0,9	5,6	2,9	0,8
> 35	4,1	0,8	0,6	0,9	1,2	0,6



Slika 5. Udio populacije (%) čiji je dnevni unos u odgovarajućim vrijednostima mg nitrita/kg težine

Konzumiranje ovih proizvoda u toku dana, kao i u toku godine se mijenja kako po količini, tako i po vrsti. Studenti kao potrošači rukovode se vjerovatno različitom ponudom, cijenom i željom da se probaju raznovrsni proizvodi. Takođe je evidentno da se ovi proizvodi uglavnom konzumiraju kao doručak ili užina, ali rijetko kao večera. Zanimljivo je da neki studenti ne konzumiraju ovu vrstu proizvoda kao samostalan obrok uz hljeb, ali ih konzumiraju kao brzu hranu (pripremljeni gotovi sendviči, brza hrana tipa pice ili nekih drugih vidova). Neki proizvodi su zbog kulture ishrane takođe slabo zastupljeni.

Utvrđeno je da su koncentracije nitrita 33-250 mg/ kg tjelesne težine vrlo štetne do smrtonosne za čovjeka<sup>33</sup>. Nekad su se nitriti dodavali u mesne proizvode u prevelikim količinama što je primijećeno 30-ih godina 20. stoljeća u Njemačkoj kada su zabilježeni prvi smrtni slučajevi kod ljudi zbog intoksikacije. Problem je riješan 1934 g tako što su Zakonom o nitritima propisali da se nitriti u mesnim proizvodima mogu koristiti samo smjesa sa NaCl i to u količini od 0,5, a max. 0,6% NaNO<sub>2</sub>. Samo su nitrati mogli biti direktno dodani u mesno tijesto<sup>31</sup>.

Istraživači Zahra Bahaderan i saradnici<sup>34</sup> istraživali su sadržaj NO<sub>3</sub><sup>-</sup> i NO<sub>2</sub><sup>-</sup> u krvi i urinu nakon konzumiranja hrane biljnog i životinjskog porijekla i vode za piće. Ispitano je 250 muškaraca i žena, odraslih i zdravih stanovnika Teherana. Ukupan unos ovih supstanci u cjelokupnoj hrani bio je oko 532 mg/ dan. Unos nitrita iz hrane animalnog porijekla bio je 16,0 za muškarce i 13,7 mg/ dan za žene. Urin i krv su sadržavali oko 3,3 za muškarce i 5,4 mg/ dan nitrita za žene.

Kako bi se smanjila upotreba nitrita i time smanjio rizik nastanka štetnih i kancerogenih nitrozspojeva u mesnim proizvodima, nekoliko naučnika je predložilo<sup>35</sup> da se potraže zamjena za nitrite, odnosno način na koji bi se smanjio njihov sadržaj. Ponudili su dvije alternative:

- a) potpuna ili djelomična zamjena nitrita prirodnim ili nekim drugim sredstvima
- b) upotreba sredstava koji blokiraju tvorbu nitrozamina u proizvodima koji sadrže konvencionalne koncentracije nitrita.

García i sar.<sup>35</sup> su u svom radu opisali eksperiment kojim su, u svinjskim kobasicama, pokušali djelomično zamijeniti nitrite hitozanom. Utvrđeno je da upotreba hitozana znatno produljuje

rok trajanja proizvoda te se smatra da je, u mesnim proizvodima, potencijalni prirodni prehrambeni konzervans.

Butilirani hidroksianisol (BHA), korišten kao antioksidacijsko sredstvo, je fenolni spoj koji se često dodaje hrani kako masti ne bi promijenile svoj oblik<sup>36</sup> To je sintetski antioksidant od kojeg postoji opasnost od nakupljanja u organizmu. Povišuje koncentraciju kolesterola i masnih kiselina u krvi, a može izazvati alergijske reakcije kao i obamrlost, dok je u hrani za djecu zabranjen jer izaziva sindrom hiperaktivnosti. Predložene su i druge supstance kao što su: prah celera, cimet, limunska kiselina, vinsko sirće, bijeli luk itd.

## 5. ZAKLJUČCI

Na bazi analize i sinteze dobijenih teoretskim saznanjima i eksperimentalnih rezultata, mogu se formirati slijedeći zaključci:

1. Proizvodnja mesnih prerađevina ne može se zamisliti bez dodatka aditiva, od kojih se najviše koriste nitrati i nitriti. Njihovom upotrebom osigurava se ograničavanje ili spriječavanje rasta i razmnožavanja mikroorganizama, a posebno inhibicija i razvoj patogene bakterije *Clostridium botulinum*
2. Međutim, bitno je naglasiti da se mora poštovati zakonska regulative te nitrata i nitrite dodavati u dozvoljenim količinama kako bi smanjili mogućnost nastanka i uticaja kancerogenih N-nitrozamina.
3. Naglašena je potreba za stalnom kontrolom i praćenjem unesenih i rezidualnih količina nitrita i nitrata. Mesni proizvodi koji su analizirani bili su po svom sadržaju rezidualnih nitrita u granicama dozvoljenim Pravilnikom.
4. Najveći dio nitrata i nitrita konzumira se sa hranom biljnog porijekla, pri čemu ove supstance daju povoljan uticaj na zdravlje ljudi. Hrana ovog porijekla ne sadrži organske molekule koje u reakcijama sa  $\text{NO}_3^-$  i  $\text{NO}_2^-$ , mogu dati štetne spojeve tipa N-nitrozamina, već u fazi tehnološke pripreme ili skladištenja. Konzumiranjem hrane unose se u organizam.
5. Nitrati i nitriti u malim koncentracijama koje se unose sa hranom životinjskog porijekla mogu imati i pozitivno djelovanje na organizam, putem nastajanja NO, ali to ovisi o više faktora od kojih su neki: kiselost (pH), temperature, antioksidansi itd.
6. Istraživanja konzumiranja ovih proizvoda u studentskoj populaciji pokazuje da se konzumiraju svi proizvodi, ali da je količina unesenih nitrita različita, po poporijeklu i količini. Manji % populacije konzumira nešto veću količinu nitrita, dok je zanimljivo da 5,8 % populacije ne konzumira uopšte mesne prerađevine.
7. U procjeni dnevnog unosa, ne treba zaboraviti da unos putem mesnih prerađevina čini manji udio u ishrani, ali opasnost predstavlja unos brze hrane sa obrađenim mesom i mesnim prerađevinama.

## LITERATURA

1. Odluka komisije (EU) 2015/862, Službeni list Evropske unije (2015)
2. Pravilnik o upotrebi prehrambenih aditiva, osim boja i zaslađivača u hrani, Službeni glasnik BiH, br.83, 2008, Aneks II, Pravilnik o prehrambenim aditivima, Službeni glasnik BiH, br. 33/18 (2018), Aneks I
3. Gray, J. I., C.J. Randall(1979): The nitrite/N-nitrosamine problem in meats: an update. *J.Food Prot.*42, 168-179
4. Hui,H.y.(1992)Encyclopaedia of Food Science and Technology, John Wiley& Sons, Inc., New York
5. Pearson, M.A., R.T. Dutson (1990): Meat and Health, Advances in meat research, Elsevier Applied Science, London/ New York
6. Reinik, M.(2007): Nitrats, nitries, N-nitrosamines and polycyclic aromatic hydrocarbons in food: analytical methods, occurrence and dietary intake. Dissertation, University of Tartu
7. Pavlinić Prokurica, I., Bevardi, M., Marušić, N.,Vidaček, S., Kolarić Kravar, S., Medić, H. (2010), Nitriti i nitrati kao perkusori N-nitrozamina u paštetama u konzervi, *Meso*, br.6, vol. XII, 322-331
8. Watson, D.H.(2002): Food chemical safety; Additives, CRC, Press, Florida
9. Cammack, R., C.L.Joannou, i drugi(2: Nitrite and nitrosil compounds in food preservation. *Toxicology* 180, 195-207
10. DGF Senate Commission on Food Safety (SKLM)(2014):Nitrate and Nitrite in the Diet: An approach to assess Benefit and Risk for Human Health, Deutsche Forschungsgemeinschaft, Bonn
11. Jon O. Lundberg Hu, Xiaoyu Feng, Songlin Wang (2018): Metabolic effect of Dietary Nitrate in Health and Disease, Vol. 9, No 5, 938-945
12. Michael Hambermeyer at all (2014): Nitrate and Nitrite in the Diet: How to assess their Benefit and Risk for Human Health, *Molecular Nutrition & Food Research*
13. Nerman G. Hord, Yaoping Tang, Nathan S. Bryan (2009):Food sources of Nitrates and Nitrites: The physiologic context for potential health benefits, *Am. J. Nutr.*, 90(1), 11-12
14. Lundberg, J. O., Carlstrom, M., Larsen, F. J., Weitzberg, E.,(2011) Roles of dietary inorganic nitrate in cardiovascular health and disease. *Cardiovascular research* , 89, 525-532
15. Moncada, S., Palmer, R. M., Higgs, E. A.,( 1991) Nitric oxide: physiology, pathophysiology, and pharmacology. *Pharmacological reviews*, 43, 109-142.
16. Eisenbrand, G., in: Nicolai, H. V., Eisenbrand, G., Bozler, G. (Eds.), (1990): The Significance of N-Nitrosation of Drugs, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York, 47-69.
17. Loepky, R. N., Bao, Y. T., Bae, J. Y., Yu, L., Shevlin, G., in: Loepky, R. N., Michejda, C. J. (Eds.), (1994) Nitrosamines and Related N-Nitroso Compounds: Chemistry and Biochemistry, American Chemical Society, Washington, DC, 52-65.
18. Habermeyer, M., Eisenbrand, G., in: Stadler, S., Lineback, D. (Eds.), (2008) Process-Induced Food Toxicants and Health Risks, John Wiley & Sons., Hoboken, New Jersey
19. Tricker, A. R., Kubacki, S. J., (1992) Review of the Occurrence and Formation of Nonvolatile N-Nitroso Compounds in Foods. *Food Addit Contam*, 9, 39-69.

20. Bulay, O., Mirvish, S. S., Garcia, H., Pelfrene, A. F., *et al.*,(1979): Carcinogenicity Test of 6 Nitrosamides and a Nitrosocyanamide Administered Orally to Rats. *Journal of the National Cancer Institute*, *62*, 1523-1528
21. Puju, S., Shuker, D. E. G., Bishop, W. W., Falchuk, K. R., *et al.*,(1982): Mutagenicity of N-Nitroso Bile-Acid Conjugates in Salmonella-Typhimurium and Diploid Human-Lymphoblasts, *Cancer research*, *42*, 2601-2604
22. Shuker, D. E. G., Margison, G. P.,(1997): Nitrosated glycine derivatives as a potential source of O-6-methylguanine in DNA. *Cancer research*, *57*, 366-369.
23. Gombar, C. T., Harrington, G. W., Pylypiw, H. M., Jr., Anderson, L. M., *et al.*,(1990) Interspecies scaling of the pharmacokinetics of N-nitrosodimethylamine. *Cancer research*, *50*, 4366-4370.
24. Streeter, A. J., Nims, R. W., Anderson, L. M., Heur, Y. H., *et al.*, (1990), Single-dose toxicokinetics of N-nitrosomethylethylamine and N-nitrosomethyl (2,2,2-trideuterioethyl)amine in the rat. *Archives of toxicology*, *64*, 109-115.
25. Hebels, D. G., Sveje, K. M., de Kok, M. C., van Herwijnen, M. H., *et al.*,(2011) N-nitroso compound exposure-associated transcriptomic profiles are indicative of an increased risk for colorectal cancer. *Cancer letters*, *309*, 1-10.
26. Hebels, D. G., Sveje, K. M., de Kok, M. C., van Herwijnen, M. H., *et al.*,(2012) Red meat intake-induced increases in fecal water genotoxicity correlate with pro-carcinogenic gene expression changes in the human colon. *Food and chemical toxicology : an international journal published for the British Industrial Biological Research Association* , *50*, 95-103.
27. S. Smajlović, R. Kubiček, J.Sadinović, Spektrometrijsko određivanje nitrita u mesnim proizvodima, časopis Evropskog Univerziteta Kallos Tuzla za medicinske i tehničke nauke,( 2019) Vol. 2, br.6, 35-48
28. R. Kubiček, J. Budimir, S. Marić, Osnove Spektrometrijskih metoda,(2004), Grafomark, Banja Luka
29. S. Smajlović (2013) ,Selekcija optimalnog metoda i određivanje nitrita u mesnim proizvodima, Magistarski rad, Univerzitet u Tuzli, Farmaceutski fakultet
30. Honikel K. -O. (2004). Chemical analysis for specific components: Curing Agents.Federal Research Centre for Nutrition and Food. 195-201.
31. Honikel K. -O. (2008). The use and control of nitrate and nitrite for the processing of meat products. *Meat Science*. *78*: 68-76
32. De Mey E., De Maere H., Paelinck H., Fraeye I. (2017). Volatile N-nitrosamines in meat products: Potential precursors, influence of processing, and mitigation strategies.*Food Science and Nutritio.*, *57* (13), 2909-2923.
33. Schuddeboom L. J. (1993). Nitrates and nitrites in foodstuffs. Council of Europe Press, Publishing and Documentation Service, ISBN 92-871-2424-6
34. Z. Bahaderan, A. Ghasemi, P. Mirmiran, Y. Meharabi i drugi, (2019): Estimation and Validation of Dietary Nitrate and Nitrite Intake in Iranian Population, *Iran J Public Health*, Vol.48, No.1, 162-170
35. García M., Beldarraín T., Fornaris L., Díaz R. (2011). Partial substitution of nitrite by chitosan and the effect on the quality properties of pork sausages. *Food Science and Technology*. *31*(2).
36. Vranešić Bender D. (2007), Znamo li šta jedemo?<<https://vitamini.hr/blog/vitaminoteka/znamo-li-sto-jedemo-2-3835/>>.
37. J. Sadadinović, (1999). *Organska tehnologija*, knjiga 2, Prehrambena industrija, Univerzitet uTuzli

## ZNAČAJ I ULOGA ISHRANE U OČUVANJU ZDRAVLJA I NASTANKU BOLESTI

### Sažetak

Bolesti povezane s neuravnoteženom ishranom i prekomjernim unosom hrane vodeći su uzrok smrtnosti u razvijenim zemljama. To su prije svega bolesti srca i krvnih sudova, moždani udar, visoki krvni pritisak, šećerna bolest tip II, neke maligne bolesti i gojaznost. Nutritivni faktori povezuju se i s osteoporozom, opstipacijom, anemijom i malnutricijom. Briga za zdravlje je povezana s prehrambenim proizvodima i dodacima prehrani. Pojedini spojevi koji se dodaju tradicionalnim namirnicama mogu znatno doprinjeti prevenciji i liječenju određenih oboljenja, što može predstavljati početak uspješne borbe s bolestima uzrokovanim lošom ishranom. Najpoznatije i dobro prihvaćene funkcionalne namirnice su fermentirani mliječni proizvodi obogaćeni kulturom živih mikroorganizama (probiotici), koji doprinose očuvanju zdravlja, utiču na crijevnu floru i jačanje imuniteta. Potreba za upotrebom probiotika je jako velika. Vjeruje se da će probiotici u današnjoj medicini biti ono što su antibiotici bili u medicini 20. vijeka. Ravnoteža crijevne flore narušava se i nakon uspješne terapije antibioticima, steroidima ili hemoterapijom. Stav je da je terapijska doza probiotika u takvim situacijama uvijek dobro došla. Važno je istaći da upotreba probiotika, ne bi trebala da uzrokuje strah od predoziranja. Liječenje upalnih bolesti crijeva, danas je nezamislivo bez primjene probiotika, koji se danas s pravom nazivaju dobrim bakterijama.

**Ključne riječi:** bolest i ishrana, zdrava prehrana, probiotici, zdrav način života

## THE IMPORTANCE AND ROLE OF NUTRITION IN MAINTAINING HEALTH AND DISEASE

### Summary

Diseases associated with unbalanced diet and excessive food intake are the leading cause of death in developed countries. These are primarily cardiovascular disease, stroke, high blood pressure, type II diabetes, some malignancies and obesity. Nutritional factors are also associated with osteoporosis, constipation, anemia and malnutrition. Health care related to food products and supplements. Certain compounds added to traditional foods can make a significant contribution to the prevention and treatment of certain diseases, which can be the beginning of a successful fight against diseases caused by poor nutrition. The most well-known and already well-accepted functional foods are fermented dairy products enriched with probiotics, a culture of living microorganisms that contribute to maintaining health and affecting the intestinal flora and strengthening immunity. The need to take probiotics has never been greater. It is believed that probiotics in 21st century medicine will be what antibiotics were in 20th century medicine.

<sup>1</sup> Evropski univerzitet Kallos Tuzla

The health of the intestinal flora is impaired even after successful therapy with antibiotics, steroids or chemotherapy, so the therapeutic dose of probiotics is always welcome. It is important to point out that the use of probiotics, there is no fear of overdose. The treatment of inflammatory bowel disease today is unthinkable without the use of probiotics, so he rightly calls them good bacteria.

**Key words:** disease and diet, healthy diet, probiotics, healthy lifestyle

## UVOD

Teško je odrediti jasne granice između namirnica koje djeluju ljekovito i primjenjuju se u dijetetskoj terapiji i industrijskih proizvoda koji su obogaćeni raznim dodacima kako bi poboljšali zdravstveno stanje, odnosno da bi djelovali u prevenciji različitih bolesti. Zahvaljujući boljem razumijevanju i prepoznavanju veze između ishrane i zdravlja, raste zanimanje za funkcionalnom hranom, koja je zapravo negdje na granici između hrane i lijeka. Na tržištu je dostupan sve veći broj posebno dizajniranih prehrambenih proizvoda i dodataka hrani. Vitamini, minerali, fitosteroli i ostali nutrijenti, se dodaju mnogim prehrambenim proizvodima, koji doprinose stanju potpune psihofizičke ravnoteže ljudskog organizma. Ovi proizvodi nazivaju se funkcionalnim jer znatno utiču na smanjenje rizika nastanka bolesti. Iako je to relativno nov pojam u nutricionizmu, za terapijsku mogućnost hrane (dijetetska terapija) interes postoji još iz Hipokratova vremena. Tokom 19. vijeka filozofija hrane kao lijeka neopravdano je zanemarena zbog velike ekspanzije farmaceutske industrije. Međutim, početkom 20. vijeka ishrana dobija važnu ulogu u prevenciji i unapređenju zdravlja. Taj period obilježen je mnogim značajnim otkrićima, a jedno od najpoznatijih je povezanost nedostatka pojedinih vitamina s brojnim bolestima.

Jasno je da su neke bolesti rezultat deficita određenih prehrambenih nutrijenata. Smatra se da su dodaci hrani odgovorni za iskorjenjivanje raznih bolesti, kao što su rahitis, gušavost, pelagra i beri-beri. Uočljiva je dakle povezanost nauke i prehrambene industrije, koje su zajednički uticale na poboljšanje zdravlja cjelokupne populacije. Moderno doba, s napretkom industrijalizacije i brzim tempom života, na prvo mjesto stavlja prehrambeni paradoks koji se ogleda u obilju hrane. Iz ovoga se da zaključiti da društvu obilja prijete globalna epidemija pretilosti, a nutricionizam se, kao nauka 21. vijeka, usmjerava na pružanje optimalne prehrane u skladu s modernim načinom života. U tom smislu koncept funkcionalne hrane ambiciozan je i dugoročan cilj i što je najvažnije, zasniva se na naučnim temeljima koje najprije treba prepoznati, a zatim prihvatiti. Funkcionalna hrana ustvari predstavlja tradicionalnu hranu s dodacima koji je čine funkcionalnom. Teško je odrediti jasne granice između namirnica koje djeluju ljekovito i primjenjuju se u dijetetskoj terapiji industrijskih proizvoda koji se obogaćuju raznim dodacima kako bi poboljšali zdravstveno stanje, odnosno prevenirali različite bolesti. Funkcionalna hrana se kategorizira prema učinku na zdravlje pojedinih organa ili sistema organa. Vrlo značajan rast bilježi grupa probiotika i antioksidanasa, sa sve snažnijom naučnom podlogom. Istraživanja potvrđuju da se većina korisnika zbog zdravlja, teško odriče ranijeg okusa hrane. Pred prehrambenom industrijom je vrlo složen zadatak da razvije funkcionalan proizvod, a da pri tome zadrži privlačan okus i prihvatljivu cijenu. Potrebno je da nutricionisti, objasne korisnicima prednosti u konzumiranju nove hrane.

Najveći dio našeg imunološkog sistema direktno zavisi od ukupnog stanja crijevne mikroflore. Mikrobna ravnoteža se mijenja pod uticajem nepravilne ishrane, stresa, starenja i



pod dejstvom nekih lijekova. Prisustvo probiotika, odnosno dobrih bakterija, zaustavlja rast štetnih bakterija, gljivica i virusa te sprečava njihovo djelovanje od infekcija i razvoja teških upalnih stanja, sve do autoimunih bolesti, alergija i slično. Dokazano je da probiotici proizvode „prirodni antibiotik“ protiv štetnih mikroorganizama, razlažu nitrozamin, zatim proizvode vitamine B grupe, vitamin K, pa čak i probavne enzime koji omogućavaju bolju probavu i pojačavaju iskorištavanje pojedinih nutrijenata. Probiotici najčešće sadrže dodatak Omega - 3 masnih kiselina, biljnih sterola, soje i koenzima Q10. Drugu grupu čine oni iz kojih su uklonjene zasićene i trans masne kiseline. Među najzastupljenijim proizvodima iz ove kategorije su margarinski namazi. Mnogi domaći proizvođači u mliječne proizvode dodaju Omega - 3 masne kiseline koje imaju važnu ulogu u sprečavanju taloženja masnoća na unutrašnjosti zidova krvnih žila. Omega - 6 masne kiseline, poznate su i po svom protiv upalnom djelovanju. U posljednje vrijeme ističe se važnost fitosterola, a brojne kliničke studije provedene u posljednjih dvadesetak godina pokazuju da najbolje rezultate dobijamo uzimanjem oko 2 g sterola dnevno. (16) Proizvodi za regulaciju prekomjerne tjelesne težine oduvijek su privlačili pažnju konzumenata. Predviđanja su da će u narednim godinama težište biti upravo na njima i da će služiti samo kao pomoć u redukciji tjelesne težine, a koristit će osobama koje će istovremeno voditi računa o količini hrane i redovno se baviti primjerenom fizičkom aktivnošću. (20) Za pažljivo planiranje jelovnika, važan je optimalan obrok s uravnoteženim odnosom ugljikohidrata, proteina i masti, te dovoljnom količinom potrebnih vitamina i minerala.

Stari Egipćani su još 1500 godina prije Krista znali da hrana može uticati na bolesti i ozljede, a iz Hipokratovih saznavamo da su ljekari tog doba poznavali uticaj hrane na vlastito zdravlje. Prema tom učenju, koje se poklapa s vjerovanjem starih Egipćana, probava ima važnu ulogu u održavanju zdravlja. Od tada postoje i vjerovanja da je hrana bolesnoj osobi važnija i od samog lijeka, koju potvrđuje Hipokratova izjava „Neka tvoja hrana bude tvoj lijek, a tvoj lijek neka bude tvoja hrana“. Danas je u nauci prisutan stav da bi hrana mogla biti jedan od najznačajnijih lijekova. (14)

## **CILJ RADA**

Napraviti uvid i objasniti mogućnost korištenja zdrave i kvalitetne ishrane, kako u opštoj populaciji tako i u osoba kojima bi kvalitetna ishrana trebala da posluži i kao lijek u liječenju raznih bolesti. Dobijene informacije je potrebno uporediti sa citiranom literaturom. Način ishrane, općenito a posebno u bolesnih osoba bi trebao da bude nutritivno vredniji od ishrane zdravih osoba. Razlog tome je sam način ishrane kao sastavni dio oporavka neke osobe od bolesti. U stanju relativnog zdravlja najčešće ne razmišljamo o ishrani ili bar ne u mjeri u kojoj je to potrebno. Bez obzira na vrstu zdravstvenih poteškoća sa kojima se susrećemo od posebne važnosti je da koristimo zdravu, nutritivno vrijednu hranu u pravim količinama. Veoma je važno da naš način ishrane ne pogoršava postojeće zdravstveno stanje. Uz obaveznu terapiju određenu od strane ljekara ovo je posebno važno, naročito ako se radi o težim stanjima ili bolestima kao što su šećerna bolest, bolesti srca i krvnih sudova te neke druge bolesti sa kojima se susrećemo. Sve navedno znatno utiče na zdravlje, nastanak bolesti, pa čak i na dužinu života. Zdravstveni stručnjaci, ljekari prije svih, ne bi trebali npr. pacijentima da mjere samo krvni pritisak ili nivo šećera u krvi, te da pitaju pacijenta šta ga boli. Ljekar mora pacijenta precizno i znalački da pita, između ostalog, šta i koliko puta na dan jede, kako i na koji način priprema hranu i drugo.

## TEORIJSKI DIO RADA

### Značaj i uloga hrane

Unosom hrane, odnosno ishranom svakodnevno utičemo na naše zdravlje, a da najčešće, o tome ne razmišljamo. Način života, ostavlja nam jako malo slobodnog vremena, a zdrava ishrana predstavlja sve veći izazov. Sve što putem hrane unosimo u organizam, gradi nas i mijenja, a o tome što konzumiramo zavisi naša snaga, naše zdravlje i naš život. To je činjenica koja bi nas trebala potaknuti da biramo one namirnice koje nas štite i koje pozitivno djeluju na naše zdravlje. Pravilna ishrana je veoma bitan faktor koji utiče na zdravlje i kvalitet života. (1) Savremeni nutricionizam se bazira na stavovima i tvrdnjama zasnovanim na dokazima. S druge strane, dijetetika, odnosno dijetetska ishrana je više fokusirana na uticaju ishrane i životnog stila na ljudsko zdravlje. Danas se prepoznaju brojne discipline vezane za nutricionizam i dijetetiku. Potrebno je istaći djetetski tretman koji je baziran na liječenje hranom. (13) Poznate su brojne savremene sistemske bolesti u čijem nastanku hrana koju konzumiramo ima značajnu ulogu. Zadnjih godina, posebno je izražena pojava metaboličkog sindroma, odnosno šećerne bolesti tip II, hipertenzije, hiperlipidemije, bolesti krvnožilnog sistema, ali i anemije, ostoporoze i drugih bolesti. Hipersenzitivnost u formi alergija, netolerancija i averzija na hranu je sve više prisutna, kao i poremećaji u ishrani tipa anoreksije, bulimije i kaheksije. Vjeruje se da se na mnoge bolesti može uticati nutritivnom terapijom. Pravilna ishrana i zdrav način života su osnovni preduslov za prevenciju većine navedenih bolesti. (15) U dijelu nauke koja se bavi značajem i ulogom hrane prisutan je stav da hrana može starijim ljudima zaštititi naprimjer očne leće od zamučivanja (katarakta), proširiti disajne puteve i tako olakšati disanje. Isto tako smatra se da pravilna i zdrava ishrana može obnoviti „sitne dlačice“ koje u plućima pomažu u sprečavanju emfizema i hroničnog bronhitisa. Hrana može uticati na stvaranje materija koje dovode do razbuktavanja reumatoidnog artritisa ili prigušivanja bolova i oteklina u zglobovima, te da način i vrsta hrane može podstaći nastanak glavobolje ili astmatskog napada, ili ih spriječiti, te povećati otpornost želuca na nastanak ulcusne bolesti. Vjeruje se da ishrana i vrsta hrane mogu dovesti do povlačenja svrbeža i boli kod psorijaze, da može podstaći tjelo na stvaranje više prirodnih ćelija ubica interferona za odbranu od infekcije, napasti bakterije i viruse gotovo istom snagom kao i farmaceutski lijekovi, izliječiti proljev kod djece i zatvor kod starijih osoba i promijeniti imunitet „tjerajući“ obične prehlade i peludnu groznicu. (14) Danas smo doslovno okupirani medijskim informacijama i savjetima o zdravoj hrani i hrani kao lijeku, zbog toga nam je jako teško snaći se u svemu tome. Iskustvo da hrana može usporiti proces starenja i tako produžiti život kasno je početi primjenjivati u srednjoj ili trećoj životnoj dobi. O njoj bi trebalo misliti u mladosti, odnosno onda kada je ljudski organizam zdrav i u punoj snazi. Stručnjaci koji se bave ishranom i zdravljem naglašavaju da se hrana već sada pokazuje i kao značajan lijek. (20)

### Umjerenost osnova pravilne ishrane

Konzumiranjem raznolike hrane možemo osigurati sve potrebne materije, ali i spriječiti preveliki unos nepoželjnih materija. Idealno bi bilo rasporediti dnevni unos na 3 glavna obroka i 2 međubroka. (21) Mlijeko i mliječne proizvode potrebno je svakodnevno koristiti u ishrani, kao i meso i ribu, odnosno perad, jaja, mahunarke, orašaste plodove i sjemenke. Svakodnevno je u ishrani potrebno koristiti žitarice i proizvode od žitarica, zatim voće i povrće s tim da se preporučuje koristi sezonsko svježe voće i povrće. U nedostatku svježeg voća i povrća može konzumirati i smrznuto, uz potrebu da se obrati pažnja na zastupljenost i raznovrsnost voća i povrća (salata, kupus, cvekla, špinat, blitva, paradajz i dr.).

Prehrambene proizvode s visokim procentom masti, šećera i soli treba pripremati rijetko i u srazmjerno malim količinama. Od poželjnih masnoća preporučuje se koristiti nezasićene masne

kiseline, ulja biljnog porijekla kao što su bućino ulje, ulje dobiveno iz pšeničnih klica, iz uljane repice i lana, suncokretovo, sojino i maslinovo ulje, te ulje kukuruznih klica. Preporučuje se margarin, ali bez trans masnih kiselina. Treba izbjegavati zasićene masne kiseline poput svinjske masti i loja, a maslac koristiti umjereno. Preporuka je da se koristiti nemasno meso kao što su perad, teletina, janjetina, junetina i kunić. Potrebno je smanjiti upotrebu mesa i drugih jela s visokim procentom masnoća (salame, pršut, masni sirevi, svinjetina). Barem jednom nedeljno trebalo bi u ishrani da izvor bjelančevina budu soja, grah, leća ili grašak. Pri planiranju jelovnika treba izbjegavati visokokalorične umake, majoneze, tartar umake, umake od sira, a unos zasićenih masnoća potrebno je ograničiti na 10% ukupnog kalorijskog unosa. (11) Poželjne namirnice su plava riba, leguminoze, proizvodi od punog zrna žitarica (integralni kruh, integralna riža i tjestenina), svježe voće i povrće. (21) Ne preporučuje se veliki unos soli, hranu je potrebno umjereno soliti. (20) Također treba voditi računa o termičkoj obradi namirnica. Povrće je poželjno kuhati na pari ili u maloj količini vode. Meso i ribu treba pripremati sa što manje masnoća, a sa mesa treba prije toga ukloniti sve vidljive masnoće. Treba koristiti malu količinu ulja i voditi računa o njegovoj količini koja se upotrebljava za začinjavanje salata i povrća. Preporučuje se da se okus jela obogati raznim začinima (origano, vlasac, češnjak, peršun, bosiljak i dr.). Treba što češće konzumirati kuhanu hranu, posebno kuhanu na pari, a izbjegavati pečenje u dubokoj masnoći, pohovanje, prženje, kuhanje sa zaprškom. Hrana se više ne posmatra samo s aspekta adekvatnog unosa u cilju pravilnog rasta i razvoja. Ona danas ima jednu od vodećih uloga u kvalitetu života čovjeka, i u prevenciji i liječenju od mnogih bolesti. Sastojci poput vitamina, minerala, fitohemikalija pronađenih u hrani imaju zaštitno djelovanje kod bolesti kao što su rak, šećerna bolest, visoki krvni pritisak, srčane bolesti i osteoporoza. Neke hemijske tvari iz hrane također mogu usporiti starenje. Sve više se govori o hrani koja ima pozitivan uticaj na zdravlje, naročito zbog bolesti koje su učestale u razvijenome svijetu, a posljedica su upravo nepravilne ishrane i ne unošenja određenih sastojaka iz hrane. Unos hrane određuje našu budućnost. Medicina i nutricionizam zajedno, sve više otkrivaju veliki uticaj pravilnog načina života i ishrane na cjelokupno zdravlje stanovništva, a naučnici su potvrdili da pravilan način ishrane, zdrav i uredan život mogu biti preduvjet u suzbijanju smrtonosnih hroničnih degenerativnih bolesti. (17)

## **Hrana kao lijek**

Poznato je da su ljekari od najranijih vremena hranu koristili kao lijek protiv brojnih bolesti. Savremena medicina, međutim okrenula se primjeni industrijski proizvedenih lijekova, podržavajući tako farmaceutsku industriju, prije svega zbog ostvarenja profita. Međutim, u novije vrijeme medicinski naučnici i istraživači dokazuju da se od najranijih vremena znalo da je hrana lijek, te da liječi razne bolesti. (6) Možemo reći da se savremena medicina na neki način, danas vraća svojim korijenima. O tome postoje brojni podaci svjetskih institucija (Univerzitet Illinois, Chicago). Poznato je da su kineski vladari (prije 5.000 godina) raspolagali sa medicinskim znanjima. Zabilježeni su savjeti za liječenje ljekovitim biljem, povrćem i voćem. Na našim prostorima jako dugo postoje saznanja o ljekovitost hrane, a usmena predaja, kao izvor podataka bogata je savjetima iz prirodne medicine. (13)

## **Konzumiranju hrane - preporuke**

Osobe koji imaju skromno ili nikakvo medicinsko znanje, prihvatit će stav da svaka hrana nije podjednako zdrava za ljudski organizam. Međutim, koja nam hrana pomaže u očuvanju zdravlja, a koja vodi u bolest, teško je zaključiti bez naučnog istraživanja, odnosno proučavanja rezultata takvih istraživanja. Za ljudski organizam vrlo je bitno unositi što više antioksidansa

koji se bore protiv bolesti. (2) Naučno je potvrđeno da je zbog unosa antioksidansa, bolje jesti crno grožđe umjesto bijelog, crveni i žuti luk umjesto bijelog, sirovi ili lagano kuhani kelj, karfiol i brokulu, te sirovi izgnječeni češnjak. Također prporučuje se svježe i smrznuto povrće umjesto konzerviranog, povrće pripremljeno u mikrovalnoj pećnici umjesto kuhanog, hladno prešano maslinovo djevičansko ulje, što tamnije zeleno lisnato povrće, crvenkasti umjesto žutog grejpa, sirovo voće umjesto sokova, konzumiranje svježih i smrznutih sokova umjesto konzerviranih i mrkve tamno narandžaste boje, kao i slatki krompir i bundevu. (2,12))

### **Omega - 3 masne kiseline**

Masne kiseline konzumiramo, odnosno unosimo u organizam na razne načine. Smatra se da su dvije vrste za nas najbitnije jer ih najviše unosimo. To su prije svega Omega - 3 masne kiseline (plava riba) i Omega - 6 masne kiseline, koje se nalaze u biljnim uljima (ulje od kukuruza, suncokreta i uljane repice). Omega - 3 masne kiseline suprotstavljaju se gomilanju krvnih pločica, šire krvne žile, smanjuju upale i oštećenje ćelija. (14) Tako naprimjer u ishrani Amerikanaca preovladavaju Omega - 6 masne kiseline, što uzrokuje pravu epidemiju hroničnih bolesti (bolesti srca, šećerna bolest, artritis i maligne bolesti). (20) Smanjen unos ribljeg ulja u hrani, odnosno Omega - 3 masnih kiselina, dovodi do povećanja hroničnih i smrtonosnih bolesti. Uravnotežen odnos Omega - 3 i Omega - 6 masnih kiselina, doprinosi smanjenu vjerovatnoće srčanog udara i nastanku malignih bolesti. Savremena istraživanja potvrđuju da se unose 10 dekadagrama plave ribe (losos, haringa, sardina, papalina, inćun, skuša, tuna) i jezerske pastrmke dnevno, može se već u toku 72 sata vidjeti njen pozitivan biohemijski učinak na tkiva. Nešto skromnije količine Omega - 3 masnih kiselina nalaze se u školjkama (dagnje, kamenice), zatim u jastozima, škampama i lignjama. (21)

### **Riba kao faktor ishrane i očuvanja zdravlja**

Ljudska okolina je sve zagađenija. Pesticidi i druge industrijske hemikalije ne zagađuju samo biljke i životinje na površini Zemlje, već su njima ugroženi i morski organizmi. Smatra se da kada je riječ o konzumiranju, morskoj ribi treba dati prednost u odnosu na onu iz potoka, rijeka i jezera, jer najvjerovatnije nije (ili je manje) zagađena. Također prednost treba dati ribama manje veličine, jer su kraće vrijeme bile izložene zagađenju. Preporuka je da konzumiramo različite vrste riba, jer time smanjujemo zagađenje iz jednog izvora. Ne treba jesti riblju kožu, jer se u njoj nalazi najviše hemijskih materija. Riba iz uzgojišta ima manje Omega - 3 masnih kiselina od onih iz prirodnih sredina. Trudnice bi trebale jesti manje ribe, jer bi otrovne hemijske materije iz nje mogle oštetiti fetus. (15)

### **Alergija i uticaj peluda**

Kao najčešći alergeni spominju se cvjetni pelud, prašina, životinjske dlake, grinje. Međutim, savremena istraživanja pokazuju da alergene možemo naći u pšenici, mlijeku, kukuružu, soji i jajima. Danas je uobičajeno da se rade alergijski testovi (kožni ili krvni). Također i osobe sklone alergiji mogu same utvrditi na što su alergične. Dovoljno je redom isključivati određene namirnice, voditi dnevnik unesenih namirnica i eliminacijom potvrditi sumnju šta potencijalno izaziva alergiju. Izbjegavanjem uzimanja hrane koja izaziva alergiju, izlječenje nastupa trenutno. Nema sumnje, hrana je lijek, ali ona može biti i izvor bolesti. Nažalost, jedemo sve lošiju, odnosno nezdravu hranu, od one koja je hemijski zagađena do one proizvedene genetskom modifikacijom. Pa ipak, sami možemo, koristeći savremena saznanja, konzumirati hranu koja bi nam mogla pomoći da očuvamo zdravlje. (21)

## **Apetit i ishrana bolesnika**

U slučaju bolesti, apetit se mijenja i može značajno da se smanji. Bolesna osoba često i ne pomišlja na hranu. Osobe čije je zdravstveno stanje narušeno ne bi trebalo da se podvrgavaju restriktivnoj dijeti, jer je njihov primarni cilj da se izbore sa bolešću, to jest da bolest stave pod kontrolu. Trudnice na primjer nebi smjele da primjenjuju dijetu za mršavljenje, dok ne rode, jer je njihov osnovni cilj da iznesu trudnoću do kraja i rode zdravo dijete, a da pri tome ne naškode vlastitom zdravlju. (3) Uvijek trebamo imati na umu, bilo da smo bolesni ili zdravi da moramo unositi dovoljno hranjivih materija. Ovo je posebno važno kod rekoalescenata. Ishrana bolesnih osoba, a naročito osoba sa šećernom bolešću treba da bude ujednačena i prilagođena trenutnom stanju pacijenta. (8) Dijabetičari moraju da sprovode strog režim ishrane u kojem treba maksimalno smanjiti unos zasićenih masti, soli i šećera. Važno je pri tome da pojačaju unos dijetetskih vlakana, povrća i voća. (11,16) Svaka bolest ima svoja pravila. Nekada nije dozvoljeno u ishrani koristiti kupus ili buraniju, odnosno grašak i crni luk. (16) Nutricionisti su stručne osobe koje raspolažu informacijama o tome šta treba jesti i u kojoj mjeri, kako bi pacijentu olakšali tegobe, odnosno život. Fizička aktivnost, čak i u blagoj formi sigurno dobro utiče na apetit. Ako sama bolest to ne brani, potrebno je uvesti laganu aktivnost, poput šetnje, tokom dana. Konzumiranje i vrijeme konzumiranja obroka je takođe veoma važno. (18)

## **Ishrana nakon operativnog tretmana**

Oporavak od operacije je gotovo uvijek težak, naročito ako su u pitanju organi za varenje. Ljekar je uvijek obavezan dati detaljne upute kako da normalizujemo ishranu nakon učinjenog zahvata. Opšta preporuka za ishranu bolesnih, odnosno rekoalescenata je da jedemo po malo a često, jer se takva ishrana lakše podnosi i utiče na izjednačeniji nivo šećera u krvi. Naravno, važno je da unosimo ugljene hidrate, masti i bjelančevine, koje su dozvoljene nakon operacije. (1) Također, važno je iz jelovnika ne izbacivati ništa što nam se ne sviđa. Našem tijelu su svakako potrebne bjelančevine, koje koristimo iz biljnih i životinjskih izvora, posebno u procesu zarastanja rana. Potrebno je uzimati masti i ugljene hidrate, koji su bitni u procesu oporavka. Biljna vlakna su neophodna za regulaciju stolice, kao i vitamini i minerali. Vitamin A i B kompleks jačaju imunološki sistem. Gvožđe je dobro protiv anemije, a cink pomaže regeneraciju ćelija organizma. (11,18) Uspješna dijeta mora da sadrži dosta povrća, kvalitetnih proteina životinjskog i biljnog porijekla, te zdravih masnoća i ugljenih hidrata.

## **Zaključak**

U pravoj poplavi informacija o zdravoj ishrani teško se snaći i stručnjacima koji se bave problematikom ishrane. Pisati o ishrani kao lijeku predstavlja vrlo složen i zahtjevan napor. Pažljivijim iščitavanjem brojnih radova i konzenkventnim razmišljanjem možemo doći do preporuka i uputa koje nam mogu biti od koristiti. Ukoliko nismo medicinski educirani, za savjet i pomoć bi se trebali obratiti ljekaru ili drugim stručnim osobama. Veliko zanimanje postoji za uticaj hrane na zdravlje čovjeka. Proučavanje hrane i njenog uticaja na čovjeka prepoznato je od najstarijih vremena. Gotovo sa sigurnošću se vjeruje da je dugovječnost povezana sa zdravim načinom ishrane i zdravim stilom života. Naša nastojanja se odnose na pokušaj da ukažemo na povezanost i zdrav način života sa ekološki održivom poljoprivrednom proizvodnjom. Svijest ljudi za zdravom ishranom značajna je prije svega zbog bolje preventivne od nastojanja različitim bolestima. Vjerujemo da se boljim informisanjem i preuzimanjem odgovornosti za vlastito zdravlje mogu stvoriti kvalitetniji preduslovi za zdravlje stanovništva, a posebno bi se trebalo raditi sa djecom od najranijeg uzrasta. Na kraju, može se reći da samo kontinuirana edukacija i pravilno informisanje, uz usvajanje novih, zdravijih navika može naš život učiniti lakšim i zdravijim.

## LITERATURA

1. Alibabić V., Mujić I., Pravilna prehrana i zdravlje. Veleučilište u Rijeci; e-knjiga, Rijeka 2016.
2. Benković. M. Prehrana onkoloških bolesnika. 2018. (<http://nutricionizam.hr>, Pristup: 27.11.2021.)
3. Brkan A., Prehrana i kultura-sociologija hrane, 2001.
4. Buettner D., Plave zone. VBZ,Zagreb, 2010.
5. Džono Boban A., Pijete li dovoljno vode, ( <https://zzjzdnz.hr>, Pristup 04.11.2021.)
6. Fullerton-Smith J., Istina o hrani. Algoritam d. o. o.Zagreb, 2007.
7. Galle Toplak K., Domaće ljekovito bilje. Mozaik knjiga, Zagreb, 2015.
8. Kralj V., Kronične nezarazne bolesti-teret bolesti stanovništva Hrvatske, 2015.
9. Leko-Šimić M., Marketing hrane. Osijek, Ekonomski fakultet u Osijeku, 2002.
10. Likić J. Koliki bi trebao biti dnevni unos pojedinih tvari? 2010.
11. Marinić D., Sto razloga za prehranu vlaknima, 2013.
12. Meler M., Marketing. Osijek: Ekonomski fakultet u Osijeku, 1999.
13. Mindell E., Hrana kao lijek. Zagreb, Mozaik knjiga, 2015.
14. Pigozzi P., Hrana liječi. Zagreb, Trsat d. o. o. 2001.
15. Rumbek I., Komes D. i sar., 100 crtica iz znanosti o prehrani. Zagreb, Hrvatsko društvo prehrambenih tehnologa, biotehnologa i nutricionista, 2013.
16. Vladimir-Knežević S, Blažeković B. Osam biljnih lijekova koji su promijenili svijet, 2016.
17. Vranešić-Bender, Koji nas prehrambeni trendovi očekuju u novoj godini, 2020.
18. Vranešić D., Alebić I., Hrana pod povećalom. Zagreb, Profil, 2006.
19. Vranešić-Bender D., Funkcionalna hrana-činjenice, trendovi i budućnost, 2007.
20. Žagar-Petrović M., Debljina pošast novog doba, 2019.
21. Žuna K., Mediteranska dijeta-karakteristike, ljekovita svojstva i jelovnik po danima. (<http://kreni.zdravo.hr> Pristup, 20.10.2021.)

## PUTEVI RADIONUKLEIDA DO HRANE

### Rezime

Otkrivanje i spoznaja pojavnog svijeta vodi u prvom redu kroz interakciju otkrivenog sa živim sistemima. Otkriće energije iz jezgra atoma koja se ispoljava kao radioaktivno zračenje traži saznanje o posljedicama, posebno na žive sisteme.

Ljudi su izloženi radioaktivnom zračenju preko velikog broja izvora zračenja. Isto tako, ljudi unose u svoj organizam izrazito raznovrsne sadržaje. Posebno interesantno za analizu je unošenje elemenata u hrani. Čovjek unosi i supstance koje imaju u sebi radioaktivnih komponenti pri čemu zdravlje čovjeka može biti u opasnosti od radioaktivnog zračenja. Unešena hrana na taj način može biti izvor zračenja opasnog za zdravlje konzumenta.

Rad ima za cilj da osvijetli djelovanje produkata radioaktivnog zračenja iz hrane na konzumenta.

**Ključne riječi:** radioaktivnost, hrana, radionukleidi

### Abstract

The discovery and knowledge of the phenomenal world leads primarily through interaction detected with living systems. Discovery energy from the nucleus of an atom, which is manifested as a radioactive radiation requires knowledge of the consequences, especially on live systems.

People are exposed to radiation over a large number of sources of radiation. Also, people bring into the organism extremely diverse content. Particularly interesting for the analysis of the input elements in food. The man entered and substances that have in themselves radioactive components where human health may be in danger of radioactive radiation. Entered food so can be a source of radiation hazardous to the health of the consumer.

The paper aims to illuminate the effect of the products of radiation from the food to the consumer.

**Keywords:** radioactivity, food, radionuclides

<sup>1</sup> FTS, Univerzitet u Travniku

<sup>2</sup> Evropski univerzitet „Kallos“ Tuzla

<sup>3</sup> Evropski univerzitet Brčko distrikt

## 1.Uvod

Narodni izkaz „HRANA ODREĐUJE STANJE ŽIVOG BIĆA“ na najbolji način kazuje što unositi u sebe. Raznolikost pojavnog svijeta traži saznanja kako o koristi tako i o štetnosti za žive sisteme u komunikaciji sa okolinom. Od hrane zavisi egzistencija ljudskog roda...

Otkrivanje i spoznaja pojavnog svijeta vodi u prvom redu kroz interakciju otkrivenog sa živim sistemima. Otkriće energije iz jezgra atoma koja se ispoljava kao radioaktivno zračenje traži saznanje o posljedicama, posebno na žive sisteme.

Ljudi su izloženi radioaktivnom zračenju preko velikog broja izvora zračenja. Isto tako, ljudi unose u svoj organizam izrazito raznovrsne sadržaje. Posebno Interesantno za analizu je unošenje elemenata u hrani. Čovjek unosi i supstance koje imaju u sebi radioaktivnih komponenti pri čemu zdravlje čovjeka može biti u opasnosti od radioaktivnog zračenja. Unesena hrane na taj način može biti izvor zračenja opasnog za zdravlje konzumenta. Radioaktivnost i jonizujuća zračenja otkrivena su krajem XIX vijeka, a radioaktivno zračenje postaje predmet intenzivnijeg istraživanja tek nakon 1945. godine. Saznanja o atomskom jezgru su formirana krajem 19. vijeka, tačnije kada je A. Bekerel 1896. godine otkrio da uran i njegova jedinjenja spontano ispuštaju zračenje koje nosi energiju.

Ubrzo je ustanovljeno da ta zračenja mogu jonizovati vazduh i da izazovu hemijske procese, koji ostavljaju određene tragove na fotografskoj ploči pa čak i kada je uvijena u crnu hartiju. Ispitivanja su pokazala da ti tragovi ne mogu biti fluorescentnog porijekla, već da je riječ o mnogo prodornijem zračenju. Za razliku od niza drugih fizičkih agenasa štetnog dejstva, kojima je čovjek izložen, jonizujuće zračenje spada u najopasnije. Ono je za oko nevidljivo, ne osjeća se kod kontaminacije, teško se na vrijeme detektuje.

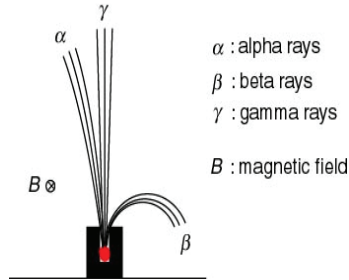
## 2.Fizički osnovi radioaktivnosti

Eksperimentalno je utvrđeno da masu atoma čini pozitivno jezgro oko koga kruže negativni elektroni zanemarljive mase. Ako su energetske odnose u jezgru uravnoteženi, atom je stabilan izotop, a ako su nestabilni, atom je nestabilan, i pokazuje osobinu radioaktivnosti. Zbir protona i neutrona određuje masu hemijskog elementa. Broj elektrona jednak je broju protona. Električne sile prisiljavaju elektrone da kruže oko jezgra, nukleusa, određenim putanjama.

Jezgra nekih elemenata imaju energetska stanja koje se može smatrati nestabilnim te po prirodnim zakonitima teže stabilnom stanju, pa spontano emituju kompleksno zračenje. Jezgro koja zrači prelazi u novo atomsko jezgro. Taj proces je poznat kao radioaktivni raspad; radioaktivno zračenje.

Prilikom radioaktivnog raspada jezgro emituje zračenje, nazivano radijacija, a manifestuje se u obliku emisije neutrona, alfa, beta i gama zračenja.





*Sl. 1. Produkti radioaktivnog zračenja u električnodm i magnetnom polju*

Radionukleidi su nestabilni atomi među kojima se ističu  $K_{40}$ ,  $Ru_{87}$ ,  $U_{236}$ ,  $C_{14}$ ,  $To_{232}$ , emituju sve poznate vrste zračenja :i neutrone, i alfa, i beta i gama zračenja. Dakle, zapažene su četiri vrste radioaktivnog zračenja: alfa, beta, gama i neutronska. Alfa i beta zračenja su korpuskularne prirode, a gama zračenje je elektromagnetne prirode. Svako od zračenja se karakteriše kako masom i naelektrisanjem, kvalitetima koje poznaje fizika, tako i energijom.

Broj raspadnutih radioaktivnih jezgara u jedinici vremena je aktivnost radioaktivnog izvora, a zakonitost smanjenja aktivnosti je eksponencionalna funkcija

$$A(t) = A_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t},$$

iskazuje se u zahvalnost Bekerelu

$$A = dN/dt \quad B_q = 1/sec$$

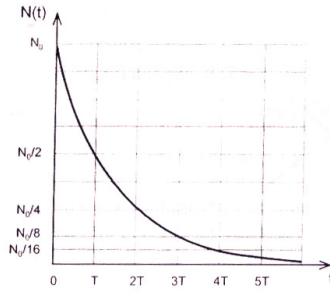
Radioaktivnost je, dakle, svojstvo nestabilnih jezgara da se spontano raspadaju i prelaze u stabilna jezgra. Radioaktivni raspad se dešava u jezgrima koja imaju dinamičku nestabilnost, kao posledicu nepovoljnog odnosa protona i neutrona u jezgru. Zbog nestabilnosti, jezgra se raspadaju, prelaze u stabilno stanje, a pri raspadu emituju radioaktivno zračenje. Jezgra koja se raspadaju su radiokativna, a koja se ne raspadaju su stabilna. Proces prelaza radioaktivnog jezgra u drugo, stabilno, je **radioaktivni raspad**. Mnoštvo jezgara nekog elementa koja se raspadaju čine **radioaktivni izvor**.

Svaki izvor ima svoj tempo raspada. Mjera tog tempa je **vrijeme poluraspada**. Vrijeme poluraspada je vrijeme za koje se zaliha jezgara samnji na polovinu. To je vrijeme za koje se raspadne polovina prvobitnih atoma, najčešće se označava  $T_{1/2} = T$ . Funkcija koja iskazuje tempo raspada je ekspincijalna:

$$N(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}, +$$

ili posredstvom vremena polurapada

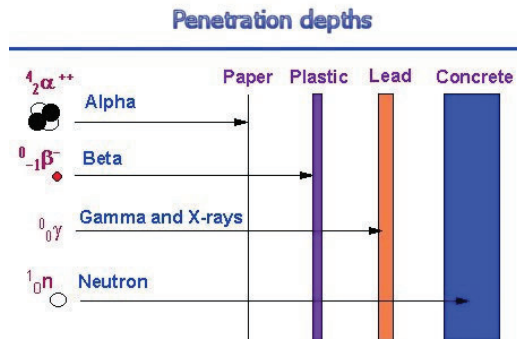
$$N(t) = N_0 \cdot 2^{-t/T}$$



Sl.2. Zakon radioaktivnog raspada kazuje broj jezagau u trenutkui  $t$ , koja će se iza ovog trenutka raspadati.

### 3. Interakcija zračenja sa materijom

Kako produkti radioaktivnog zračenja nose energiju nužno je izanalizirat njihovui interakciju sa materijom, posebno živim sistemim,a odnosno sa ćelijom. Gama foton koji prenosi elektromagnetnu energiju kao elektromagnetni talas se može sudariti sa elektronom koji kruži po svojoj putanji. Foton nestaje predajući svoju energiju elektronu koji biva izbačen iz svoje orbite i prevodi neutralni atom u **jon**. No, može se zbiti i pojava poznata kao Komptonov efekat sudaraju se foton i elektron i dio tih sudara završava fotoelektričnim efektom, a dio završava skretanjem fotona i elektrona i nastaje Komptonovo rasuto zračenje. Prodiranjem gama fotona visoke energije u jezgro, dolazi do konverzije energije u materiju i stvaranja dvije čestice suprotnog naelektrisanja: pozitrona i neutrona.



Sl. 3. Međudjelovanjem produkata zračenja i supstance ustanovljava se energetska vrijedost izračenih čestica i mogućnost zaštite od zračenja

Prolaskom zračenja kroz homogenu supstancu debljine  $d$  energetski intenzitet se samnjuje eksponencijalno

$$I = I_0 e^{-\mu d},$$

gdje je  $I_0$  intenzitet upadnog zračenja, a  $\mu[m^{-1}]$  linearni koeficijent slabljenja. On zavisi od energije zračenja i prirode supstance .

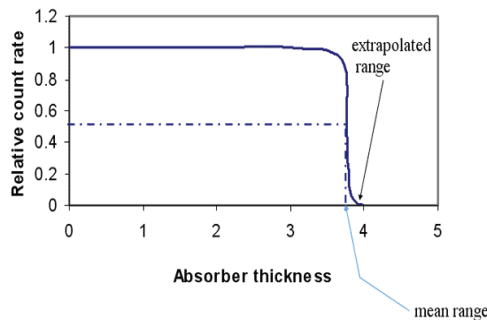
<i>Materijal</i>	<i>D[cm]</i>	<i><math>\rho</math>[kg/m<sup>3</sup>]</i>
Olovo	1.0	11 300
Beton	6.1	3 330
Čelik	2.5	7 860
<b>Voda</b>	<b>18</b>	<b>1 000</b>
Drvo	29	560
Vazduh	15 000	1.2

### T-1. Gama zračenje po intenzitetu *opadne na polovinu prolaskom kroz vodu debljine 18 cm*

- alfa emisija, koja je male energetske jačine, sastoji se od neutrona i protona i može se zaustaviti običnim listom papira, te tako nema prodornu moć u ljudski organizam, jer se zaustavlja već na koži, što znači da nije opasna, ali može izazvati poremećaje u životnoj sredini,

- beta emisija ima veću energetska jačinu, a nastaje od dejstva elektrona; u živo tkivo prodire do 2 cm,

- gama emisija nastaje poslije svake alfa i beta emisije zbog uzbuđenosti jezgra u vidu nevidljive energije, koja se prostire brzinom svjetlosti i prodire kroz sve materijale (osim olovnih ploča); pa tako i kroz tijelo čovjeka, dostižući velike daljine i izazivajući negativne efekte u životnoj sredini, na živa bića i na čovjeka pri čemu utiče i na izmjene struktura molekule žive materije



Sl. 4. Čestična interakcija sa supstancom ima drugu prirodu

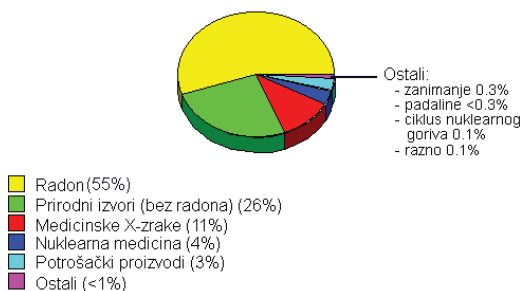
## 4. Prirodni izvori jonizujućeg zračenja su oni koji dolaze iz:

### 4.1. Kosmičko zračenje

Zračenja koja nastaju od rasutih radioaktivnih materija iz dubine kosmosa ili su nastali od Sunca i dopjevaju na planetu Zemlju. Radioaktivni zraci koji ozračuju Zemlju stupaju u interakciju sa atmosferom stvarajući nove radioaktivne materije.

<i>Nukleid</i>	<i>Period poluraspada</i>	<i>Aktivnost</i>
ugljenik-14	5730 год.	0.22 Bq/g
Tricijum	12.3 год.	$1.2 \times 10^{-3}$ Bq/kg
Berilijum	53.28 дана	0.01 Bq/kg

Kosmičko zračenje je veći na polovima zemlje nego na ekvatoru, zbog jačeg elektromagnetnog uticaja na polovima koji skreće radijaciju, kao i na većim nadmorskim visinama, zbog razrijeđenog vazduha; tako je radijacija na 4 000-12 000 m nadmorske visine veća za 25%.



#### 4.2. Zemljina radijacija

Zemljina radijacija zavisi od količine radionukleida koji su sastavni dijelovi zemljinog omotača. Poznate su stijene u blizini grada Pososa de Koldus u Brazilu koje imaju radijaciju oko 800 puta veću od prosječne. Visoku prirodnu radijaciju imaju izvori bogati sa radijumom (Romcor u Iranu).

<i>Nukleid</i>	<i>Peruiod poluraspada</i>	<i>Aktivnost</i>
uran-235	$7.04 \times 10^8$ год.	0.72 % prirodnog urana
uran-238	$4.47 \times 10^9$ год.	99.2745% prirodnog urana
torijum-232	$1.41 \times 10^{10}$ год.	1.6 do 20 ppm u stijenama
radijum-226	$1.6 \times 10^3$ год.	16 Bq/kg u krečnjaku; 48 Bq/kg u vulkanskim stijenama
<b>radon-222</b>	<b>3.82 дана</b>	<b>plemeniti gas; 0.6 -28 Bq/m<sup>3</sup></b>
kalijum-40	$1.28 \times 10^9$ год.	tlo - 0.037 do 1.1 Bq/kg

T. 2. Najčešći prirodni nukleidi

<i>Nukleid</i>	<i>Masa</i>	<i>Aktivnost</i>	<i>Dnevni unos nukleida</i>
uran	90 µg	1.1 Bq	1.9 µg
torijum	30 µg	0.11 Bq	3 µg
kalijum-40	17 mg	4.4 kBq	0.39 mg
radijum	31 pg	1.1 Bq	2.3 pg
ugljenik-14	22 ng	3.7 kBq	1.8 ng
tricijum	0.06 pg	23 Bq	0.003 pg
polonijum	0.2 pg	37 Bq	0.6 µg

#### T.3. Prirodni radionukleidi u ljudskom tijelu. Čovjek je radiioaktivni izvor

Velika **radioaktivnost** može se naći u **vodi, hrani i vazduhu** koja potiče iz elemenata koji nastaju raspadanjem  $U_{238}$  i  $To_{232}$ . Veoma bitan izvor prirodne radijacije je gasoviti, nevidljivi **radon222**, koji nastaje raspadanjem  $U_{238}$  i  $To_{232}$ .

Sagorjevanjem uglja emituju se radionukleidi u vazduh.

Geotermalna voda može biti izvor radijacije (Hardel u Italiji).

Pri korištenju fosfatne rude oslobađa se radon čijim raspadanjem nastaju nukleidi.

## 5. Vještački radionuklidi

Vještački izvori radijacije su oni koje je čovjek izgradio: nuklearne elektrane, tehničkomedicinski izvori i nuklearne eksplozije. Vjeruje se da već postojeći vještački izvori radijacije na Zemlji, posjeduju radijaciju od oko 5%.

<i>Nukleidi</i>	<i>Period poluraspada</i>	<i>Izvor</i>
tricijum	12.3 год.	Fizioni reaktori; proizvodnja nukl. oružja
jod-131	8.04 дана	Produkt fizije; koristi se u medicinske svrhe
jod-129	$1.57 \times 10^7$ год.	Fizioni reaktori; testiranje oružja
cezijum-137	30.17 год.	Fizioni reaktori; testiranje oružja
stroncijum-90	28.78 год.	Fizioni reaktori; testiranje oružja
tehnicijum-99	$2.11 \times 10^5$ год.	Product raspada molibdena -99
poutonijum-239	$2.41 \times 10^4$ год.	Produkt bombardovanja neutronima U 238

### 5.1. Nuklearne elektrane (NE)

Nuklearne elektrane imaju za cilj da proizvedu električnu energiju. Fizioni reaktori za proizvodnju nuklearne energije koriste izotop  $U_{238}$ , koji se svega 0,7% nalazi u rudi urana, koja se obogaćuje ili proizvodi plutonijum, koji se koristi kao nuklearno jezgro u nuklearnim elektranama. Fizioni reaktori rade na temperaturi od oko  $900\text{ }^{\circ}\text{C}$  koji se rashlađuju vodom. Na tom principu projektovan je i izveden veliki broj nuklearnih centrala u Evropi.

Opasnost od radioaktivne kontaminacije geobiosfere od gasovitih i tečnih efluenata iz nuklearnih elektrana su male vjerovatnoće. Opasnosti se javljaju pri izmjeni i zamjeni goriva, transportu i skladištenju radioaktivnog otpada, prevođenju tečnog otpada u čvrsto stanje, te aktivnih deponija.

Od preko 200 radionukleida, koji nastaju pri nuklearnoj fiziji mali broj dospjeva u žive organizme, zbog nemogućnosti prodora na filterima i kroz zidove.

U vazduh se emituju iz NE radiotoksične materije: argon (u maloj mjeri), izotopi kriptonu i ksenonu (u većoj količini) zajedno sa tricijumom, a u slučaju neispravnog rada NE pojavljuju se isparljiva jedinjenja radionuklearnog joda, zatim dugoživući  $90\text{ Sr}$ ,  $134$ ,  $137\text{ Cs}$ ,  $106\text{ Ru}$ ....

Najveću i stalnu potencijalnu opasnost u radu nuklearnih elektrana čine eventualni akcidenti, pri kojima se emituju veće količine radioaktivnog materijala, koje direktno ozračavaju čovjeka ili ulaze u kružni tok metabolizma i lanca ishrane u ekosistemima.

## 5.2. Potencijali nuklearnog oružja

Potencijalna nuklearna oružja na planeti Zemlji su ogromni, te su otuda prisutni i veliki izvori emisije radioaktivnog zračenja. Rezultat toga je: - povećanje ekološke opasnosti za životnu sredinu, - pojava „atomske kriminala“ – krađa i prodaja oružja, - trka u atomskom naoružanju. Atomska bomba koja se popularno naziva „zelena bomba“ nosi sve prednosti otkrića u tehnologiji materijala, ali to je prividna ekološka prednost, s obzirom da potencijalno skriva opasnost da razori planetu zemlju. Nuklearne probe (eksplozije su isprobane u vazduhu, vodi i zemljištu) su štetne i ekocidne za ekosisteme.

## 5.3. Medicinski izvori radijacije

Medicinski izvori radijacije nastaju pri liječenju nekih bolesti ljudi usljed upotrebe aparata, koji emituju radioaktivno zračenje, a primljene doze se akumuliraju u organizmu. Istovremeno istrošeni aparati i oprema ostaje kao problem u radu radioaktivnog otpadnog materijala.

## 5.4. Tehnički izvori radijacije

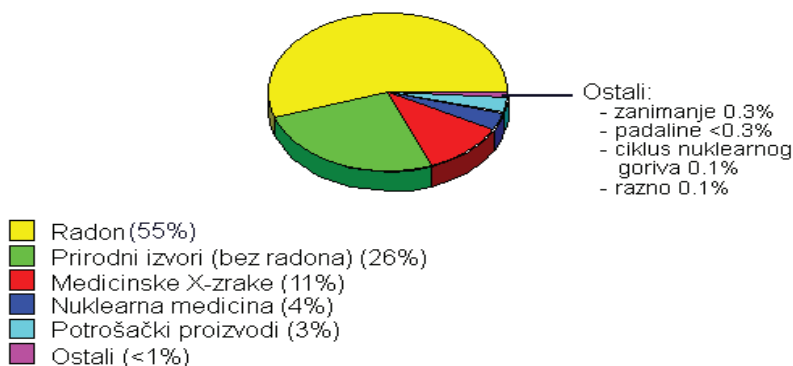
Tehnički izvori radijacije se odnose na razne aparate koji funkcionišu na bazi radionukleida te predstavljaju opasnost za životnu sredinu (radioaktivni gromobrani, razni aparati u naučno-istraživačkim institucijama).

## 5.5. Nuklearni otpad

Nuklearni otpad koji nastaje od istrošenog nuklearnog goriva može biti u tečnom i čvrstom stanju, ne može se uništiti niti upotrebiti, a sve se više uvećava i teško se deponuje jer su deponije nesigurne i iz njih često izlaze radioaktivne materije u atmosferu, zemljište i more.

Danas po jednom reaktoru godišnje se dobija 8 tona nuklearnog otpada (500 reaktora u svijetu x 8 tona = 4000 tona godišnje).

Vjeruje se da danas SAD imaju 50.000 tona nuklearnog otpada, što predstavlja veliki problem, za životnu sredinu.



Sl. 6. Izvori zračenja

## 6. Efekti zračenja na ljudski organizam

Efekti radijacije na ljudsko zdravlje od prirodnih izvora nisu izrazito negativni jer se ono nikad ne sakuplja u tijelu. Prirodno zračenje je stalno i veoma slabo. Biološki mehanizam ljudi je prilagođen evolutivno na to zračenje.

Radijacija je potencijalno štetna za čovjeka, pogotovo što je:

- ljudska čula ne mogu registrovati,
- biološke posljedice nisu trenutne, već se uočavaju na potomstvu,
- radioaktivnost opada sa vremenom („vrijeme poluraspada“) koje može biti od dijela sekunde pa do više milijardi godina

## 7. Merenje interakcije

Produkti radioaktivnog raspada unose se hranom preko radioaktivnih radionukleida ili spolja neposredno iz vanjskih radioaktivnih izvora.

Interakcijom produkti zračenja predaju energiju materijalu koji ih apsorbira. Dakle, efekat apsorpcije prema masi koja apsorbuje energiju iskazuje se odnosom apsorbovane energije i mase koja je apsorbirala energiju. Iskazuje se u J/kg, a u zahvalnost istraživaču GREYU...

$$G_Y = J/kg$$

Produkti radioaktivnog raspada iste energije na ćeliji živog sistema ne ostavljaju istu posljedicu. Koeficijent koji je svojstven vrsti zračenja je **20** za alfa zračenje, a **1** za gama zračenje. Jedinica koja iskazuje taj utjecaj je u zahvalost istraživaču Sivert. Doza ozračenja u US se prati u rem jedinicam .

$$S_v = J/kg$$

Odnos evropski i američkih jedinica za zračenje  $1 \text{ Sv} = 100 \text{ rem}$  ili  $1 \text{ rem} = 0,01 \text{ Sv}$ .  $1 \text{ Gy} = 100 \text{ rad}$  ili  $1 \text{ rad} = 0,01 \text{ Gy}$ .

Radioaktivni materijal može da proдре u organizam da se u njemu akumulira i tako on postaje izvor zračenja. U organizam mogu dospjeti radioaktivne čestice putem vode i hrane. Ukupno radioaktivno zračenje koje čovjek prima, može da dostigne velike doze, što je opasno po zdravlje.

Zračenje i hronična radijaciona bolest nastaje kao posljedica dugotrajnog izlaganja i manjim dozama radijacije.

Ljudski organizam može biti oštećen putem spoljne radijacije (kada je organizam direktno izložen izvoru radijacije) ili *unutrašnjom kontaminacijom* (kada se u organizam unesu radioaktivne materije preko vode ili hrane ili disanjem).

Najčešće se u hrani unesu izotopi koje inače namirnice imaju i organizam ih potrebuje.

Najeklatantniji primjer je kalij  $K_{40}$  kojeg ima vrlo malo uz  $K_{38}$ .

Potencijalna opasnost od radijacije na tijelo čovjeka iskazana kroz rizik za pojedine dijelove tijela su:

koštana srž 12%, površina kostiju 3%, štitna žlijezda 3%, dojke 15%, pluća 12%, jajnici i testisi 25%, ostala tkiva 30%.

Radijaciona bolest se različito manifestuje zavisno od jačine primljene doze, načina i izvora radijacije: radijaciona opekotina na koži i rak kože i sluzokože, pogoršava se krvna slika (smanjuje se broj leukocita i trombocita), smanjuje se broj matičnih ćelija u koštanoj srži koji proizvode eritrocite, pa se javlja leukemija i koštani rak osteosarkom, može se pojaviti замуćenje očnog sočiva (katarakta), smanjuje se kvalitet i kvantitet plućnih ćelija.



Sl. 6. Primjer instrumnta za mjerenje doze zračenja

Štetno dejstvo se ispoljava u funkcionalnim promjenama, nervnog, kardiovaskularnog i endokrinog sistema.

Doza [rem]	Efekt
5-20	Mogućnos pojave karcinoma; mogućnost aberacij hromozoma
25-100	Promjene u krvi
veća od 50	Privremnenei sterilitet kod muškaraca
100	Udvostručena vjerovatnoća genetskih mutacija
100-200	Povraćanje, proliv, slabljenje imuniteta, poremećaj rasta kostiju kod djece
200-300	Ozbiljno radijaciono trovanje, mučnina
Veća od 300	Stalan sterilitet kod žena
300-400	Uništenje koštane srži
400-1000	Akutna bolest i brza smrt (u roku nekoliko dana)

#### T.5. Posljedice doza ozračenja



Raspon apsorbovanih doza od (0,5 – 30) Gy je podijeljen u 6 podgrupa i za svaku od njih se javaju određeni poremećaji.

Doza (0,5 – 1) Gy: uzrokuju zanemarljiva akutna oštećenja, gađenje i povraćanje i posljedice se osjećaju samo prvog dana po izlaganju zračenja. Oboljeli će preživjeti ovakvo ozračivanje.

Doza (1 - 2) Gy: prodromalni efekti i oštećenja hematopoetskog sistema ( čine ga organi u kojima se stvaraju krvne ćelije: koštana srž, timus, limfni čvorovi i slezina) su češći. Žrtve ovakvog izlaganja zračenju će vjerovatno preživjeti.

Doza (2 – 3,5) Gy: prodromalni efekti su veoma izraženi. Kako doza stiže 3,5 Gy , 50% onih koji nisu ili adekvatnu medicinsku pomoć može umrijeti u toku 60 dana.

Doza (3,5 – 5,5) Gy: simptomi su sve teži, pa ako liječenje izostane, 50-99% mogu umrijeti, prvenstveno usljed teškog oštećenja hematopoetskog sistema, praćenog opštom infekcijom i krvarenjem.

Doza ( 5,5-7, ) Gy: dolazi do kombinovanog oštećenja hematopoetskog i gastrointestinalnog sistema ( sistem organa za varenje). Preživljavanje je skoro nemoguće, osim ako se ne sprovede brza transplantacija kompatibilne koštane srži i ekstenzivan medicinski tretman.

Iznad 7,5 Gy: nastupa smrt.

### 7.1 Oštećenja ćelija organa

Interakcija produkata zračenja alfa čestica, beta čestica – brzih elektrona, neutrona i najzad gama zračenja-elektromagnetni talas vrlo vrlo male talasne dužine sa ćelijom može da bude u plazmi ćelije i posljedice su somatske prirode. Isto tako interakcija može da bude u jezgri ćelije i su genetke prirode.

Svi somatski efekti osim katarakte vezani su za način nastanka i razvoja karcinoma. Ovo je poznata činjenica dugo vremena, pa je prvi karcinom kože izazvan jonizujućim zračenjem opisan 1902.godine, a prva radioleukemija kod ljudi 1911.godine. Marija Kiri i njena ćerka Irena Žolijo Kiri umrle su od leukemije.

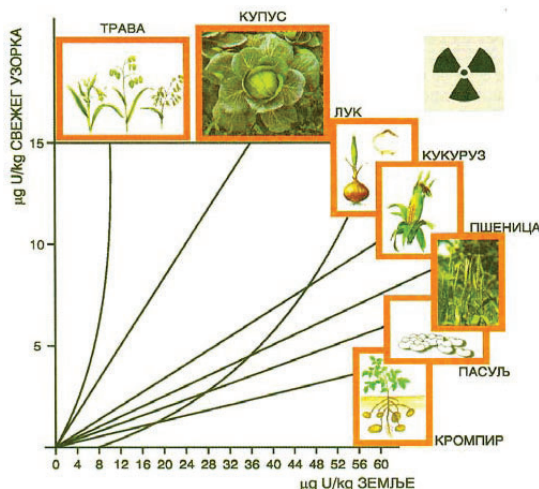
Organi osjetljivi na radioaktivno zračenje: - koža,oči,hematopoetski sistem, - kardiovaskularni sistem,- digestivni sistem, - jetra, urinarni sistem, - koštani sistem i hrskavica,- endokrini sistem, - nervni sistem, - genetska oštećelja, - fetus.

Prilikom katastrofe u Černobilu kontaminirano 150.000 km<sup>2</sup> na području Ukrajine, Bjelorusije i Rusije. Zračenju je bilo izloženo najmanje 7 miliona ljudi, od kojih je umrlo između 30 i 60 hiljada. Od bolesti disajnih organa, krvotoka i nervnog sistema oboljelo je 70 000 ljudi, a broj oboljelih od karcinoma štitne žlijezde porastao je 10 puta od 1986.godine, u kontaminiranim zonama.

O hemijskoj toksičnosti osiromašenog uranijuma postoje pouzdani podatci. Uranijum i njegove soli izuzetno su otrovni. Izazivaju neke upale kože, oštećenja bubrega, akutne arterijske nekroze ( bespovratne promjene u građi ćelija ili tkiva, tj. odumiranje ćelija), fibrozu pluća ( Patološko stvaranje fibroznog, tj. vezivnog tkiva u plućima), smanjenje broja crvenih i bijelih krvnih zrnaca. Moguće je oštećenje nervnog sistema. Nefritis (zapaljenje bubrega), hronični hepatitis (zapaljenje jetre, tj. žutica), gastritis (zapanjenski proces na sluzokoži želudca), pa čak i smrt! Takođe, prema istoj knjizi, uočena je epidemija kancera u Iraku: Rezultati istraživanja posljedica koje je ostavila municija sa osiromašenim uranijumom na ljude, životinje i životnu

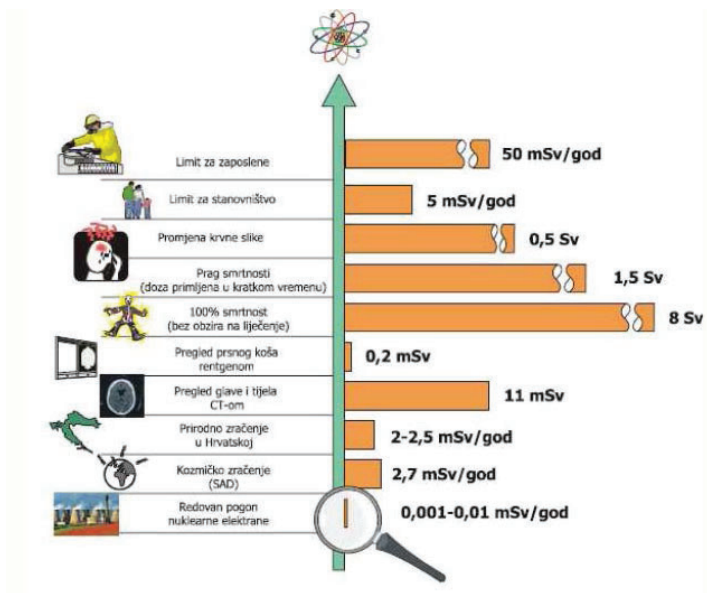
sredinu od 1991.godine do 1996. godine, pokazali su da je godinu – dvije kasnije zabilježeno masovno oboljevanje djece u Iraku od leukemije, anemije, akutnih poremećaja funkcije jetre i bubrega, što uzrokuje nagomilavanje vode u trbušnoj duplji i vrlo brzo smrtni ishod. Registrovano je i pojavljivanje bezbolnih opekotina na koži, koje su prerasle u neku vrstu čireva. Takođe, godinu – dve poslije upotrebe oružja sa osiromašenim uranijumom rastao je broj djece rođene sa kongenitalnim anomalijama, kao i broj prevremeno rođenih i mrtvorodenih beba. Znan je i porast infektivnih bolesti, prouzrokovanih smanjenim imunitetom kod velikog broja stanovništva. Frekventno otkrivanje velikog broja herpesa (akutno virusno oboljenje sa pojavom providnih mjehurića na prelazu kože u sluzokožu) i zoster herpesa (akutno virusno oboljenje sa pojavom mjehurića na koži duž nerava). Simptomi koji podsjećaju na simptome izazvane virusom HiVa Otkazivanje bubrega i hepaticna disfunkcija, tj. poremećaj funkcije jetre (početkom i krajem 1991.godine). Leukemija, neoplastična anemija (nemogućnost koštane srži da proizvodi ćelije krvi) i maligni tumori. Urođeni deformiteti srca, prouzrokovani genetskim promjenama, nađeni i kod životinja i kod ljudi. Poslije rata u Iraku, brojne teške posljedice po zdravlje otkrivene su i kod odraslog stanovništva. Masovno su zabilježene razne vrste: - kancera, slabljenje imunološkog sistema, opadanje kose, ispadanje zuba, - opšta slabost, vrtoglavica, bolovi u mišićima, - glavobolja. Između 1989. i 1993.godine broj oboljelih od leukemije u provincijama južnog Iraka bio je tri puta veći, dok je u centralnim provincijama stanje ostalo neizmjenjeno. Isti simptomi otkriveni su i kod američkih, engleskih i svih ostalih vojnika, koji su dolazili u dodir sa ovom vrstom municije, pa su nazvani "Zalivski sindrom". Analize su pokazale da je zbog upotrebe municije sa osiromašenim uranijumom oboljelo oko 80 000 američkih vojnika, od kojih je 5 000 umrlo, pa stručno mišljenje nadležnih da su leukemija, sedmi i opšti kancer u 1989. godini, postaje četvrti kancer u 1993. godini.

Značajan porast deformiteta sperme zapažen je u Kuvajtu u grupi pacijenata koji su bili testirani prije i poslije rata. Genetska studija sprovedena u Iraku pokazala je porast rađanja djece sa urođenim deformitetima (nakaznost) u južnom Iraku poslije 1991. godine. Neki od tih deformiteta su: nedostatak očiju, uha, nosa, jezika i genitalnih organa.



Sl. 7. Zavisnost koncentracije urana u biljnim kulturama u odnosu na koncentraciju urana u zemljištu

Biljke iz tla uzimaju minerale i čovjek ih u hrani unosi u rganizam. Posljedice su u funkciji prisustva akcidentnih koncentracija radioaktivnih elemenata.



Sl.8. Neki primeri izvora zračenja i ozračenje u svakodnevnom životu

## 8. Zaključak

Biljke iz tla uzimaju minerale i radioaktivne i čovjek ih u hrani unosi u rganizam.

Biološki efekat radioaktivnog zračenja je svaka fiziološka promjena na živom organizmu.

Produženo dejstvo radioaktivnog zračenja može da dovede do trajnih oštećenja zdravlja čovjeka. Međutim, ono što upozorava na uticaj radioaktivnog zračenja jesu epidemiološka istraživanja koja ukazuju da radioaktivna zračenja imaju uticaj na žive organizme i pri vrijednostima koje se susreću u svakodnevnom (normalnom) okruženju. Ovo je glavna kontraverza ovog pitanja, a samim tim i mjera koje bi trebalo poduzimati.

Zaštita od radioaktivnog zračenja zahtijeva tri osnovna pravila:

- raditi što je brže moguće sa izvorima zračenja
- povećati maksimalno rastojanje od izvora zračenja
- potrebno je koristiti zaštitna sredstva.

## 9. Literatura:

1. Blaylock B. G., Theodorakis C.V., Shugart L.R.: Biological effects of ionizing radiation. Proceedings of International Symposium on Ionising Radiation "Protection of the Natural Environment", Stockholm, Sweden, 1996., Vol. I, pp 39-50, Swedish Radiation Protection Institute, Stockholm, Sweden, 1996.
2. Environmental Health Criteria 69, Magnetic Fields, WHO, Geneva, 1987.
3. Elder J.: Radiofrequency Radiation Activities and Issues: A 1986 Perspective, Health Physics, 1987, Vol. 53, No. 6, 607-611.
4. IAEA: Effects of Ionizing Radiation on Plants and Animals at Levels Implied by Current Radiation Protection Standards. Technical Report Series No. 332, International Atomic Energy Agency, Vienna, Austria, 1992
5. Zubović I. Nuklearna medicina – "Glas Srpski" , 1995.
6. Nedović, Ekologija životne sredine – "Grafid" Banja Luka, 1999.
7. Amidžić, B., Biočanin, R., Nuklearni udesi i zaštita, 2005. 4. Biočanin R. Dostignuća u nuklearnoj medicini, ALUMNI, Panevropski univerzitet "APEIRON" Banja Luka, 2009. ;

## SIGURNOST I KVALITET HRANE- FIZIOLOŠKI I BIOHEMIJSKI ASPEKTI

### Sažetak

Problem ishrane dobija u aktuelnim uslovima velikih i radikalnih kriznih promjena dvadesetprvog vijeka jednu novu stratešku dimenziju( pored neposrednog egzistencionalnog značaja za opstanak ljudske vrste koji je oduvijek imao ). Ovo je razlog da mnoge nacije sagledavajući svoju budućnost u XXI veku planiraju obezbjedjenje sigurnosti i kvaliteta hrane i prehrambenih robnih rezervi kao najvažniji resurs ne samo u kriznim i ratnim izazovima nego i u miru. Danas je takodje dobro rješavanje ovog pitanja od velikog komercijalnog značaja. U svrhu prevazilaženja prepreka za dobru ishranu stanovništva pojavljuju se (ne samo u vidu projekata nego i u vidu njihove kadkad agresivne realizacije) nove tehnologije za genetsku modifikaciju uzgoja biljaka i životinja koji se koriste za ishranu. To ide tako daleko da se intenzivno radi sa više ili manje uspjeha na sintetičkoj, dakle čisto hemijskoj proizvodnji prehrambenih namirnica. U ovom stručnom saopštenju razmatra se problem ishrane iz biohemijskog aspekta jer je generalno znanje prosječnog čovjeka iz te oblasti svojom oskudnošću u suprotnosti sa aktuelnosti i važnosti ovog problema za opstanak ljudske vrste. Dobrim poznavanjem metabolizma konzumirane hrane u našem organizmu preventivno se pomaže da čovjek donese pravilnu odluku šta od namirnica da odabere za svoje dnevne obroke.

**Ključne riječi:** Sigurnost hrane, Kvalitet hrane, Metabolizam hrane

## FOOD SAFETY AND QUALITY - PHYSIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL ASPECTS

### Abstract

In the current conditions of great and radical crisis changes of the twenty-first century, the problem of nutrition of modern man has acquired a new strategic-political dimension. This is the reason why many nations, considering their future in the 21st century, plan to ensure the security and quality of food and food reserves as the most important resource of their existence not only in crisis and war challenges but also in peace. Today, a good solution to this issue is also of great commercial importance. In order to overcome obstacles to good nutrition, new technologies are emerging (not only in the form of projects but also in the form of their sometimes aggressive implementation) for genetic modification of plants and animals used for

<sup>1</sup> Redovni profesor: Medicinski i Fakultet zdravstvenih nauka Evropskog univerzitet "Kallos" - Tuzla i Fakultet za medicine, farmaciju i zdravstvo Evropskog Univerzitet Brčko distrikt.

<sup>2</sup> Regionalni direktor "Moorfields Eye Hospital" za sjeverozapadni London, Specijalista oftalmologije i Okuloplastični hirurg

<sup>3</sup> Doktor medicinskih nauka, Specijalista ginekologije i akušerstva, Asistent Medicinskog fakulteta Univerziteta u Beogradu (KBC GAK )

human consumption, hence the purely chemical production of foodstuffs. This expert statement discusses the problem of nutrition from the biochemical aspect, because the general knowledge of the average person in that field, with its modesty, is in contradiction with the topicality and importance of this problem for the survival of the human species. Good knowledge of the metabolism of food consumed in our body has a preventive effect on the correct decision that food is safe and does not endanger our health.

**Keywords:** Food safety, food quality, Food metabolism

## Uvod

U *uvodnom dijelu* saopštenja ističemo da usložnjavanjem opštih i posebnih problema vezanih za prosperitet ljudske vrste  *pitanje ishrane* postaje sve više centralna tema aktualnih prilika u kojima živimo. Te prilike, čini se, iz godine u godinu eskaliraju u negativnom smislu (otvaranje novih kriznih područja, elementarne nepogode, ekološke opasnosti i sl.). Sve češće se kroz medije a čak i u stručnim saopštenjima pominje  *prijetnju od gladi u globalnoj ljudskoj populaciji*.

*Predmet* ovog rada je opis nekoliko bitnih i ne prečesto u literaturi isticanih ključnih zakonitosti u metaboličkom lancu ljudske ishrane tj. opis principa osnovnih hemijskih procesa u našem organizmu koji omogućavaju da se uzeta hrana razgradi a potom iskoristi da bi naše ćelije preživjele.

*Cilj* rada je da se ukaže na potrebu multidisciplinarnog pristupa pri bilo kojem stručnom apsolviranju problema ishrane te da se pri tome posebno akcentiraju metabolički aspekti varenja i iskoristljivosti konzumirane hrane u cilju zaštite ljudskog zdravlja.<sup>1</sup>

*Za metodološki pristup* izlaganju odabrali smo formu stručnog- naučno- analitičnog eseja.

## **Diskusija nekih osnovnih teorijskih principa metabolizma hrane**

Diskutujući ovaj problem iznjecemo sažet osvrt na tri osnovna ingradijenta čovjekove ishrane: *šećere, bjelančevine i masti koji čine najveći procenat hrane koju svakodnevno uzimamo uz male količine vitamina i minerala*. Navedeni hranjivi sastojci iz crijeva ne mogu se transportovati u krvotok organizma u svom prirodnom obliku nego se uz pomoć enzima procesom hidrolize moraju svariti. Hidroliza (vraćanje jona vode organskim molekulima a u cilju njihove dezintegracije) zajednički je hemijski obrazac i za razlaganje i za sintezu sastavnih komponenti ugljenih hidrata, masti i bjelančevina tj. hrane. Hidroliza molekula tri pomenute supstance u vidu razlaganja na molekule nižeg reda dešava se u želudcu i crijevima. Otud žedj nakon uzimanja obroka. Ovde ističemo da je za održavanje zdravlja uopšte kao i zdrave ishrane konzumiranje dovoljnih količina vode od najveće važnosti. Molekuli pomenute tri supstance sadrže ogromnu količinu energije a njihov nedostatak izaziva nepodnošljiv osjećaj gladi. Kad se ove supstance podvrgnu sagorjevanju u laboratoriji, oksidisane čistim kiseonikom one oslobadjaju svoju veliku energiju ali nekontrolisano tj. odjednom. Tako jedan gram- molekul glikoze oksidacijom oslobodis 686 000 kalorija. Zato se iz glikoze u organizmu kroz proces najprije *glikolize* u citoplazmi ćelija cijepa šestougljениčni molekul glukoze na dva molekula piruvata da bi a potom ovi piruvati kroz složeni proces zvani *Krebsov ciklus* u mitohondrijama „iscrpili“ i iskoristili oko 90% ukupne slobodn energije iz hrane. Medjutim interesantno je da ta energija koja se oslobadja u našem organizmu oksidacijom hrane tj. razgradnjom glikoze do vode i ugljendioksida- tzv. *ukupna slobodna energija u tijelu* – postupno, emituje u separatnim

„porcijama“, shodno konkretnim potrebama. Algoritam potrošnje ovih „paketa energije“ je zakonomjerman i lančan zahvaljujući najprije enzimima. Također se dešava i unutar-tjelesna transformacija energije u različite forme. Pored toplotne energija (43%) organizam izdvaja iz hrane i druge vrste energije (57%): mehaničku (za rad mišića), specifičnu hemijsku energiju za unutarćelijsko fabrikovanje i međusobne reakcije organskih molekula za čiju vještačku sintezu bi inače bili potrebni čitavi industrijski kompleksi. Tu su i posebna energija za tzv. aktivni transport kroz membrane ćelija kontra koncentracijskim gradijentima kao i drugi oblici hemijske energije. Posebno je visoko energetska sinteza hormona i enzima u organizmu kroz niz energetskih endogenih i egzogenih reakcija. Enzimi i hormoni kao vitalne visoko- molekularne supstance obezbjeđuju (svojim stimulativnim- katalitičkim djelovanjem) lančani prenos ukupne *slobodne tjelesne energije* u adekvantnim kvantima za svaku konkretnu hemijsku razmjenu.

### Ugljeni hidrati („šećeri“)

Centralnu ulogu za obezbjeđivanje prijeko potrebne energije za rad, hemijske procese i termperiranje cjelokupnog našeg organizma predstavljala *molekul glikoze* (šećer sa 6 ugljenikovih atoma a pripada grupi jedinjenja koji se nazivaju *ugljeni hidrati*). Može se reći da je metabolizam čitavog našeg organizma u pogledu ishrane „konstruisan“ da šećer (glikoza) svojom razgradnjom na raznim nivoima „sagorjeva“, oslobađajući neposredno potrebnu energiju na kojoj se onda po potrebi razgrađuju masti a u njihovoj deficitarnosti čak i bjelančevine (mršavljenje). Otud izreka da „masti sagorjevaju na vatri ugljenih hidrata“. Znači da se sva hrana koju uzimamo (ugljeni hidrati, bjelančevine i masti) a koja se dnevno pretvara u energiju kroz metabolički lanc razgradnje hrane prvo pretvori u glikozu ili njen dio (piruvat) a onda u tom obliku može da se uključi u stvaranje kalorija iz hrane. Masti i bjelančevine u nedostatku glikoze mogu da se transformišu u glikozu kroz proces poznat pod nazivom *glikoneogeneza*. Tek u obliku tog univerzalnog molekula (glikoze) hrana koju svakodnevno uzimamo može da pristupi sagorjevanju, najprije citoplazmi ćelije (*proces glikolize*) a potom u citoplazmatskoj organeli zvanj „atomska centrala organizma“ tj. u *mitohondrijama*. U citoplazmi svake od oko 200 biliona ćelija<sup>2</sup> u našem organizmu „plivaju“ loptaste ili vlaknaste organele zvane *mitohondrije*. One su prepune specifičnim enzimima. Unutar mitohondrija egzistiraju i enzimatozne globularne strukture nazvane *elementarna tjelašca ili oksizomi*. Oksizomi su prava „fabrika“ koja proizvodi posebne energetske molekule trifosfatne gradje. Ovi molekuli su pravi depoi, „akumulatori“ tj. nosači energije oslobodjene razgradnjom glikoze. Oni imaju po tri fosfatne grupe (pa se govori o *adenozin trifosfatu*, *gvanozin trifosfatu* kao najčešćim nosiocima) od kojih su dvije fosfatne grupe u molekulu vezani visokoenergetskim vezama. Tako jedan jedini molekul adenozin trifosfata odvajanjem jedne fosfatne grupe oslobodi nevjerojatnih 12 000 kalorija. Ovi molekuli se odmah prilivom nove energije koju „upijaju“ navedene visokoenergetske veze ponovo regenerišu i tako ponovo deponuju tih 12 000 kalorija (tj. difosfat prelazi ponovo u trifosfat...) za buduće potrebe. Tako se hrana ne sagorjeva odjednom nego u vidu preciznih kvantnih etapa. Te etape su kao što je predhodno rečeno i algoritamski organizovane u „lance“ aktivnošću enzima.

Sintetički govoreći čitav digestivni i metabolički put šećera uzetog u hrani izgleda ovako:

U svakodnevnoj hrani postoje tri vrste ugljenih hidrata: saharoza- popularno nazvana šećer, laktoza iz mlijeka i skrob. Da bi mogli uspješno da se „upiju“ u krv iz crijeva ove tri vrste ugljenih hidrata se u crijevima procesom vezivanja vode zvanim *hidroliza* razgrađuju iz disaharida u monosaharide a finalno u preko 80% slučajeva u samo jednu vrstu molekula. To je glikoza.<sup>3</sup> U daljim fazama metabolizma uzete hrane molekul glikoze je zajednički imenitelj na koji se svode ne samo uzeti šećeri nego i molekuli masti i bjelančevina. Ukupna, slobodna

energija se deponuje najvećim dijelom trifosfatnom adeninu ili gvanozinu odakle se racionalno, kvantno koristi.

## Masti

*Važnost pravilnog metabolizma masti* je velika u procesu sigurnosti i kvaliteta ishrane. Četiri su vrste masti u našem organizmu (neutralne masti ili trigliceridi, fosfolipidi, holesterol i neke druge ali manje zastupljene vrste). Masti ne samo da svojim složenim „sagorjevanjem“ pružaju organizmu energiju nego obezbjeđuju arhitektoniku tj. stukturu vitalnih histoloških entiteta (kao npr. ćelijskih i jedarnih membrana, termičku izolaciju, mehaničku podršku parenhimnim organima i obavljaju mnoge druge funkcije za naš organizam).

Zato je pogrešno u propisivanju „zdrave ishrane“, posebno u sveprisutnim medijskim dijetama za mršavljenje (vrlo popularnim ali nedovoljno stručno obradjenim) savjetovati apsolutnu zabranu konzumiranja masti.

Posebna *važnost triglicerida* je u obezbjeđenju energije organizma. Taj proces se ukratko govoreći obezbjeđuje na sledeći način.

Nakon unošenja hrane, trigliceridi tj. najveći procenat masti u uobičajenoj ishrani razlaže se u crijevima na monogliceride (glicerin) i masne kiseline (koje su dugački lanci vodonično-ugljeničnih organskih kiselina a najčešće: stearinske i nezasićene oleinske sa po 18 ugljenikovih atoma i palmitinska sa 16 ugljenikovih atoma), Pankreas svojim egzokrinim enzimom zvanim *pankreasna lipaza* vrši tu razgradnju bez koje crijevne ćelije ne mogu da apsorbuju masti i transportuju ih u organizam preko limfotoka. U organizmu se ponovo stvaraju novi, za taj organizam specifični trigliceridi koji se grupišu zajedno sa drugim vrstama apsorbovane masti (holesterol i fosfolipidi) u sitna zrnca zvana *hilomikroni*. Tako inkorporirana u specifičnog nosača kroz limfni sistem mast uzeta u hrani dospjeva u vensku a potom i arterijsku krv koja je transportuje do glavnog odredišta- ćelije. Nakon šezdesetak minuta posle obilnog masnog obroka krvna plazma čovjeka postaje zbog obilja hilomikrona gusta, mutna a po nekad žućkaste boje. U roku od nekoliko sati ova masnoća plazme se složenim biohemijskim mehanizmima odstranjuje pa plazma ponovo postaje bistra a mast završava u citoplazmi masnih ćelija i jetre. Za ovaj proces „odmašćivanja“ u kapilarima jetre i masnog tkiva zaslužan je uglavnom enzim koji se zove *lipoproteinska lipaza*. Proces podrazumjeva ponovno (po treći put) dekomponovanje triglicerida na glicerol i masne kiseline te nakon toga laki ulaz masnih kiselina kroz ćelijske membrane u citoplazmu ćelija masnog tkiva i jetre. U ćeliji se po četvrti put stvaraju trigliceridi (iz ćeliskog glicerola koga obezbjeđuje autohtono u ćeliji enzim *alfa-glicerofosfataza*) i deponuju kao masno tkivo. Ovde dolazi do direktne konekcije metabolizma masti sa metabolizmom šećera tj. glukoze. Naime ako čovjek gladuje pa mu šećer u krvi padne, deficitarni molekuli glukoze tj. „energetskog šćernog goriva“ u svom raspadanju oslobadaju enzim „alfa-glicerolfosfatazu“ koji takodje opada sa molekulima glukoze. Pad ovog enzima u citoplazmi onemogućuje ujedno i pohranjivanje naslaga masnog tkiva u ćelijama (jer nema ćelijskog glicerola) uzrokujući smanjivanje depoa masti u ćeliji. Tada iz citoplazme ćelija masnog tkiva i jetre u krvotok nastaje „upumpavanje“ tzv. *slobodnih masnih kiselina* čiji molekuli vezani za plazmine proteine transportuju mast do „gladnih ćelija“ u kojima „sagorjeva“ umjesto nedostajućeg šećera (glukoze). Ovom procesu „mršavljenja“ pridružuje se još jedan enzim po imenu *hormon senzitivna ćelijska lipaza* koju može aktivirati čisto hormonalni faktor jedne od mnogobrojnih žljezda u našem organizmu (otud gojaznost kod hormonskih disbalansa a posebno estrogena i progesterona). U toku 2-3 minuta polovina *slobodnih masnih kiselina* u plazmi se zamjeni novim pa govorimo o „metaboličkom obrtu slobodnih masnih kiselina“ što je neobičan i interesantan fenomen sam po sebi jer relativno mala količina slobodnih masnih kiselina obezbjeđuje transport skoro svih ostalih masnih



kiselina organizma iz jednog mjesta u drugo. Da nije ove iskoristljivosti molekula masti za energiju umjesto glukoze gladovanje zbog nedostatka hrane ili kod pad šećera u šećernoj bolesti dolazilo bi mnogo ranije do metabolička dekompenzacije i smrti.

Malo je poznato da u *masnim naslagama tj. skladištima masti* u našem organizmu u normalnim okolnostima metabolička aktivnost je enormno živa i dinamična. Tako se masti u masnoj ćeliji obnavljaju svake 2- 3 sedmice što znači da masnoće deponovane danas nisu one koje su deponovane prije mjesec dana.

Takodje je interesantno da kod manjka masti u organizmu ona može u jetri da se sintetiše iz šećera ili bjelančevina što govori o tome da naš organizam za svoje potrebe iz hrane pretavra jednu vrstu hrane u drugu<sup>4</sup> i da je zdrava hrana ona koja sadrži sva tri elementa ishrane( šećer, masti i bjelančevine) u balansu.

Kada se govori o masnoći u ishrani često se pominje *holesterol*. To je supstanca tijesno vezana za metabolizam masti( 70% holesterola u krvi vezano je za lipoproteine plazme) a u organizmu ima niz važnih funkcija. Najčešće se ishrana bogata holesterolom pogrešno proglašava uzrokom arterioskleroze.Pravi uzrok povećanja holesterola u krvi nije povećano uzimanje hrane bogate holesterolom nego ishrana prebogata mastima. Prema tome da bi se koncentracija holesterola skinula dijetom mnogo je važnije smanjiti uzimanje masne hrane nego one hrane koja je oskudna sa samim holesterolom. Dijetalno regulisanje holesterola često uspjeva konzumiranjem takozvanih nezasićenih masnih kiselina( ima ih više u biljnim mastima za razliku od životinjskih). Iako se često dijete formiraju na ovoj spoznaji do sada nije naučno razjašnjen ovaj mehanizam. Holesterol kao što mu i ime kaže je osnova za formiranje žučnih kiselina( ključnih supstanci za varenje hrane) u procentu od 80% a takodje i za formiranje velikog broja srodnih hormona koje luči kora nadbubrežne žlijezde, ovarijum i testisi. Kao nerastvorljiv u vodi kao i masti korisno je njegovo prisustvo u koži jer bi preko kože dnevni gubitak tečnosti umjesto normalnih 300 – 400 ml. bio 5 – 10 litara. Posebna je važna strukturalna uloga fosfolipida i holesterola u arhitekturi membrana i ćelija uopšte. To sve znači da je holesterol kako onaj koji se unosi hranom(tzv. egzogeni)tako i onaj koji se sintetiše u organizmu( tzv. endogeni) važan i koristan za organizam- samo ga ne treba debalansirati prekomjernim unosom masne hrane.

### *Bjelančevine*

Proteini ili bjelančevine u još nesvarenoj hrani egzistiraju u obliku lanaca molekula aminokiselina. Ovdese treba podsjetiti da proteini čine veći dio sastava najčešće veoma atraktivne komponente hrane a to je meso. Zadnjih meseci stručna javnost i štampa izveštavaju u pojavi vještačkog mesa na tržištu što je primjer komercijalne zloupotrebe u proizvodnji hrane. Karakteristike bilo kog tipa proteina određuje vrsta aminokiselina u molekulu proteina kao i njihov redosled. Za varenje bjelančevina u želudcu i crijevima ključnu ulogu ima enzim *pepsin* koji je i sam kao uostalom svi enzimi po hemijskom sastavu bjelančevina. Treba napomenuti da proteini preovladavaju kao „gradjevinski materijal“ u arhitektonici našeg tijela pa postoji u fiziologiji izreka da su oni „cigle“ od kojih je sazidan naš organizam. Otuda savjeti nutricionista da proteini moraju da budu zastupljeni u svakodnevnoj ishrani. Prosječna osoba zadovoljava svoje dnevne potrebe za unosom bjelančevina iznad 30- 55 grama. Ugljeni hidrati i masti su „čuvari proteina“ tj. njihovi molekuli trošeći sebe za proizvodnju energije<sup>6</sup> obezbjeđuju važne funkcije proteina prije svega za njihovu gradivnu ulogusvih naših tkiva a posebno za formiranje najvažnijih supstanci u našem organizmu- enzima. Medjutim kod gladovanja, pošto se potroše ugljeni hidrati i masti „sa prve linije fronta“ zalihe tjelesnih proteina počinju brzo da se troše za proizvodnju energije što dovodi do rapidnog mršavljenja( nekada se tako može

izgubiti i do nekoliko stotina grama proteina dnevno za razliku od normalnog nivoa njihove potrošnje od 30 do 50 grama).

Složeni i veoma važan proces sinteze proteina izlazi iz okvira cilja ovog rada.

Iz svega iznjetog se vidi da „tajna“ bezbjedne i kvalitetne ishrane leži u pravilnom unosu tri osnovne supstance u hrani: šećera, masti i bjelančevina. Pored količinskog omjera svake od ovih materija u ishrani je važno i odsustvo svakog pretjerivanja u količini. Naime *količina hrane* kao što je rečeno precizno određuje nivo unosa energije u organizam pa je važno da odnos unosa i gubitka energije u naše tijelo bude približno isti.<sup>5</sup> Nažalost u svakodnevnom životu i omjer šećera masti i bjelančevina (i uopšte kvalitet hrane- posebno sve popularnije tzv. „brze hrane“) nije u skladu sa fiziološko- metaboličkim principima. Otuda epidemija gojaznosti kod savremenog čovjeka a u vezi toga prava epidemija kardiovaskularnih bolesti kao ubice broj jedan savremenog čovječanstva. Suprotan poremećaj ne tako rijedak kod mlađe populacije je patološka samorestrikcija hrane tj. *anoreksija*.

### *Enzimi*

U toku predhodnog izlaganja više puta je pomenuta ključna uloga enzima u svim metaboličkim procesima pa i u metabolizmu hrane. Enzimi su složeni bjelančevinski konglomerat koji u svom molekulu imaju uvijek atom nekog minerala. Ni jedan hemijski proces u organizmu ne odvija se bez direktne ili indirektno enzimske kontrole a njihova struktura i aktivnost je bitno povezana sa vitaminima. To sugeriše važnost prisustva vitamina u uzetoj hrani. Ovi molekuli su predmet proučavanja posebne biohemijske discipline pod nazivom „Enzimologija“.

### *Vitamini*

Vitamini su organski molekuli od životne važnosti za metabolizam organizma a koju ne mogu proizvoditi ćelije našeg tijela nego se moraju unositi u hrani. Svaki od vitamina obavlja na različitim etapama metabolizma posebnu, precizno definisanu funkciju. U malim količinama (*dozvoljene dnevne doze*) obavljaju pomenute važne funkcije za naše tijelo a u većim količinama (*predoziranje*) neki od njih mogu da izazovu bolesti zvane *hipervitaminoze*.

### *Minerali*

Velika je uloga u našem nutritivnom metabolizmu kao i u metabolizmu našeg tijela uopšte pojedinih minerala a posebno elemenata koji spadaju u prvu grupu Mendeljevog periodnog sistema (natrijum, kalijum ...). Ništa manje nije važno svakodnevno prisustvo minimalnih količina magnezijuma, kalcijuma, fosfora, gvoždja. Ovde dodajmo i činjenicu da postoji grupa tzv. elemenata u tragovima koji iako neznatni po količini u našem tijelu obavljaju izuzetno važne funkcije a unose se hranom. Od njih su tri najvažnija: jod, cink i fosfor.

## ZAKLJUČAK

U zaključku ovog eseja ističemo stav da dosadašnja saznanja o složenosti cjelokupnog metabolizma hrane i metabolizma našeg organizma uopšte ukazuje na logičnu vjerovatnoću da iako znamo mnogo još uvijek ne znamo sve o važnim sastojcima hrane tj. molekulima koji cirkulišu našim organizmom.

Tako postavljen problem ishrane čini vrlo dubioznim kvalitet modernih- prije svega komercionalnih surogata prirodne, organske hrane kojih je sve više u tržišnoj ponudi. Ljudska vrsta ovakva kakva je održala se milenijumima zahvaljujući tzv. prirodnoj hrani iz okruženja. Niko ne može u ovom momentu da tvrdi da u toj hrani u bližoj i daljoj budućnosti neće biti pronadjen razvojem nauke još neki, do tada potpuno nepoznat a bitan molekul poput naprimjer adenozin ili gvanozin trifosfata ili u vidu nekog novog vitamina. U vještačkoj hrani takvi sastojci sigurno ne postoje a možda su od značaja u zaštiti čovjeka od bolesti.

## LITERATURA

1. Gyton AC., Medicinska fiziologija, Savremena administracija- Medicinska knjiga, Beograd, 2005
2. Nikolić RI., Lačković V., TODOROVIĆ V., Osnovna i oralna histologija i embriologija, Datastatus, N.Sad- Niš, 2012
3. Meléndez-Hevia E, Waddell TG, Cascante M (September 1996). "The puzzle of the Krebs citric acid cycle: assembling the pieces of chemically feasible reactions, and opportunism in the design of metabolic pathways during evolution". *Journal of Molecular Evolution*. **43** (3): 293
4. Hotherall JS, Ahmed A (2013). "Metabolic fate of the increased yeast amino Acid uptake subsequent to catabolite derepression". *Journal of Amino Acids*. **2013**
5. Pace NR (January 2001). "The universal nature of biochemistry". *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. **98** (3): 805–
6. Kelleher JK, Bryan BM, Mallet RT, Holleran AL, Murphy AN, Fiskum G (September 1987). "Analysis of tricarboxylic acid-cycle metabolism of hepatoma cells by comparison of  $^{14}\text{CO}_2$  ratios". *The Biochemical Journal*. **246** (3): 633–9

## NUTRITIVNI PROBIR I KLINIČKA PROCJENA MALNUTRICIJE KOD OBOLJELIH OD RAKA: ISKUSTVO S PODRUČJA OSJEČKE REGIJE REPUBLIKE HRVATSKE

### Sažetak

Malnutricija i kaheksija ozbiljne su komplikacije oboljelih od malignih bolesti. Cilj istraživanja je nutritivnim probirom i kliničkom procjenom malnutricije primjenom anketnog upitnika utvrditi prevladavajuću kategoriju pothranjenosti, te potrebu za enteralnom prehranom oboljelih. Od 103 ispitanika oboljelih od raka 80 (77.67%) ispitanika nenamjerno je izgubilo tjelesnu težinu. 12 (15.00%) ispitanika izgubilo je više od 15 kg, 3 (2.91%) glada je uz nemogućnost jedenja, 43 (41.75%) ispitanika oskudno unosi hranu. Prisutnost više simptoma (mučnina, povraćanje, proljev ili anoreksija) ima 11 (10.68% ispitanika). 28 (27.18%) ispitanika pati od teške, a 40 (38.83%) ispitanika od blage radne disfunkcije. Zbog pogoršanja bolesti kod 12 (11.65%) ispitanika prisutna je visoka potreba za enteralnom prehranom. Kod 14 (13.59%) ispitanika postoji ozbiljan gubitak potkožnog masnog tkiva, a kod 14 (13.59%) prisutan je ozbiljan gubitak mišićnog tkiva. 15 (14.56%) ispitanika je teško, a 39 (37.86%) je umjereno pothranjeno. Istraživanje ukazuje na važnost nutritivnog probira, jer kod 31 (29.13%) ispitanika postoji potreba za uvođenjem enteralne prehrane. Upitnik se pokazao kao jednostavna, brza i prihvatljiva metoda probira malnutricije i kaheksije kod oboljelih od malignih bolesti.

**Ključne riječi:** kaheksija, malnutricija, maligne bolesti

## NUTRITIONAL SCREENING AND CLINICAL ASSESSMENT OF MALNUTRITION IN ONCOLOGICAL PATIENTS: RESULTS OBTAINED IN THE REGION OF OSIJEK REPUBLIC OF CROATIA

### Summary

Malnutrition and cachexia are serious complication of patients having malignant disease. The aim of this research is to determine, through nutritional screening and clinical assessment of malnutrition using a survey questionnaire, the predominant category of malnutrition and the need for enteral nutrition in patients from the region of Osijek Republic of Croatia suffering from malignant diseases. Of the 103 cancer respondents, 80 (77.67%) lost weight unintentionally. 12 (15.00%) lost more than 15 kg, 3 (2.91%) are starving and unable to eat, 43 (41.75%) are eating meagerly. 11 (10.68%) reported the presence of more than one symptom (nausea, vomiting, diarrhea or anorexia). 28 (27.18%) and 40 (38.83%) suffer from , respectively, severe and mild work dysfunction. Due to disease exacerbation, in 12 (11.65%)

<sup>1</sup> Sveučilište J.J. Strossmayer Osijek, Fakultet za dentalnu medicinu i zdravstvo Osijek, Hrvatska / University J.J. Strossmayer, Faculty of dental medicine and health, Osijek, Croatia

<sup>2</sup> Klinička bolnica „Sveti Duh“, Zagreb, Hrvatska / University Hospital „Sveti Duh“, Zagreb, Croatia.

<sup>3</sup> Dom zdravlja „Zagreb-Centar“, Zagreb, Hrvatska / Health Center "Zagreb-Centar," Zagreb, Croatia.

respondents a strong need for enteral nutrition has been identified. 14 respondents (13.59%) have experienced severe subcutaneous adipose tissue loss and 14 (13.59%) severe muscle tissue loss. 15 (14.56%) and 39 (37.86%) are, respectively, severely and moderately malnourished. The research highlights the importance of nutritional screening since in the case of 31 (29.13%) respondents there is the need to introduce enteral nutrition. The questionnaire has proven to be a simple, quick and acceptable method for screening malnutrition and cachexia in patients suffering from malignant diseases.

**Key words:** cachexia, malnutrition, malignant diseases.

## Uvod

Prema podacima Registra za rak Republike Hrvatske u Hrvatskoj je 2019. g. dijagnosticirano 25352 novih bolesnika oboljelih od raka, a umrle su 13344 osobe. Stopa incidencije je iznosila 623.6/100000; 687.4/100000 za muškarce i 563.6/100000 za žene. Odnos M:Ž je 53:47. Stope mortaliteta bile su 328.2/100000; odnosno 392.1/100000 (M) i 268.1/100000 (Ž). Odnos M:Ž je 58:42. Pet najčešćih sijela raka čine ukupno 58% novih slučajeva raka u muškaraca: prostata (20%), traheja, bronh i pluća (17%), kolon (9%), rektum, rektosigma i anus (6%) i mokraćni mjehur (5%). Pet najčešćih sijela raka u žena: dojka (25%), traheja, bronh i pluća (9%), kolon (8%), tijelo maternice (7%) i štitnjača (6%), čine 55% novih slučajeva raka u žena. Kolon, rektum, rektosigma i anus zajedno u incidenciji sudjeluju s 16% u muškaraca i 13% u žena (1). Slični podaci o učestalosti pojedinih tipova karcinoma mogu se naći i u podacima koji se odnose na svijet u zemljama sličnog ili komparabilnog društveno-ekonomskog razvitka (2, 3).

Malnutricija i kaheksija su česte kod osoba oboljelih od raka, kod djece, kod osoba starije životne dobi i kod drugih kroničnih bolesti. Malnutricija se definirana kao nutritivni deficit koji svojom prisutnošću negativno djeluju na ishod i trajanje liječenja: na učestalije komplikacije, na dužinu boravka u bolnici, na povećanje troškova liječenja, na smanjenje kvalitete života i na višu stopu mortaliteta, itd. Pri prijemu u bolnicu malnutriciju ima 35%-55% pacijenata, a između 25%-35% bolesnika postaje, tijekom boravka u bolnici, potranjenije. U osoba oboljelih od raka učestalost malnutricije varira od 40% do 80% ovisno i tipu tumora i uznapredovalosti tumorske bolesti i mogućim komorbiditetima. Oko 20% osoba oboljelih od raka umire od malnutricije (4-12).

Kaheksija je multifaktorski sindrom koji je klinički karakteriziran nenamjernim gubitkom tjelesne težine, inicijalno prvenstveno skeletne muskulature, ali i masnog tkiva. Uglavnom je prisutna u kombinaciji s anoreksijom (gubitak apetita). Kaheksija označava gubitak veći od 10% od težine koju je pacijent imao prije bolesti. Kao posljedica kaheksije javlja se slabost, opće loše stanje te je moguć smrtni ishod. Simptome kaheksije ima između 50% i 80% onkoloških bolesnika, a u naprednim fazama bolesti, ovisno o tipu tumora može biti prisutna i u čak 80-90% bolesnika. Uzrok je smrtnosti u oko 20-25% onkoloških bolesnika. Uobičajenom simptomatskom hranidbenom potporom ne uspijeva se korigirati gubitak težine u onkoloških pacijenta s kaheksijom. Međutim, istraživanja pokazuju da je kod pacijenata oboljelih od raka uz redovite kontrole i sa suportivnom nutritivnom prehranom obogaćenom s pripravcima koje farmakološki mogu utjecati na patofiziološke procese koji uvjetuju kaheksiju moguće djelovati na gubljenje težine (4-12).

Stoga je racionalno, a što je dokazano, uvesti ranu prehrabenu evaluaciju pacijenata oboljelih od raka. Indicirano je redovito provoditi probire nutritivnog statusa s ciljem prepoznavanja ranih simptoma malnutricije te eventualnog uključivanja u bolesnika nutritivnu potporu radi sprječavanja daljnjih pogoršanja, kao i negativnog učinka na krajnji ishod bolesti (11-22). U nutritivnom probiru i kliničkoj procjeni malnutricije bolesnika bolesnika Osječke regije upotrijebljeni su upitnici: „Nutritivni probir bolesnika“ (engl. „Malnutrition screening tool“ (MST)) i „Subjektivne globalne ili opće procjene“ (engl. „Subjective global assessment“ (SGA)) (23-26).

## **Cilj rada**

1. Primjenom anketnog upitnika „Nutritivni probir bolesnika“ (MST) učiniti nutritivni probir oboljelih s malignom bolešću.
2. Na temelju anamnestičkih podataka i fizikalnog pregleda utvrditi gubitak tjelesne težine, promjene u dijetalnom unosu, značajne gastrointestinalne simptome, funkcijski status, gubitak potkožnog masnog i mišićnog tkiva, te kliničkom procjenom malnutricije upitnikom „Subjektivne globalne procjene“ (SGA) bodovanjem utvrditi prevladavajuću kategoriju pothranjenosti.
3. Utvrditi potrebu za enteralnom prehranom prilagođenoj potrebama oboljelih koji pate od gubitka tjelesne mase.

## **Metodologija rada i rezultati**

Za potrebe istraživanja korišten je upitnik „Nutritivni probir bolesnika“ (engl. „Malnutrition Screening Tool“ (MST)) i upitnik za „Subjektivnu opću ili globalnu procjenu“, odnosno „Kliničku procjenu malnutricije“ (engl. „Subjective Global Assessment“ (SGA)) (23-26). Navedeni upitnici su naširoko prihvaćeni u svijetu u kliničkoj praksi; prihvaćeni su i u Hrvatskoj od Hrvatskog društva za kliničku prehranu Hrvatskog liječničkog zbora i Hrvatskog onkološkog društva. Hrvatskog liječničkog zbora.

Upitnik za „Nutritivni probir bolesnika“ (MST) se sastoji od tri pitanja sa svrhom nutritivnog probira bolesnika s malignom bolešću, nakon čega se vrši dijagram daljnjih postupaka (ponovni probir, „Subjektivna globalna procjena“ (SGA) ili uvođenje enteralne prehrane). Upitnik za „Subjektivnu opću procjenu“ (SGA) procjenjuje nutritivni status bolesnika oboljelih od malignih bolesti na osnovu anamnestičkih podataka i fizikalnog pregleda. Analizom podataka utvrdit će se stanje uhranjenosti za svakog ispitanika.

Istraživanje anketnim upitnikom su provele patronažne medicinske sestre Doma zdravlja Osijek kod svih oboljelih od raka u domovima bolesnika. Istraživanjem je obuhvaćeno 103 oboljelih od raka na području Doma zdravlja Osijek. Kod 48 (46.60%) muškaraca i 55 (53.53%) žena medijan dobi je 64.96, a raspon 48-77 godina.

Od 103 ispitanika 80 (77.67%) ispitanika je nenamjerno u posljednje vrijeme izgubilo tjelesnu težinu, a 23 (22.33%) njih nije izgubilo na težini. Nenamjeran gubitak tjelesne težine imalo je 77.67% ispitanika, što je statistički značajno ( $Hi-hvadrat=15,902, p<0,05, df=1$ ).

Od 80 ispitanika koji su izgubili na težini 12 (15.00%) ispitanika izgubilo je više od 15 kg, 19 (23.75%) ispitanika izgubilo je 11-15 kg, 24 (30.00%) izgubilo je 6-10 kg, a 25 (31.25%) ispitanika izgubilo je 1-5 kg.

Zbog lošeg teka slabije je jelo 60 (58.25%) ispitanika, dok 43 (41.75%) ispitanika nije slabije jelo.

Nakon provedenog nutritivnog probira s „MST“, kod 30 ispitanika (29.13%) dijagram postupaka nakon provedenog MTS zbroj je bio vrijednosti „4-5“ (gubitak tjelesne težine plus gubitak apetita): potrebno je uvesti enteralnu prehranu. U 37 (35.93%) ispitanika MST zbroj je bio vrijednosti „2-3“: treba provesti kliničku procjenu malnutricije. U 36 (34.95%) ispitanika MST je bio zbroja „0-1“: potreban je ponovni probir (Tablica 1.).

Tablica 1. Nutritivni probir – „Malnutrition screening tool“ (MST).

MTS zbroj	Broj	%	Napomena
5	12	11.65%	potrebno je uvesti enteralnu prehranu
4	18	17.48%	
3	18	17.48%	provesti kliničku procjenu malnutricije
2	19	18.45%	
1	17	16.50%	ponoviti probir
0	19	18.45%	
UKUPNO	103	100%	

Pomoću „Kliničke procjene malnutricije“ (SGA) utvrđeno je da 29 (28.16%) ispitanika pati od gubitka tjelesne težine više od 10%, kod 24 (23.30%) utvrđen je gubitak tjelesne težine 5-10%, a 50 (48.54%) ispitanika nema značajne promjene u tjelesnoj težini (Tablica 2.)

Tablica 2. Promjene u tjelesnoj težini.

	Broj	%
Bez značajne promjene	50	48.54%
5-10% gubitka težine	24	23.30%
Više od 10% gubitka težine ili postojani gubitak težine	29	28.16%
UKUPNO	103	100%

Rezultati procjene dijetalnog unosa su: 3 oboljela (2.91%) gladuju uz nemogućnost jedenja, 43 (41.75%) ispitanika oskudno unosi hranu uz poboljšanje ili granično unosi hranu uz pogoršanje, a 57 (55.34%) ispitanika nema značajnih promjena u dijetalnom unosu hrane (Tablica 3.).



Tablica 3. Promjene u dijetalnom unosu.

	Broj	%
Bez značajne promjene	57	55.34%
Oskudno unošenje hrane uz poboljšanje ili granično unošenje uz pogoršanje	43	41.75%
Gladovanje, nemogućnost jedenja	3	2.91%
UKUPNO	103	100%

Svakodnevnu prisutnost više simptoma (mučnina, povraćanje, proljev ili anoreksija) ima 11 ispitanika (10.68%), 1 do 2 navedena simptoma ima 37 ispitanika (35.92%), a 55 ispitanika (53.40%) nema navedene simptom. (Tablica 4.).

Tablica 4. Svakodnevni simptomi u trajanju više od 2 tjedna.

	Broj	%
Bez simptoma	55	53.40%
1-2 simptoma	37	35.92%
Više od 2 simptoma	11	10.68%
UKUPNO	103	100%

U procjeni radne disfunkcije 28 (27.18%) ispitanika pati od teške radne disfunkcije, 40 (38.83%) ih ima blagu disfunkciju, a 35 ispitanika (33.98%) je bez radne disfunkcije. 66.02% ispitanika ima blagu ili tešku disfunkciju, što je statistički značajno (Hihvadrat = 4,788,  $p < 0,05$ ,  $df=1$ ) (Tablica 5.).

Tablica 5. Funkcijski radni status ispitanika.

	Broj	%
Bez disfunkcije	35	33.98%
Blaga disfunkcija	40	38.83%
Teška disfunkcija	28	27.18%
UKUPNO	103	100%

Kod 23 ispitanika (22.33%) zbog komplikacija bolesti postoje visoki nutritivni zahtjevi, kod 35 ispitanika (33.98%) su niski do umjereni, a kod 45 ispitanika (43.69%) ne postoje. (Tablica 6.).

Tablica 6. Bolest i njezina povezanost s nutritivnim zahtjevom.

Stres	Broj	%
Odsutnost stresa	45	43.69%
Nizak i umjeren	35	33.98%
Visok	23	22.33%
UKUPNO	103	100%

Kod 14 ispitanika (13.59%) postoji ozbiljan gubitak potkožnog masnog tkiva na području m. triceps brachii i prsnog koša, kod 41 (39.81%) nalaz je blago do umjereno promijenjen, a kod 48 (46.60%) nalaz je uredan (Tablica 7.).

Tablica 7. Gubitak potkožnog masnog tkiva (m. triceps brachii, prsni koš).

	Broj	%
Uredan nalaz	48	46.60%
Blago do umjereno promijenjen nalaz	41	39.81%
Ozbiljno promijenjen nalaz	14	13.59%
UKUPNO	103	100%

Kod 14 ispitanika (13.59%) postoji ozbiljan gubitak mišićnog tkiva, kod 38 (36.89%) nalaz je blago do umjereno promijenjen, a kod 51 (49.51%) ispitanika nalaz je uredan (Tablica 8.).

Tablica 8. Gubitak mišićnog tkiva (m. quadriceps femoris, m. deltoideus).

	Broj	%
Uredan nalaz	51	49.51%
Blago do umjereno promijenjen nalaz	38	36.89%
Ozbiljno promijenjen nalaz	14	13.59%
UKUPNO	103	100%

Na temelju dobivenih rezultata utvrđeno je da je 15 (14,56%) ispitanika teško pothranjeno (SGA „C“), a 39 (37,86%) umjereno pothranjeno (SGA „B“), dok je 49 (47,57%) ispitanika normalno uhranjena (SGA „A“) (Tablica 9.).

Tablica 9. Prevladavajuća kategorija „SGA“ bodovanja

	Broj	%
Normalna uhranjenost (A)	49	47.57%
Umjerena pothranjenost (B)	39	37.86%
Teška pothranjenost (C)	15	14.56%
UKUPNO	103	100%

## Rasprava

Rezultati istraživanja pokazuju da je od 103 ispitanika 80 ispitanika (69.23%) nenamjerno izgubilo tjelesnu masu. 31 ispitanika (38.75%) izgubilo je više od 10 kilograma, u odnosu na jedno istraživanje u kojem je svega 6,5% pacijenata izgubilo preko 10 kg (primjenjen PG-SGA test) (27). U jednom drugom istraživanju provedenom u Norveškoj 82% onkoloških bolesnika (uznapredovali stadij) je izgubilo nenamjerno kilograme, od čega čak 63.15% preko 10 kg (28). Gubitak težine veći od 10% povezan je s većim rizikom pobola i smrtnosti (3). Može se reći da je u ovih pacijenata potrebno redovito mjerenje tjelesne težine (28).

Rezultati našeg istraživanja također pokazuju da je od 103 ispitanika njih 60 (58.25%) slabo jelo zbog lošeg apetita. Ukupan broj bolesnika u ovom istraživanju, koji imaju promjene u dijetalnom unosu, odnosno problem s jedenjem je 44.66% (od čega 2.91% gladuje, odnosno ne može uopće jesti, 41.75% bolesnika može oskudno unositi hranu), u odnosu na neka slična istraživanja gdje je poteškoće s jedenjem navelo 48% - 72% ispitanika (27, 29, 30). Pojedini autori navode kako je osnovni problem u 42.2% onkoloških bolesnika anoreksija (27).

Kod 12 (11.65%) nakon nutritivnog probira s upitnikom „Nutritivnog probira bolesnika (MST), MST zbroj je iznosio „5“, kod 18 ispitanika (17.48%) a MTS zbog vrijednosti „4“ je bio u 19 (18.45%) bolesnika što prema dijagramu postupka znači potrebu za uvođenjem enteralne prehrane i savjetovanjem o prehrani. Tako je u našem istraživanju je na temelju metode subjektivne „Općenite procjene nutritivnog statusa“ (SGA) 54 (52.42%) ispitanika pothranjeno, 39 bolesnika (37.86%) je umjereno (SGA „B“), a 15 (14.56%) ispitanika teško pothranjeno (SGA „C“). Ovi podaci ukazuju na nedovoljnu primjenu Hrvatskih i drugih smjernica za liječenje tumorske kaheksije (11, 12, 18, 19).

Naši rezultati se poklapaju sa sličnim istraživanjima koje je proveo Segara i sur., 2005, a gdje je 52% ispitanika u bilo pothranjeno (40.4% umjereno i 11.8% jako), dok je Bauer utvrdio da je 75% bolesnika (59% umjereno i 17% jako) pothranjeno (27, 29). Montoya i sur. (2010) su pomoću SGA upitnika proveli istraživanje u jednoj bolnici na Filipinima, i utvrdili da je ukupno 47.7% onkoloških bolesnika pothranjeno (43.2% umjereno i 4.5% jako) (31).

Nutritivni status značajno korelira s parametrima koji određuju kvalitetu života (psihofizičko funkcioniranje – izvedbeni status, kao i s socijalnim i duhovnim aspektima).

(32). U pacijenata s lošijim nutritivnim statusom kvaliteta života je posljedično smanjena (30). Zanimljiv je podatak kojeg navodi Segura u svom istraživanju: 52% pacijenata je umjereno ili teško pothranjeno, ali 97,6% bolesnika treba neki od oblika prehrabene intervencije odnosno preporuka (27). Onkološke pacijente je potrebno educirati, nužno je ponuditi im više informacija i savjeta o prehrani (11, 12, 18, 19).

Pojedine studije pokazuju da prehrabene intervencije poboljšavaju nutritivni status pacijenata (11, 12, 18, 19, 30). Naše istraživanje zbog visoke zastupljenosti malnutricije i kaheksije kod oboljelih od malignih bolesti koji se liječe u svojim domovima ukazuje na nužnost uvođenja enteralne prehrane u svim slučajevima s dokazanom malnutricijom i kaheksijom. Koju vrstu nutritijske potpore, i u kojem opsegu, će se primijeniti ovisi o uhranjenosti samoga pacijenta (SGA kategorija), o daljnjim terapijskim i dijagnostičkim postupcima te o planiranom trajanju liječenja (11, 12, 18, 19, 30, 33). Istraživanje provedeno na bolesnicima s rakom gušterače, pokazuje kako se nutritivnom i farmakološkom podrškom privremeno usporava gubljenje težine i poboljšava apetit (34, 5-12).

U ovom istraživanju svakodnevnu prisutnost više simptoma (mučnina, povraćanje, dijareju ili anoreksija) u trajanju dužem od dva tjedna ima 11 ispitanika (10.68%). Ovaj podatak je bitan jer se zastupljenost navedenih gastrointestinalnih simptoma prisutnih u vremenskom periodu dužem od 2 tjedna smatra značajnim (33). Pereira Borges i sur., 2009 navode rezultate za jednu brazilsku bolnicu gdje je 70% onkoloških bolesnika imalo gastrointestinalne simptome (35). Osobe oboljele od raka imaju u prosijeku oko 11 simptoma (36). Liječenje simptoma može biti jedna od mogućnosti preveniranja pothranjenost (5-12).

## **Zaključci**

1. Na temelju rezultata upitnika za nutritivni probir (MST) i kliničku procjenu malnutricije kod bolesnika s malignom bolešću 39 (37.86%) ispitanika umjereno je pothranjeno (SGA „B“), a 15 (14.56%) teško pothranjeno (SGA „C“).
2. Istraživanje ukazuje na važnost ranog nutritivnog probira i kliničke procjene malnutricije bolesnika s malignom bolešću, jer kod 31 (29.13%) ispitanika postoji potreba za uvođenjem enteralne prehrane.
3. Upitnik o nutritivnom probiru (MST) i kliničkoj procjeni malnutricije (SGA) pokazao se je kao jednostavna, brza i prihvatljiva metoda probira malnutricije i kaheksije kod oboljelih od malignih bolesti s ciljem što ranijeg uvođenja enteralne prehrane, poboljšanja kvalitete života i preživljenja.

## Literatura:

1. Hrvatski zavod za javno zdravstvo. Registar za rak. Incidencija raka u Hrvatskoj 2019. Zagreb 2021. Bilten br. 44. / Croatian institute of public health. Croatian national cancer registry, 2019. Cancer incidence in Croatia. Zagreb 2021. Bulletin No. 44. [https://www.hzjz.hr/wp-content/uploads/2021/12/Bilten\\_2019.pdf](https://www.hzjz.hr/wp-content/uploads/2021/12/Bilten_2019.pdf)
2. Sung H, Ferlay J, Siegel RL, Laversanne M, Soerjomataram I, Jemal A, Bray F. Global cancer statistics 2020: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. *CA Cancer J Clin.* 2021 May;71(3):209-249. doi: 10.3322/caac.21660. PMID: 33538338.
3. Global Burden of Disease 2019 Cancer Collaboration, Kocarnik JM, Compton K, Dean FE et al. Cancer incidence, mortality, years of life lost, years lived with disability, and disability-adjusted life years for 29 cancer groups from 2010 to 2019: a systematic analysis for the global burden of disease study 2019. *JAMA Oncol.* 2021 Dec 30:e216987. doi: 10.1001/jamaoncol.2021.6987. PMCID: PMC8719276.
4. Argilés JM, Stemmler B, López-Soriano FJ, Busquets S. Inter-tissue communication in cancer cachexia. *Nat Rev Endocrinol.* 2018 Dec;15(1):9-20. doi: 10.1038/s41574-018-0123-0. PMID: 30464312.
5. Baba MR, Buch SA. Revisiting cancer cachexia: pathogenesis, diagnosis, and current treatment approaches. *Asia Pac J Oncol Nurs.* 2021 Aug 27;8(5):508-518. doi: 10.4103/apjon.apjon-2126. PMID: 34527780; PMCID: PMC8420916.
6. Baracos VE, Martin L, Korc M, Guttridge DC, Fearon KCH. Cancer-associated cachexia. *Nat Rev Dis Primers.* 2018 Jan 18;4:17105. doi: 10.1038/nrdp.2017.105. PMID: 29345251.
7. Hilmi M, Jouinot A, Burns R, et al. Body composition and sarcopenia: The next-generation of personalized oncology and pharmacology? *Pharmacol Ther.* 2019 Apr;196:135-159. doi: 10.1016/j.pharmthera.2018.12.003. PMID: 30521882.
8. Jensen GL, Cederholm T. The malnutrition overlap syndromes of cachexia and sarcopenia: a malnutrition conundrum. *Am J Clin Nutr.* 2018 Dec 1;108(6):1157-1158. doi: 10.1093/ajcn/nqy314. PMID: 30541095.
9. Advani SM, Advani PG, VonVille HM, Jafri SH. Pharmacological management of cachexia in adult cancer patients: a systematic review of clinical trials. *BMC Cancer.* 2018 Nov 27;18(1):1174. doi: 10.1186/s12885-018-5080-4. PMID: 30482179; PMCID: PMC6260745.
10. Sadeghi M, Keshavarz-Fathi M, Baracos V, Arends J, Mahmoudi M, Rezaei N. Cancer cachexia: diagnosis, assessment, and treatment. *Crit Rev Oncol Hematol.* 2018 Jul;127:91-104. doi: 10.1016/j.critrevonc.2018.05.006. Epub 2018 May 31. PMID: 29891116.
11. Arends J, Strasser F, Gonella S, et al.; ESMO Guidelines Committee. Electronic address: [clinicalguidelines@esmo.org](mailto:clinicalguidelines@esmo.org). Cancer cachexia in adult patients: ESMO Clinical Practice

- Guidelines ☆. *ESMO Open*. 2021 Jun;6(3):100092. doi: 10.1016/j.esmoop.2021.100092. PMID: 34144781; PMCID: PMC8233663.
12. Muscaritoli M, Arends J, Bachmann P, et al. ESPEN practical guideline: Clinical Nutrition in cancer. *Clin Nutr*. 2021 May;40(5):2898-2913. doi: 10.1016/j.clnu.2021.02.005. PMID: 33946039.
13. Kaegi-Braun N, Schuetz P, Mueller B, Kutz A. Association of nutritional support with clinical outcomes in malnourished cancer patients: a population-based matched cohort study. *Front Nutr*. 2021 Mar 10;7:603370. doi: 10.3389/fnut.2020.603370. PMID: 33777987; PMCID: PMC7987808.
14. Kristensen MB, Wessel I, Ustrup KS, Dieperink KB, Zwisler AD, Beck AM. Nutrition screening and assessment tools for patients with cancer and survivors of cancer: a systematic review protocol. *BMJ Open*. 2020 Oct 1;10(10):e037844. doi: 10.1136/bmjopen-2020-037844. PMID: 33004394; PMCID: PMC7534678.
15. Mendes NP, Barros TA, Rosa COB, Franceschini SDCC. Nutritional screening tools used and validated for cancer patients: a systematic review. *Nutr Cancer*. 2019;71(6):898-907. doi: 10.1080/01635581.2019.1595045. Epub 2019 Apr 29. PMID: 31033348.
16. Reber E, Schönenberger KA, Vasiloglou MF, Stanga Z. Nutritional risk screening in cancer patients: the first step toward better clinical outcome. *Front Nutr*. 2021 Apr 7;8:603936. doi: 10.3389/fnut.2021.603936. PMID: 33898493; PMCID: PMC8058175.
17. Yaxley A, Knowles RK, Doeltgen SH, Chamberlain DJ, Damarell RA, Miller MD. Indicators of nutritional risk in hospital inpatients: a narrative review. *J Nutr Sci*. 2021 Dec 10;10:e104. doi: 10.1017/jns.2021.86. PMID: 35059185; PMCID: PMC8727709.
18. Krznarić Ž, Juretić A, Domislović V, Barisić A, Kekez D, Vranesic Bender D. Ten years of Croatian national guidelines for use of eicosapentaenoic acid and megestrol acetate in cancer cachexia syndrome - Evaluation of awareness and implementation among Croatian oncologists. *Clin Nutr ESPEN*. 2019 Oct;33:202-206. doi: 10.1016/j.clnesp.2019.05.013. Epub 2019 Jun 7. PMID: 31451262.
19. Krznarić Z, Juretić A, Samija M, Dintinjana RD, Vrdoljak E, Samarzija M, Kolacek S, Vrbanec D, Prgomet D, Ivkić M, Zelić M; Croatian Society of Parenteral and Enteral Nutrition, Croatian Society of Oncology, Croatian society of Medical Oncology, Croatia Medical Association. Hrvatske smjernice za primjenu eikozapentaenske kiseline I megestrol-acetata u sindromu tumorske kaheksije [Croatian guidelines for use of eicosapentaenoic acid and megestrol acetate in cancer cachexia syndrome]. *Lijec Vjesn*. 2007 Dec;129(12):381-6. Croatian. PMID: 18383739.
20. Juretić A, Vegar V, Predrijevac D, Pavlica V, Dosen D, Sustić A, Perić M, Teskera D, Valentini L, Schimetta W. Nutritional screening of patients undergoing surgery or oncological treatment in four Croatian hospitals. *Croat Med J*. 2004 Apr;45(2):181-7. PMID: 15103756.

21. Ebling B, Brumnić V, Rendić-Miocević Z, Gmajnić R, Pribić S, Juretić A, Ebling Z, Muha I. Assessment of nutritional status in cancer patients in Osijek health area center. *Coll Antropol.* 2014 Mar;38(1):105-10. PMID: 24851602.
22. Ferguson M, Capra S, Bauer J, Banks M. Development of a valid and reliable malnutrition screening tool for adult acute hospital patients. *Nutrition.* 1999 Jun;15(6):458-64. doi: 10.1016/s0899-9007(99)00084-2. PMID: 10378201.
23. Detsky AS, McLaughlin JR, Baker JP, Johnston N, Whittaker S, Mendelson RA, Jeejeebhoy KN. What is subjective global assessment of nutritional status? 1987. Classical article. *Nutr Hosp.* 2008 Jul-Aug;23(4):400-7. PMID: 18702178.
24. Miller J, Wells L, Nwulu U, Currow D, Johnson MJ, Skipworth RJE. Validated screening tools for the assessment of cachexia, sarcopenia, and malnutrition: a systematic review. *Am J Clin Nutr.* 2018 Dec 1;108(6):1196-1208. doi: 10.1093/ajcn/nqy244. PMID: 30541096.
25. Duerksen DR, Laporte M, Jeejeebhoy K. Evaluation of Nutrition Status Using the Subjective Global Assessment: Malnutrition, Cachexia, and Sarcopenia. *Nutr Clin Pract.* 2021 Oct;36(5):942-956. doi: 10.1002/ncp.10613. Epub 2020 Dec 29. PMID: 33373482.
26. Meza-Valderrama D, Marco E, Dávalos-Yerovi V, et al. sarcopenia, malnutrition, and cachexia: adapting definitions and terminology of nutritional disorders in older people with cancer. *Nutrients.* 2021 Feb 26;13(3):761. doi: 10.3390/nu13030761. PMID: 33652812; PMCID: PMC7996854.
27. Segura A, Pardo J, Jara C, et al. An epidemiological evaluation of the prevalence of malnutrition in Spanish patients with locally advanced or metastatic cancer. *Clin Nutr.* 2005 Oct;24(5):801-14. doi: 10.1016/j.clnu.2005.05.001. PMID: 15993517.
28. Thoresen L, Fjeldstad I, Krogstad K, Kaasa S, Falkmer UG. Nutritional status of patients with advanced cancer: the value of using the subjective global assessment of nutritional status as a screening tool. *Palliat Med.* 2002 Jan;16(1):33-42. doi: 10.1191/0269216302pm486oa. PMID: 11963449.
29. Bauer J, Capra S, Ferguson M. Use of the scored Patient-Generated Subjective Global Assessment (PG-SGA) as a nutrition assessment tool in patients with cancer. *Eur J Clin Nutr.* 2002 Aug;56(8):779-85. doi: 10.1038/sj.ejcn.1601412. PMID: 12122555.
30. Isenring E, Cross G, Kellett E, Koczwara B, Daniels L. Nutritional status and information needs of medical oncology patients receiving treatment at an Australian public hospital. *Nutr Cancer.* 2010;62(2):220-8. doi: 10.1080/01635580903305276. PMID: 20099196.
31. Montoya JE, Domingo F Jr, Luna CA, et al. Nutritional status of cancer patients admitted for chemotherapy at the National Kidney and Transplant Institute. *Singapore Med J.* 2010 Nov;51(11):860-4. PMID: 21140112.

32. Shahmoradi N, Kandiah M, Peng LS. Impact of nutritional status on the quality of life of advanced cancer patients in hospice home care. *Asian Pac J Cancer Prev*. 2009;10(6):1003-09. PMID: 20192573.
33. Vranesić Bender D, Krznarić Z, Colić Barić I. Assessment of nutritional status of gastroenterology patients in Croatia. *Coll Antropol*. 2010 Dec;34(4):1329-34. PMID: 21874717.
34. Gilliland TM, Villafane-Ferriol N, Shah KP, et al. Nutritional and metabolic derangements in pancreatic cancer and pancreatic resection. *Nutrients*. 2017 Mar 7;9(3):243. doi: 10.3390/nu9030243. PMID: 28272344; PMCID: PMC5372906.
35. Pereira Borges N, D'Alegria Silva B, Cohen C, Portari Filho PE, Medeiros FJ. Comparison of the nutritional diagnosis, obtained through different methods and indicators, in patients with cancer. *Nutr Hosp*. 2009 Jan-Feb;24(1):51-5. PMID: 19266113.
36. Higginson IJ, Costantini M. Dying with cancer, living well with advanced cancer. *Eur J Cancer*. 2008 Jul;44(10):1414-24. doi: 10.1016/j.ejca.2008.02.024. Epub 2008 Mar 14. PMID: 18342501.



## ZDRAVSTVENI ASPEKTI DEZINFEKCIJE NA BAZI HLORA I VIŠESTEPENE OKSIDACIJE U OBRADI VODE ZA PREHRAMBENU INDUSTRIJU

### Sažetak

Osnovni cilj predmetnog rada je da odgovori sve oštrijim zahtjevima za kvalitetom pitke vode, odnosno vode za piće i prehrambenu industriju. Konvencionalne tehnologije ne mogu da ispune takve zahtjeve, kako sa fizičko-hemijskog, tako i sa mikrobiološkog aspekta. Kroz višegodišnja pilot istraživanja na primjeni nove tehnologije dezinfekcije vode za prehrambenu industriju, utvrđeno je da se postižu značajni efekti smanjenja, kako organskih tako i neorganskih materija i mikrobioloških zagađenja. Odabirom odgovarajućih uslova tretmana postiže se da i nakon hlorisanja u postupku dezinfekcije, voda zadovoljava kriterijume kvaliteta vode za piće, sa aspekta sadržaja trihalometana i halosirćetnih kiselina.

**Ključne riječi:** voda, dezinfekcioni nusproizvodi, prehrambena industrija, rastvorena organska materija.

### Abstract

The aim goal of this research work is to answer to more and more strict demands for quality of drinking water, i. e. water in food industry. The conventional technologies are not able to fulfill such a demands, as from physical and chemical aspect, so as from microbiological aspect. Through more years of pilot research work in the application of new water disinfection technology in food industry, it is confirmed that oxidation in oxidation – filter with duplicated grid obtains significant effects in decrease of as organic, so as inorganic, so as inorganic substances and microbiological pollutions. Selection of adequate treatment conditions provides that after chlorination in disinfection process water satisfies drinking water quality criteria, in terms of trihalomethanes and haloacetic acids.

**Key words:** water disinfection by-products, food industry, dissolved organic matter.

### UVOD

Obezbjedivanje kvalitetne vode za piće i prehrambenu industriju danas predstavlja, jedan od velikih problema u svijetu, koji privlači pažnju stručnjaka usljed sve veće potrebe za kvalitetnom vodom za ove namjene, kao i zbog sve zagađenijih resursa. Cilj procesa pripreme vode za piće i prehrambenu industriju predstavlja dobijanje hemijski i biološki ispravne vode, odnosno vode čiji je kvalitet u određenim granicama definisan propisima.

<sup>1</sup> Vanredni profesor TFT Tuzla

<sup>2</sup> Redovni profesor Evropskog univerziteta "Kallos" Tuzla

<sup>3</sup> Vanredni profesor Evropskog univerziteta "Kallos" Tuzla

Neke supstance koje se pojavljuju u vodi za piće i prehrambenoj industriji imaju uticaja na zdravlje ukoliko im je organizam izložen tokom više godina. Izlaganje organizma može poteći od ingestije pijaaće vode, inhalacije i dermalne ekspozicije.

Epidemiološke studije ukazuju na povezanost između ekspozicije sporednim proizvodima oksidacije i ishoda po zdravlje kao što su kancer bešike, rectuma i različitih reproduktivnih poremećaja kao što su spontani abortus, mala težina novorođenčadi i različiti razvojni defekti, kako kod životinja tako i kod čovjeka. Sa povećanim sadržajem sporednih proizvoda oksidacije povezan je i kancer nekih drugih vitalnih organa kao što su mozak, bubrezi i pankreas. Epidemiološke studije pokazuju da su glavne grupe oksidacionih nusproizvoda koje povećavaju rizik od nekih oblika kancera trihalometani i halosirćetne kiseline.

## **1. PRIRODNE ORGANSKE MATERIJE U VODI (POM)**

Prirodne organske materije (POM) su veoma rasprostranjene u prirodnom okruženju i mogu se naći u vodi, zemljištu i sedimentu. Organske materije prirodnog porijekla se u vodama nalaze u rastvorenom obliku, obliku koloida ili nerastvorenih čvrstih materija. Čvrsta organska materija podrazumijeva bakterije, plankton i minerale obložene organskim materijama. Rastvorena organska materija i POM u obliku koloida čine dominantnu frakciju organske materije u prirodnim vodama i prevashodno su prisutne u obliku neživih molekula i makromolekula kao što su huminske materije, lignini, tanini, ugljeni hidrati, aminokiseline, proteini, masne kiseline. Najveći procentualni udio u prirodnim organskim materijama imaju huminske materije, 80-95% dok 5-20% čine ugljeni hidrati, proteini, masne kiseline, fenoli, steroli, ugljovodonici, urea, porfirini i ostala organska jedinjenja.

### **1.2. NUSPRODUKTI DEZINFEKCIJE VODE**

Hemijska dezinfekcija tokom procesa pripreme vode za piće vodi formiranju dezinfekcionih nusproizvoda, od kojih su mnogi nepoželjni zbog njihove potencijalne hronične toksičnosti. Nusproizvodi dezinfekcije nastaju kao proizvodi oksidacije komponenata sadržanih u vodi.

Vrsta nastalih dezinfekcionih nusproizvoda zavisi, prije svega, od vrste primijenjenog dezinfekcionog sredstva, a zatim od parametara kvaliteta vode, (tipa i koncentracije prirodnih organskih materija, pH, temperature, koncentracije organskog azota i dr.), kao i operativnih uslova doza dezinfekcionog sredstva i vremena kontakta, primijenjenih kako bi se postigla efikasna dezinfekcija i obezbijedili zahtjevi za postizanjem rezidualnih koncentracija dezinfekcionih sredstava.

Najvažnije grupe dezinfekcionih nusproizvoda, kao i njihovi tipični predstavnici, koji nastaju pri dezinfekciji vode primjenom četiri uobičajena dezinfekciona sredstva (hlor, ozon, hlordioksid, i hloramini), prikazani su u tabeli 1.

**Tabela 1. Važne grupe dezinfekcionih nusproizvoda nastalih primjenom različitih dezinfekcionih sredstava**

Klasa dezinfekcionih sredstava	Tipični Predstavnici	Hlor	Ozon	Hlor-Dioksid	Hloramin
Trihalometani	Hloroform	+ <sup>1</sup>	2		+ <sup>2</sup>
	Bromdihlormetan				
	dibromhlormetan				
	bromoform				
Drugi haloalkani		+			
Haloalkani		+			
Halosirćetne kiseline	Dihlorsirćetna Kiselina	+			+
Haloaromatične Kiseline	Trihlorosirćetna Kiselina	+			
Druge halomonokarbonske kiseline		+			
Nezasićene halokarboksilne kiseline		+			+
Halodikarboksilne kiseline		+			+
Halotrikarboksilne kiseline		+			+
MX i analozi		+			
Drugi halofuranoni		+		+	+
Haloketoni		+	+	+	
Haloacetonitril	Hloracetonitril	+	+		
Drugi halonitrili	Hlor- cijan	+			+
Haloaldehidi	Hlor-hidrat	+			+
Haloalkoholi	2 – hlorfenol	+			+
Fenoli	Hlorpikrin	+	+		
Halonitrometani	Brompikrin	+			
Neorganska jedinjenja	Bromat, hipobromit hlorit, hlorat		+	+	
1 Ako se pored četiri regulisana trihalometana (hloroform, bromdihlormetan, dibromhlormetan, bromoform) uvrsta i jodometani, biće ukupno 9 jedinjenja. 2. Bromoform nastaje ako su prisutni bromidni joni.					

Ovi nusproizvodi predstavljaju samo mali dio proizvoda koji nastaju u procesu dezinfekcije vode. Veliki dio tih jedinjenja još uvojek nije identifikovan, a samim tim nisu poznati ni efekti na zdravlje. Najvažniji nusproizvodi hlorisanja su organohalogeni jedinjenja, kao što su trihalometani, hlorovane alifatične kiseline i haloacetonitrili.

### 1.3. EFEKTI NUSPROIZVODA NA ZDRAVLJE

Kako je u posljednjih trideset godina detektovan veliki broj dezinfekcionih nusproizvoda, bilo je teško fokusirati se na toksikološki aspekt svakog od njih, već je pažnja istraživača najčešće bila usmjerena na trihalometane, halosirćetne kiseline, bromat, hlorit, hlorpikrin, hloralhidrat i dihloracetonitril, odnosno one dezinfekcione nusproizvode koji su zakonom regulisani i koji se

rutinski mjere. U tabeli 2. dat je pregled zakonski regulisanih dezinfekcionih nusproizvoda, kao i poređenje njihovih maksimalno dozvoljenih koncentracija (MDK) prema Direktivama EU.

**Tabela 2. Poređenje vrijednosti za maksimalno dozvoljene koncentracije dezinfekcionih nusproizvoda ( µg/l) u Direktivama**

Jedinjenje	Directive EU	Smjernice SZO	US EPA
Ukupni trihalometani	100		80 <sup>2</sup>
Hloroform		200	
Bromdihlormetan		60	
Dibromhlormetan		100	
Bromoform		100	
Halosirćetne kiseline			
-dihlorsirćetna kiselina		50 <sup>P</sup>	
Trihlorsirćetna kiselina		100 <sup>P</sup>	60 <sup>3,4</sup>
Bromat		25 <sup>P</sup>	
Hlorat		200 <sup>P</sup>	10 <sup>4</sup>
Hloral-hidrat (trihloroacetaldehid)	10 <sup>1</sup>	10 <sup>P</sup>	
Halogenovani acetoni-trili			
-dihloroacetonitril		90 <sup>P</sup>	
-dibromoacetonitril		100 <sup>P</sup>	
-trihloroacetonitril		1 <sup>P</sup>	
		70	
Hlorocian (kao CN)			
2,4,6-trihlorofenol		200	
Formaldehid		900	
<p>1 Gdje je moguće, ali bez uticaja na efekat dezinfekcije, zemlje članice EU bi trebale postići i nižu vrijednost.</p> <p>2 Ukupni trihalometani predstavljaju sumu koncentracija četiri jedinjenja: hloroforma, bromoforma, bromdihlormetana i dibromhlormetana. U SAD su regulisani od 1979. g; ali su njihove MDK nedavno snižene sa 100 na 80 µg/l, u skladu sa prvom fazom, dezinfekciono sredstvo / dezinfekcioni nusproizvodi, pravila</p> <p>3 Zbir pet halosirćetnih kiselina : monohlor -; dihlor-; trihlor-; monobrom - ; i dibromsirćetne kiseline.</p> <p>4 Po prvi put su regulisani u SAD u u okviru Prve faze D/DBP pravila .</p> <p>P Preporučena vrijednost.</p>			

Zdravstveni efekti pojedinih dezinfekcionih nusproizvoda su procijejeni na osnovu epidemioloških i/ili toksikoloških studija, sprovedenih na laboratorijskim životinjama. U Tabeli 3. je predstavljena klasifikacija odabranih dezinfekcionih nusproizvoda.

**Tabela 3. Dostupne toksikološke informacije o pojedinim dezinfekcionim nusproizvodima i dezinfekcionim sredstvima**

Klasa dezinfekcionih nusproizvoda	Predstavnik	Klasa 1	Negativni efekti
Trihalometani	Hloroform	B2	Tumor, jetra, bubrezi, reprodukcija
	Bromdihlormetan	B2	Tumor, jetra bubrezi, reprodukcija
	Dibromhlormetan	C	Nervni sistem, jetra, bubrezi, reprodukcija
	Bromoform	B2	Tumor, nervni system, jetra, bubrezi
Halosirćetna kiselina	Dihlorsirćetna kiselina	B2	Tumor, reprodukcija, rast
	Trihalosirćetna kiselina	C	Jetra, bubrezi, slezina, rast
Haloacetonitrili	Dihloracetonitril	C	
	Trihloracetonitril	C	Tumor, mutageno dejstvo
Halofenoli	2 – hlorfenol	D	Tumor promotor
	2,4-dihlorfenol	D	
	2,4,6-trihlorfenol	B2	
Haloaldehid	Hloral-hisrat	C	Nervni system, bubrezi, jetra
Grupa A	Humani kancerogen (ako ima dovoljno dokaza u epidemiološkim studijama o povezanostima izloženosti i pojavi tumora)		
Grupa B	Vjerovatni humani kancerogen ( ograničeni dokazi u epidemiološkim studijama - grupa B1, i/ili dovoljno dokaza iz studija izvedenih na laboratorijskim životinjama - grupa B2.		
Grupa C	Mogući humani kancerogen (ograničeni dokazi iz studija na laboratorijskim životinjama i neadekvatni ili nepostojeći podaci o zdravstvenom efektu na ljude).		
Grupa D	Ne može se klasifikovati (neadekvatni ili nepostojeći toksikološki i epdemiološki podaci).		
Grupa E	Bez dokaza o izazivanju tumora kod ljudi (bez dokaza o izazivanju tumora u najmanje u dva adekvatna testa na različitim vrstama laboratorijskih životinja ili neadekvatni epidemiološki i toksikološki podaci),		

Na osnovu svega navedenog, može se zaključiti da najčešće primjenjivana dezinfekciona sredstava, kao što su hlor, kombinovani hlor, hlordioksid, i ozon, tokom procesa dezinfekcije vode formiraju niz neželjenih produkata, koji, do sada prikupljenim podacima imaju sličnu vjerovatnoću štetnog djelovanja na čovjeka.

Činjenica da je dosadašnjim ispitivanjima identifikovan samo mali dio od moguće formiranih nusproizvoda dezinfekcije, od koji su samo pojedini i toksikološki ispitivani, uz narastajući

problem zagađenja voda, ukazuje na neophodnost sprovođenja intenzivnih, kako toksikoloških, tako i tehnoloških istraživanja na polju pripreme vode za piće i iznalaženja alternativnih dezinfekcionih sredstava kojima bi se minimiziralo formiranje dezinfekcionih nusproizvoda.

## **2. PRISTUP PROBLEMU I METODE RADA**

Literaturni podaci navode na postojanje brojnih ograničenja u konvencionalnim tehnologijama izdvajanja ovih elemenata, u smislu neefikasnosti postupaka.

Dalje, vrlo je aktualna i u teorijskom dijelu opisana problematika odnosi se na nusprodukte dezinfekcije vode, koji predstavljaju negativne posljedice upotrebe konvencionalnih dezinfekcionih sredstava (hlorni preparati i ozon), u postupku dezinfekcije vode.

Prethodno navedene činjenice upućuju na neophodnost multimetodološkog pristupa u rješavanju složene problematike. Multimetodološki pristup znači kombinovanje i primjenu više zasebnih metoda, kako bi smo njihovim povezivanjem i objedinjavanjem došli do jedne cjelovite metode, odnosno efikasnog tehnološkog postupka koji je pogonski najjednostavniji, a investiciono najjeftiniji.

Ekperimentalna istraživanja su vršena na poluindustrijskom postrojenju i u laboratoriji. Pristup istraživanju izvođenjem ekperimentalnog rada na pilot postrojenju je značajan iz razloga što u procesu realizacije novih ili inoviranih postojećih tehnologija za prečišćavanje i pripremu vode za piće i prehrambenu industriju, omogućava da se u prihvatljive troškove mogu provjeriti konceptijske zamisli, odnosno, da se provjeri više mogućih varijanti rješenja.

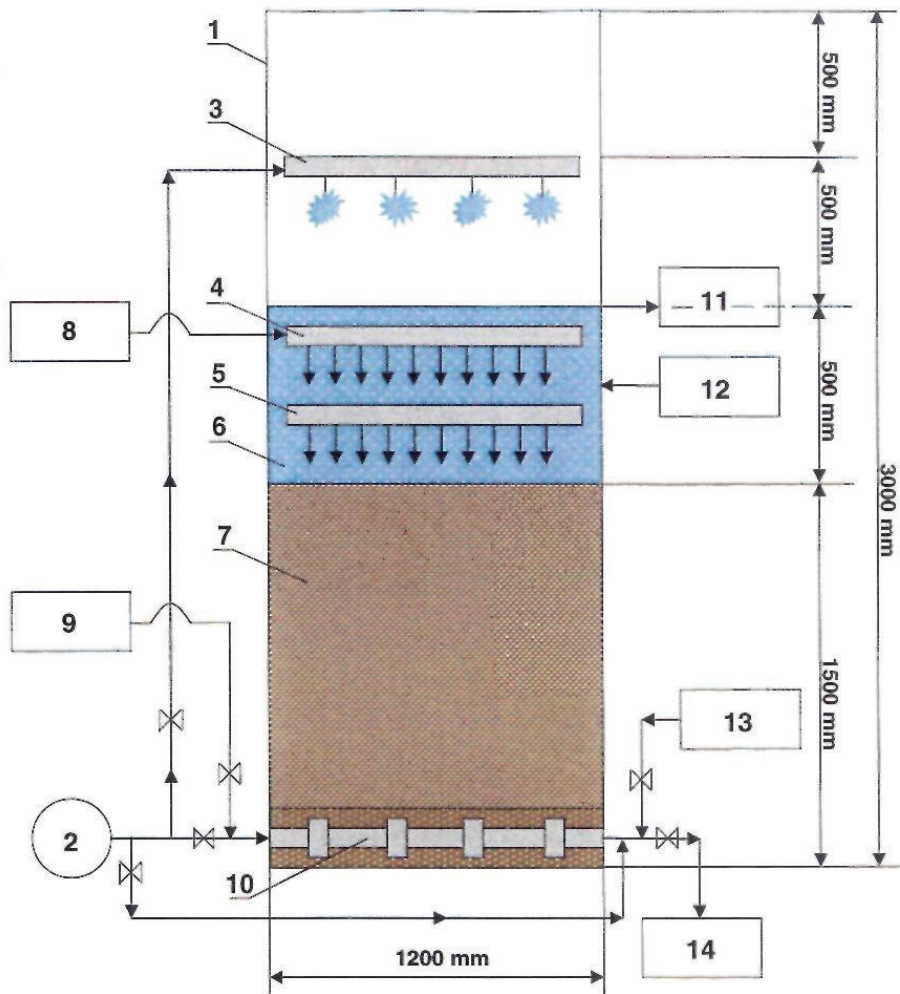
Koncipiranje procesnog toka pilot postrojenja zasnovano je na logičnom slijedu postupka obrade vode. Obzirom da je dezinfekcija postupak koji se u tehnološkom procesu pripreme vode primjenjuje kao posljednja – završna operacija, prvo se pristupilo razmatranju uklanjanja neželjenih/ štetnih materija, akcentujući pri tom na željezo, mangan i prirodne organske materije u vodi.

### **2.1. KONCEPT INOVIRANE TEHNOLOGIJE DEZINFEKCIJE VODE ZA PIĆE I PREHRAMBENU INDUSTRIJU**

- Koncept inovirane tehnologije dezinfekcije vode za prehrambenu industriju, ima ishodište u slijedećim teorijskim saznanjima:
- Smanjenje prirodnih organskih materija iz sirove vode moguće je značajno uticati na smanjenje obrazovanja sporednih produkata u postupku dezinfekcije vode;
- Postupkom oksidacije moguće je značajno uklanjanje prekomjernih koncentracija željeza, mangana i prirodnih organskih materija iz vode.

U skladu sa prethodnim, koncept nove tehnologije se sastoji u višestepenoj oksidaciji štetnih materija i njihovom odvajanju iz vode, nakon čega će se primijeniti odgovarajući postupak dezinfekcije.

Na slici 1. prikazana tehnološka šema višestepenog oksidacionog filtera.



Sika 1 . Tehnološka šema višestepenog oksidacionog filtra

Pri koncipiranju poluindustrijskog postrojenja vodilo se računa o slijedećim elementima:

- Da postojeće postrojenje može permanentno raditi u toku ispitivanja,
  - Da se postojeća infrastruktura na postrojenju može maksimalno iskoristiti,
  - Da se realno može očekivati blagi trend pogoršanja kvaliteta sirove vode,
  - Da investiciona ulaganja i operativni troškovi prečišćavanja vode budu racionalni.
- Pomenuta istraživanja su izvedena u konkretnim privrednim subjektima (to su subjekti prehrambene industrije):

### 3. OPIS RADA PILOT POSTROJENJA

Oksidacija u pilot postrojenju se odvija u tri stepena, odnosno u tri faze:

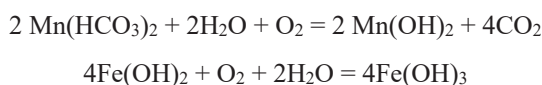
- I. Oksidacija u gasnoj fazi (prvi stepen oksidacije)
- II. Oksidacija u tečnoj fazi (drugi stepen oksidacije)
- III. Oksidacija tečno – tečno (treći stepen oksidacije)

#### 3.1. I. STEPEN (OKSIDACIJA U GASNOJ FAZI)

Sirova voda iz izvora se pomoću pumpe doprema na gornji dio kolone višestepenog oksidacionog filtra, do kolektora sa diznama i raspršuje pri pritisku od 3-4 bara. Oksidacija neželjenih materija ostvaruje se kontaktom raspršene vode i zraka u prostoru iznad tečne faze (obzirom da kolona na gornjem kraju nije hermetički zatvorena, te je omogućen pristup zraka). Štetne materije oksidiraju, te se kao talog izdvajaju iz vode u filtru od silikatnog pijeska. Prečišćena voda prolazi kroz sloj drenažnog pijeska i napušta kolonu.

#### 3.2. II. STEPEN (OKSIDACIJA U TEČNOJ FAZI)

Drugi stepen oksidacije ima za cilj da još u većoj mjeri oksidiše organske materije, Fe<sup>2+</sup> i Mn<sup>2+</sup> prisutne u vodi. Dakle, voda po dolasku na gornji dio kolone, nakon raspršivanja iz kolektora sa diznama pada na površinu filterskog materijala (silikatni pijesak), formirajući sloj vode iznad njega. U gornjem dijelu tog sloja nalazi se plivajuća perforirana rešetka preko koje se u sloj vode, kompresorom dovodi zrak i na taj način ostvaruje oksidacija prema slijedećim reakcijama:



Prema iskustvenim podacima, za oksidaciju 1 gr Mn potrebno je kompresorom dovesti 2 l zraka.

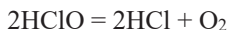
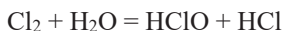
Plivajuća rešetka nije fiksirana za kolonu nego je uronjena u vodu, tek toliko da je prekrivena slojem vode. Prednost „plivajuće” rešetke je u tome što je na ovaj način omogućeno da rešetka prati nivo tečnosti tj. vode, naprimjr, ukoliko nivo vode počne da pada, rešetka se automatski spušta, prateći ga. Ovo je omogućeno laganim plastičnim materijalom od koje je rešetka izrađena. Perforirana je velikim brojem malih otvora, tj. „rupica” prečnika 2mm, kroz koje se zrak uduvava u vodu pomoću kompresora, priključenog dovodom na rešetku.

#### 3.3. III. STEPEN (OKSIDACIJA TEČNO – TEČNO)

Ukoliko se oksidacija u dovoljnoj mjeri ne ostvari u prethodna dva stepena, pristupa se trećoj fazi. Postupak se sastoji u dodatnoj oksidaciji, tj. trećem stepenu oksidacije, a ostvaruje se doziranjem malih količina oksidacionog sredstva u vodu koja se tretira. Najčešće korištena sredstva u praksi su natrijumhipohlorit ili kalijumpermanganat, a u ovom radu ispitali smo efekte svakog od njih zasebno.



Dodavanjem natrijumhipohlorita u vodu odvijaju se slijedeće reakcije;



A dodavanjem kalijumpemanganata :



Kiseonikom, koji nastaje prikazanim reakcijama, vrši se oksidacija neželjenih materija u vodi.

Nakon oksidacije štetnih materija nastali talog, odnosno mulj, pri filtriranju se taloži između filterskog materijala. Voda nakon filtriranja dolazi do kolektora sa velikim brojem perforacija, preko kojeg se odvodi iz oksidacionog pilot postrojenja do rezervoara sa čistom vodom.

Ispiranje filterskog materijala prema potrebi, omogućeno je na način da se na odvod prečišćene (filtrirane) vode iz kolone vrlo jednostavno priključi dovod sirove vode iz izvorišta, čime će se voda kretati suprotnim smjerom – sa donjeg ka gornjem dijelu kolone. U gornjem dijelu kolone nalazi se otvor „preljev” preko kojeg će se voda od ispiranja filterskog materijala odvoditi do kolektora otpadne vode.

#### 4. REZULTATI EKSPERIMENATA

Rezultati provedenih eksperimenata, odnose se na slijedeća istraživanja:

- Istraživanje efekata prečišćavanja sirove vode, sagledavanjem učinaka aeracije (rasprskavanjem vode);
- Istraživanje efekata prečišćavanja sirove vode, sagledavanjem učinka oksidacije u tečnoj fazi (uvođenjem kiseonika u vodu);
- Istraživanje efekata prečišćavanja sirove vode, sagledavanjem učinka oksidacije natrijumhipohloritom (treći stepen oksidacije);
- Istraživanje efekta prečišćavanja sirove vode, sagledavanjem učinka oksidacije kalijumpermanganatom (treći stepen oksidacije);
- Istraživanje efekta prečišćavanja sirove vode, primjenom natrijumhipohlorita kao dezinfekcionog sredstva;
- Istraživanje efekta prečišćavanja sirove vode, primjenom dezinfekcionog sredstva na bazi vodonikovog peroksida;
- Istraživanje efekta prečišćavanja sirove vode, primjenom dezinfekcionog sredstva na bazi srebra;
- Istraživanje efekta prečišćavanja sirove vode, primjenom dezinfekcionog sredstva na bazi kombinacije srebra i vodonikovog peroksida.

Uzorci sirove vode uzeti su na izvorištima privrednih subjekata, po tri uzorka za svako izvorište i za sva četiri godišnja doba.

**Tabela 6. Fizičko – hemijski sastav sirove vode**

Parametar	Jedinica mjere	Srednja vrijednost	Maksimalno dozvoljena koncentracija (MDK) za javni vodovod i bunare	Maksimalno dozvoljena koncentracija (MDK) za flaširanu vodu
Boja	-	-	-	-
Ukus	-	-	-	-
Miris	-	-	-	-
Mutnoća	NTU	8.2	1.2 –javni vod. 2.4	-
pH	-	6.12	6.5 – 8.5	-
Sadržaj oeganskih materijai zražen kroz utrošak KMnO <sub>4</sub>	mg/l	12.14	8 –javni vodov. 12 – bunari	-
Isparni ostatak	mg/l	-	-	-
Elektroprovodljivost	µs	-	-	-
Ukupna tvrdoća	mg/l	7,88	-	-
Alkalitet	mg/l	6.98	-	-
Amonijak (kao N)	mg/l	011	0.1 – javni vod. 0.3-subarteški bunari	0.01
Rezidualni hlor	mg/l	0.00	0.5	0,02
Hloridi	mg/l	6.67	200	25
Nitriti	mg/l	1.32	10	5
Nitrati	mg/l	0.005	0,05	Bez
Željezo	mg/l	1.8	0.3	0.05
Mangan	mg/l	0.12	0.05	0.02
Sulfati	mg/l	15.54	200	25
Kalcijum	mg/l	28.62	200	100
Magnezijum	mg/l	15.96	200	30

Fizičko-hemijska analiza pokazuje odstupanje od Pravilnika o hogijenskoj ispravnosti vode za piće. Elementi koji prelaze dozvoljene norme su: materije koje čine mutnoću vode, Fe<sup>2+</sup>, Mn<sup>2+</sup> i organske materije, te predstavljaju neželjene materije u vodi.

#### 4.1. ISTRAŽIVANJE EFEKTA FILTRACIJE

Na početku eksperimentalnog rada odlučeno je da se sagledaju rezultati analize vode koja je prethodno tretirana samo postupkom filtriranja. Dakle, voda se pumpom dovodi na gornji dio kolone za višestepenu oksidaciju, odakle se „izljeva” po površini filterskog materijala i filtrira. Primijetan je pad koncentracije neželjenih materija u filtriranoj vodi.

#### 4.2. ISTRAŽIVANJE EFEKTA PRVOG STEPENA OKSIDACIJE

U nastavku rada pristupilo se istraživanju efekta oksidacije neželjenih materija prisutnih u sirovoj vodi, pomoću aeracije u gasnoj fazi. Voda se ponovno dovodi na gornji dio kolone, ovog puta do kolektora sa diznama, i raspršuje po površini filterskog materijala, kroz koji prolazi i filtrira se

Poređenjem podataka tabela 7. zaključuje se da primjena oksidacije dodatno smanjuje prisustvo neželjenih materija u tretiranoj vodi.

#### 4.3. ISTRAŽIVANJE EFEKTA DRUGOG STEPENA OKSIDACIJE

Istraživanje efekta drugog stepena oksidacije na višestepenom oksidacionom postrojenju provedeno je, na način da se nakon prvog stepena oksidacije, u drugoj fazi voda oksidiše pomoću plivajuće rešetke.

Sirova voda se dovodi na gornji dio kolone pilot postrojenja, te se preko kolektora sa diznama raspršava i pada na površinu filterskog materijala, tvoreći postrepeno stub tečnosti određene visine. U gornjem dijelu vodenog stuba nalazi se plivajuća rešetka, preko koje se u vodu udvava zrak i na taj način vrši dodatna oksidacija neželjenih materija. Pri prolazu vode kroz filter, oksidirane supstance se u obliku taloga izdvajaju u filterskom sloju, a prečišćena voda izlazi iz postrojenja.

Rezultati fizičko-hemijske analize uzorka uzetog na izlazu vode iz postrojenja prikazani su u tabeli 7. Podaci ukazuju na dalji trend smanjenja neželjenih materija u tretiranoj vodi.

#### 4.4. ISTRAŽIVANJE EFEKATA TREĆEG STEPENA OKSIDACIJE NTRIJUMHIPOHLORITOM

Treći stepen oksidacije se odnosi na provedenje svih prethodno opisanih postupaka odnosno faza oksidacije, uz dodavanje, u ovoj fazi, oksidacionog sredstva – natrijumhipohlorita u vodu.

Tabela 7. prikazuje postignute vrijednosti koncentracija neželjenih supstanci za pojedine faze oksidacije na višestepenom oksidacionom filtru, uz korištenje natrijumhipohlorita, kao oksidansa.

**Tabela 7. Vrijednosti koncentracija neželjenih materija za pojedine faze oksidacije (uz NaOCl)**

Koncentracija neželjenih materija u sirovoj vodi	Koncentracije materija za pojedine faze tretmana na pilot postrojenju			
	Filtracija	I stepen Oksidacije	II stepen oksidacije	III stepen oksidacije
Željezo 1.8 mg/l	1.07	0.87	0.62	0.1
Mangan 0.12 mg/l	0.106	0.096	0.077	0.038
Mutnoća 8.2 NTU	2.8	2.1	0.8	0.1
Utrošak KMnO <sub>4</sub> 12.14 mg/l	10.45	8.2	6.15	3.7

#### 4.5. ISTRAŽIVANJE EFEKTA TREĆEG STEPENA OKSIDACIJEKALIJUMPERMANGANATOM

Istraživanje oksidacionih efekata kaljumpermanganata, vršeno je na višestepenom oksidacionom postrojenju. Vrijednosti parametara značajnih za eksperimentalna istraživanja prikazane su u tabeli 8.

**Tabela 8. Vrijednosti ispitivanih parametara sirove vode**

Parameter	Jedinica mjere	Srednja vrijednost	Maksimalno dozvoljena koncentracija (MDK) za javni vodovod i bunare	Maksimalno dozvoljena koncentracija (MDK) za flaširanu vodu
Mutnoća	NTU	8.1	1.2- javni vodovod 2.4 – bunari	-
Sadržaj organskih materija izražen kroz utrošak KMnO <sub>4</sub>	Mg/l	12.1	8 – javni vodovod 12 – bunari	-
Rezidualni hlor	Mg/l	0.00	0.5	- 0.02
Željezo	Mg/l	1.78	0.3	- 0.05
Mangan	Mg/l	0.11	0.05	- 0.02

- Navedeni prikazi rezultata eksperimentalnih istraživanja na pilot postrojenju obuhvataju samo one podatke koji se odnose na sadržaj ciljanih parametara.

U reuervoaru oksidacionog sredstva rastvor natrijumhipohlorita je zamijenjen sa 3 % - tnm rastvorom kaljumpermanganata (KMnO<sub>4</sub>). Nakom toga se pristupilo provođenju postupka trostepene oksidacije, uz vršenje periodičnog ispiranja filterskog punila. Rezultati fizičko-hemijske analize uzorka tretirane vode, odnosno vrijednosti ciljanih parametara, prikazani su u tabeli 9.

**Tabela 9. Efekti uklanjanja POM, Fe i Mn iz sirove vode trostepenom oksidacijom uz KMnO<sub>4</sub>**

Utrošak 3% rastvora KMnO <sub>4</sub>	Mutnoća NTU	Utrošak KMnO <sub>4</sub> mg/l	Rezidualni hlor mg/l	Fe mg/l	Mn mg/l
0.00	0.9	5.5	-	0.64	0.07
0.001	0.9	5.1	-	0.598	0.07
0.005	0.8	4.5	-	0.51	0.067
0.01	0.7	3.8	-	0.403	0.063
0.03	0.5	2,7	-	0.16	0.058
0.05	0.2	2	-	0.12	0.051
0.08	0.1	1.5	-	0.09	0.04

#### 4.6. ISTRAŽIVANJE MIKROBIOLOŠKIH EFEKATA RAZLIČITIH DEZINFICIJENASA

I pored činjenice da je mikrobiološki kvalitet vode za piće imperativ, minimiziranje nastanka dezinfekcionih nusprodukata je ništa manje važan. Ovo ukazuje na potrebu iznalaženja alternativnih dezinfekcionih sredstava kojima bi se minimiziralo formirane dezinfekcionih nusprodukata. Uvažavajući prethodno, pristupilo se istraživanju i mikrobioloških efekata različitih dezificijenasasa.

Rezultati bakteriološke analize uzorka vode uzetog na izlazu iz pilot postrojenja u kojem je voda bila tretirana samo filtracijom, upućuje da voda s mikrobiološkog aspekta ne zadovoljava zahtjeve Pravilnika. Stoga je ova voda uzeta za predmet istraživanja efikasnosti pojedinih dezinfekcionih sredstava.

U daljem radu pristupilo se ispitivanju optimalne doze natrijumhipohlorita kao dezinfekcionog sredstva, za postizanje mikrobiološke ispravnosti ispitivane vode. Preko donje spiralne rešetke vršeno je doziranje dezificijensa- natrijumhipohlorita, s tim što se njegova količina svakim danom povećavala. Nakon svakog povećanja, uzorci su uzimani na izlazu iz pilot postrojenja i analizirani, čiji su rezultati dati u tabeli 10.

Dodatakom 12% NaOCl u količinama 10 – 11 cm<sup>3</sup>/cm<sup>3</sup> umupne koliformne bakterije i aerobne mezofilne bakterije se ne pojavljuju u dezinfekovanoj vodi. Iz podataka u Tabeli 10. vidljivo je da da je pri utrošku natrijumhipohlorita za dezinfekciju vode neminovna rezidualna koncentracija hlora, koja ostaje u tretiranoj vodi. U konvencionalnoj praksi, rezidualna koncentracija hlora u prečišćenju vodi je obavezna, jer obezbjeđuje produženi efekat dezifikcije.

**Tabela 10. Bakteriološka analiza vode dezinfikovane različitim količinama NaOCl (12,5% rastvor).**

Oznaka uzorka	Mjesto uzorkovanja	Dozirana količina	Ukupne koliformne bakterije	Aerobne mezofilne izolovane	Izolovane	Slobodni hlor mg/l
1	Izlaz iz oksidacionog filtra	0.0 cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>	92	85	Esc. Coli	0
2	Izlaz iz oksidacionog filtra	5 cm <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	10	6	Esc. Coli	0.15
3	Izlaz iz oksidacionog filtra	7 cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>	3	2	Esc. Coli	0.18
4	Izlaz iz oksidacionog filtra	9 cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>	3	0	Esc. Coli	0.3
5	Izlaz iz oksidacionog filtra	11cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>	0	0	0	0,4
6	Izlaz iz oksidacionog filtra	15 cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>	0	0	0	0.5

Međutim, zbog svih negativnih posljedica koje proizilaze iz reakcije hlora sa organskim materijama u vodi, pristupilo se istraživanju alternativnih dezinfekcionih sredstava. Namjera je bila da se ispituju mikrobiološki efekti drugih dezinficijenasa, te da se izvrši komparacija tih efekata zajedno sa ostalim karakteristikama i na osnovu toga odabere optimalno rješenje. U tu svrhu, prethodno je vršena oksidacija, a zatim uklanjanje neželjenih materija (organske materije, Fe, Mn, mutnoća), sa  $\text{KMnO}_4$ , nakon čega su se na izlazu iz kolone za višestepenu oksidaciju uzimali uzorci i na njima, u laboratorijskim uslovima, vršilo ispitivanje različitih koncentracija dezinficijenasa potrebnih za dezinfekciju vode. Ovako određene vrijednosti koncentracija dezinfekcionih sredstava služile su kao polazne količine u eksperimentalnom radu na poluindustrijskom postrojenju.

Nakon izlaza iz kolone za oksidaciju voda je tretirana odabranim dezinficijensom, a uzorci za analizu su uzimani prije ulaza u rezervoar prečišćene vode, tj. na izlazu iz postrojenja za oksidaciju i dezinfekciju vode.

Dodatkom 6 %  $\text{H}_2\text{O}_2$  u količini od  $0.22 \text{ cm}^3 / \text{l}$  ukupne koliformne bakterije i aerobne mezofilne bakterije se ne pojavljuju u dezinfekovanoj vodi, Tabela 11.

**Tabela 11. prikazuje rezultate analiza uzoraka vode dezinfekovane različitim količinama vodonikperoksida.**

Oznaka uzorka	Mjesto uzorkovanja	Dozirana količina $\text{cm}^3/\text{l}$	Ukupne koliformne bakterije	Aerobne mezofilne	Izolovane
1	Izlaz iz oksidacionog filtra	0.0	89	81	Esc, Coli
2	Izlaz iz postrojenja za oksidaciju i dezinfekciju vode	0.1	73	43	Esc. Coli
3	-,-,-	0.12	61	22	Esc. Coli
4	-,-,-	0.14	52	16	Esc. Coli
5	-,-,-	0.16	39	5	0
6	-,-,-	0.18	20	1	0
7	-,-,-	0.20	9	0	0
8	-,-,-	0.22	0	0	0

U Tabeli 12. prikazani su mikrobiološki efekti koloidnog srebra u zavisnosti od njegove koncentracije u vodi koja se tretira.

**Tabela 12. Bakterijska analiza vode obrađene koloidnim srebrom - Ag**

Oznaka uzorka	Mjesto uzorkovanja	Količina Ag (mg/l)	Ukupne koliformne bakterije	Aerobne mezofilne	Izolovane
1	Izlaz iz oksidacionog filtra	0.0	91	80	Esc. Coli
2	-,-,-	0.0016	63	56	Esc. Coli

3	-,-	0.0032	41	49	Esc. Coli
4	Izlaz iz postrojenja za oksidaciju i dezinfekciju vode	0.004	32	23	Esc. Coli
5	-,-	0.006	18	6	0
6	-,-	0.008	8	0	0
7	-,-	0.0085	0	0	0
8	-,-	0.009	0	0	0

Dodatkom koloidnog srebra u količini od 0.0085 mg/l ukupne koliformne bakterije i aerobne mezofilne bakterije se ne pojavljuju u dezinfekovanoj vodi.

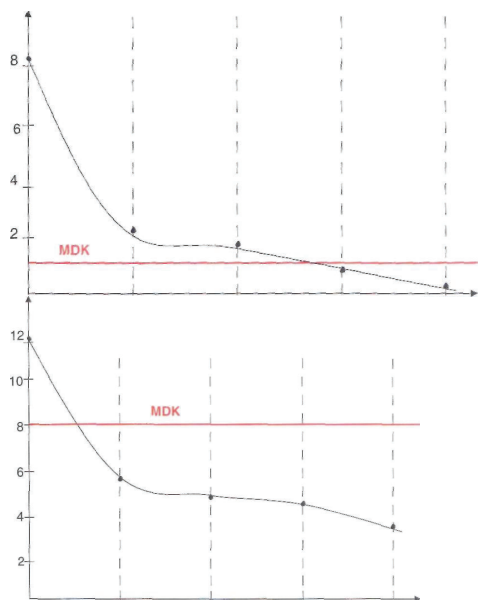
**Tabela 13. Bakteriološka analiza vode tretirane rastvorom Ag 35 mg/l + 6 % H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>**

Oznaka uzorka	Mjesto uzorkovanja	Dozirana količina cm <sup>3</sup> /l	Ukupne koliformne bakterije	Aerobne mezofilne	Izolovane
1	Izlaz iz oksidacionog filtra	Ag+ H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 0.0	90	82	Esc.Coli
2	Izlaz iz postrojenja za oksidaciju i dezinfekciju vode	Ag+ H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 0.1	58	30	Esc. Coli
3	-,-	Ag+ H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 0.12	50	29	Es. Coli
4	-,-	Ag+ H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 0.14	43	10	Esc. Coli
5	-,-	Ag+H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 0.16	24	1	0
6	-,-	Ag+H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 0.18	0	0	0
7	-,-	Ag+H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 0.2	0	0	0

Dodatkom rastvora Ag i H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> u količini od 0.18 cm<sup>3</sup>/l ukupne koliformne bakterije i aerobne mezofilne bakterije se ne pojavljuju u dezinfekcionoj vodi.

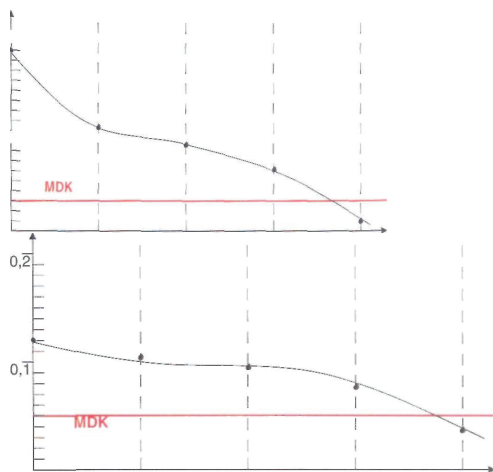
## 5. DISKUSIJA REZULTATA

Tretmanom vode u višestepenom oksidacionom pilot postrojenju izvršena je oksidacija željeza, mangana i organskih materija, koje su zatim u obliku taloga odstranjeni filtriranjem, prije izlaza vode iz kolone. Rezultati analiza uzetog uzorka vode tokom tretmana u višestepenom oksidacionom pilot postrojenju, mogu se predstaviti dijagramima 3; 4; 5; i 6.



**Dijagram 3. Efekat različitih faza tretmana na smanjenje mutnoće u vodi**

**Dijagram 4. Efekat različitih tretmana na smanjenje organskih materija u vodi**



**Dijagram 5. Efekti različitih faza tretmana na smanjenju željeza u vodi**

**Dijagram 6. Efekti različitih faza na smanjenju mangana u vodi**

Iz oblika krivih na dijagramima uočljivo je, da je pad koncentracija neželjenih materija u vodi najveći na početku provođenja postupka višestepene oksidacije, tj. na početku rada postrojenja.



Međutim, vremenom se ova koncentracija postepeno povećava i ponovo prelazi liniju MDK i to već samo nakon četiri sata.

Pomenuto nas upućuje na zaključak, da se filtersko punilo vremenom zasićuje i postaje manje efikasno.

## 6. ZAKLJUČCI:

1. Doziranje NaOCl ili nekog drugog hemijskog oksidacionog sredstava, nakon oksidacije kiseonikom iz zraka, ekonomski je povoljnije i efikasnije od direktnog hlorisanja, što se objašnjava svojstvom oksidujućih supstanci da troše dezificijense na svoju oksidaciju,
2. Oksidacijom POM (prirodnih organskih materija) postiže se njihovo uklanjanje iz vode, što je značajno u slučaju korištenja hlornih preparata za dezinfekciju, sklonih stvaranju nusprodukata dezinfekcije vode (s obzirom na malo prisustvo organskih materija s jedne strane i male količine s druge strane, voda neće sadržavati nusprodukte sa negativnim posljedicama na zdravlje stanovništva.

Sadržaj uklanjanja POM u odnosu na njihov sadržaj u sirovoj vodi:

3. Sadržaj POM u Sirovoj vodi	sadržaj POM u vodi nakon prvog stepena oksidacije	sadržaj POM u vodi nakon primjene plivajuća rešetke
95,88% 12,14 mg/l	96,08% 5,01 mg/l	4,76 mg/l

## 7. LITERATURA:

1. Bond, T., Goslan, E.H., Jefferson, B., Roddick, F., Fan, L. and Parsons, S.A. (2009) Chemical and biological oxidation of NOM surrogates and effect on HAA formation. *Wat. Res.* 43(10), 2615- 2622.
2. Baskan, M. B., Pala, A. (2009) Determination of arsenic removal efficiency by ferric ions using response surface methodology. *Journal of Hazardous Materials*, 166(2-3), 796-801.
3. Ivančev-Tumbas I. (2009) Organski ksenobiotici u preradi vode za piće, Prirodnomatemički fakultet, Novi Sad.
4. Sabina B., (2009) Nova tehnologija dezinfekcije vode za prehrambenu industriju, Doktorska disertacija. TFT- Tuzla.
5. Ivančev-Tumbas I., Dalmacija B., Tamaš Z., Karlović E. (1999) The effect of different drinking water treatment processes on the rate of chloroform formation in the reactions of natural organic matter with hypochlorite. *Water Research*, 33(18), 3715-3722.
6. Aboul-Kassim, T.A.T. and Simoneit, B.R.T. (2001). *The Handbook of Environmental Chemistry: Pollutant-Solid Phase Interactions Mechanism, Chemistry and Modeling.* Springer-Verlag, Berlin, 5 (E).
7. Adams, W. J., Kimerle, R. A. and Barnet, Jr (1992). Sediment quality and aquatic life. *Environ. Toxicol. Chem.*, 26, 1865-1875.
8. Barkács K, Bohuss I, Bukovszky A., Varga I, Zaray G. (2000) Comparison of polyelectrolytes applied in drinking water treatment, *Microchemical Journal*, 67, 271- 277.

9. Ivančev-Tumbas I., Dalmacija B. (2001) Effects of coagulation processes on aldehydes formation in groundwater treated with common oxidative agents, *Water Research* 35(16), 3950-3958.
10. Adams, W. J., Kimerle, R. A. and Mosher, G. A. (1985). Aquatic safety assesment of chemicals sorbed to sediments. In *Aquatic toxicology and hazard assesment: Seventh annual symposium*, American Society for Testing and Materials, philadelphia, PA, ed Cardwell, R. D., Purdy, R. and Bahner, R. C., 429-453.
11. Agbaba J., Ivančev-Tumbas I., Dalmacija B., Klašnja M. (2004) Formation of bzproducts in the course of intermediate ozonation of groundwater pretreated with ozone and polyaluminium chloride, *Water Sci. Tech.* 49(4), 63-68.
12. Agbaba J., Ivančev-Tumbas I., Dalmacija B., Klašnja M. (2004) Formation of bzproducts in the course of intermediate ozonation of groundwater pretreated with ozone and polyaluminium chloride, *Water Sci. Tech.* 49(4), 63-68.

## UTICAJ HRANE I VODE NA ORALNO ZDRAVLJE

### Apstrakt

Hrana i voda su osnovni elementi i nutritivne supstance koje učestvuju u rastu i razvoju ljudskog organizma i održavanju zdravlja.

Njihov kvalitet i sigurnost obezbjeđuju siguran unos i konzumaciju ovih vitalnih životnih elemenata kako ne bi došlo do narušavanja zdravlja. Savremeni život sve više nalaže potrebu za zakonskim regulativima da bi se postigla maksimalna kontrola i obezbijedio kvalitet. Evropska agencija za sigurnost hrane EFSA, HAH i druga nadležna tijela sprovode brojna istraživanja i analize kroz studije ispitivanja nutritivnih svojstva hrane, prisutnih toksina i kontaminata, ostataka pesticida i genetski modifikovane hrane. Hrana i voda značajno utiču na nastanak patoloških promjena na zubima i parodontalnom tkivu.

**Ključne riječi:** kvalitet hrane i vode, fluoroza, karijes, parodontalna oboljenja.

### Abstract

Food and water are the basic elements and nutrients that affect the growth and development of the human body and maintenance of health.

Their quality and safety (at the same time) ensure the safe intake and consumption of these vital elements in order to avoid damage to health. Modern life increasingly requires the need for legislation in order to achieve maximum control and ensure quality. The European Food Safety Authority EFSA, HAHi and other competent authorities conduct a number of studies and analyzes through studies that examine the nutritional properties of food, presence of toxins and contaminants, pesticide residues and genetically modified food. They directly affect the occurrence of pathological changes in the oral cavity, on the teeth and periodontal tissue.

**Key words:** food and water quality, fluorosis, caries, periodontal diseases.

<sup>1</sup> Poliklinika „dr Regoje D“ BD, Fakultet za medicinu, farmaciju i zdravstvo Evropskog univerziteta Brčko distrikt, studijski program Stomatologija i Fakultet zdravstvenih nauka Evropskog univerziteta “Kallos” Tuzla

<sup>2</sup> Centar moderne stomatologije „ADent“ Brčko distrikt; Fakultet za medicinu, farmaciju i zdravstvo Evropskog univerziteta Brčko distrikt, studijski program Stomatologija

<sup>3</sup> Fakultet za medicinu, farmaciju i zdravstvo Evropskog univerziteta Brčko distrikt, studijski program Stomatologija

## Uvod

Brojna su saznanja o štetnom uticaju loše hrane i vode na oralno zdravlje. Uticaj nepovoljnog dejstva se ogleda kako na tvrdim supstancama zuba tako i na kompletnom paradontološkom tkivu i oralnoj sluznici obraza i podu usne šupljine.

Konzumiranje hrane sa nedovoljno ispitanim hemijskim sastavom i neadekvatnom načinu čuvanja, prisustvu hemijskih jedinjenja u toku obrade i konzerviranju direktno narušavaju ljudsko zdravlje. Najčešći primjeri oštećenja nastalih na ovaj način su u direktnoj vezi sa pojačanim lučenjem želučane kiseline, narušenim PH vrijednostima u ustima i omogućenom pojačanom razvoju i dejstvu patogenih bakterija. Pojačano lučenje želučane kiseline narušava i opšte zdravlje jer je smanjena resorpcija važnih minerala i vitamina (cink, magnezij, vitamina C i B kompleks) te se time narušava imunološki sistem i dovodi do razvoja paradontoloških bolesti.

Od načina prehrane najviše zavisi zdravlje zuba. Hrana koja je korisna za zdravlje zuba su meso, riba, jaja, orašasti plodovi, ulja, voće i povrće.

Antioksidanti prisutni u voću značajni su u prevenciji od paradontalnih bolesti. Najpoznatiji su A, E, C, što znači da bi ih trebali svakodnevno unositi u organizam samo naravno u umjerenim količinama. Riba i plodovi mora su isto jako važni jer su izvor omega-3 masnih kiselina koje štite zube i usnu šupljinu od paradontalne bolesti dok mliječni proizvodi smanjuju kiselost u ustima. Kroz ishranu unosimo u organizam i potrebne vitamine koji su jako važni za zdravlje zuba.<sup>4</sup>

Vitamin A se nalazi u namirnicama životinjskog porijekla kao retinol. Jako je važan za razvoj zuba i njegov nedostatak u organizmu dovodi do oštećenja zuba. Namirnice u kojima se nalazi ovaj vitamin su svinjska jetra, kelj, paradajz, mrkva.

Drugi vitamin od značaja jeste vitamin D. Njegov nedostatak u organizmu dovodi do rahitisa, a zubi nakon izbijanja su neravni, oštećene gleđi sa demineralizovanim zonama, bjeličastim i smeđim mrljama, osjetljivim na brzi nastanak karijesa i veća razaranja kruničnog dijela zuba. Vitamin D je važan za mineralizaciju kostiju i zuba. Novija saznanja ukazuju da je Vitamin D važan element u regeneraciji tkiva u toku nastanka i hirurškog liječenja paradontoloških oboljenja. Namirnice u kojima se nalazi su: losos, maslac, mlijeko, jaja.

Nedostatkom kalcijuma zubi postaju krhki i lakše se lome. Ovaj mineral ima svoje djelovanje kod kontrakcije mišića, izgradnje kostiju, a bitan je i za kvalitet dentina. Njegov unos u trudnoći od značaja je za kvalitet zametaka.<sup>5</sup> Da bi imali normalnu količinu ovog minerala u organizmu treba ga umjereno unositi kroz ishranu bogatu mlijekom i mliječnim proizvodima, žumancem.

Značaj Fluora je ta da on zube štiti od karijesa. A što se hrane tiče u kojoj se nalazi su piletina, orasi, riba i sirevi.

<sup>4</sup>(Balog, no date)

<sup>5</sup>(Balog, no date)

Brz život posljednjih nekoliko decenija dovodi do sve veće konzumacije brze hrane bogate šećerom. Mnoge bolesti, uključujući karijes, hronične inflamatorne bolesti, dijabetes i gojaznost, povezane su sa nekontrolisanim konzumiranjem šećera i brze hrane.<sup>6</sup>

Najveći porast potrošnje bezalkoholnih pića zabilježen je kod djece i adolescenata. Neka komercijalna bezalkoholna pića imaju visok sadržaj šećera i kiselost. Konzumacija bezalkoholnih pića može doprinijeti štetnom oralnom i opštem zdravlju.<sup>7</sup>

Višak dodatog šećera, posebno u obliku napitaka zaslađenih šećerom, je vodeći uzrok karijesa kod djece i odraslih.<sup>8</sup>

Pored hrane, voda je najvažniji elemenat života.

Osnovni hemijski sastav vode čine vodik i kisik (H<sub>2</sub>O). Ta dva elementa u molekule vode povezuju se jonskom kovalentnom vezom dajući vodi specifična fizikalna, hemijska, energetska, "informatička", memorijska, jonizirajuća i druga specifična svojstva koja omogućavaju razmjenu tvari i stvaranje živih stanica. Sastav vode omogućava svakom živom organizmu da diše, preživljava, razmnožava se. Voda je bila i ostala osnovni preduvjet za održavanje i razvoj svih organizama na Zemlji. Tako i danas pruža život milijardama organizama, biljkama, životinjama i ljudima.<sup>9</sup>

Voda čini 70% našeg tijela. Za sve što tijelo čini, potrebna mu je voda. Ona izgrađuje, regulira, prenosi, čisti i pomaže hraniti svaki pojedini dio tijela. Osnovni je sastojak svih tjelesnih tekućina i igra važnu ulogu u svim procesima našeg organizma: podmazuje organe i tkiva, regulira temperaturu, ispire otpadne tvari i toksine, vlaži kožu, hrani zglobove, kosti i mišiće, prenosi nutrijente do vitalnih organa. Procijenjeno je da na Zemlji ima oko 1,4x10<sup>9</sup> km<sup>3</sup> vode. Iako voda čini tri četvrtine zemljine površine, ne može se sva upotrijebiti za piće, jer oko 97% vode čini slana voda, oko 1,91% je voda na kopnu, 0,5% je podzemna voda, a 0,001% vode je u atmosferi.

Higijenski ispravna voda za piće jedan je od osnovnih preduvjeta života i dobrog zdravlja. No, porazna je činjenica da gotovo dvije trećine ukupnog stanovništva zemlje danas nema pitku vodu, te da se procjenjuje da u svijetu dnevno umire 35.000 ljudi zbog bolesti uzrokovanih nedostatkom pitke vode i lošom kvalitetom vode.

Voda bi po definiciji trebala biti tekućina bez boje, okusa i mirisa.

Kvalitet vode za piće ispituje se prema pravilnicima, preporukama i smjernicama mjerodavnih ustanova na državnoj i međudržavnoj razini. Najvažnije su smjernice za kvalitetu vode za piće Svjetske Zdravstvene Organizacije (SZO) koja je svrstala kvalitetu vode za piće u dvanaest osnovnih indikatora zdravstvenog stanja stanovništva jedne zemlje, čime se i potvrđuje njena značajna uloga u zaštiti i unapređenju zdravlja.<sup>10</sup>

Zagađenje vode podrazumijeva onečišćenje većeg razmjera u koncentracijama koje su iznad dopuštenih, čime se može dovesti u opasnost život i zdravlje ljudi kao i stanje okoliša.

<sup>6</sup>(Petersen, 2003)

<sup>7</sup>(Tahmassebi and BaniHani, 2020)

<sup>8</sup>(Chi and Scott, 2019)

<sup>9</sup> (Maltar D.- no date)

<sup>10</sup> (Gjirić T.- 2016, str. 1)

Mnoga područja podzemnih i površinskih voda su kontaminirana teškim metalima, postojećim organskim onečišćenim tvarima, spojevima koji su otporni na fotolitičku, biološku i hemijsku razgradnju u kojima se akumuliraju živi organizmi te se lako prenose na udaljenosti. Također su prisutne i hranjive materije koje imaju negativan uticaj na zdravlje. U urbanim područjima voda se može kontaminirati na različite načine ili na samom izvoru vode ili sekundarno preko kondicioniranja vode, putem cijevi, industrijskim, komunalnim poljoprivrednim ili drugim izvorima zagađenja. Onečišćenja u vodi koja mogu biti štetna po ljudsko zdravlje mogu se podijeliti u dvije skupine:

- a) onečišćenja prirodnog porijekla;
- b) onečišćenja antropogenog porijekla.

Sastojci prirodnog porijekla odraz su okoliša u kojem se voda nalazi, tj. odraz geološkog sastava tla s kojim voda dolazi u doticaj, dok sastojci antropogenog porijekla potiču od ljudskih aktivnosti; od priliva iz naselja, industrije, poljoprivrednih površina,...

## **Uloga hrane i vode na zube i parodontalno tkivo**

### **Uticaj fluorida u vodi i hrani na oralno zdravlje**

Sistemska fluoridacija predstavlja endogenu ili dispozicijsku metodu. Fluoridi se u organizam unose konzumiranjem kontrolirano fluoridne vode, soli, mlijeka ili upotrebom tableta na bazi fluora. Fluoridacija vode za piće predstavlja značajnu i javnu zdravstvenu mjeru za prevenciju karijesa, što se može objasniti činjenicom da je voda u svakodnevnoj upotrebi i dostupna svima. Jedini problem pri njezinoj upotrebi je pouzdanost i kontrola njezine kvalitete, kao individualna potrošnja.

Fluoriranje vode ili fluoridacija vode je postupak dodavanja fluornih soli u javnu vodoopskrbu.

Fluoriranje se uvelo s ciljem smanjenje karijesa. Započelo se 1945. godine u SAD-u. Fluorirana voda djeluje na površini zuba; u ustima nastaju niske razine fluorida u pljuvački, što smanjuje demineralizaciju zubne cakline i povećava se stopa po kojoj se caklina remineralizuje u ranim fazama karijesa. Caklina ima visok sadržaja mineralnih tvari, a fluorisanje vode pomaže u tome. Obično se fluoridni spoj dodaje vodi za piće (obično u obliku sintetske soli natrijeva heksafluorosilikata). Ne primjećuje se, jer nema boje ni mirisa. Kroz hranu najbolji efekti se postižu korištenjem fluorisane kuhinjske soli usvakodnevnoj upotrebi.

Prema Svjetskoj zdravstvenoj organizaciji preporučena koncentracija fluorida u vodi najmjenjenoj za ljudsku potrošnju iznosi 1,5 mg/L. Već ranim istraživanjima 1930-ih godina utvrđena je ovisnost zdravlja zubi o koncentraciji fluorida u vodi pri čemu je utvrđeno kako

<sup>11</sup> (Gjirić T. - 2016, str. 3)

<sup>12</sup> (Verzak Ž.; Burazin A.; Černi I.; Čuković B. I.; - 2007, str. 156)

koncentracija fluorida od 0,7 do 1,2 mg/L značajno reducira zubni karijes dok su promijene na caklini zuba neznatne.<sup>13</sup>

Otpornost zuba postizemo fluoridacijom kod djece ali i kod odraslih osoba. Fluoridi su vrlo djelotvorni u prevenciji karijesa te se njihovom primjenom može zaustaviti proces zubnog kvara. Djelotvornost fluorida temelji se na smanjenju topljivosti cakline i dentina u kiseljoj okolini, povećanju remineralizacije karijesne lezije te smanjenju adhezije mikroorganizama. Fluoridacija vode smatra se najjednostavnijim i najjeftinijim oblikom primjene fluorida.<sup>14</sup>

## Zubna (dentalna) fluoroza

Zubna fluoroza je karakteristična promjena u izgledu zubne cakline uzrokovana prekomjernim unosom fluorida u organizam tijekom mineralizacije zubi (u dobi od osam do deset godina). Pojava se klinički manifestira bijelim, mutnim prugama različite širine koje se javljaju na zubima, a koje s vremenom prerastaju u sve tamnije i šire mrlje dok u konačnici čitavi zubi ne postanu smeđe do crno obojani. Stupanj zubne fluoroze ovisi o koncentraciji fluorida kojima su izložena djeca u dobi između 8 i 10 godina s obzirom da u toj dobi rastu trajni zubi koji se u većini slučajeva još nalaze u čeljusti i najizloženiji su djelovanju fluorida. Iz navedenog razloga, zubna fluoroza u manjoj mjeri pogađa ljude u starijoj životnoj dobi koji imaju već formirane zube.<sup>15</sup>



slika.1- prikaz slučaja fluoroze (izvor: Poliklinika „dr Regoje D“ BD)

## Karijes

Karijes je bolest zubnog tkiva koja obuhvata preko 80% svjetske populacije. Najčešće nastaje kao bijele fleke na površini zuba, demineralizacija tvrdog zubnog tkiva - cakline.

<sup>13</sup> (Ergović R. M.; Habuda. S. M- 2017, str. 89)

<sup>14</sup> (Beljan M.- 2016, str. 10)

<sup>15</sup> (Ergović R.M.; Habuda S. M.- 2017, str. 91)

Bakterije iz usne šupljine se nakupljaju na zubnu caklinu formirajući zubni plak i razgrađuju istu.<sup>16</sup>

Na taj način se gube dva najvažnija minerala iz zuba kalcij i fosfor i dolazi do oštećenja zuba. Pojava karijesne lezije određena je koezistencijom tri glavna faktora: acidogenih i acidofilnih mikroorganizama, ugljenih hidrata dobijenih iz ishrane i faktora domaćina. Socio-ekonomski faktori i faktori ponašanja također igraju važnu ulogu u nastajanju bolesti.<sup>17</sup>

Kariogeni mikroorganizmi od kojih je najznačajnijih *Streptococcus mutans* proizvode kiselinu, koja je proizvod metabolizma ugljenih hidrata.<sup>18</sup> Njihovo prisustvo izaziva smanjenje PH nivoa ispod 5,5, što rezultira demineralizacijom gleđi. Pored mikroorganizama koji utiču na nastanak karijesa utiče i sastav pljuvačke, oblik zuba i loša oralna higijena.

Karijes možemo podijeliti na nekoliko grupa:

1. prema tkivu koje zahvata
2. prema načinu širenja
3. lokalizaciji
4. u odnosu na pulpu
5. brzini razvoja

Bakterije u ustima se hrane skrobnim namirnicama i pićima. To se pretvara u kiseline koje zajedno sa bakterijama i hranom stvaraju plak. Plak je gusta, bijela naslaga na zubima od ostataka hrane i pića. Dobrom oralnom higijenom se lako uklanja i time čuvamo zube i zubno meso. U suprotnom, loša oralna higijena dovodi do parodontalnih problema. Bakterije u usnoj šupljini koje rastvaraju hranu, stvaraju kiseline od kojih nastaju erozije, kamenac, karijes zuba i parodontopatija. Parodontopatija je kompleksno oboljenje potpornog aparata zuba i progredijentnim tokom dovodi do gubitka koštanog tkiva oko zuba i samog gubitka zuba. Prisustvo patogenih mikroorganizama, hiperaciditet želučane kiseline, smanjena regenerativna sposobnost tkiva omogućavaju nastanak bolesti i otežavaju terapiju liječenja.

<sup>16</sup>(Struzycka, 2014)

<sup>17</sup>(Struzycka, 2014)

<sup>18</sup>(Gao *et al.*, 2016)





slika 2.- prikaz slučaja parodontopatije (izvor: Poliklinika "dr Regoje D" BD)

## Uloga i sastav pljuvačke

Pljuvačka je složena tečnost koju proizvode 3 para velikih pljuvačnih žlijezda:

1. parotidna žlijezda;
2. sublingvalna žlijezda;
3. submandibularna žlijezda i

stotine manjih pljuvačnih žlijezda kojih ima između 700-1000 i njihova uloga je vlaženje sluznice. Pljuvačka ne samo da štiti zube i sluzokožu, već i olakšava artikulaciju govora i neophodna je za žvakanje i gutanje.<sup>19</sup>

Pljuvačka je bezbojna, bez ukusa i mirisa. Pljuvačka se sastoji od seroznog i mukoznog sekreta. Parotidna žlijezda izlučuje serozni sekret, submandibularna seroznomukozni, dok sublingvalna uglavnom mukozni. Neutralna je PH 7. Prosjek lučenja pljuvačke dnevno je između 0,75 - 1,5 l. Pljuvačka se sastoji u najvećem procentu od vode i djelimično su elektroliti, enzimi. Od organskih sastojaka pljuvačka sadrži ugljenehidrate, masti, proteine, a od neorganskih kalijum, natrijum, kalcijum, magnezijum.

Reakcije koje se dešavaju u organizmu ne mogu uvijek same da se završe, a u tom slučaju im pomažu enzimi. Svaka biohemijska reakcija ima svoj posebni enzim, mada postoje i enzimi koji mogu katalizirati (pomoći, ubrzati) par reakcija više.<sup>20</sup>

Enzimi su jako važni pri varenju skroba i masti, vlaženju hrane i lakšem sitnjenju hrane. Enzimi pljuvačke su pretežno hidrolaze, od kojih je najznačajniji ptijalin i maltaza.

Ptijalin razlaže skrob na jednostavne šećere kao što su maltoza i dekstrin, a enzim maltaza razlaže maltozu do njenih sitnih dijelova. Pljuvačka takođe ima i enzim lipazu koja razlaže

<sup>19</sup>(Pedersen *et al.*, 2018)

<sup>20</sup>(‘Enzim’, 2022)

masti. Neki enzimi pljuvačke (peroksidaza, katalaza) razlažu vodonik peroksid stvarajući kiseonik, što obezbeđuje aerobne uslove. Zahvaljujući tome održava se antibioza i stvaranje nepovoljnih uslova za anaerobne mikroorganizme usne šupljine. Na taj način se ispoljava zaštitna uloga pljuvačke, opšte osobine i sastav pljuvačke.<sup>21</sup>

Povezanost između stanja oralnog zdravlja, načina ishrane i opšteg zdravstvenog statusa je složena sa mnogo međusobno povezanih faktora.

Loša ishrana može dovesti do sistemskih oboljenja. Zubni bol je često povezan sa unosom slijedećih nezdravih namirnica: soda, voćni sokovi, dijetalni sokovi, slatkiši.

Međutim, lokalno dejstvo ishrane i nezdravih namirnica ima značajnu ulogu u razvoju karijesa i erozije gleđi u ustima. Erozijski zub se povećava i povezana je sa kiselinama.

*Šta je erozija zuba?* Erozijski zub je gubitak strukture zuba uzrokovan kiselinom bez prisustva bakterija. Kiselina može biti porijeklom iz hrane (egzogena) ili (endogena) kiselina iz želuca. Količina erozivnih defekata zavisi od načina ishrane, vrsta pića, pljuvačke, unosa određenih lijekova.<sup>22</sup>



slika 3.- prikaz slučaja atricije (izvor: stom. ord. "A dent" BD)

Rizične grupe mogu biti pacijenti sa poremećajima u ishrani (anoreksija i bulimija), gastroezofagealna refluksna bolest, alkohol i zavisnost. Posebne navike u ishrani grupe sa velikom potrošnjom bezalkoholnih ili sportskih pića, posebne dijete poput vegetarijanske, veganske ili sirove ishrane, redovno uzimanje lijekova i dodataka ishrani takođe mogu povećati rizik od erozije zuba.<sup>23</sup>

Erozija izazvana kiselim namirnicama ili želučanom kiselinom formira glatke lezije koje se tipično pojavljuju kao okluzalne/ incizalne i konkavne površine. Kada se kombinuju sa atricijom ili abrazijom imaju potencijal da izazovu značajno trošenje zuba. Trošenjem se smanjuje debljina gleđi, otkrivajući osnovni dentin i mijenjajući boju od bijele boje gleđi u žutu boju dentina. Učestalost konzumacije kiselih namirnica i pića značajno utiče na stvaranje erozije zuba.<sup>24</sup>

<sup>21</sup>(Stojicevic, no date)

<sup>22</sup>(Kanzow *et al.*, 2016)

<sup>23</sup>(Strużycka, Rusyan and Bogusławska-Kapała, 2016)

<sup>24</sup>(Bartlett, 2005)

Poznavajući načine nastanka erozije zuba može nam pomoći u edukaciji i prevenciji zuba, ali i u ranom otkrivanju poremećaja u ishrani.

Pored erozije imamo još abraziju i atriciju zuba. Abrazija je trošenje između zuba i drugih materijala, a atricija je trošenje kontaktom zub od zub.<sup>25</sup>



*slika 4- prikaz slučaja atricije, abfrakcije, erozije, abrazije (izvor- Poliklinika "dr Regoje D" BD)*

## Zaključak

Kvalitet hrane i vode i načina konzumacije hrane direktno utiče na oralno zdravlje. Neke od smjernica za odabir i način konzumacije hrane i vode su sljedeće:

- Odabir hrane i vode treba uskladiti po normama koje daju nadležne ustanove (Agencije za kontrolu namirnica na republičkom nivou u skladu sa pravilnicima Svjetske zdravstvene organizacije).
- Prehrana koja uključuje puno voća i povrća. Ne samo da su bogati vitaminima, voće i povrće potiču lučenje pljuvačke te pomažu u čišćenju zuba i održavanju normalne bioflora usne šupljine.
- Izbjegavati slatkiše koji su ljepljivi, teže se čiste i ostaju na jeziku. Odnosi se na hranu poput lizalica, tvrdih bombona, zašćerenih žvakaćih guma i slatkih napitaka.
- Konzumirati isključivo zdrave namirnice i vodu.
- Kiselost organizma i hiperaciditet želučanog sadržaja je direktno vezano za lošu ishranu.

U nastanku ili zaštiti od karijesa i parodontoloških bolesti važnu ulogu ne igra samo vrsta namirnice već i njezin oblik, konzistencija, nutritivni sastav i vremenski period tokom kojeg su zubi izloženi namirnici, učestalost unosa hrane i kombinacija namirnica koje se unose.

Bolesti zuba i parodontalnog tkiva se mogu izbjeći. Nijedan organ ljudskoga tijela nije tako osjetljiv cijeli život čovjeka na hemijske i fizikalne karakteristike hrane kao što su to zubi. Bolesti zuba i njihov nedostatak reducira prehranu i žvakanje što rezultira razvojem patoloških oboljenja i smanjenjem funkcije udaljenih organa.

<sup>25</sup>(Shellis and Addy, 2014)

## Literatura:

1. Balog, D. (no date) "Utjecaj prehrane na kvalitetu zubi", p. 39;
2. Bartlett, D.W. (2005) "The role of erosion in tooth wear: aetiology, prevention and management", *International Dental Journal*, 55(4 Suppl 1), pp. 277–284;
3. Beljan M. (Bjelovar, april 2016) "Znanje o oralnom zdravlju i zdravstveno ponašanje roditelja i djece školskog uzrasta, str.86;
4. Chi, D.L. and Scott, J.M. (2019) "Added Sugar and Dental Caries in Children: A Scientific Update and Future Steps", *Dental Clinics of North America*, 63(1), pp. 17–33;
5. "Enzim" (2022) *Wikipedia*;
6. Ergović R. M., Habuda S. M. ( Osijek, mart 2017) "Utjecaj fluorida u vodi za piće na zdravlje";
7. Gao, X. *et al.* (2016) "Salivary biomarkers for dental caries", *Periodontology 2000*, 70(1), pp. 128–141;
8. Gjirlić T. (Sveučilište u Zagrebu, Medicinski fakultet 2016) "Antropogena onečišćenja u vodi za piće i njihov uticaj na zdravlje";
9. Kanzow, P. *et al.* (2016) "Etiology and pathogenesis of dental erosion", *Quintessence International (Berlin, Germany: 1985)*, 47(4), pp. 275–278;
10. Maltar D. (no date) "Voda i zdravlje";
11. Pedersen, A.M.L. *et al.* (2018) "Salivary secretion in health and disease", *Journal of Oral Rehabilitation* 45(9), pp. 730–746;
12. Petersen, P.E. (2003) "The World Oral Health Report 2003: continuous improvement of oral health in the 21st century--the approach of the WHO Global Oral Health Programme", *Community Dentistry and Oral Epidemiology*, 31 Suppl 1, pp. 3–23;
13. Shellis, R.P. and Addy, M. (2014) "The interactions between attrition, abrasion and erosion in tooth wear", *Monographs in Oral Science*, 25, pp. 32–45;
14. Stojicevic, D. (no date) "Opšte osobine i sastav pljuvačke";
15. Struzycka, I. (2014) "The oral microbiome in dental caries", *Polish Journal of Microbiology*, 63(2), pp. 127–135;
16. Struzycka, I., Rusyan, E. and Bogusławska-Kapała, A. (2016) "Tooth erosion - a multidisciplinary approach", *Polski Merkuriusz Lekarski: Organ Polskiego Towarzystwa Lekarskiego*, 40(236), pp. 79–83;
17. Tahmassebi, J.F. and BaniHani, A. (2020) "Impact of soft drinks to health and economy: a critical review", *European Archives of Paediatric Dentistry: Official Journal of the European Academy of Paediatric Dentistry*, 21(1), pp. 109–117;
18. Verzak Ž., Burazin A., Černi I., Čuković B.I. (Zagreb 2007) "Fluoridi i karijes".

## UTICAJ KVALITETNE ISHRANE STANOVNIŠTVA NA DEMODINAMIČKA KRETANJA

### Apstrakt

Ovaj rad donosi pregled uticaja ishrane na populacionu dinamiku i društvene procese od praistorije do danas. Usvajanje poljoprivrede u neolitu bilo je ključno za osnivanje i razvoj prvih svjetskih civilizacija. Značajnije promjene u ljudskoj ishrani, a samim tim i promjene u društvu i populacionoj dinamici dogodile su se industrijskom i agrarnom revolucijom u Engleskoj između 18. i 19. vijeka. Kasnije hrana, osim uloge prehranjivanja, počinje dobijati i druge uloge. U 20. vijeku, u doba nestabilnosti u svijetu, hrana se počela koristiti kao političko oružje. Nakon Drugog svjetskog rata u poljoprivrednu proizvodnju uvode se nove tehnologije koje izazivaju još jednu revoluciju u poljoprivredi, tzv. "Zelenu revoluciju", koja je dovela do eksplozije stanovništva, a koja je takođe poslužila i za implementaciju novih tehnologija poput genetski modifikovane hrane i novih vrsta sjemena, gnojiva i pesticida koji su poljoprivrednu proizvodnju i tržište hrane pretvorili u strogo uniformisani i nadzirani sistem, čime hrana postaje sredstvo kontrole. Tada već postaje jasno da je svijet podijeljen na dva pola, na jednom polu su razvijene zemlje koje uživaju u obilju hrane, dok se na drugom polu nalaze nerazvijene zemlje u kojima ljudi umiru od gladi. Pred čovječanstvo je postavljen izazov da odgovori na pitanje gladi, ali i na pitanje može li ovakav sistem poljoprivrede podržati rastuću svjetsku populaciju i nadolazeće klimatske promjene.

**Ključne riječi:** poljoprivreda, Zelena revolucija, populaciona dinamika, glad, klimatske promjene, ishrana

### Abstract

This paper provides an overview of the impact of nutrition on population dynamics and social processes from prehistory to the present day. The adoption of agriculture in the Neolithic was crucial for the establishment and development of the world's first civilizations. Significant changes in human nutrition, and thus changes in society and population dynamics, occurred during the Industrial and Agrarian Revolution in England between the 18th and 19th centuries. Later, in addition to the role of nutrition, food begins to take on other roles. In the 20th century, at a time of world instability, food began to be used as a political weapon. After the Second World War, new technologies were introduced into agricultural production, which caused another revolution in agriculture, the so-called The "Green Revolution", which led to an explosion of the population, which also served to implement new technologies such as genetically modified food and new types of seeds, fertilizers and pesticides that turned agricultural production and the food market into a strictly uniform and controlled system, making food a means of control. By then it becomes clear that the world is divided into two poles, on one pole are developed countries that enjoy plenty of food, while on the other pole are underdeveloped countries where people are dying of hunger. Mankind is faced with the challenge of answering the question of hunger, but also the question of whether such an agricultural system can support the world's growing population and the coming climate change.

<sup>1</sup> demografski ekspert

Keywords: agriculture, Green Revolution, population dynamics, hunger, climate change, nutrition fertilizers and pesticides that have turned agricultural production and the food market into a strictly uniform and controlled system, making food a means of control. By then it becomes clear that the world is divided into two poles, on one pole are developed countries that enjoy plenty of food, while on the other pole are underdeveloped countries where people are dying of hunger. Mankind is faced with the challenge of answering the question of hunger, but also the question of whether such an agricultural system can support the world's growing population and the coming climate change. Keywords: agriculture, Green Revolution, population dynamics, hunger, climate change, nutrition fertilizers and pesticides that have turned agricultural production and the food market into a strictly uniform and controlled system, making food a means of control. By then it becomes clear that the world is divided into two poles, on one pole are developed countries that enjoy plenty of food, while on the other pole are underdeveloped countries where people are dying of hunger. Mankind is faced with the challenge of answering the question of hunger, but also the question of whether such an agricultural system can support the world's growing population and the coming climate change. Keywords: agriculture, Green Revolution, population dynamics, hunger, climate change, nutrition By then it becomes clear that the world is divided into two poles, on one pole are developed countries that enjoy plenty of food, while on the other pole are underdeveloped countries where people are dying of hunger. Mankind is faced with the challenge of answering the question of hunger, but also the question of whether such an agricultural system can support the world's growing population and the coming climate change. Keywords: agriculture, Green Revolution, population dynamics, hunger, climate change, nutrition By then it becomes clear that the world is divided into two poles, on one pole are developed countries that enjoy plenty of food, while on the other pole are underdeveloped countries where people are dying of hunger. Mankind is faced with the challenge of answering the question of hunger, but also the question of whether such an agricultural system can support the world's growing population and the coming climate change.

**Keywords:** agriculture, Green Revolution, population dynamics, hunger, climate change, nutrition

## UVOD

Hrana je za čovjeka najvažniji resurs, ne samo zbog činjenice da pruža čovjeku izvor energije za preživljavanje, već je hrana, od postojanja čovjeka, oblikovala njegovu istoriju, a danas nastavlja oblikovati njegovu sadašnjost. Promjene u načinu ishrane i upravljanje hranom, od praistorije pa do danas pokreću velike društvene ekonomske promjene. Prva velika promjena u načinu ishrane ljudi, te usvajanja poljoprivrede, dovela je do promjena u biologiji čovjeka, promjena u društvenoj strukturi i organizaciji osnivanja prvih velikih civilizacija, a kasnije su otkrića novih vrsta hrane, te razvoj novih tehnika uzgoja i obrade hrane čovječanstvu omogućili istorijski nezamisliv napredak.

Cilj rada je da objasni društvene promjene koje su se dogodile kroz istoriju pod uticajem promjena u ljudskoj ishrani na Zapadu, sa poređenjem razvijenih i nerazvijenih zemalja, posebno Afrike kao jedne od najsiromašnijih regiona svijeta. Značajno je i objasniti uzročno-posljedične procese koji su obilježili tok ljudske istorije i što je dovelo čovječanstvo u današnju populacionu, zdravstvenu, humanitarnu, političku i ekonomsku situaciju. U skladu s

tim, glavna hipoteza ovog rada je da je ishrana kao jedan od najvažnijih faktora promjena u populacionoj (demografskoj) dinamici u svijetu, s tim da je u današnje vrijeme došlo do pomaka u kontroli zaliha hrane. Takođe, s obzirom na trenutnu svjetsku populaciju od oko **7,934** milijardi ljudi, postaje neizbježno ponovo se prisjetiti Malthusa (Malthusova teorija o stanovništvu) i zapitati se hoće li ljudska populacija u nadolazećim godinama dostići svoj kapacitet podržavanja.

Budući da su socioekonomski faktori, kultura, običaji i navike moćne snage u svakom društvu vrlo često se odraze i na kulturu ishrane stanovništva. Demografske i ekonomske promjene tokom proteklih decenija, uz globalne uticaje kao što su tehnološki razvoj, urbanizacija i globalizacija svjetskog tržišta hrane, uticale su na dostupnost hrane u Svijetu, kao i na navike u ishrani stanovništva.

U široj populaciji nepravilno ishranjenih osoba, njihovo stanje se odražava i na troškove zdravstvene zaštite, dohodak, ekonomsku moć, standard, skraćenje dužine života usljed narušenog zdravstvenog stanja i dr., čime se ovi problemi svrstavaju u najozbiljnija zdravstvena i socijalna pitanja.

## METODOLOŠKI OKVIR ISTRAŽIVANJA

Cilj rada je bio da se ukaže na kvalitet ishrane stanovništva različitih regiona Svijeta sa aspekta udjela pojedinih grupa namirnica u strukturi dnevnog obroka, a na osnovu upoređivanja utvrđene i preporučene prosječne dnevne zastupljenosti svake pojedinačne grupe namirnica po glavi stanovnika.

Za ostvarenje postavljenog cilja korišćene su deskriptivne i statističke metode. Za prikupljanje relevantnih podataka korišćena je tehnika analize dokumentacije. Prikupljanje sekundarnih podataka su obavili autori preko dostupne publikovane dokumentacije.

Nakon prikupljenih sekundarnih podataka koji su se odnosili na količinu utrošenih prehrambenih artikala po domaćinstvu izvršena je obrada podataka po regionima Svijeta. Prikupljeni i obrađeni podaci o prosječnoj dnevnoj potrošnji svih grupa namirnica po glavi stanovnika iz svakog pojedinačnog regiona i za svaku posmatranu godinu svedeni su na energetske unos izražen u kilokalorijama (kcal) i upoređivani su sa datim preporukama u vidu piramide ishrane o poželjnoj procentualnoj zastupljenosti pojedinih grupa namirnica u dnevnom obroku, koje prikazujemo kao rezultate istraživanja.

Sistemske prikaz demodinamičkih elemenata i njihovih međusobnih odnosa u procesu mijenjanja broja stanovnika određene teritorije ogleda se u: suprapopulaciji (povećanje broja stanovnika), depopulaciji (smanjenje broja stanovnika) i migraciji (emigracija, imigracija). Kvantitativno-dinamički model promjena broja stanovnika (za suprapopulaciju) dobija se po obrascu:  $r=(\sqrt{2}-1) \times 1000$  i  $r=(\sqrt{0,5}-1) \times 1000$  za depopulaciju (Pašalić, 2020). Svjetska populacija je i dalje u suprapopulaciji (porastu), što pokazuju podaci navedeni u tabeli.

**Obrazac promjene broja stanovnika u Svijetu**

2021.	Godišnje	Dnevno	<sup>0</sup> / <sub>100</sub>
Rođeni	29.795.170	242.825	3,75
Umrli	12.508.772	101.977	1,57
Porast	17.286.556	140.848	2,18

Izvor: OUN, Svjetska populacija, 2022.

Tako je i BiH krajem osamdesetih godina prošlog vijeka ušla u jednu od specifičnih faza svog demografskog razvoja. Promijenjen je obrazac obnavljanja stanovništva (ispod nivoa za prostu reprodukciju), a potom i ratna dešavanja, posebno su pogodila demografska kretanja.

## REZULTATI I DISKUSIJA

Danas se oko dvije trećine ljudi u svijetu ne hrani ni pravilno niti dovoljno, a njihovo munjevito povećavanje predstavlja ozbiljan problem u budućnosti, ali ne samo sa stajališta životnoga prostora, nego i ishrane. Tako se godine 2050. očekuje porast svjetske populacije na 10 milijardi ljudi, pa će se pojaviti problem ishrane naglo rastućeg broja ljudi, a to zbog specifičnosti poljoprivredne proizvodnje i praktično neograničene industrijske tehničko-tehnološke mogućnosti proizvodnje hrane, ipak može dovesti do nestašice ovog vitalnoga resursa, i to u svjetskim razmjerama.

Već danas loša i nedovoljna ishrana, odnosno glad i umiranje od gladi, raširena je pojava koja ima ogromne razmjere u svijetu, a pojavljuje se kao jedan od najozbiljnijih i najtežih problema s kojima se suočavaju, kako nerazvijene, tako i srednje i visokorazvijene zemlje. Taj problem postaje to teži, zato što u nerazvijenim zemljama bilježimo i bilježit ćemo sve veću demografsku eksploziju, pa se u uslovima pada dohotka i fizičke nestašice hrane, moraju očekivati veliki problemi.

Nedostatak dovoljnih količina hrane ima za posljedicu glad i lošu strukturu kvaliteta ishrane, a to se danas smatra najvećim svjetskim problemom. Primjetan je proces iscrpljivanja svjetskih rezervi hrane pa se aktuelizuju pitanja poput:

-kako stvoriti hranu za sve veći broj ljudi na zemlji?;

-hoće li za to biti dovoljni

dosadašnji poznati i raspoloživi resursi?;

-postoje li druge mogućnosti u proizvodnji

hrane, zahvaljujući suvremenoj nauci i tehnologiji?

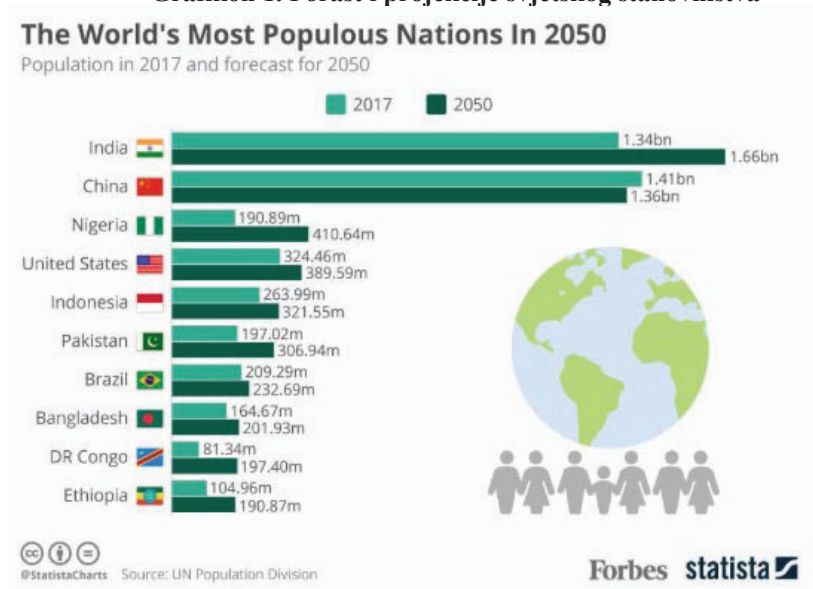
Nevolju u svim tim pitanjima čini poznati zakon o opadajućim prinosima. On se najčešće veže uz poznato ime Roberta Thomasa Malthusa i uz njegovu knjigu, kratko nazvanu "Esej o populaciji", kojom je u zaključcima, uticao i na Charlesa Darwina.

Posmatrajući američku populaciju svog vremena, Malthus uočava jednu zanimljivu činjenicu, a to je udvostručivanje američkog stanovništva svakih 25 godina. Iz tog primjera izvodi se zaključak da se populacija povećava geometrijskom progresijom koja, kao što znamo, izgleda ovako: 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256, 512, 1024, 1.048.576 itd.

Da je to tačno, pokazuju porast i projekcije stanovništva svijeta.



**Grafikon 1. Porast i projekcije svjetskog stanovništva**



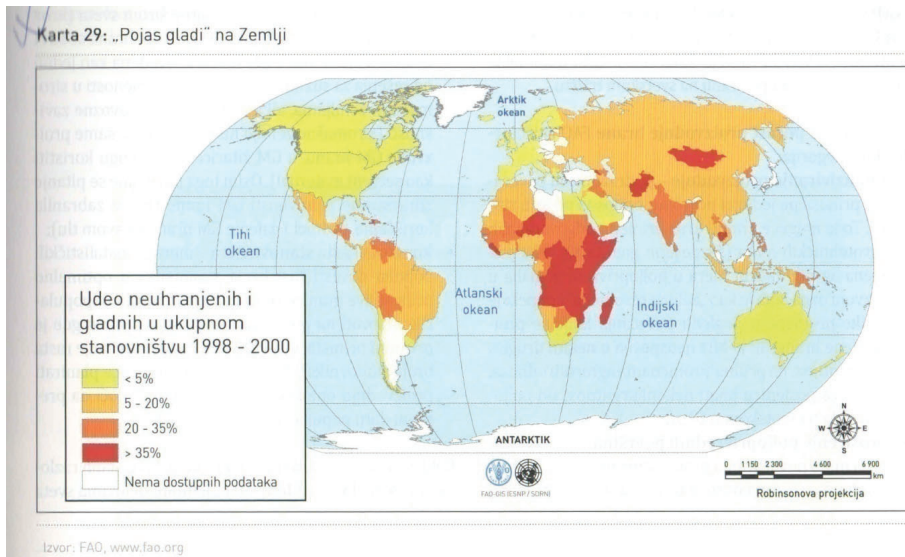
Population in 2017 and forecast for 2050 STATISTA

O stvarnim razmjerama prerambenog problema možemo rasuđivati na osnovu podataka koje objavljuje Organizacija za ishranu i poljoprivredu OUN (FAO). Po statistici FAO, broj onih koji gladuju na planeti dostiže oko 500 miliona ljudi, od kojih približno 240 miliona je osuđeno usljed gladi na bolest i smrt. Time priča o gladi nije završena jer kod različitih oblika i faza neuhranjenosti u svijetu danas strada preko 1 milion ljudi.

Postoje različiti oblici neuhranjenosti, osnovni oblik je nedovoljna kaloričnost hrane, ali mogu se javiti i nedostatak neophodnog minimum bjelančevina, masti i mikroelemenata, što se odražava negativno na zdravlje ljudi, kvalitet radne snage. Od neuhranjenosti najviše pate zemlje Afrike (posebno sudansko-sahelska zona).

Pošto je problem ishrane dobio globalne razmjere i karakter, njegovo radikalno rješenje se povezuje sa perspektivama racionalne raspodjele proizvodnih resursa na cijeloj planeti.

## Karta 1. Pojas gladi na Zemlji



Kako je dolazilo do novih otkrića i ulaganja u proces konzerviranja, proizvodnja konzervirane hrane sve se više automatizovala i postajala sve jeftinija, te je tako postala dostupna svima. Konzervirana hrana i nove tehnologije prevoza su dva izuma koja su promijenila način ratovanja u 19. vijeku. U Prvom svjetskom ratu municija i hrana za vojnike dopremale su se željeznicom, umjesto konjima, što je otvorilo nove mogućnosti vojnoj logistici. Međutim, i dalje nije bio riješen problem dostave hrane od željeznice do linije fronta. Posljednjih nekoliko kilometara hranu su i dalje trebali dopremiti konji, koji su također trebali nešto jesti, stoga je jedan dio prevezene hrane uvijek bila i stočna hrana, a ishrana vojnika je zavisila o tih nekoliko posljednjih kilometara. Stvari su se promijenile tek nakon razvoja tenka, kad su gorivo i municija za oružje zamijenili hranu za vojnike i životinje kao najpresudnije gorivo rata (Standage: 2009, 179). Hrana je prestala imati centralnu ulogu u vojnom planiranju. No, počela je preuzimati novu ulogu – do sredine 20. vijeka postala je ideološko oružje (Standage, 2009: 179).

Osnovni problem savremenog čovječanstva je problem nedostatka ishrane velikog dijela svjetske populacije, i to po kvantitetu i kvalitetu. On nameće traženje odgovora na ova pitanja:

- zašto nema dovoljno hrane?
- koji kompleks problema uslovljava takvo stanje?
- kakve su naučne, ekonomske i agrotehničke mogućnosti na raspolaganju današnjem u svrhu rješavanja osnovnog problema?
- što nam donosi budućnost?

Odgovori na ta pitanja nisu jednostavni, ali su mogući. Fiksna veličina obradivog tla nebitno se ili sporo povećava, pa postoji problem ograničenosti resursa nasuprot sverastućim potrebama za hranom. Pored toga, na fiksni faktor zemlja, buduća će potencijalna ulaganja rezultirati sve manjim dodatnim prinosom, sve do tačke bez ikakvog dodatnog prinosa. No, na tu se problematiku nadovezuju i drugi već postojeći problemi.

Osnovni problem mnogih dijelova svijeta, zemalja i regija je visoki udio agrarne populacije u ukupnoj strukturi nacionalne populacije. Taj problem dominira u nerazvijenim zemljama. Uslovljen je nerazvijenošću industrije i malom potražnjom za radnicima. Agrarna

prenaseljenost posljedica je sporog privrednog razvitka i nepovoljne privredne strukture (zbog sporog razvitka industrije). Vrijedi pravilo: što je zemlja na nižem stepenu razvijenosti, to je udio poljoprivrede u strukturi bruto domaćeg proizvoda veći. Konačan rezultat te činjenice je krajnje nepovoljan. Najveći dio bruto domaćeg proizvoda se troši za demografske investicije, ponajprije za održanje golog života, a postojeći izvozni viškovi se po bagatelnoj cijeni razmjenjuju u svijetu za skupe industrijske proizvode i tehnologiju.

**Tabela 1. Procentualni udio poljoprivrednog i gradskog stanovništva u ukupnom stanovništvu BiH**

	1948.	1953.	1961.	1971.	1981.	1991.	2013.
Poljoprivredno stanovništvo	71,8	68,2	50,2	36,5	17,3	9,8	4,9
Gradsko stanovništvo	14,3	16,3	21,0	27,9	36,2	39,5	45,0

Izvor.: Statistički godišnjak/ljetopis 1993-1998. Federalni zavod za statistiku, Sarajevo

U visokorazvijenim zemljama poljoprivredom se bavi relativno manji broj ljudi, pa zato na jednog poljoprivrednika dolazi veća agrarna površina i pritom se zemljište koncentriše u veće i ekonomične posjede koji se mogu profitabilno obrađivati. Veliki, dobro organizovan posjed uz primjenu savremene tehnike i tehnologije, i savremenih agronomskih metoda može biti profitabilan i može se uključiti u komercijalnu proizvodnju za tržište. Primjena u visokorazvijenim zemljama naučnih rezultata u hemiji, u biologiji, u tehnici rezultirala je velikim povećanjem proizvodnje, posebno žitarica i kukuruza, pa se čak i tipične agrarno-sirovinske zemlje pojavljuju kao njihovi uvoznici. No, intenzivna proizvodnja hrane, uz primjenu raznih hemijskih supstanci, dovela do novog problema, do zagađivanja životne sredine.

Piramida ishrane je vodič za svakodnevni izbor hrane (prema SZO) koji obezbjeđuje optimalan unos energije i svih neophodnih nutritivnih i nenutritivnih sastojaka. U okviru piramide predlaže se da grupa žita i proizvodi od žita učestvuju sa 40% u ukupnom dnevnom unosu, grupa namirnica povrće i proizvodi sa 20%, grupa voće i njihovi proizvodi sa 15%, grupa mlijeko i mliječni proizvodi sa 10%, grupa meso, riba i jaja sa 10% i grupa masti, šećer i šećerni koncentraciji sa manje od 5% u odnosu na ukupan energetske unos.

### **Šta donosi budućnost?**

S obzirom da stanovništvo svijeta i dalje raste, a problemi gladi i siromaštva još nisu riješeni, postavlja se pitanje kako će se situacija nastaviti u budućnosti?

Tek je 1825. godine oko 10 000 godina nakon pojave poljoprivrede, broj stanovnika svijeta prvi put dostigao milijardu. Trebalo je još stotinu godina, do 1925. godine, da dostigne dvije milijarde i samo trideset pet godina, do 1960., da dostigne tri milijarde (Standage, 2009: 237). Danas svjetska populacija broji oko 7,87 milijardi stanovnika.

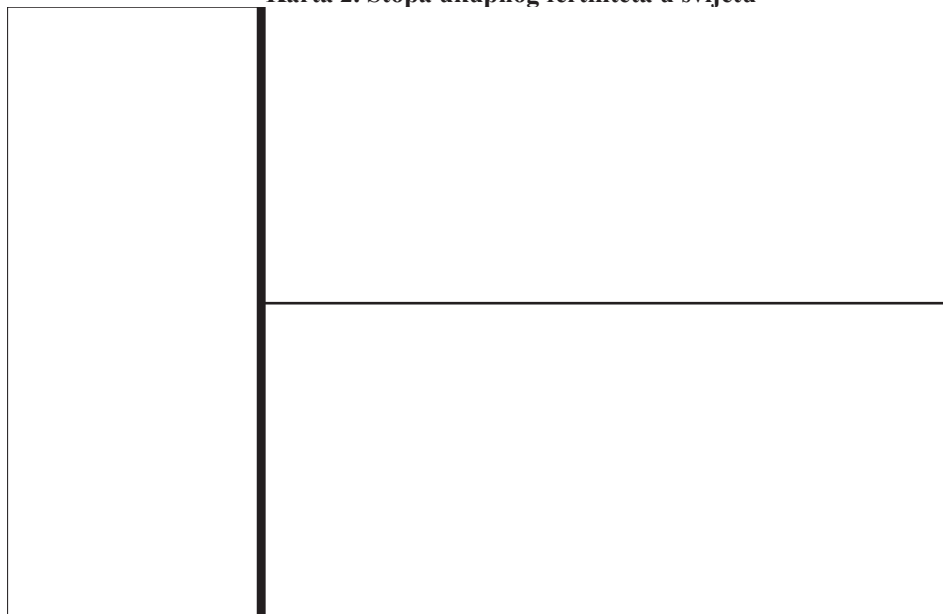
Poboljšanjem ishrane, životnih uslova, razvojem tehnologije i medicine, životni vijek se povećao, a stope mortaliteta novorođenčadi su pale, međutim taj trend uglavnom vrijedi za razvijene zemlje, dok su u najsiromašnijim zemljama na svijetu, u regiji Supsaharske Afrike, stope fertiliteta i dalje više nego u ostalim razvijenim zemljama i zemljama u razvoju. Takođe, predviđa se da će porast populacije u Supsaharskoj Africi do 2050. godine činiti polovinu svjetskog porasta stanovništva, što dodatno zabrinjava jer se upravo ta regija već nalazi pod teškim udarom siromaštva i gladi.

Čini se da je većina zemalja svijeta za sada uspjela izbjeći Malthusovu katastrofu. Naime, Malthus je još u 18. vijeku u svom „Eseju o principu populacije“ tvrdio da stanovništvo raste brže, nego što zemlja može proizvesti hrane za opstanak. Takođe je tvrdio da je „moć populacije toliko superiorna zemljinoj moći da pruži opstanak za čovjeka da preuranjena smrt mora u nekom obliku posjetiti ljudsku rasu“ (Malthus, 1798: 44). Vjerovao je

da će, u slučaju kada ljudsko stanovništvo preraste zalihe hrane ljudski poroci, odnosno zločini, uspješno doprinijeti destrukciji i depopulaciji. Ako čovjek ne uspije, onda će uspjeti bolesti i pošasti. Ako ni to ne uspije, zadnje što ostaje je neizbježna glad koja će pokositi cijelu populaciju. Međutim, ono što Malthus nije mogao predvidjeti, za razvijene zemlje, su ogroman napredak u tehnologiji poljoprivrede nakon Drugog svjetskog rata, poboljšanja u medicini, metodama kontracepcije, pojačana industrijalizacija koja je dovela do raznih društvenih promjena, na primjer, smanjena potreba za radnom snagom u poljoprivredi što je ljude odvelo u grad gdje su se mogli obogatiti, a osim što je djecu trebalo izdržavati, ona više nisu bila potrebna kao radna snaga. Žene su se uključile na tržište rada, a kao što je već prethodno rečeno, prosječni životni vijek se povećao. Sve je to doprinijelo povećanju zaliha hrane i postupnom usporavanju rasta stanovništva. Iz tih razloga, razvijene zemlje su sigurne od katastrofe, bar što se tiče demografskih pokazatelja (Lam, 2011: 1234).

Konačno, „Zelena revolucija“ proširila se po cijelom svijetu i stanovništvo cijelog svijeta je naglo poraslo. Svjetsko stanovništvo se skoro učetverostručilo od 1,6 do 6,1 milijardi od 1900. do 2000. – najveći porast u ljudskoj historiji. U to vrijeme, svjetska proizvodnja žitarica se peterostruko povećala, sa 400 miliona na 1,9 milijardi tona, čak pet puta više u jednom vijeku nego što smo uspjeli proizvesti u posljednjih 10 000 godina zajedno. Danas svjetska populacija broji oko 7,87 milijardi ljudi. (Bourne, 2015: 27).

#### Karta 2. Stopa ukupnog fertiliteta u svijetu



Stanovništvo konstantno raste od 1960. godine, a proizvodnja hrane raste i brže nego što raste stanovništvo, što je u potpunosti suprotno s Malthusovom tvrdnjom da stanovništvo raste eksponencijalno, a proizvodnja hrane linearno. „Zelena revolucija“ postigla je nešto za što se u tadašnje vrijeme vjerovalo da je gotovo nezamislivo postići, a udvostručenje populacije u samo 39 godina, od 1960. do 1999., za sada, ostaje presedan u ljudskoj historiji.

## ZAKLJUČAK

Uvidom u trenutnu populacionu dinamiku, sliku društva i procese predstavljene u ovom radu, može se zaključiti da je hipoteza ovog rada potvrđena. Najveći porast stanovništva ikad zabilježen u ljudskoj historiji dogodio se 1960-ih godina nakon revolucije u poljoprivredi, poznate kao „Zelena revolucija.“ Nezamisliv porast u proizvodnji hrane, omogućio je strelovit porast svjetskog stanovništva. To samo pokazuje koliko je važan uticaj ishrane na populacionu dinamiku. Broj gladnih u svijetu danas je manji nego ikad prije, a predviđa se da će u budućnosti biti još manji, no s nekim izuzecima. Sa glađu u svijetu i dalje će se boriti najsiromašnija regija svijeta, Supraharska Afrika, kojoj i dalje nedostaju socijalna, ekonomska i poljoprivredna infrastruktura. Siromašne zemlje takođe su posebno osjetljive i na porast cijena hrane, te na klimatske promjene koje predviđaju upravo mogući porast cijena, ali i nedostatak plodnog tla i nestašice vode u nekim dijelovima svijeta, poput regija Bliskog istoka/Sjeverne Afrike i Južne Azije. Ono što čini siromašne zemlje posebno ranjivim na političke, ekonomske i klimatske promjene u svijetu je zavisnost o uvozu hrane i međunarodnom tržištu. U zadnjih tridesetak godina kontrola nad snabdijevanjem hrane prešla je iz javnog sektora u privatni sektor u kojem monopol drže svega nekoliko velikih kompanija u svijetu koje upravljaju svjetskom proizvodnjom hrane. Nakon završetka „Hladnog rata“ i raspada Sovjetskog Saveza, kada su pale zadnje fizičke i političke barijere među zemljama Evrope, a SAD su postale vodeća globalna sila, svijet se počeo povezivati u jednu cjelinu. Dominantni ekonomsko-politički sistem takvog globalizovanog svijeta postao je neoliberalni kapitalizam, slobodno tržište prestalo je imati granice, a država je minimizirala svoju ulogu na tržištu.

## LITERATURA

1. Bourne, J. K. (2015.) *The End of Plenty: The Race to Feed a Crowded World*, W. W. Norton & Company, New York
2. *Extraordinary Demographic History*, u: *Demography*, 48:1231-1262
3. Lam, D. (2011.) *How the World Survived the Population Bomb: Lessons From 50 Years*
4. Malthus, T. (1798.) *An Essay on the Principle of Population*, Printed for J. Johnson, St. Paul's Church-Yard, London
5. Pašalić, S. (2021). *Recentna demografska kretanja – koliko djece treba Republici Srpskoj?*, Univerzitet u Istočnom Sarajevu, Pedagogički fakultet
6. Standage, T. (2009.) *Jestiva povijest čovječanstva, Jesenski i Turk*, Zagreb.
7. FAO (2017.) *How to Feed the World in 2050*, preuzeto s: [http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/expert\\_paper/How to Feed the World in 2050.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/expert_paper/How_to_Feed_the_World_in_2050.pdf), stranica posjećena 5. travnja 2017.
8. Tisovski S, Trbović B, Rodić B. *Trend potrošnje namirnica životinjskog porekla kod različitih socioekonomskih kategorija stanovništva u SR jugoslaviji u periodu 1991-1998. godine 2000. Hrana i ishrana*; 41(1-2): 76-88.
9. World Bank Group (2016.) *Global Monitoring Report 2015/2016: Development Goals in an Era of Demographic Change*. Washington, DC: World Bank, DOI: 10.1596/978-1-4648-0669-8

## KONZUMACIJA HRANE I UTICAJ NA ORALNO ZDRAVLJE

### Sažetak

Hrana je svaka tvar ili proizvod koja je namijenjena za konzumiranje, biljnog ili životinjskog porijekla, a može biti prerađena, djelomično prerađena ili neprerađena. Njena apsorpcija u digestivnom traktu, doprinosi održavanju homeostaze oralnog zdravlja a tako i cjelokupnog opšteg zdravlja. Usna supljina predstavlja ogledalo stanja organizma koje može biti zdravo ili patološki promijenjeno u odnosu koliko smo svjesni važnosti održavanja oralnog zdravlja. Tome svakako doprinosi konzumiranje različitih vrsta hranidbenih namirnica, redovnih ili neredovnih stomatoloških pregleda, eliminisanje ili ne eliminisanje loših navika (nikotin, alkohol). U istraživanje koje je sprovedeno, u JZNU Dom zdravlja Tuzla, na odjeljenju odraslo, u periodu januar februar 2022. urađeno je kohortno ispitivanje grupe odraslih ispitanika, kojih je bilo ukupno 80. Saglasnost za prikupljanje podataka je dobijena od etičkog komiteta Doma zdravlja Tuzla. Ispitanicima je predočen informirani upitnik, u kojem smo ih upoznali da je ispitivanje dobrovoljno, navedeno je da će se svi podaci cuvati, i da pacijenti mogu odustati u bilo kojem vremenu ispunjavanja upitnika, sto neće uticati na njihov tretman od strane stomatologa. Upitnik je sadržavao 31 pitanje, sa ponuđenim odgovorima pod a,b,c,d koje su pacijenti zaokruživali. Sama anketa je koncipirana na uzimanju socioekonomskih podataka, zaposlenosti ispitanika, stepena obrazovanja, medicinske i stomatološke anamneze.

**Ključne riječi:** hrana, oralno zdravlje, ispitanici, upitnik

## FOOD CONSUMPTION AND IMPACT ON ORAL HEALTH

### Abstract

Food is any substance or product intended for consumption, of plant or animal origin, and may be processed, partially processed or unprocessed. Its absorption in the digestive tract contributes to maintaining homeostasis of oral health and thus overall general health. The oral cavity is a mirror of the state of the organism that can be healthy or pathologically altered in relation to how much we are aware of the importance of maintaining oral health. It certainly contributes to the consumption of different types of food, regular or non-regular dental examinations, elimination or non-elimination of bad habits (nicotine, alcohol). In a study conducted at the Public Health Institution Tuzla Health Center, Department of Adults, in the period January-February 2022, a cohort study was conducted, groups of adult respondents, a total of 80. Consent for data collection was obtained from the ethics committee of the Tuzla Health Center. Respondents were presented with an informed questionnaire, in which we informed them that the examination was voluntary, that all data would be kept, and that patients could withdraw at any time to complete the questionnaire, which would not affect their treatment by dentists. The questionnaire contained 31 questions, with the answers offered under a, b, c, d, which the

<sup>1</sup>Doktor stomatologije

patients circled. The survey itself is based on taking socio-economic data, employment of respondents, level of education, medical and dental history.

**Key words:** food, oral health, respondents, questionnaire.

## 1.UVOD

Odabir i izbor hrane koju svakodnevno konzumiramo predstavljaju vazan segment održavanja zdravlja organizma. To proističe iz činjenice da se sa hranom unose razni nutritivni proteini, ugljikohidrati, vitamine koje organizam treba za svakodnevno odražavanje energije. Da li je hrana koju koristimo sigurna ili nije, ne možemo znati ali znamo da na sigurnost hrane utiču različiti toksini i patogeni koji prouzrokuju mnoge bolesti. Konzumiranjem svakodnevne ishrane mi doprinosimo i mnogim procesima koji se odvijaju u našem organizmu od procesa rasta i sazrijevanja, jaćanja stomatognatnog sistema, žvačne muskulature do toga da nedovoljno unesena hrana može i prouzrokovati mnoga oboljenja. Nepravilna ishrana (često korištena pržena hrana) ili ishrana bogata zasićenim masnim kiselinama (hrana životinjskog porijekla), mogu dovesti do niza različitih srčanih oboljenja, povišenog krvnog pritiska ili pak drugih oboljenja. Sa stanovišta oralnog zdravlja, tu se ubraja ishrana bogata šećerima i drugim ugljikohidratima (slatkisi, čokolade, gazirana pica) koja nepovoljno utiče na oboljenja tvrdog zubnog tkiva. Neadekvatna prehrana ugrožava i oralno zdravlje a to za posljedicu ima neoptimalni nutritivni status koji može dovesti do raznih sistemskih bolesti (1). Zubi predstavljaju dio usne supljine čija je prvenstveno uloga u sjecanju, otkidanju i drobljenju, mljevenju hrane. Nedostatak zuba, smanjen broj ili nedovoljan broj zuba unutar usne supljine utiče na to da se hrana ne pripremljena transportuje u gastrointestinalni trakt, što će za posljedicu imati otežanu pripremu za probavu i resorpciju. To za sobom povlači niz gastrointestinalnih problema. Oboljeli zubi ili zubi sa fokusima predstavljaju također jedan problem koji može uticati na kardiovaskularna oboljenja, osteoporozu preko bakterija koje su glavni izazivači. Karijes je jedno od najrasirenijih oboljenja tvrdih zubnih tkiva. Karijesna lezija je rezultat otapanja ili demineralizacije tvrdog zubnog tkiva, kada pH padne ispod određene razine u biofilmu kada proces može zahvatiti caklinu, dentin, cement (2). Biofilm karakterisu konstantne mikrobnе aktivnosti, koje za rezultat imaju stalne metaboličke događaje u obliku malih pH fluktuacija. Ukoliko se unose fermentirani šećeri metabolizam se pojačava, što utiče na pH vrijednost. Šećeri koji se unose u organizam predstavljaju i univerzalni faktor rizika za opšta oboljenja. Bezubost ili nedovoljna zastupljenost zuba utiče i na okluzalni status, što za posljedicu ima i opadanje zagriža zuba. Okluzijski status i kvaliteta života povezana sa oralnim zdravljem pridonose odabiru vrste hrane koja će se koristiti. (3) Rizik od oralnog izbjegavanja hrane, se javlja kod osoba koji imaju parcijalnu ili totalnu bezubost, ili osoba sa dubokim karijesima koji izazivaju određenu vrstu boli. Oralne bolesti predstavljaju veliki zdravstveni teret za mnoge zemlje i utiču na ljude tijekom njihova života, uzrokujući bol, nelagodu, unakaženost, pa čak i smrt. Procjenjuje se da oralne bolesti pogađaju gotovo 3,5 milijardi ljudi. (4) Neliječeni zubni karijes (karijes) na trajnim zubima najčešće je zdravstveno stanje prema Global Burden of Disease 2017. (5). Više od 530 milijuna djece pati od karijesa mlječnih zuba (mlječnih zuba). Teška parodontalna bolest (desni), koja može rezultirati gubitkom zuba, također je vrlo česta, s gotovo 10% svjetske populacije. U takvom kontekstu, SZO je posvećena osiguravanju promicanja oralnog zdravlja i kvalitete, osnovnog liječenja stanja oralnog zdravlja za sve ljude u svim zemljama bez pojedinačnih finansijskih poteškoća. Smanjenje stanja oralnog zdravlja zahtijeva reformu sustava oralnog zdravlja kako bi se fokus s invazivnog stomatološkog liječenja pomaknuo na prevenciju i manje liječenje. SZO je identificirala ključne



strategije za poboljšanje oralnog zdravlja, s naglaskom na populaciju s niskim dohotkom i marginaliziranu populaciju gdje je pristup oralnoj zdravstvenoj zaštiti najograničeniji. (6).

Prehrana je osnovni faktor za osiguranje kvalitete zubnih struktura počev od prenatalne dobi, fetalnog razvoja pa sve do završetka mineralizacije stalnih zuba (7). Prije samoga nicanja zuba prehrana utječe endogeno, nakon nicanja i u vrijeme sazrijevanja utječe endogeno i egzogeno, a poslije samo egzogeno. Putokazi za prehranu u vezi s održavanjem oralne higijene su sljedeće :a) Smanjenje konzumacije hrane i pića koji sadrže rafinirani šećer b). Hrana i piće koji sadrže šećer trebali bi se koristiti kao dio glavnog obroka c). Grickalice i pića trebali bi se konzumirati bez šećera d). Smanjiti pijenje kiselih i gaziranih napitaka (8)

## 2. ISPITANICI I METODE

U istraživanje je ukupno uključeno 80 ispitanika, koji su posjetili i lijecili se u stomatološkoj službi, odjeljenje za odraslo dom zdravlja Tuzla. Uradjeno je kohortno prospektivno istraživanje, u periodu januar, februar 2022 godine. Navedena ispitivačka skupina je ispunjavala posebno osmišljen upitnik, koji je sadržavao 31 pitanje. Pitanja su koncipirana tako da su pacijenti imali opciju zaokruživanja odgovora pod opcijom a, b, c, d. Istraživanje je uradjeno dobrovoljno, anonimno. Pacijentima je prezentiran informiran upitnik u kojem je objašnjeno da svi podaci koji se skupe, koriste se za pisanje naučnih radova, da podaci neće biti zloupotrebjeni, da neispunjavanje ili odustajanje od upitnika, neće uticati na ishod stomatološkog liječenja od strane stomatologa. Dozvola za istraživanje se dobila od etičkog komiteta doma zdravlja Tuzla. Upitnik je sadržavao osnovne generalije, socioekonomske generalije, zaposlenje, stepen obrazovanja i stomatološku anamnezu. Statistička obrada podataka je uradjena primjenom IBM SPSS 22 za Windows operativni sistem.

## 3. REZULTATI

Ukupno je bilo 80 ispitanika. Ženskih ispitanika je bilo 58,8% ili 47, dok je muških ispitanika bilo 41,3% ili 33. Ispitanici su razvrstani u 3 kategorije od 18 do 25 godina, od 26 do 50 godina i 51 do 75 godina. Najveći broj ispitanika je bio u kategoriji od 26 do 50 godina 64,47% od kojih 43,42% ženskih dok je muških ispitanika bilo 21,05%. Od 51g. do 75 godina je bilo ukupno 28,95%, ženskih 13,16%, muških ispitanika 15,79%. Kategorija 18 do 25 godina, ukupno je sadržavala 6,58%, od kojih ženskih 3,95%, muških ispitanika 2,63% (TABELA 1). Od 77 ispitanika, koji su dali podatke o stanovanju, 68,8% (53) su izjavili da žive u kući, od kojih je 40,3% (31) osoba ženskog spola, a 28,6% (22) osoba muškog spola. U stanu stanuje 31,2% (24) ispitanika, od kojih je 16,9% (13) osoba ženskog i 14,3% (11) osoba muškog spola (TABELA 2). Zaposlenost ispitanika u odnosu na spol prikazana je u narednoj tabeli. Analizom ukupnog broja ispitanika (80), 51,3% ispitanika (51) su zaposleni, od kojih je 31,3% (25) ženskog a 20,0% (16) muškog spola. Nezaposlenih ispitanika je bilo 48,8% (39), od kojih je 27,5% (22) ženskog, a 21,3% (17) muškog spola (TABELA 3). Podatke o stepenu obrazovanja dalo je 79 ispitanika, od kojih je 58,2% (46) ženskog, a 41,8% (33) muškog spola. Najveći udio imaju ispitanici sa srednjom školskom spremom (od 1 do 4 razreda) 64,6% (51) od kojih je 38,0% (30) ženskog a 26,6% (21) muškog spola. Slijede ispitanici sa visokom stručnom spremom (VII step) kojih je bilo 17,7% (14), po 8,9% (po 7) ženskog i muškog spola. Isti je udio ispitanika sa višom školskom spremom i ispitanika sa osnovnom školom, po 8,9% (po 7) (GRAFIKON 1). Statistički hi-kvadrat test ( $\chi^2 = 3,251$ ;  $df = 3$ ;  $p = 0,354 > 0,05$ ) pokazuje da ne postoji statistički značajna razlika u stručnoj spremi između ispitanika različitog spola, na nivou značajnosti 0,05. Podatke o konzumiranju nikotina dobili smo od 75 ispitanika, od kojih je 60%

(45) osoba ženskog a 40,0% (30) osoba muškog spola. Najveći udio ispitanika je iz grupe koji nisu nikada konzumirali nikotin (duhan), od kojih je 32,0% (24) ženskog spola a 28,0% (21) muškog spola. Isti udio imaju grupe ispitanika koji konzumiraju do 10 cigareta dnevno i grupa ispitanika koji konzumiraju cijelu kutiju cigareta dnevno 16,0% (po 12 ispitanika). U drugoj grupi, jednak je udio ženskih i muških ispitanika, po 8,0% (po 6), dok je u prvoj grupi 14,7% (11) ženskih ispitanika i 1,3% (1) muški ispitanik. Statistički hi-kvadrat test ( $\chi^2 = 6,458$ ;  $df = 3$ ;  $p = 0,091$ ) pokazuje da ne postoji statistički značajna razlika u distribuciji konzumiranja nikotina u odnosu na spol ispitanika na nivou značajnosti 0,05 (**GRAFIKON 2**). Koliko ispitanici često posjećuju stomatologa saznali smo analizom podataka koje smo skupili. Od ukupno 79 ispitanika, koji su dali podatke o posjećenosti stomatologa (59,5% ženskih i (40,5%) muških ispitanika), najveći dio pripada grupi ispitanika koji stomatologa posjećuju samo kada imaju problema sa zubima ili protezom, 49,4% (39), od kojih je 27,8% (22) ženskih i 21,5% (17) muških ispitanika. Slijedi grupa ispitanika koji stomatologa posjećuju jednom u 6 mjeseci, 29,1% (23), 17,7% (14) ženskih i 11,4% (9) muških ispitanika. Po udjelu slijedi grupa ispitanika koji stomatologa posjećuju jednom u 12 mjeseci, 19,0% (15), 12,7% (10) ženskih i 6,3% (5) muških ispitanika. Dva ispitanika (2,5%), po jedan ženskog i muškog spola, stomatologa posjete kada se sjete. (**GRAFIKON 3**). Statistički hi-kvadrat test ( $\chi^2 = 0,567$ ;  $df = 3$ ;  $p = 0,904$ ) pokazuje da ne postoji statistički značajna razlika u distribuciji posjećenosti stomatologu u odnosu na spol ispitanika na nivou značajnosti 0,05. Naredni segment pitanja se odnosilo na zastupljenost ishrane kod ispitanika, održavanju oralne higijene, vrsta hrane koju najčešće konzumiraju. Da li smatraju ispitanici da uloga ishrane ima uticaja na prevenciju karijesa, odgovor smo dobili od 79 ispitanika od kojih 58,2% ženskog i 41,8% muškog spola. Najveći udio ispitanika, 94,9% (75) je odgovorilo da smatraju da hrana ima uticaja na prevenciju karijesa, od kojih je 55,7% (44) osoba ženskog i 39,2% (31) osoba muškog spola a 5,1% (4) ispitanika smatraju da nema uticaja hrana na prevenciju karijesa (**GRAFIKON 4**). Statistički hi-kvadrat test ( $\chi^2 = 0,117$ ;  $df = 1$ ;  $p = 0,732$ ) pokazuje da ne postoji statistički značajna razlika u distribuciji stavova o uticaju ishrane na karijes zuba u odnosu na spol ispitanika na nivou značajnosti 0,05. Koju vrstu hrane najčešće konzumiraju ispitanici u svakodnevnoj ishrani, odgovorilo je 94,9% (75) ispitanika, kombinuje obje vrste hrane (hranu mekše i čvrste konzistencije), od kojih je 55,7% (44) ženskih i 39,2% (31) muških ispitanika. Hranu mekše konzistencije češće koristi 3,8% (3) ispitanika, 1,3% (1) ženskog spola i 2,5% (2) muškog spola, dok hranu čvrste konzistencije češće koristi samo 1,3% (1) ispitanik ženskog spola (**TABELA 4**). Smatraju li da zašecereni proizvodi u svakodnevnoj ishrani mogu uticati na nastanak karijesa (oboljenja tvrdih zubnih tkiva) Od ukupno 80 ispitanika, 58,8% (47) ženskih i 41,3% (33) muških, 92,5% (74) smatraju, od toga 57,5% (46) ženskih ispitanika i 35,0% (28) muških ispitanika dok je 7,5% (6) ispitanika, 1,3% (1) ispitanika ženskog i 6,3% (5) ispitanika muškog spola se izjasnilo da ne smatraj ( **GRAFIKON 5**). Koliko često konzumiraju slatkiše u svakodnevnoj ishrani? Od ukupno 80 ispitanika, 58,8% ženskih i 41,3% muških ispitanika, najveći udio imaju odgovori “povremeno (u 2 dana ili više)” 51,3% (41), od kojih je 30,0% (24) ženskih i 21,3% (17). Slijede odgovori “svaki dan” 33,8% (27), od kojih je 23,8% (19) ispitanika ženskog i 10,0% (8) ispitanika muškog spola. Po udjelu, slijede odgovori “rijetko jedem” 13,8% (11), 5,0% (4) ženskih i 8,8% (8) muških ispitanika. Samo jedna osoba muškog spola izjavila je da ne jede slatkiše (**GRAFIKON 6**). Da li je zabolio zub nekada prilikom konzumiranja slatkiša (cokolada, bonbon), odgovore smo dobili od 79 ispitanika i to 59,5% (47) ženskih i 40,5% (32) muških, najveći udio ima odgovor “sjećam se da me jednom zabolio” 46,8% (37), od kojih je 29,1% (23) ženskih i 17,7% (14) muških ispitanika. Prema udjelu, slijedi odgovor “nemam problema” 43,0% (34), 24,1% (19) ženskih i 19,0% (15) muških ispitanika. Najmanji udio ima odgovor “često me zaboli zub (povrijedi)” – 10,1% (8) od kojih je 6,3% (5) ženskog a 3,8% (3) muškog spola. Naredno pitanje je obradilo poglavlje konzumiranja gaziranih pica (Cola, Fanta, Sprite, itd.). Od ukupno 77 ispitanika koji su dali

odgovor na postavljeno pitanje, 59,7% (46) ženskog i 40,3% (31) muškog spola, najveći udio ima odgovor “popijem u 7 dana” 55,8% (43) ispitanika, od kojih je 35,1% (27) ženskog i 20,8% (16) muškog spola. Po udjelu slijedi odgovor “ne pijem gazirana pića” 37,7% (29) ispitanika, 23,4% (18) ženskog i 14,3% (11) muškog spola. Odgovor “svaki dan” odnosi se na 6,5% (5) ispitanika, 1,3% (1) ženskog i 5,2% (4) muškog spola (**GRAFIKON 7**). Da li smatraju da gazirana pića i šećeri u njima mogu utiati na oboljenja zubnih struktura, ispitanici su odgovorili ,ukupno 80 ispitanika, 58,8% ženskih i 41,3 muških “upoznat sam s tim” 78,8% (63) ispitanika, od kojih je 47,5% (38) ženskog a 31,3% (25) muškog spola. Slijedi odgovor “nisam upoznat” – 17,5% (14) ispitanika, po 8,8% (po 7) ispitanika oba spola. Samo 3,8% (3) ispitanika su odgovorila sa “prvi put čujem sada”, 2,5% (2) ženskog i 1,3% (1) muškog spola. Statistički hi-kvadrat test ( $\chi^2 = 0,584$ ;  $df = 2$ ;  $p = 0,747$ ) pokazuje da ne postoji statistički značajna razlika u distribuciji odgovora o uticaju gaziranih pića i šećera na oboljenja zubnih struktura u odnosu na spol ispitanika na nivou značajnosti 0,05 (**GRAFIKON 8**). Da li koriste grickalice u ishrani, 80 ispitanika, 58,8% ženskih i 41,3% muških, najveći udio ima odgovor “rijetko koristim u 7 dana” 67,5% (54), od kojih je 36,3 (29) osoba ženskog i 31,3% (25) muškog spola. Slijedi odgovor, nisam ljubitelj grickalica 23,8% (19), 17,5% (14) ženskog i 6,3% (5) muškog spola. Odgovor “jedem svaki dan” dalo je 8,8% (7) ispitanika, 5,0% (4) ženskog i 3,8% (3) muškog spola (**GRAFIKON 9**). Naslage (akumulirana) hrana koje ostanu nakon konzumacije grickalica mogu li uzrokovati karijes zuba, ispitanici a najveći udio ima odgovor “da mogu” 82,5% (66) ispitanika, od kojih je 52,5% (42) ženskog i 30,0% (24) muškog spola. Slijedi odgovor “ne znam” 11,3% (9) ispitanika, 5,0% (4) ženskog i 6,3% (5) muškog spola. Odgovor “kod mene rijetko” dalo je 6,3% (5) ispitanika, 1,3% (1) ženskog i 5,0% (4) muškog spola (**GRAFIKON 10**). Zubne paste na bazi fluora, smatrate li da pomažu u prevenciji nastanka karijesa? Najveći udio ima odgovor “smatram da pomažu” 41,3% (33), 23,8 (19) ženskog i 17,5% (14) muškog spola. Po udjelu slijedi odgovor “svaka pasta je bolja nego nikakva” – 32,5% (26), 21,3% (17) ženskih i 11,3% (9) muških ispitanika. Odgovor “ne znam” dalo je 26,3% (21) ispitanika, 13,8% (11) ženskog i 12,5% (10) muškog spola. Koliko često peru zube ispitanici , 75,9% ima odgovor “više puta dnevno” , 48,1% (38) ženskog i 27,8% (22) muškog spola. Slijedi odgovor “jednom dnevno” – 22,8% (18) ispitanika, 10,1% (8) ženskog i 12,7% (10) muškog spola. Samo 1,3% (1) ispitanik muškog spola odgovorio je “kada se sjetim”.(**GRAFIKON 11**).

**Tabela1. Starosna struktura ispitanika prema spolu**

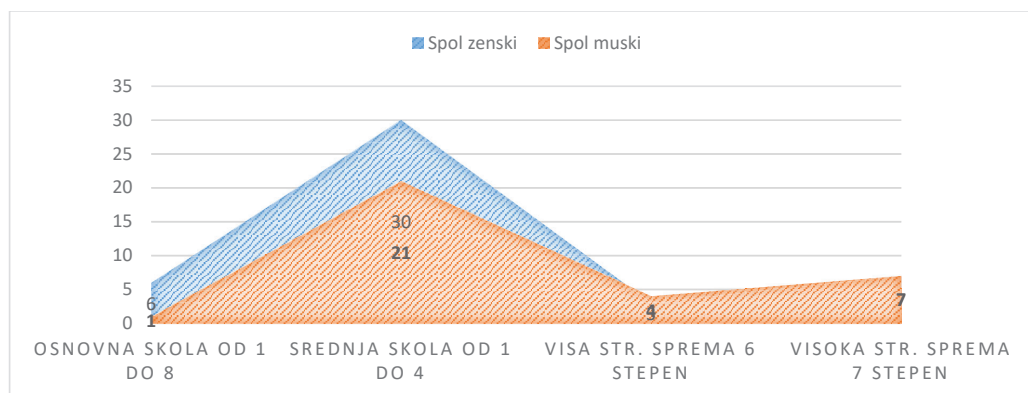
Starosna grupa	Spol				UKUPNO	
	ženski		muški			
	<i>Br</i>	%	<i>Br</i>	%	<i>br</i>	%
do 25 godina	3	3,95	2	2,63	5	6,58
26 do 50 godina	33	43,42	16	21,05	49	64,47
51 do 75 godina	10	13,16	12	15,79	22	28,95
UKUPNO	46	60,53	30	39,47	76	100,00

**Tabela 2. Distribucija ispitanika prema načinu stanovanja i spolu**

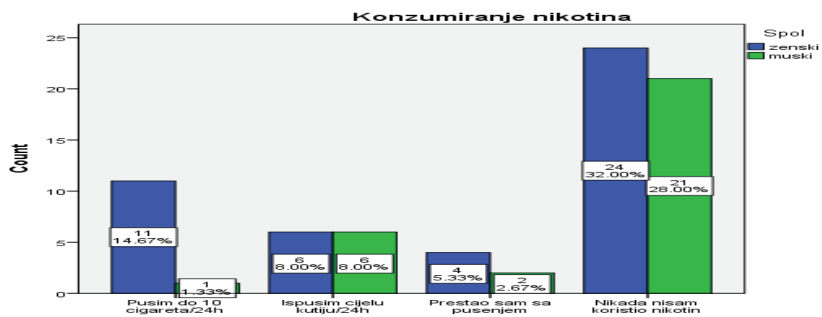
Način stanovanja	Spol				UKUPNO	
	ženski		muški			
	<i>Br</i>	%	<i>Br</i>	%	<i>br</i>	%
stan	13	16,88	11	14,29	24	31,17
kuća	31	40,26	22	28,57	53	68,83
Ukupno	44	57,14	33	42,86	77	100,00

**Tabela 3. Zaposlenost ispitanika prema spolu**

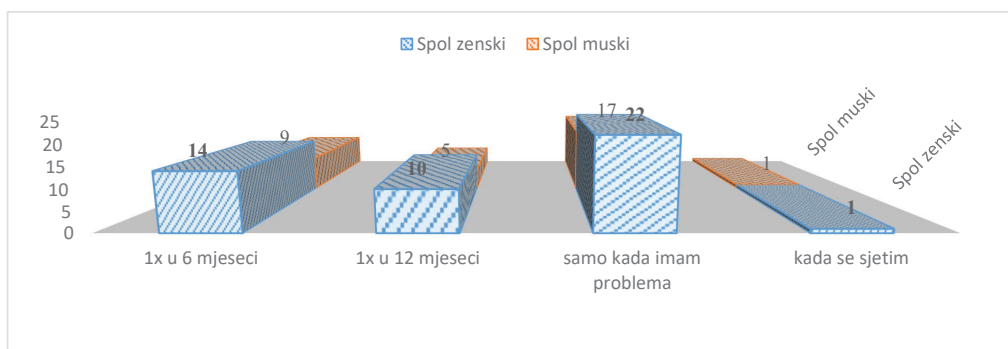
Zaposlenost	Spol				UKUPNO	
	ženski		muški			
	<i>Br</i>	%	<i>Br</i>	%	<i>Br</i>	%
Da	25	31,25	16	20,00	41	51,25
Ne	22	27,50	17	21,25	39	48,75
Ukupno	47	58,75	33	41,25	80	100,00



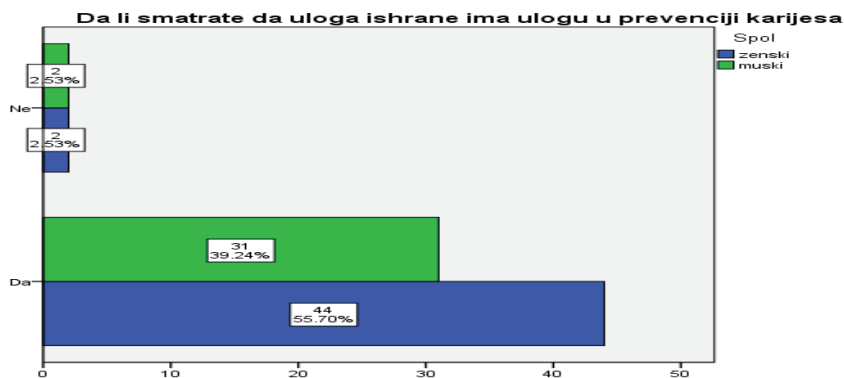
**Grafikon 1. Stručna sprema ispitanika prema spolu**



Grafikon 2. Konzumiranje nikotina ispitanika prema spolu



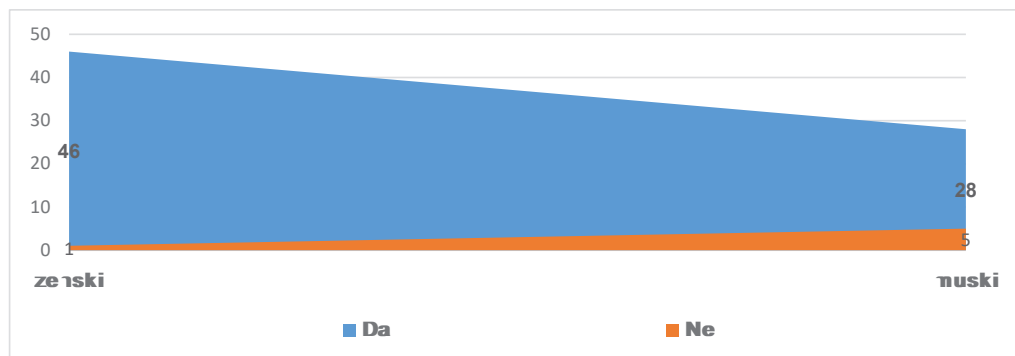
Grafikon 3. Učestalost posjete ispitanika ,stomatologu prema spolu



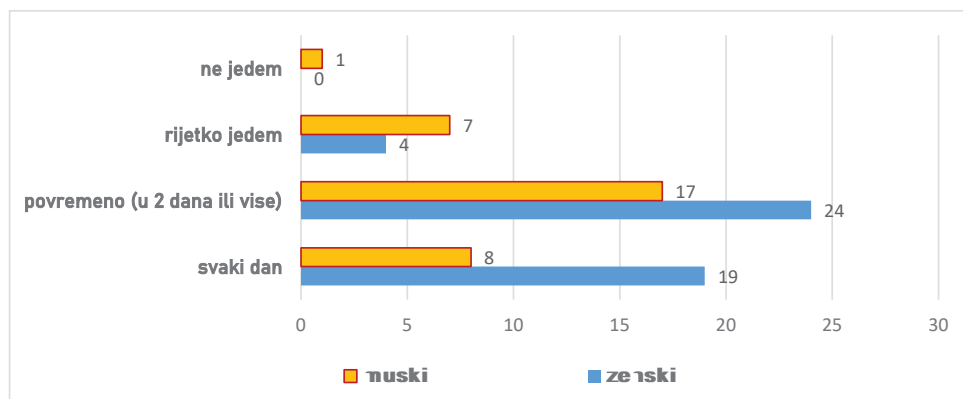
Grafikon 4. Uloga ishrane u prevenciji karijesa sortirano prema spolu ispitanika

Tabela 4. Vrsta konzumirane hrane prema spolu ispitanika

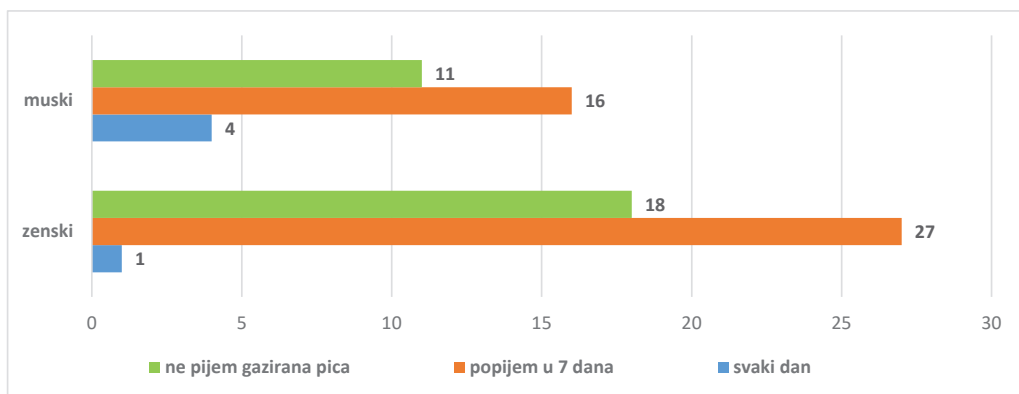
Vrsta konzumirane hrane	Spol				UKUPNO	
	ženski		muški		br	%
	br	%	br	%		
hrana mekse konzistencije	1	1,27	2	2,53	3	3,80
cvrste konzistencije	1	1,27	0	0,00	1	1,27
kombinujem obje	44	55,70	31	39,24	75	94,94
Ukupno	46	58,23	33	41,77	79	100,00



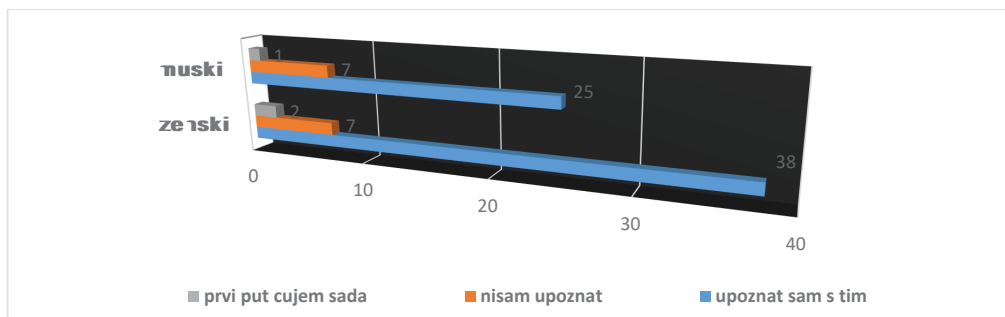
Grafikon 5. Stavovi ispitanika o uticaju zašćerenih proizvoda na nastanak karijese



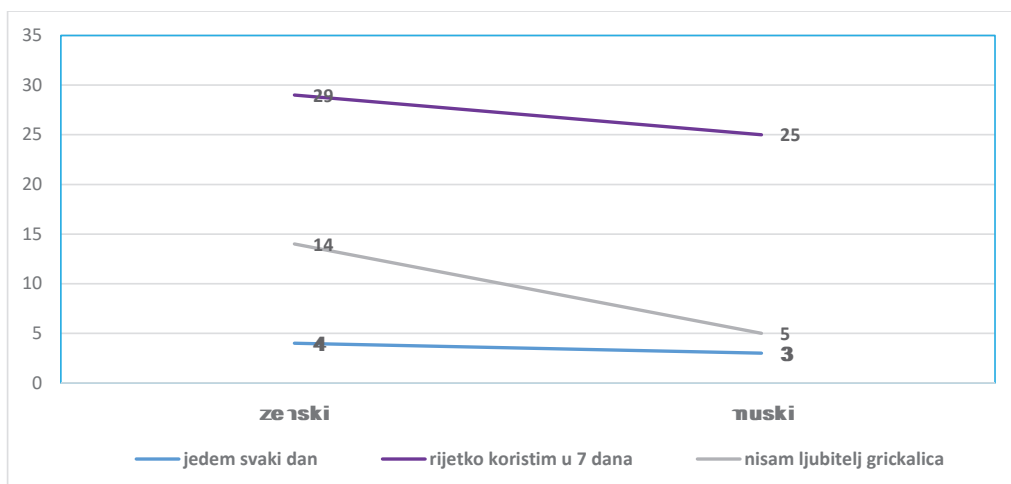
Grafikon 6. Učestalost konzumiranja slatkiša prema spolu



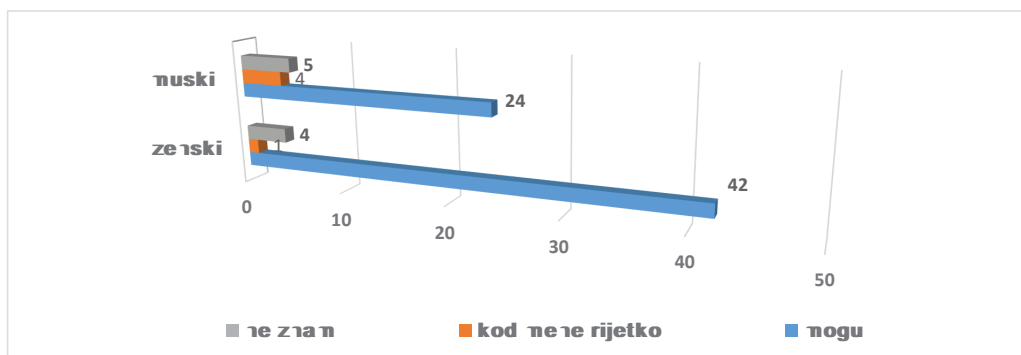
**Grafikon 7. Konzumiranje gaziranih pića prema spolu ispitanika**



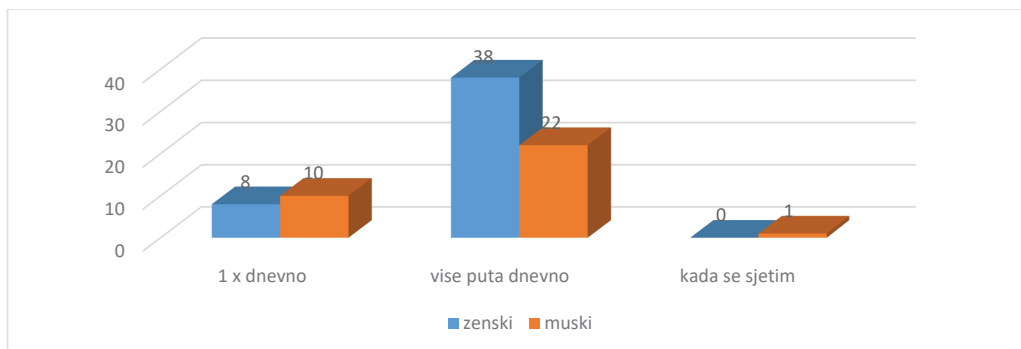
**Grafikon 8. Analiza ispitanika o uticaju pića i šećera na oboljenja zuba**



**Grafikon 9. Konzumiranje grickalica prema spolu ispitanika**



**Grafikon 10. Analiza ispitanika o uticaju naslaga hrane na nastanak karijesa zuba**



**Grafikon 11. Učestalost pranja zuba po spolu ispitanika**

#### 4.DISKUSIJA

Usna šupljina je ogledalo stanja organizma i kao takvu je moramo zaštititi usvajanjem zdravih navika- redovna i detaljna oralna higijena, konzumiranje zdrave hrane i pića, uklanjanje loših navika kao što su pušenje, konzumiranje alkohola te redovne posjete stomatologu. U ustima se nalazi veliki broj bakterija koje uglavnom nisu bezopasne. Svakodnevnom upotrebom sredstava za oralnu higijenu, konca za zube i redovnim pranjem, mi ove bakterije možemo uspješno držati pod kontrolom. Međutim, izostanak redovne oralne higijene može dovesti do toga da se broj bakterija znatno uveća do nivoa koji može dovesti do oralnih infekcija, kao što su bolesti desni i karijes. Pravilne oralne higijenske navike sadrže u sebi dva principa: ponasanja, samostalno djelovanje i korištenje stomatoloških usluga (9).

Ocuvanje zuba stalne denticije mi nastojimo sačuvati nase oralno zdravlje. Oralno zdravlje je višestruko i uključuje sposobnosti govora, osmijeha, mirisa, dodira, zvuknja i niza emocija pomoću izraza lica s povjerenjem i bez boli, nelagode i bolesti kraniofacijalnog sistema (10). Istrazivanje iz nase studije pokazalo je da je najveći broj ženskih ispitanika bilo od 26.g do 50.g starosti (43,42%), muških ispitanika od 26.g do 50.g starosti (21,05%).

Stepen obrazovanja je dokazao da je najveći broj ispitanika sa srednjom školom od 1 do 4 razreda (64,6%), nakon čega slijede ispitanici sa visom stručnom spremom. Od ukupnog broja ispitanika, najveći broj ispitanika je zaposleno 51,3%, od kojih 31,3% ispitanici ženskog spola, dok je 20,0% ispitanici muškog spola. Nezaposlenih ispitanika je bilo 48,8%. Ispitanici posjećuju stomatologa samo onda kada osjete problem sa zubima ili protezom 49,4%, nakon kojih dolaze ispitanici koji posjete stomatologa jednom u 6 mjeseci.



Hrana koju konzumiraju ispitanici je najcesce kombinacija mekane I čvršće hrane(94,9%), hranu mekše konzistencije konzumira (3,8%), i hranu čvršće konzistencije(1,8%).Koliko zasacereni proizvodi mogu uticati na nastanak karijesa,58,8% ispitanika se izjasnilo da mogu biti potencijalni izazivaci karijesa a 7,5% ispitanika se izjasnilo da ne mogu biti izazivaci karijesa. Najveci broj ispitanika se izjasnio da konzumira secere povremeno u 2 ili vise dana, 33,8% svaki dan, 13,8% rijetko jedu. Da li je nekada zub zabolio prilikom konzumiranja secera(cokolada) 46,8% ispitanika se izjasnilo da ih je jednom zabolio dok 43% su izjavili da nemaju problema sa tim. Koliko se cesto konzumiraju gazirana pica ( cola, fanta,sprite)55,8% je izjavilo jednom u 7 dana popiju, 37,7% ispitanika da ne piju, 6,5% popije svaki dan. Koliko seceri iz gaziranih pica uticu na oboljenja zubnih struktura I nastanak karijesa, 78,8% ispitanika se izjasnilo da su upoznati sa tim, 17,5% nisu upoznati a 3,8% ispitanika tek prvi put cuje.Koliko su zastupljene grickalice u ishrani ,67,5% ispitanika je odgovorilo da rijetko konzumiraju u 7 dana, 23,8% nisu ljubitelji grickalica ,8,8% jedu svaki dan. Naslage hrane koju ostanu na zubima nakon konzumiranja grickalica, mogu uzrokovati karijes zuba, 82,5% ispitanika je izjavilo da mogu ,11,3% nisu upoznati . Koristenje zubnih pasta sa fluorom kao I fluorida u ishrani, kao mjera prevencije karijesa, 41,3% ispitanika je odgovorilo da smatraju da imaju uticaja, 32,5% je odgovorilo da je bolja ikakva nego nikakva pasta za zube u prevenciji karijesa, 26,3% ispitanika su izjavili da ne znaju. Koliko se cesto peru zubi , 75,9% ispitanika je odgovorilo vise puta dnevno, 22,8% jednom dnevno , 1,3% je izjavilo kad se sjeti da opere.Kakve su oralno zdravstvene navike prema istrazivanje u Sisacko Moslovackoj zupaniji,dobilo se prikupljenim podataka u radu navike u primjeni oralne higijene na podrucju Sisacko Moslovacke zupanije(11). Ukupno je bilo 200 ispitanika, najveci broj ispitanika od 28 do 37 godina. Prema stepenu obrazovanja najvise je bilo sa srednjom skolom(71%), 9% ispitanika ima visoku strucnu spremu. Vecina ispitanika su zaposleni, 127 ispitanika se izjasnilo da ne puse, 64, puse, 9 se nije izjasnilo. Na pitanje o uzimanju slatkih medjuobroka 103 ispitanika su se izjasnili da uzimaju jjednom, 49 ispitanika dva put dnevno, 34 ispitanika nemaju slatke medjuobroke. Koliko cesto peru zube 99 ispitanika je odgovorilo dva puta dnevno, 63 ispitanika jednom dnevno, 27 peru tri I vise puta a 11 ispitanika ne peru zube. Cetkicu za zube I to srednje tvrdu cetkicu koristi 76% ispitanika, 14% koristi meku cetkicu, a 99% ispitanika koriste zubne paste, 48% ispitanika koristi se vodicom za ispiranje usta.

Na osnovu dobijenih anketnih podataka koje smo dobili nasim istrazivanjem, moze se reci da ispitanici imaju svjest ocuvanja oralnog zdravlja, da se pridrzavaju oralno higijenskih navika ali za detaljnije istrazivanje svakako je neophodan veci broj ispitanika. Hrana bogata rafinisanim secerima,visoko skrobna hrana, sa gaziranim napitcima i medjuobrocima zadravaju se na zubima sto dovodi do karijesa(12,13). Ovi dobijeni rezultati su dokazani i u nasem istrazivanju. Klinicka ispitivanja s pastama za pranje zuba na bazi fluorida, dokazala su da se karijes moze sprijeciti uz adekvatnu oralnu higijenu. U takvom jednom istrazivanje, ispitanici su konzumirali po 12% otopine saharoze sa ili bez natrium fluoride ili pasta za zube bez fluorida. Koristenjem pasta za zube sa fluoridima neto demineralizacija je bila umanjena ili skoro nevidljiva dok koristenjem pasta za zube bez fluorida uocena je statisticki znacajna demineralizacija cakleni.Ova studija je pokazala vaznost odrzavanja oralne higijene sa zubnim pastama na bazi fluorida u smanjenju rizika od karijesa. Freeman I saradnici su istraživali uticaj konzumiranja grickalica na oralno zdravlja adolescenata u Belfastu,Sjevernoj Irskoj I Helsinkiju Adolescenti u Belfastu imali su znacajno višu razinu znanja o oralnom zdravlju, unatoč višim stopama konzumacije grickalica zaslađenih šećerima, nego helsinški adolescenti. Nasuprot tome, adolescenti u Helsinkiju imali su pozitivniji stav prema svom oralnom zdravlju. Ova studija je pokazala da znanje može igrati manju ulogu od stava kao odrednice ponašanja oralnog zdravlja.(14). Stephan I Miler su objavili istrazivanje koje opisuje smanjenje ph plaka nakon izlaganja fermentabilnim ugljikohidratima(15),dok Luke isaradnici su radom u laboratorijskim istrazivanjima dokazali da postoji veza karijesa sa bijelim hljbom(16)

## 5. ZAKLJUČAK

Oralno zdravlje treba smatrati ljudskim pravom. Neophodno je sugerisati i poticati na redovnu upotrebu fluoriranih zubnih pasti najmanje dva puta dnevno. U prevenciji karijesa zdravim načinom ishrane treba redukovati učestalost i količinu unosa kariogene hrane, prvenstveno rafiniranih ugljenih hidrata, odnosno šećera i slatkiša. Postojanje socijalnih gradijenta u bolestima oralnog zdravlja, uključujući zubni karijes, zahtijeva politike i intervencije kako bi se osigurao pristup kvalitetnoj zdravstvenoj zaštiti.

## 6. LITERATURA

1. Nutrition and oral health, Shailesh M Gondivkar, Amol R Gadobail et al, 2019, jun;65(6):147-154, citirano 1.3.2022
2. Zubni karijes, bolest i klinički postupci, 2. izdanje, Ole Fejerskov I EDWINA KIDD, 2008. naklada slap citirano 1.3.2022
3. Oral health-related food selectivity among French independently living elders, Isabelle Maitre Flore Lourtioux, et al, *J Oral Rehabil* 2020 Apr;47(4):511-522. doi:10.1111/joor.12931. Epub 2020 Jan 16, citirano 1.3.2022
4. Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 354 diseases and injuries for 195 countries and territories, 1990–2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *Lancet* 2018; 392: 1789–8583, citirano 1.3.2022
5. United Nations General Assembly. Political Declaration of the High-level Meeting of the General Assembly on the Prevention and Control of Noncommunicable Diseases. Resolution A/66/L1. 2011, citirano 1.3.2022
6. Oral health (who.int)-citirano 1.3.2022
7. Rajić Z i sur. Dječja i preventivna stomatologija. Zagreb; Jumena; 1985) 12. Holt R, Roberts G, Scully C ABC of oral health. Dental damage, sequelae, and prevention. *BMJ (Clinical research ed.)* 2000;320(7251):1717-9-citirani 4.3.2022
8. Holt R, Roberts G, Scully C ABC of oral health. Dental damage, sequelae, and prevention. *BMJ (Clinical research ed.)* 2000;320(7251):1717-9-citirano 4.3.2022
9. Shou L, Blinkhorn AS, editors, Oral health promotion. New YORK; Oxford University press:1993, citirano 1.3.2022
10. FDI's definition of oral health | FDI (fdiworlddental.org)-citirano 2.3.2022
11. Navike u primjeni oralne higijene na području sisačkomeslavačke županije, Matancevic Dubravka, Sveučiliste u Zagrebu, Stomatološki fakultet, Professional thesis / 2021, citirano 9.3.2022
12. Touger-Decker R, van Loveren C. Sugars and dental caries. *Am J Clin Nutr*. 2003 Oct;78(4):881S-92S-citirano 10.3.2022
13. Kashket S, Vanhoute J, Lopez LR, Stocks S. Lack of correlation between food retention on human dentition and consumer perception of food stickiness. *Journal of Dental Research*. 1991 Oct;70(10):1314-9-citirano 10.3.2022
14. Freeman R, Heimonen H, Speedy P, Tuutti H. Determinants of cariogenic snacking in adolescents in Belfast and Helsinki *Eur J Oral Sci* 2000;108:504–10 citirano 10.3.2022
15. Stephan RM, Miller BFA quantitative method for evaluating physical and chemical agents which modify production of acids in bacterial plaques on human teeth *J Dent Res* 1943;22: 45–53
16. Luke GA, Hough H, Beeley JA, Geddes DA. Human salivary sugar clearance after sugar rinses and intake of foodstuffs. *Caries Res* 1999;33:123–9

## VAŽNOST ZDRAVE ISHRANE U PREVENCIJI OČNIH OBOLJENJA

### Sažetak

Očna leća u oku predstavlja najosjetljiviju strukturu u smislu oksidativnog oštećenja. Antioksidansi, mikronutrijenti i fitosupstance su detaljno proučavane zbog svojih potencijalnih pozitivnih efekata kako bi se spriječio ili odložio napredak očnih oboljenja.

Cilj rada je pregled dostupne literature o ulozi antioksidansa i mikronutrijenata u prevenciju i liječenju očnih oboljenja sa posebnim osvrtom na kataraktu. Za izvori podataka je korištena pretraga medicinske baze PubMed i pojedinačnih radova iz časopisa.

Konzumacija antioksidansa kroz ishranu kao što su  $\beta$  - karoten luteina i zeaksantia pomaže u liječenju makularnih degeneracija i određenih oblika katarakte. Vitaminski suplementi kao što su vitamin A, vitamin C, vitamin E i cink mogu spriječiti napredovanje katarakte i makularnih degeneracija povezana sa starenjem samo kod visokorizičnih osoba.

**Ključne riječi:** Mikronutrijenti, antioksidansi, oksidativni stres, katarakta, očna oboljenja.

## THE IMPORTANCE OF A HEALTHY DIET IN THE PREVENTION OF EYE DISEASES

### Summary

The ocular lens in the eye represents the most sensitive structure in terms of oxidative damage. Antioxidants, micronutrients and phytonutrients have been studied in detail due to their potential positive effects in order to prevent or delay the progression of eye diseases.

The aim of this paper is to review the available literature on the role of antioxidants and micronutrients in the prevention and treatment of eye diseases with special reference to cataracts. A search of the PubMed medical database and individual papers from the journal was used for data sources.

Consumption of antioxidants through diet such as  $\beta$  - carotene lutein and zeaxanthia helps in the treatment of macular degeneration and certain forms of cataracts. Vitamin supplements such as vitamin A, vitamin C, vitamin E and zinc can prevent the progression of cataracts and macular degeneration associated with aging only in high-risk individuals.

**Key words:** Micronutrients, antioxidants, oxidative stress, cataracts, eye diseases.

### Uvod

Očne bolesti kao što su katarakta, glaukom i senilna makularna degeneracija (ARMD) predstavljaju najčešće uzroke sljepoće u svijetu. Formiranje katarakte predstavlja ozbiljan

<sup>1</sup> Evropski Univerzitet „Kallos“Tuzla, Bosna i Hercegovina,

<sup>2</sup> Univerzitet u Tuzli, Univerzitetski Klinički Centar Tuzla, Bosna i Hercegovina,

problem kod starijih osoba i ima veliki uticaj na zdravstvenu zaštitu. Leća je očna struktura najosjetljiviji na oksidativno oštećenje. Pored ćelijske smrti i degeneracije, ćelije su izložene djelovanju endogenih i egzogenih reaktivnih oblika kiseonika te posljedičnom agregacijom proteini u poprečnoj vezi, što rezultira kataraktom. Oksidativni stres je ključni faktor za starenje pa i proces stvaranje katarakte.

Forma i intenzitet oksidativnog stresa određuju tip katarakte i samu boju odnosno pigmentaciju. Poremećaj ravnoteže između oksidativnih procesa i antioksidativne odbrane uzrokuje oksidativni stres koji može oštetiti proteine, lipide, polisaharide i nukleinske kiseline očnog tkiva. U ostale riziko faktore spadaju, gojaznost, pušenje, starenje i dijabetes koji ubrzavaju degenerativne procese.

Neadekvatan antioksidativni status je ključna determinanta. Antioksidativni mikronutrijenti i fitosupstance su detaljno proučavane zbog njihovih eventualnih efekata na sprječavanje ili odgodu napredovanja različitih očnih bolesti. Antioksidansi zasnovani na hrani mogu biti korisni u liječenju makularne degeneracije i katarakte. U radu je dat kratak pregled ažurirane literature ovih istraživanja s naglaskom na kataraktu.

### **Povezanost mikronutritijenata i antioksidanata sa razvojem katarakte**

Provedene su mnoge studije na različitim populacijama koje su imale za cilj ispitati povezanosti mikronutritijenata i antioksidanasa sa razvojem katarakte.

Studije koje su imale za cilj povezati nivoe vitamina C, vitamina E, glutation i lipopolisaharida sa razvojem katarakte uočavaju niže vrijednosti vitamina C i više nivoe vitamina B6 i seleno kod pacijentat koji su imali razvijenu kataraktu [1] .

Glutacion ima dokazano antioksidativno dejstvo i njegov nedostatak je uključen u kataraktogenezu [2] .

Evaluciju povezanost razvoja katarakte sa biohemijskim i nutritivnim supstancama provode Leske i sar., na 1.380 ispitanika (40–79 godina) i detektuju signifikantno smanjenje vrijednosti glicina (0,36) i asparaginske kiseline (0,31) [3].

Zamućenje očnog sočiva je povezano i sa niži nivoima riboflavina, vitamina E, gvožđa i promjenama proteinskog statusa. Visoke vrijednosti mokraćne kiseline povećava rizik za razvoj katarakte [4]. Brojne studije su pokazale smanjen rizik za razvoj katarakte kod ljudi s visokim nivoom antioksidativnih mikronutritijenata u plazmi (vitamini A, C i E) [5–7] . Međutim, podatci o zaštitnom efektu nisu konzistentni, a tumačenje ovih studija ostaje ograničena zbog širokog spektara korištenih metoda i mjerenih parametara.

Dijeta i dodatni unos antioksidansa i mikronutritijenata su praćeni prospektivno 4 godine kod žena sa zdravim sočivima (bez zamućenja - katarakte) u okviru programa praćenja zdravstvenog stanja medicinskih sestara (n = 50,828; 45–67 godina). Nakon 8 godina, incidencija ekstrakcije katarakte bila je manja kod žena sa visokim vrijednostima antioksidanata u organizmu [8] .

Osim toga, konzumacija suplementa odnosno vitamina C više od 10 godina smanjuje za 45% rizik od razvoja katarakte. Zaštitni efekat antioksidanasa na tkivo očnog sočiva sa dodatkom vitaminima C i lutein/zeaksantinu su povezani sa mogim provedenim studijama.

Međutim, u analizi uticaja karotenoida lutein i zeaksantina, US Food and Drug Administration je zaključio da nema dovoljno dokaza sugerirati suplementaciju ovim supstancama u smislu

smanjenja rizika od nastanka katarakte, ali ovi nutritijenti mogu pomoći osobama koje su izložene visokom oksidativnom stresu, kao što su teški pušači i oni sa lošom ishranom [9] .

### **Oksidativni stres i katarakta**

Kod katarakte očno sočivo je glavno ciljno tkivo oksidativnog stres kao rezultat povećanog stvaranja aktivnih oblika kiseonika i slobodnih radikala u sočivu povezan direktno sa etiologijom/patogeneza senilne katarakte koja rezultira gubitkom transparentnosti, degeneracijom biohemijski parametra kao što su ATP, GPD, neproteinski tiola i oksidacijom proteina i lipida sočiva [10, 11] .

Među faktorima okoline su UVB zračenje i dim cigareta kao važni oksidansi u patogenezi katarakte. Formiranje lipopolisaharida se može smatrati jednim od mehanizama kataraktogeneze [12, 13].

U složenom mehanizmu stvaranja katarakte zapaženo je sledeće: Povećanje agregacije i umrežavanje, konformacijske promjene kristalina i osjetljivost na UVB (290–320 nm) zračenje. Zatim, povećana denaturacija i oksidacija proteina praćena smanjenom koncentracijom glutationa, askorbinske kiseline i proteinskih sulfhidrilnih grupa, te smanjenoj enzimskoj antioksidativnoj odbrani katalazom i glutation peroksidazom u kortikalnoj regiji tokom tamnjenja sočiva i stvaranja katarakte [14].

Oksidativni i osmotski stres uzrokovan akumulacijom poliola se pokazao povezan sa kataraktogeneza inukovanom pomoću glukoze. Taurin ima jak antioksidativni kapacitet, tako da se njegov nivo pokazao značajno niskih vrijednosti kod razvoja dijabetičke katarakte. U In vitro provedenim studijama se pokazalo da taurin može sačuvati glutation i na taj način zaštititi očno sočivo od oksidativnog stresa inducirano- izazvanog visokim koncentracijama glukoze [15] .

### **Efekti selektovanih suplemenata – mikronutritijenata**

U studijama koje su provedene sa ciljem povezivanja uticaja mikronutritijenata i njihovog nedostatka na razvoj katarakte i upotrebe suplemeata u sprečavanju iste nailazimo na kontroverzne rezultate.

Istraživanja koje se bave oboljenjima vezanim za starenje oka Age – Related Eye Disease Study (AREDS) u jednom od mnogih istaživanja provode studiju na 111 pacijenata sa senilnom kataraktom. Ispitanici su koristili visoke doze vitamina C, vitamina E i β- karotena, međutim nisu imali vidljivi uticaj na progresiju zamućenja sočiva povezanih sa starenjem [16].

Međutim, druga studija provedena na 247 žena starosti od (56–71 godina) koje su koristile vitamina C (400–700 mg dnevno) najmanje 10 godina dolazimo do rezultata o 77% nižom prevalencijom ranih zamućenja sočiva i 83% niže prevalencije umjerene zamućenosti očnog sočiva [17].

U prospektivnoj studiji koja je trajala 5 godina a obuhvatala je 764 ispitanika starijih od 40 godina a koja je bazirana na kontroli i progresije nuklearne katarakte pokazala je da je rizik za nastanak katarakte smanjena za pola kod ispitanika koji su koristili supleme ( najčešće E vitamin).

Suprotno ovim saznanjima presječna studija sa metodologijom slučajnog uzorkovanja provedena na 1828 srednjovječnih muškaraca, pušača u finskoj - ATBC study (α –tocopherol,

$\beta$ -caroten cancer preventio study) pokazala je da dugogodišnja upotreba (5 – 8 godina) ovih suplemenata u ishrani nema uticaja na razvoj katarake [18] .

Dodatna podrška zaštitnom efektu protiv razvoja katarakte povezane sa starenjem, antioksidativnim mikronutrijentima i/ili vitaminski/mineralnim suplementima donose 2 značajna ispitivanja autora Lin Xianu, i Sperduto i sar. u Kini, koja su uključivala ispitanike starije od 65 godina koji su uzimali suplemente a imali su 36% nižu prevalenciju razvoja nuklearne katarakte.

U opštoj populaciji prevalencija nuklearne katarakte bila je značajno nižih vrijednosti kod onih koji su primali riboflavin/niacin, retinol/cink i dodatke vitaminu C/molibdenu [19] .

### **Tragovi elemenata u kataraktogenim očnim sočivima**

Brojne studije su objavile koncentraciju neorganskih elemenata (cink, bakar, gvožđe, kalcijum, kalijum, natrijum, selen i mangan) u katarakti očnog sočiva gdje je utvrđeno povećanje cinka, bakar i kalcijuma. Kalijum je bio istih vrijednosti u poređenju sa normalnim očnim sočivima, i bez značajnijih promjena za vrijednosti selen [20–23].

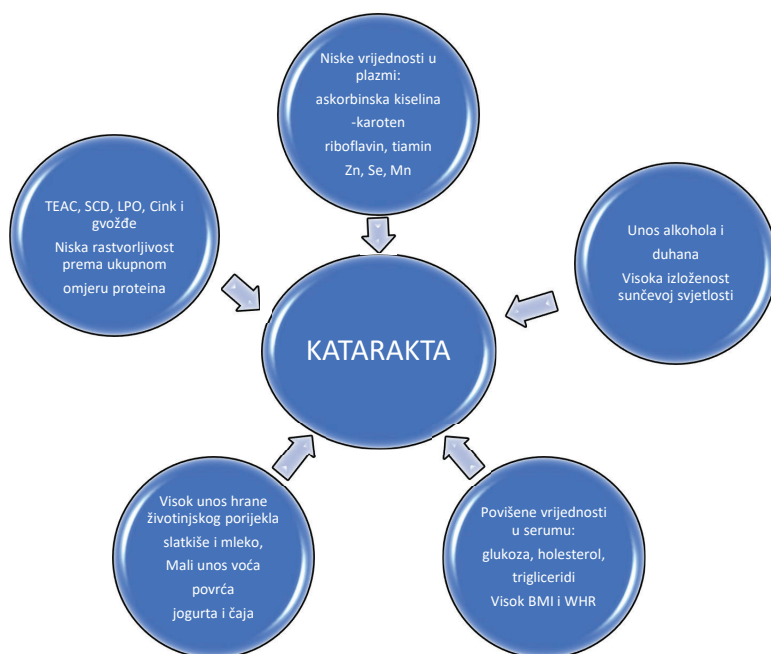
Eventualni uticaj diabetes melitusa na sadržaj cinka i gvožđa u očnom sočivu, željeza i cink u 57 sočiva (28 kortikonuklearnih katarakte i 29 kapsularnih katarakta) analizirali su Dawczynski i sar., [24] .

Kod pacijenta sa dijabetesom su se povećale vrijednosti sadržaj cinka i gvožđa u sočivu u poređenju sa ispitanicima koji nisu diabetičari [25] . Određen je nivo cinka (11 mg/l) i bakra (0,8 mg/l) od Sethi i sar., i Srivastava i sar., u nukleusu sočiva indijskih pacijenata sa kataraktom. Rezultati su pokazali da je povećan sadržaj bakra i cinka, više u korteksu nego u dijelovima nukleusa očnog sočiva [26, 27].

### **Efekti multi - mikronutritijenata kao dodataka ishrani**

Raman i sar., provode istraživanje na 1200 ispitanika starosne dobi od 55–75 godina sa početnom kataraktom ili bez katarakte, metodom slučajnog uzorka formiraju dvije grupe od kojih je jedna grupa uzimala suplemente a druga grupa placebo preparate. Ispitanici koji su uzimali suplemente su imali manju učestalost razvoja zamućenje odnosno katarakte, međutim kod ispitanika koji su imali nuklearnu ili stražnju subkapsularnu kataraktu dolazi do progresije bolesti [29].

Ispitanici sa većim unosom luteina/zeaksantina i vitamina E kroz hranu, sa dodatkom suplemenata imaju značajno manji rizik za razvoj katarakte [29-33].



Slika 1. Veza između ishrane i načina života sa razvojem katarakte. LPO = lipopolisaharid; TEAC = Trolox ekvivalent antioksidativni kapacitet; SCD = superoksid dismutaza; BMI = indeks tjelesne mase; WHR = omjer struka i kukova.

## Zaključak

Važnost zdrave ishrane u prevenciji i sprečavanju očnih oboljenja je svako bitna odnosno značajna. Međutim, iako su izraživanja provedena u ovom području sa različitim pa i oprečnim rezultatima možemo reći da postoji signifikantna značajnost upotreba vitaminskih suplemenata i mikronutritijenata u očuvanju zdravog oka, kao i unos dovoljnih količina  $\beta$  – karotena, luteina, zeksantina i vitamina (A, C, E).

Konzumacija antioksidansa kroz ishranu kao što su  $\beta$  - karoten luteina i zeaksantia pomaže u liječenju makularnih degeneracija i određenih oblika katarakte. Vitaminski suplementi kao što su vitamin A, vitamin C, vitamin E i cink mogu spriječiti napredovanje katarakte i makularnih degeneracija povezana sa starenjem samo kod visokorizičnih osoba.



## Literatura

1. Jacques PF, Hartz SC, Chylack LT Jr, McGandy RB, Sadowski JA: Nutritional status in persons with and without senile cataract: blood vitamin and mineral levels. *Am J Clin Nutr* 1988; 48: 152–158.
2. Giblin FJ: Glutathione: a vital lens antioxidant. *J Ocul Pharmacol Ther* 2000; 16: 121–135.
3. Leske MC, Wu SY, Hyman L, Sperduto R, Underwood B, Chylack LT, Milton RC, Srivastava S, Ansari N: Biochemical factors in the lens opacities: case-control study. The Lens Opacities Case-Control Study Group. *Arch Ophthalmol* 1995; 113: 1113–1119.
4. Jacques PF, Taylor A, Hankinson SE: Longterm vitamin C supplements and prevalence of early age-related lens opacities. *Am J Clin Nutr* 1997; 66: 911–916.
5. Knekt P, Jarvinen R, Seppanen R, Heliovaara M, Teppo L, Aroma A: Dietary flavonoids and the risk of lung cancer and other malignant neoplasms. *Am J Epidemiol* 1997; 146: 223–230.
6. Casado A, Torre R, Lopez-Fernandez E: Antioxidant enzyme levels in red blood cells from cataract patients. *Gerontology* 2001; 47: 186–188.
7. Cumming RG, Mitchell P, Smith W: Diet and cataract. The Blue Mountains Eye Study. *Ophthalmology* 2000; 107: 450–456.
8. Hankinson SE, Stampfer MJ, Seddon JM: Nutrient intake and cataract extraction in women: a prospective study. *Br Med J* 1992; 305: 335–339.
9. Fernandez MM, Afshari NA: Nutrition and the prevention of cataracts. *Curr Opin Ophthalmol* 2008; 19: 66–70.
10. Taylor A, Nowell T: Oxidative stress and antioxidant function in relation to risk for cataract. *Adv Pharmacol* 1997; 38: 515–536.
11. Shansi F, Sharkey E, Creighton D, Nagaraj R: Maillard reactions in lens proteins: methylglyoxal mediated modifications in rat lens. *Exp Eye Res* 2000; 70: 369–380.
12. Balasubramanian D: Ultraviolet radiation and cataract. *J Ocul Pharm Ther* 2000; 16: 285–297.
13. Donma O, Yorulmaz E, Pekel H, Syugul N: Blood and lens lipid peroxidation and antioxidant status in normal individuals, senile and diabetic cataractous patients. *Curr Eye Res* 2002; 25: 9–16.
14. Bhat KS: Scavengers of peroxide and related oxidants in human brunescant cataracts; in Gupta SK (ed): *Ocular Pharmacology: Recent Advances*. New Delhi, India, Indian Ocular Pharmacological Society, 1991, pp 32–38.
15. Sun J, Chu YF: Antioxidant and antiproliferative activities of common fruits. *J Agric Food Chem* 2002; 50: 7449–7454.
16. Age-Related Eye Disease Study Research Group: A randomized, placebo-controlled, clinical trial of high-dose supplementation with vitamins C and E and beta-carotene for age-related cataract and vision loss. AREDS report No 9. *Arch Ophthalmol* 2001; 119:1439–1452.
17. Leske MC, Wu SY, Hyman L, Sperduto R, Underwood B, Chylack LT, Milton RC, Srivastava S, Ansari N: Biochemical factors in the lens opacities: case-control study. The Lens Opacities Case-Control Study Group. *Arch Ophthalmol* 1995; 113: 1113–1119.
18. Teikari JM, Virtamo J, Rautalahti M: Longterm supplementation with alpha-tocopherol and beta-carotene and age-related cataract. *Acta Ophthalmol Scand* 1997; 75:634–640.
19. Sperduto RD, Hu T-S, Milton RC: The Linxian Cataract Studies: two nutrition intervention trials. *Arch Ophthalmol* 1993; 111: 1246– 1253.
20. Chylack LT Jr, Brown NP, Bron A, Hurst M, Kopcke W, Thien U, Schalch W: The Roche European American Cataract Trial (REACT): a randomized clinical trial to investigate the efficacy of an oral antioxidant micronutrient mixture to slow progression of age-related cataract. *Ophthalmic Epidemiol* 2002; 9: 49–80.
21. Swanson A, Truesdale A: Elemental analysis in normal and cataract human lens tissue.

- Biochem Biophys Res Commun 1971; 45: 1488–1496.
22. Rasi V, Costantini S, Moramarco A, Giordano R, Giustolisi R, Balacco Gabrieli C: Inorganic element concentrations in cataractous human lenses. *Ann Ophthalmol* 1992; 24: 459–464.
  23. Stanojevic-Paovic A, Hristic V, Cuperlovic M, Jovanovic S, Krsmanovic J: Macro- and microelements in the cataractous eye lens. *Ophthalmic Res* 1987; 19: 230–234.
  24. Chen CZ: Analysis of 7 elements in the serum and lens of senile cataract patients. *Zhonghua Yan Ke Za Zhi* 1992; 28: 355–357.
  25. Dawczynski J, Blum M, Winnefeld K, Strobel J: Increased content of zinc and iron in human cataractous lenses. *Biol Trace Elem Res* 2002; 90: 15–23.
  26. Agte V, Tarwadi K: Combination of diabetes and cataract worsens the oxidative stress and micronutrient status in Indians. *Nutrition* 2008; 24: 617–624.
  27. Sethi A, Nath K, Ahmed N: Trace elements and cataracts: a comparative study of trace element levels in patients with mature senile cataracts. *Proceedings of the International Symposium on Trace Elements, Paris, France, 1987*, pp 151–153.
  28. Srivastava VK, Varshney N, Pandey DC: Role of trace elements in senile cataract. *Acta Ophthalmol* 1992; 70: 839–841.
  29. Shukla N, Moitra JK, Trivedi RC: Determination of lead, zinc, potassium, calcium, copper and sodium in human cataract lenses. *Sci Total Environ* 1996; 181: 161–165.
  30. Maraini G, Williams SL, Camparini M, Baratta G, Lamedica A, et al: A randomized, double-masked, placebo-controlled clinical trial of multivitamin supplementation for age-related lens opacities. *Clinical trial of nutritional supplements and age-related cataract report No 3. Ophthalmology* 2008; 115: 599–607.
  31. Christen WG, Liu S, Glynn RJ, Gaziano JM, Buring JE: Dietary carotenoids, vitamins C and E, and risk of cataract in women: a prospective study. *Arch Ophthalmol* 2008; 126:1606–1607.
  32. Rautiainen, S. et al. A Total Antioxidant Capacity of Diet and Risk of Age – Related Cataract: A Population – Based Prospective Cohort of Women Antioxidant Capacity of Diet and Risk of Cataracts. *JAMA Ophthalmology*. 2014, 132, 247-252.
  33. Raman R et al. Food components and ocular pathophysiology: A critical appraisal of the role of oxidative mechanisms. *Asia Pac. J. Clin. Nutr.* 2017, 26, 572-585.

## MONITORING KONCENTRACIJE ARSENA U NOVOIZGRAĐENOM VODNOM OBJEKTU CENTRALNOG VODOVODA BOGATIĆ, 2020- 2021 GODINA

### Sažetak

U novoizgrađenom vodnom objektu centralnog vodovoda Bogatić otkrivene su povišene koncentracije arsena. Ovaj podatak ima veliki javno zdravstveni značaj, jer su brojne epidemiološke studije sprovedene u svetu potvrdile štetan uticaj povišenih koncentracija arsena u vodi za piće na zdravlje izložene populacije. Svrha ove studije je da prikaže detektovane povišene koncentracije arsena u novoizgrađenom bunaru za vodosnabdevanje Bogatić. Koncentracija arsena u svim uzorcima vode (ukupno 27 uzoraka) iz novoizgrađenog vodnog objekta centralnog vodovoda Bogatić određena je u akreditovanoj laboratoriji Zavoda za javno zdravlje Šabac tokom 2020. i 2021. godine. Vrednosti arsena u uzorcima vode novoizgrađenog vodnog objekta centralnog vodovoda Bogatić bile su 1,5 do 4,5 puta veće od maksimalno dozvoljene koncentracije (MDK), sa aritmetičkom srednjom vrednošću  $0,029 \text{ mg/l} \pm 0,007 \text{ SD}$ . Navedeni rezultati idu u prilog zaključcima predhodnih studija koje ukazuju da na teritoriji opštine Bogatić postoje povišene koncentracije arsena u podzemnim vodama. Blagovremena identifikacija arsena i drugih štetnih agenasa u vodi za piće treba da budu prioriteti u zaštiti javnog zdravlja. U cilju zaštite zdravlja stanovništva neophodno je na već postojećim sistemima vodosnabdevanja postaviti adekvatne tehničko-tehnološke tretmane, čime bi se koncentracije arsena svele na granice dozvoljene Pravilnikom o higijenskoj ispravnosti vode za piće.

**Ključne reči:** arsen, vodni objekat, voda za piće

<sup>1</sup> Zavod za javno zdravlje Šabac, Srbija  
Odsek studija za vaspitače i medicinske sestre-vaspitače, Akademija strukovnih studija Šabac, Srbija  
Medicinski fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, Srbija

<sup>2</sup> Zavod za javno zdravlje Šabac, Srbija

<sup>3</sup> Zavod za javno zdravlje Šabac, Srbija  
Evropski univerzitet Brko Distrikt, Brčko, Bosna i Hercegovina  
Evropski univerzitet Kallos, Tuzla, Bosna i Hercegovina  
[igordragicevic@yahoo.com](mailto:igordragicevic@yahoo.com)

## MONITORING OF ARSENIC CONCENTRATION IN THE NEWLY CONSTRUCTED WELL IN BOGATIĆ WATERWORKS, 2020-2021

### Abstract

Elevated concentrations of arsenic were discovered in the newly constructed well in Bogatić waterworks. This data is of great public health importance, because numerous epidemiological studies conducted in the world have confirmed the harmfulness of elevated concentrations of arsenic in drinking water for the health of the exposed population. The purpose of this study is to show the detected elevated concentrations of arsenic in the newly constructed well in Bogatić waterworks. The concentration of arsenic in all water samples (a total of 27 samples) in the newly constructed well in Bogatić waterworks was determined in the accredited laboratory of the Public Health Institute Šabac during 2020 and 2021. Arsenic values in newly constructed wells in Bogatić were 1.5 to 4.5 times higher than maximum permissible concentration (average  $0.029 \text{ mg/l} \pm 0.007 \text{ SD}$ ). Our results support the conclusions of previous studies which indicate that there are elevated concentrations of arsenic in groundwater in the municipality of Bogatić. Timely identification of arsenic and other harmful agents in drinking water should be priorities in protecting public health. In order to protect the health of the population, it is necessary to install adequate technical and technological treatments on the already existing water supply systems, which would reduce the concentrations of arsenic to the limits allowed by the Regulations on the hygienic correctness of drinking water.

**Key words:** arsenic, water facility, drinking water

**Uvod:** Prisustvo arsena u podzemnim vodama koje se koriste za vodosnabdevanje problem je sa kojim se suočavaju brojne zemlje u svetu. Arsen se nalazi na la listi dokazanih kancerogenih supstanci. Postoje brojne studije koje su potvrdile prisustvo neorganskog arsena u podzemnim vodama na području Panonske nizije (Dangić, 2007; Jovanović D et al., 2011). Hronična izloženost  $>10 \mu\text{g/l}$  dovodi se u vezu sa povećanom incidencijom oboljevanja od šećerne bolesti tip 2 (Jovanović et al., 2013), kardiovaskularnih i respiratornih oboljenja (Huda et al., 2014), hiperpigmentacija kože i malignih neoplazmi (pluća, mokraćne bešike, prostate, dojke, debelog creva, bubrega, kože) (Steven H. Lamm et al., 2015; Saint-Jacques N et al., 2014; Bardach AE et al., 2015). Ključni dokazi o kancerogenosti arsena postoje u epidemiološkim studijama u kojima su koncentracije  $\text{As} > 10 \mu\text{g/l}$ , ali još uvek je nedovoljan broj epidemioloških studija za procenu kancerogenih efekata As na niskim do umerenim koncentracijama u vodi za piće.

**Istraživano područje:** Opština Bogatić je jedna od osam opština Mačvanskog okruga, deo Centralne Srbije, koja pripada Panonskom basenu. Prisustvo arsena (As) u mineralnim i termalnim vodama, kao hidrološkim ležištima, na području opštine Bogatić opisano je u prethodno sprovedenim istraživanjima ukazujući na prisustvo arsena u stenama i slojevima gline, što omogućava njegovo lako prodiranje u podzemne vode kao posledica procesa rastvaranja pod različitim hidrogeološkim uslovima (Dangić, 2007), dok podaci o njegovom prisustvu u arteškim bunarima, koji su oko 40 godina korišćeni za alternativno ili redovni vodosnabdevanje stanovništva, nisu postojali do 2015. godine, kada je Zavod za javno zdravlje Šabac sproveo proširene analize u odnosu na „A” obim za parameter koji se mogu očekivati u vodi za piće sa velikih dubina prema Pravilnicima o higijenskoj ispravnosti vode za piće (Pravilnik o higijenskoj ispravnosti vode za piće Sl. list RSJ 42/98, 1998; Sl. list RSJ 44/99, 1999; Sl. list RS 28/2019, 2019), a obzirom na specifičnost arteških bunara određeni su parametri od higijensko-epidemiološkog značaja, radi provere njihove podobnosti kao izvora vodosnabdevanja. Ranije su vršene kontrole po nalogu inspekcije za osnovne parametre („A” obim analiza), koje ne podrazumevaju određivanje koncentracije arsena. Prema podacima Republičkog zavoda za statistiku, na osnovu popisa stanovništva iz 2002. godine, centralni vodovod i individualne vodne objekte posedovalo je 1 751 i 4 741 nastanjenih stanova, dok 3018 nastanjenih stanova na području opštine Bogatić nije posedovalo vodne objekte u 2002. godini (31,7%). U uzorcima vode centralnog vodovoda Bogatić detektovan je rast koncentracije nitrata (Srećković i sar., 2021), koje su dostigle maksimalno dozvoljenu koncentraciju (MDK) prema Pravilnicima o higijenskoj ispravnosti vode za piće (Pravilnik o higijenskoj ispravnosti vode za piće Sl. list RSJ 42/98, 1998; Sl. list RSJ 44/99, 1999; Sl. list RS 28/2019, 2019). Iz navedenih razloga pokrenut je projekat za izgradnju novog vodnog objekta za vodosnabdevanje. Izgradnja vodnog objekta je završena 2020. godine, a dubina bunara je 74 m.

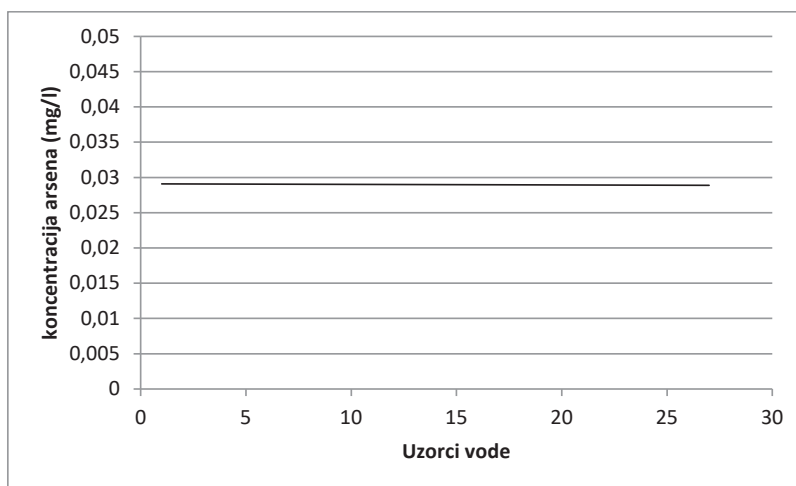
**Materijal i metode:** Izvršeno je laboratorijsko ispitivanje uzoraka vode iz novoizgrađenog vodnog objekta u okviru centralnog vodovoda Bogatić tokom 2020. i 2021. godine. Uzorkovanje vode za analizu arsena izvršeno je od strane akreditovane laboratorije prema SRPS ISO/IEC 17025 i SRPS ISO 9001 standardima. Aktuelna regulativa u Srbiji ograničava nivo arsena na  $0,01 \text{ mg/l}$  (Pravilnik o higijenskoj ispravnosti vode za piće Sl. list RSJ 42/98, 1998; Sl. list RSJ 44/99, 1999; Sl. list RS 28/2019, 2019). U višemesečnom probnom radu vršeni su intenzivni testovi crpljenja sa ciljem da se na taj način proverí da li dolazi do variranja dobijenih vrednosti svih laboratorijskih parametara.

**Rezultati:** U toku 2020. i 2021. godine analizirano je 27 uzoraka vode iz novoizgrađenog vodnog objekta u centralnom vodovodu Bogatić. U svim uzorcima vode detektovane su povišene koncentracije arsena. Vrednosti arsena u uzorcima vode novoizgrađenog vodnog objekta centralnog vodovoda Bogatić bile su 1,5 do 4,5 puta veće od maksimalno dozvoljene koncentracije (MDK), sa aritmetičkom srednjom vrednošću  $0,029 \text{ mg/l} \pm 0,007$ . Minimalna

detektovana koncentracija arsena u ispitivanoj vodi bila je 0,015 mg/l, dok je maksimalna koncentracija arsena u vodi bila 0,045 mg/l. Intenzivna crpljenja su samo delimično uticala na vrednosti arsena u uzorcima i može se raći da se povišena koncentracija arsena odžavala u svim režimima rada bunara (Tabela 1). Na osnovu linearnog trend modela možemo uočiti stabilno održavanje arsena u ispitivanim uzorcima u vodi za piće (Grafikon 1).

Tabela 1. Koncentracija arsena u uzorcima vode novoizgrađenog vodnog objekta u centralnom vodovodu Bogatić, Mačvanski okrug 2020-2021. godina

Godina uzorkovanja	Poreklo uzorka	Broj uzoraka vode	Aritmetička sredina ± standardna devijacija (mg/l)	Minimalna i maksimalna koncentracija arsena (mg/l)
2020.	JKP "Bogatić" Bogatić	10	0,028±0,008	0,019-0,045
2021.	JKP "Bogatić" Bogatić	17	0,029±0,006	0,015-0,037



Grafikon 1. Linearni trend model praćenja koncentracije arsena u uzorcima vode novoizgrađenog vodnog objekta u centralnom vodovodu Bogatić, Mačvanski okrug 2020-2021. godina

**Diskusija:** Vrednosti arsena u svim uzorcima vode iz novoizgrađenog vodnog objekta centralnog vodovoda Bogatić bile su 1,5 do 4,5 puta veće od MDK (Pravilnik o higijenskoj ispravnosti vode za piće Sl. list RS 42/98, 1998; Sl. list RS 44/99, 1999; Sl. list RS 28/2019, 2019). Prema izveštaju Svetske zdravstvene organizacije (SZO, 2011) dominantan izvor unosa arsena u organizam se smatra putem vode za piće u kojoj je koncentracija veća od 0,01 mg/l. Svetska zdravstvena organizacija (SZO, 2017) je istakla potrebu za sprovođenjem dodatnih epidemioloških studija kako bi se utvrdila najniža dozvoljena vrednost arsena u vodi za piće, koja bi bila bezbedna po zdravlje ljudi. Stabilno održavanje arsena u vodi za piće, ukazuje da je neispravnost prirodnog porekla i da se radi o geološkom arsenu.

**Zaključak:** Blagovremena identifikacija arsena i drugih štetnih agenasa u vodi za piće treba da budu prioriteta u zaštiti javnog-zdravlja. To se posebno odnosi na vode sa velikih dubina, dok

one sa manjih dubina imaju rizik od kontaminacije nitratima, jer je u ispitivanom području razvijena poljoprivreda. Svi subjekti društva (nadležne službe i institucije, lokalna samouprava, vlasnici individualnih vodnih objekata) treba aktivno da učestvuju u primeni preventivnih javno-zdravstvenih mera. U cilju zaštite zdravlja stanovništva neophodno je na već postojeće sisteme vodosnabdevanja, uključujući i individualne, ugraditi adekvatne tehničko-tehnološke tretmane koji bi sveli koncentracije arsena, kao i nitrata u granice dozvoljene Pravilnikom, uz vršenje redovan nadzor. Potrebno je raditi i na podizanje svesti kod stanovništva da velika dubina bunara ne mora da znači da je voda ispravna, već da se kavalitet vode mora proveravati i na parametre van osnovne analize („A” obim analiza) koji se mogu očekivati u vodi za piće sa velikih dubina. Pored brojnih zagađenja poreklom od ljudske aktivnosti, ne smeju se zanemariti zagađenja prirodnog porekla, naročito u regionima gde se očekuju, kao što su duboke vode iz Panonske nizije.

## Literatura:

- Bardach AE, Ciapponi A, Soto N, Chaparro MR, Calderon M, Briatore A, et al. (2015). Epidemiology of chronic disease related to arsenic in Argentina: A systematic review. *Science of the Total Environment*, 538, pp. 802–816.
- Dangić A. (2007). Arsenic in surface- and groundwater in central parts of the Balkan Peninsula (SE Europe). *Trace Metals and other Contaminants in the Environment*. 9:127–56.
- Jovanović D, Jakovljević B, Rašić-Milutinović Z, Paunović K, Peković G, Knežević T. (2011). Arsenic occurrence in drinking water supply systems in ten municipalities in Vojvodina Region, Serbia. *Eviron Res*. 111(2):315-318.
- Jovanovic D, Rasic-Milutinovic Z, Paunovic K, Jakovljevic B, Plavsic S, Milosevic J. (2013). Low levels of arsenic in drinking water and type 2 diabetes in Middle Banat region, Serbia. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*. 216(1):50-55.
- Huda N, Hossain S, Rahman M, Karim MR, Islam K, Mamun AA, et al. (2014). Elevated levels of plasma uric acid and its relation to hypertension in arsenic-endemic human individuals in Bangladesh. *Toxicology and Applied Pharmacology*. 281(1):11–8.
- ISO/IEC 17025:2005. General Requirements for the Competence of Testing and Calibration Laboratories. International Organization for Standardization, Geneva.
- ISO 9001:2000. Quality Management System-Requirements. International Organization for Standardization, Geneva.
- Pravilnik o higijenskoj ispravnosti vode za piće Sl. list RSJ 42/98, 1998.
- Pravilnik o higijenskoj ispravnosti vode za piće Sl. list RSJ 44/99, 1999.
- Pravilnik o higijenskoj ispravnosti vode za piće Sl. glasnik RS 28/2019, 2019.
- Republički zavod za statistiku. Popis stanovništva, domaćinstava i stanova u 2002. godini. Veličina, kvalitet, godina izgradnje, svojina, domaćinstva i lica (drugi deo). Beograd 2004. Dostupno na: <http://publikacije.stat.gov.rs/G2002/Pdf/G20024432.pdf>.
- Saint-Jacques N, Louise Parker, Patrick Brown, and Trevor J. B. Dummer. (2014) ‘Arsenic in drinking water and urinary tract cancers: a systematic review of 30 years of epidemiological.
- Srećković M, Dugandžija T, Dragičević I, Matić A, Čapo N, Panić S, Damnjanović B. Trends in concentrations of nitrate in public water systems and private wells located in municipalities of the Mačva district (ten-year monitoring). *Water Research and Management Journal*; Vol. 10, No. 1-2 (2020) 29-33.
- Steven H. Lamm, Hamid Ferdosi, Elisabeth K. Dissen, Ji Li, and Jaeil Ahn. (2015). A Systematic Review and Meta- Regression Analysis of Lung Cancer Risk and Inorganic Arsenic in Drinking Water. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 12(12), pp. 15498–15515.
- WHO. 2011. Arsenic in drinking-water. Background document for preparation of WHO Guidelines for drinking-water quality. Geneva, World Health Organization (WHO/SDE/WSH/03.04/75/Rev/1).



- World Health Organization. 2017. Guidelines for drinking-water quality: fourth edition incorporating the first addendum. Geneva, World Health Organization. 978-92-4-154995-0.

evidence', *Environmental Health: A Global Access Science Source*, 13(1), pp. 1–43. doi: 10.1186/1476-069X-13-44.

## SIGURNOSNI ASPEKTI UPOTREBE PREHRAMBENIH ADITIVA

### Sažetak

Prehrambeni aditivi su tvari poznatog hemijskog sastava, koje nisu tipičan sastojak hrane, a koje se dodaju namirnicama tokom proizvodnje, pripreme, oblikovanja, prerade, pakovanja, transporta i skladištenja hrane. Prije upotrebe u proizvodnji namirnica svi prehrambeni aditivi moraju biti ispitani i ocijenjeni. Označeni su E-brojem koji predstavlja potvrdu njihove toksikološke evaluacije i klasifikacije.

Aditivi se dodaju zbog tehnoloških razloga, očuvanja prehrambene vrijednosti namirnica, dužeg trajanja namirnica, postizanja željenih organoleptičkih osobina, povećane biološke vrijednosti namirnica i tako dalje. Danas čovječanstvo zavisi od aditiva u hrani; ustvari, savremen svijet ne bi bio moguć bez njih.

Iako raste broj istraživanja o prehrambenim aditivima, o njihovom uticaju na zdravlje i ponašanje ljudi, mnoge spekulacije, kontraverze i zdravstveni rizici i dalje su nejasni i predmet su rasprava širom svijeta.

Toksikološka ispitivanja aditiva su neophodna, i ona uključuju akutnu, subakutnu i hroničnu toksičnost, genotoksičnost, alergogenost i kancerogenost. Većina prehrambenih aditiva se koristi u svakodnevnoj upotrebi, dok za neke od njih je dokazano da su toksični. Migrena, alergije, astma, poremećaji ponašanja kod djece i debljina povezuju se s aditivima u prehrani. Ispitivanja njihove toksičnosti provode se testiranjem na životinjskim modelima. Najčešći dokazani poremećaji su alergije i netolerancija na hranu.

Cilj rada je definisati razloge i ciljeve dodavanja aditiva u hranu, objasniti sigurnosne aspekte njihove upotrebe, toksikološke efekte koje mogu prouzrokovati, te pronaći odgovarajuća rješenja i preporuke za njihovu sigurnu upotrebu.

**Ključne riječi:** aditivi, hrana, zdravlje, sigurnost, toksični efekti.

## SAFETY ASPECTS OF FOOD ADDITIVES

### Abstract

Food additives are substances of known chemical composition, that are not a typical food ingredient. They are being added to food during its production, preparation, shaping, processing, packaging, transport and storage. All food additives must be tested and evaluated before their use in food production. They are marked with an E-number which is a confirmation of their toxicological evaluation and classification.

We use additives for technological reasons, preserving the nutritional value of foods, longer shelf life of foods, achieving desired organoleptic properties, increasing biological value of

<sup>1</sup> PZU Apoteke "Ibn Sina", I Tuzlanske brigade br.5, 75000 Tuzla, e-mail: halida\_mahmutbegovic@hotmail.com

<sup>2</sup> JZU „Dom zdravlja“ Živinice, ul. Alije Izetbegovića, br.17, 75270 Živinice

foods and so on. Today, humanity depends on food additives; in fact, the modern world would not be possible without them.

Although there is a lot of research material on food additives and their impact on human health and behavior, many speculations, controversies and health risks remain unclear and they are the subject of debate around the world.

Toxicological studies of additives are necessary, and they include acute, subacute and chronic toxicity, genotoxicity, allergenicity and carcinogenicity. Most food additives are being used everyday, while some of them have been proven to be toxic. Migraines, allergies, asthma, behavioral disorders in children and obesity have been linked to food additives. Their toxicity tests are performed by testing on animal models. The most common proven disorders are allergies and food intolerances.

The aim of this paper is to define the reasons and goals of adding additives to food, to explain the safety aspects of their use, the toxicological effects they can cause, and to find appropriate solutions and recommendations for their safe use.

**Key words:** additives, food, health, safety, toxic effects.

## UVOD

Prehrambenim aditivima smatraju se stvari poznatog hemijskog sastava, koje se ne konzumiraju kao hrana, niti su tipičan sastojak hrane, bez obzira na prehrambenu vrijednost. Aditivi se dodaju hrani u postupku proizvodnje, tokom pripreme, obrade, prerade, oblikovanja, pakiranja, transporta i čuvanja. Količine koje se koriste mjere se u miligramima, a samo nekoliko aditiva dodaje se u hranu u gramskim količinama. Aditivi koji su nakon dodavanja postigli svoj tehnološki ili senzorski efekat i nisu se razgradili, postaju jedan od sastojaka te hrane.

Aditivima se ne smatraju hemijska onečišćenja ili kontaminanti, neželjeni mikroorganizmi, stvari koje se dodaju hrani radi poboljšanja hranjive vrijednosti namirnica, začini na bazi biljaka, njihovi ekstrakti i fermenti, kuhinjska sol i slično. (Katalenić M, 2008)

Upotreba aditiva neposredno je vezana za njihovo osnovno funkcionalno svojstvo tako da su danas podijeljeni u 22 funkcionalne kategorije: zaslađivači, boje, konzervansi, antioksidansi, kiseline, regulatori kiselosti, stvari za sprječavanje zgrudnjavanja, stvari protiv pjenjenja, stvari za povećanje volumena, emulgatori, emulgatorske soli, učvršćivači, pojačivači okusa, stvari za želiranje, stvari za poliranje, stvari za zadržavanje vlage, modificirani škrobovi, potisni gasovi, stvari za rahljenje, stabilizatori, zgušnjivači i stvari za tretiranje brašna. (Vrvilo J, 2013)

Aditivi se označavaju E-brojem kao potvrdom toksikološke evaluacije i klasifikacije pojedinog aditiva. Stvari slične aditivima koje također imaju neku tehnološku ulogu u proizvodnji, nemaju E-broj i označavaju se na drugi način (arome i enzimi), dok se pomoćne stvari u procesu proizvodnje zbog načina djelovanja koji se razlikuje od djelovanja pravog aditiva pri proizvodnji hrane, ne trebaju označavati. (Katalenić M, 2008)

Danas čovječanstvo zavisi od aditiva u hrani; ustvari, savremen svijet ne bi bio moguć bez njih. Savremen način života je doveo do toga da građani nisu često uključeni u uzgoj, berbu i preradu hrane koju jedu. Zbog toga prerađena hrana mora da se transportuje na velike udaljenosti kako bi mogla doći do potrošača. Da bi se to osiguralo, potrebni su posebni uslovi, uglavnom radi sprječavanja kontaminacije i kvarenja.

To uključuje ispravno pakovanje i uslove okoliša, kao i dodatak aditiva za očuvanje ili poboljšanje različitih parametara. Iako raste broj istraživanja o prehranbenim aditivima, njihovom uticaju na zdravlje i ponašanje ljudi, mnoge spekulacije, kontraverze i zdravstveni rizici i dalje su nejasni i predmet su rasprava širom svijeta. (Carocho et al., 2014)

## USLOVI UPOTREBE PREHRAMBENIH ADITIVA

Aditivi i njihove mješavine mogu se dodavati hrani uz nekoliko uvjeta:

- da su toksikološki evaluirani;
- da je njihova upotreba tehnološki opravdana, da se konačni efekat ne može postići načinima koji su ekonomski i tehnološki primjenljiviji;
- da se dodaju hrani u količinama dopuštenim posebnim propisima;
- da se njihovim dodavanjem potrošač ne dovodi u zabludu u pogledu prave prirode, sastojaka ili prehrambene vrijednosti hrane;
- da bitno ne utiču na prirodno svojstveni okus i miris hrane kojoj su dodani, osim ako im to nije posebna namjena; i
- da se njihovim miješanjem i dodavanjem hrani ne stvaraju toksične tvari tokom prerade, čuvanja i upotrebe. (Katalenić M, 2008)

Zemlje Evropske Unije (EU) imaju specijalizovane agencije, posebne zakone i propise za nadzor nad aditivima u hrani. Evropski generalni direktorat za zdravlje i zaštitu potrošača (DG SANCO) odgovoran je za primjenu i odobrenje aditiva za hranu, dok je Evropski naučni komitet za hranu (SCF) odgovoran za procjenu sigurnosti aditiva u hrani.

Zakonodavstvo EU usvaja sistem za upotrebu aditiva u hrani, odnosno izrađuje zakone i propise o prehranbenim aditivima putem naučne evaluacije i konsultacija koje prihvataju svi članovi, a potom i objavljuje liste uslova i ograničenja upotrebe prehranbenih aditiva.

Osim toga, EU zahtijeva da proizvođači hrane moraju navesti sve aditive u hrani na etiketi prema opadajućoj težini i ne mogu općenito označiti glavne kategorije. Aditivi za hranu moraju se pojaviti na najvidljivijem mjestu na ambalaži i biti označeni podebljanim slovima koji ne mogu zavarati potrošače. Sa razvojem prehrambene industrije i istraživanja, EU revidira i modificira pravila upravljanja i standarde za prehrambene aditive, i ažurira novu listu aditiva. (Sun, Wang, 2017)

Dakle, sadržaj svake etikete prehranbenih proizvoda je zakonski propisan i mora sadržavati podatke o tome šta je u pakovanju, koje su sirovine upotrijebljene, kolika je neto težina proizvoda, ko je proizvođač i odakle je proizvođač. Također, moraju se deklarirati svi upotrijebljeni aditivi u količinama prema redoslijedu i zastupljenosti.

Deklaracija sirovinskog sastava je najvažniji dio svake etikete. Nakon navođenja sirovina, slijedi nabranjanje aditiva. Etikete na prehranbenim proizvodima koji su namijenjeni izvozu u zemlje EU moraju sadržavati i nutritivne podatke koji se stavljaju u poseban okvir. Podaci moraju biti rezultat hemijske analize. Nutritivni dio etikete daje detaljan uvid u ono šta se unosi u organizam i naročito je koristan dijabetičarima, sportistima i drugim posebnim kategorijama potrošača.

Osim toga, poznato je da neke namirnice sadrže alergene. Takve namirnice ili proizvodi, u kojima se oni nalaze kao komponente, trebale bi na etiketama nositi upozorenje. Poseban problem su alergije na neke vještačke boje, zaslađivače i druge aditive, posebno kod djece. Zbog svega navedenog veoma je važno poštovanje propisa o deklarisanju proizvoda (Baloš D et al., 2007).

Uprkos svim zakonskim ograničenjima i kontrolama, studija mađarskih autora utvrdila je da većina ispitanika ima negativan osjećaj prema prehrambenim aditivima. Kada je riječ o označavanju prehrambenih aditiva 65% ispitanika vjeruje da postoji potreba za označavanjem, ali samo 15% (svaki sedmi ispitanik) vjeruje u koristi istog.

Oko 15% često razmišlja o prehrambenim aditivima prilikom kupovine hrane, gotovo 40% razmišlja svaki put kad kupuju hranu, 15% nikada ne razmišlja, dok 30% razmišlja kada ih spomenu mediji.

Rezultati ove studije su pokazali da gotovo 40% ispitanika pokušava izbjeći boje, 30% zaslađivače, dok 15% pokušava izbjeći sve prehrambene aditive. Oko 30% ispitanika smatra da prehrambeni aditivi služe za pokrivanje lošeg kvaliteta proizvoda, 20% ne vjeruje sigurnosnim procjenama rizika, 15% smatra da prehrambeni aditivi povećavaju profit velikim kompanijama, 75% se slaže da prehrambeni aditivi izazivaju alergije, 70% se slaže da su uzrok hormonskih poremećaja, 60% ispitanika smatra da su kancerogeni, dok ih 40% ispitanika dovodi u vezu sa neplodnošću, gojaznosti i hiperaktivnosti djece. (Christensen et al., 2011)

## **TOKSIKOLOŠKI EFEKTI PREHRAMBENIH ADITIVA**

Prije upotrebe u proizvodnji namirnica svi prehrambeni aditivi moraju biti ispitani i ocijenjeni. Toksikološka ispitivanja uključuju akutnu, subakutnu i hroničnu toksičnost, genotoksičnost, alergogenost i kancerogenost.

Istim se utvrđuje najveća količina prehrambenog aditiva koja nema toksičnih efekata po zdravlje ljudi (engl. No observed advance effect level, NOAEL), najmanja količina prehrambenog aditiva koja može štetno djelovati na zdravlje ljudi (engl. Lowest observed advance effect level, LOAEL), prihvatljiv dnevni unos prehrambenog aditiva, odnosno količina prehrambenog aditiva koja se kao sastavni dio namirnice može svakodnevno konzumirati čitav životni vijek bez postojanja ikakvog rizika za zdravlje (engl. Acceptable Daily Intake, ADI). (Jandrić Kočić M, 2021)

Trogodišnja studija grupe autora u Austriji, koja je istraživala izloženost konzervansima (sulfiti, benzojeva i sorbinska kiselina) u slučajevima visokog unosa, pod pretpostavkom da potrošači imaju određen vid lojalnosti i uvijek konzumiraju prehrambene proizvode koji sadrže ove prehrambene aditive, utvrdila je prekoračenje prihvatljivog dnevnog unosa za sulfite kod odraslih (124%) i benzojeve kiseline u svim populacijskim skupinama (135% kod djece predškolskog uzrasta, 124% kod žena i 118% kod muškaraca). (Reinik et al., 2005)

Većina prehrambenih aditiva se koristi u svakodnevnoj upotrebi, dok za neke od njih je dokazano da su toksični. Migrena, alergije, astma, poremećaji ponašanja kod djece i debljina povezuju se s aditivima u prehrani. Ispitivanja njihove toksičnosti provode se testiranjem na životinjskim modelima. Najčešći dokazani poremećaji su alergije i netolerancija na hranu. (Vrhovac et al., 2008)

Tako naprimjer, sulfiti u obliku natrijumove ili kalijeve soli, su među najčešće korištenim konzervansima. Oni smanjuju mikrobiološko kvarenje, usporavaju tamnjenje voća, povrća i morskih plodova, inhibiraju rast nepoželjnih mikroorganizama, te djeluju kao antioksidansi u nekim lijekovima. Sulfiti mogu izazvati bronhospazam u otprilike 4% slučajeva kod astmatičara i u približno 8% pacijenata astmatičara zavisnih od steroida. Astma osjetljiva na sulfite je mnogo češća kod odraslih nego kod djece. Sulfiti su također bili uključeni u nekoliko slučajeva sistemskih reakcija za koje se čini da su posredovane sa IgE. (Wilson GB, Bahna LS, 2005)

Istražujući sladila, Znanstveni institut iz Bologne "The cancer research centre of the European Foundation of Oncology and Environmental sciences B. Ramazzini" objavio je studiju o sladilu aspartamu 2005. i 2006. godine navodeći da je aspartam višepotencijalna kancerogena tvar koja uzrokuje maligne tumore kod životinja, leukemiju/limfome posebno kod ženki štakora, rak mokraćnih puteva i perifernih živaca. (Soffritti M, Belpoggi F, 2005)

European Food Safety Authority (EFSA) odbacila je to ispitivanje argumentirano pobijajući protokol ispitivanja, incidenciju pojave karcinoma uz argumente da su količine aspartama upotrijebljene u prehrani eksperimentalnih životinja prevelike. Pri tome su uzete u obzir činjenice iz studije DG SANCA o sigurnosti aspartama iz 2002. godine u kojoj se tvrdi da ADI od 40 mg/kg tjelesne mase nije kod potrošača prekoračen, da kod potrošača koji unose veće količine namirnica u koje je dodan aspartam, dnevni unos ne prelazi 10 mg/kg.

Europska fondacija "B. Ramazzini" u kasnijim izjavama nije se slagala s mišljenjem EFSA-e smatrajući da su količine aspartama od 5000 mg, 2500 mg, 1000 mg, 500 mg, 20 mg, 4 mg i 0 mg po kg tjelesne mase štakora dnevno upravo one s kojima se može uporediti dnevni unos kod čovjeka. (Katalenić M, 2008)

Isto tako, prospektivna kohortna studija provedena u Francuskoj u trajanju od četrnaest godina, koja je obuhvatila 66.118 žena, utvrdila je postojanje statistički značajne povezanosti konzumiranja umjetnih zaslađivača i razvoja diabetes mellitus-a tipa 2. (Olivier B et al., 2015)

U prilog tome ide i istraživanje provedeno u Sjedinjenim Američkim Državama, u trajanju od sedam godina, koje je utvrdilo da je konzumiranje više od jednog umjetno zaslađenog napitka povezano sa 36% većim relativnim rizikom od metaboličkog sindroma i 67% većim relativnim rizikom od diabetes mellitus-a tipa 2 u poređenju sa nekonzumiranjem istih. (Fagherazi G et al., 2012)

U zemljama Evropske unije, natrijum fosfat, kalijum fosfat, kalcijum fosfat i mnogi drugi spojevi zakonski se mogu dodavati hrani kao konzervansi, sredstva za zakiseljavanje, pufere za kiselost i emulgatori. Fosfatne soli se takođe dodaju mnogim namirnicama kao stabilizatori ili pojačivači ukusa.

Organski fosfatni estri se nalaze uglavnom u brzoi i gotovoi prerađenoj hrani, kao i onoi bogatoi proteinima kao što su mliječni proizvodi, riba, meso, kobasice i jaja. Sadržaj fosfata u industrijski obrađenoj hrani je mnogo veći od onog iz prirodne hrane. Zbog povećane upotrebe prehrambenih aditiva, procijenjeni dnevni unos fosfata se više nego udvostručio od 1990-ih, i to od nešto manje od 500 mg/dan do 1000 mg/dan.

Štetni efekti fosfata su prvi put prepoznati kod pacijenata sa bubrežnom bolešću, kod kojih je dokazano da je visoka koncentracija fosfata u serumu glavni faktor rizika za povećanu kardiovaskularnu i ukupnu smrtnost.

Block i saradnici su proučavali skupinu od 40.538 bolesnika na hemodijalizi i dokazali su da je 12% od 10.015 smrtnih slučajeva tokom perioda posmatranja bilo povezano sa hiperfosfatemijom.

Unos fosfata hranom i serumski koncentracija fosfata nije važna samo za osobe sa bubrežnom bolešću, već i za opšte stanovništvo. Nedavno je utvrđeno da fosfatni aditivi u hrani mogu štetiti i zdravlju ljudi sa normalnom funkcijom bubrega. Ovaj zaključak je donesen na osnovu velikih epidemioloških studija i potkrijepljen je najnovijim istraživanjima. (Ritz E et al., 2012)

Boja amarant kod životinja uzrokuje stvaranje bubrežnih kamenaca i indukuje pobačaje, a zbog potencijalne kancerogenosti zabranjena je u Sjedinjenim Američkim Državama i Rusiji.

Boja tartrazin alergogena je za osobe osjetljive na aspirin ili benzojevu kiselinu, a moguće su smetnje disanja, osip, poremećaji vida, hiperaktivnost kod djece. Njegova upotreba zabranjena je u Norveškoj. (Lerotid D, Vinković Vrček I, 2005)

Također, studija u Velikoj Britaniji, koja je obuhvatila 1.873 djece uzrasta od tri godine, utvrdila je postojanje statistički značajnog uticaja prekomjerne konzumacije umjetnih boja i natrijum–benzoata na razvoj poremećaja pažnje i hiperaktivnosti (engl. attention deficit hyperactivity disorder, ADHD) kod prethodno zdrave djece. (Paek HJ, Hove T, 2017)

Studije izloženosti djece upotrebi vještačkih boja, provedene u 16 država Indije, utvrdile su da je većina slatkiša, šećernih igračaka, osvježivača usta, ledenih bombona, bezalkoholnih pića i pekarskih proizvoda premašila propisanu granicu od 100 mg/kg.

Unos smjese vještačkih boja žuti FCF i tartrazin je premašio granice prihvatljivog dnevnog unosa tri do dvanaest puta, dok je unos eritrozina bio veći za dva do šest puta na prosječnim nivoima otkrivenih boja. (Dixit S et al., 2011)

Novi dokazi sugeriraju da aditivi dovode i do ozbiljnih prolema u gastrointestinalnom traktu. Tako dozvoljeni dijetalni emulgatori mogu narušiti funkciju crijevne barijere i povećavati izloženost antigenu i/ili modulirajućoj mikrobioti, čime potencijalno povećavaju učestalost upalnih bolesti crijeva (sindroma iritabilnog kolona, Kronove bolesti) i metaboličkog sindroma (netolerancije na glukozu).

Grupa autora iz Japana utvrdila je snažnu korelaciju između potrošnje emulgatora (uključujući polisorbate, estere sorbata i lecitin) i učestalosti Crohnove bolesti. Značajan broj istraživanja je dokazao statistički značajnu povezanost upotrebe emulgatora u brzjoj hrani i margarinu sa razvojem ulceroznog kolitisa i Kronove bolesti. (Jandrić Kočić M, 2021)

Nitriti ometaju transport kiseonika u krvi. Pri temperaturama višim od 130°C mogu stvarati kancerogene nitrozamine. U visokim dozama dovode do akutnog trovanja.

Kod osjetljivih osoba glutaminska kiselina u visokim koncentracijama može izazvati osjećaj obamrlosti u potiljku, leđima i rukama, lupanje srca, glavobolju i osjećaj slabosti (tzv. sindrom kineskog restorana). Moguće su alergijske i pseudoalergijske reakcije osoba koje boluju od astme i neurodermatitisa. Visoke koncentracije mogu dovesti do oštećenja moždanih stanica i neurodegenerativnih bolesti (Alzheimerova, Parkinsonova i Huntingtonova bolest). (Lerotid D, Vinković Vrček I, 2005)

## **ZAKLJUČAK**

Prehrambeni aditivi su nužnost u tehnologiji proizvodnje hrane i njihova upotreba u prehrambenoj industriji dala je značajan doprinos u obezbjeđivanju dovoljne količine hrane za ishranu stanovništva.

Njihova uloga je postala još važnija sa povećanjem konzumacije prerađene hrane zbog savremenog načina života građana. Uprkos vidljivim poboljšanjima u zakonodavstvu i proizvodnji sigurnijih aditiva, mnoga pitanja i dalje ostaju neriješena, što dovodi do kontroverze stručne javnosti i nepovjerenja potrošača.

Na svakom pojedincu je da izabere kako će da se hrani a na odgovornima (zdravstveni sektor, zakonodavstvo i proizvođač) je obaveza davanja što tačnijih informacija u vezi dodataka ishrani, uključujući i njihovo navođenje na deklaracijama. Ove informacije su neophodne kako bi postojala mogućnost izbora za svakog pojedinca.

Negativan stav značajnog broja potrošača usljed nedostatka saznanja o zakonskoj regulativi koja prethodi odobrenju prehrambenih aditiva može se ukloniti kroz otvorenu, transparentnu i nezavisnu komunikaciju i informaciju o riziku po zdravlje ljudi. Važan korak je edukacija medicinskih radnika i javnosti o potencijalnim rizicima za zdravlje ljudi koji proizlazi iz povećane i nekontrolisane potrošnje aditiva.

Važno je podići svijest javnosti o mogućim zdravstvenim rizicima, plasirajući relevantne informacije putem zdravstvenih ustanova i medija tako da problem bude predstavljen na način prikladan za laike, ali bez gubitka naučne tačnosti.

S druge strane, istraživanja o neadekvatnom označavanju, toksičnosti i nekontrolisanoj upotrebi nedozvoljenih prehrambenih aditiva zahtijevaju kontinuirano praćenje, unapređenje sistema kontrole i uklanjanja nedostataka. Sigurna upotreba prehrambenih aditiva zajednička je odgovornost države, proizvođača, distributera, struke, ali i samih potrošača.

Preventivne mjere, poput uvoznih propisa određenih zakonom, stroge kontrole i nadzora proizvoda i adekvatne korektivne mjere, moguće su rješenje. Za implementaciju ovakvih mjera treba tražiti podršku iz prehrambene industrije, organizacija za zaštitu potrošača, zdravstvenih ustanova, medija te vladinih i nevladinih organizacija. Zaštita zdravlja potrošača uvijek mora biti ispred zaštite ekonomskih interesa.



## LITERATURA

1. Baloš D et al., Poboljšanje kvaliteta namirnica primjenom aditiva, Kragujevac, 2007.
2. Block GA et al.: Mineral metabolism, mortality, and morbidity in maintenance hemodialysis. *JASN*; 15: 2208–18., 2004.
3. Carocho M, Barreiro MF, Morales P, Ferreira, ICFR, Adding Molecules to Food, Pros and Cons: A Review on Synthetic and Natural Food Additives. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 13(4), 377–399., 2014.
4. Christensen T, Morkbak MR, Sophie S et al., Danish consumers' perceptions of food additives and other technologies. *FOI Commissioned Work*. 4, 2011.
5. Dixit S, Purshottam S, Khanna S, Das M, Usage pattern of synthetic food colours in different states of India and exposure assessment through commodities preferentially consumed by children. *Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess.*;28(8):996–1005., 2011.
6. Fagherazzi G, Vilier A, Sartorelli DS et al. Consumption of artificially and sugar-sweetend beverages and incident type 2 diabetes in the Etude Epidemiologique auprès des femmes de la mutuelle générale de l'Education Nationale-European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition cohort. *Am J Clin Nutr.*, 2012.
7. Jandrić Kočić M, Stvarni percipirani rizik (prehrambeni aditivi) *Medicinski glasnik Specijalna bolnica za bolesti štitaste žlezde i bolesti metabolizma, Zlatibor*, vol. 26, br. 82, str. 33-50., 2021.
8. Katalenić M, Aditivi i hrana. *Medicus*; 17 (1 Nutricionizam): 57–64, 2008.
9. Lerotid D, Vinković Vrček I, Što se krije iza E-brojeva, Udruga za demokratsko društvo, Biblioteka Mala škola demokracije, Zagreb, 2005.
10. Olivier B, Serge AH, Catherine A et al., Review of the nutritional benefits and risks related to intense sweeteners. *Arch Public Health*;73 (41), 2015.
11. Paek HJ, Hove T, Risk Perceptions and Risk Characteristics, *Communication*, 2017.
12. Reinik M, Tamme T, Roasto M et al., Nitrites, nitrates and N-nitrosoamines in Estonian cured meat products: Intake by Estonian children and adolescents. *Food Additives & Contaminants: Part A.*; 22(11): 1098 1105, 2005.
13. Ritz E, Hahn K, Ketteler M et al., Phosphate additives in food-a health risk. *Dtsch Arztebl Int.*;109(4):49-55.,2012.
14. Soffritti M, Belpoggi F, Long-term carcinogenicity bioassay to evaluate the potential biological effects, in particular carcinogenic, of aspartame administered in feed to Sprague-Dawley rats. (Protocol No.: BT 6008), Unpublished report of the European Foundation of Oncology and Environmental Sciences "B. Ramazzini", Bologna, 2005.
15. Sun B, Wang J, Food Additives. In *Food Safety in China* (eds J.J. Jen and J. Chen), 2017.
16. Vrhovac B et al., *Interna medicina*, Naklada Ljevak, Zagreb, 2008.
17. Vrvilo J, *Prehrambeni aditivi*, Split, 2013.
18. Wilson GB, Bahna LS, Adverse reactions to food additives, *Annals of Allergy, Asthma & Immunology*, Volume 95, Issue 6, Pages 499-507, 2005.

## PORIJEKLO BAKTERIJSKE REZISTENCIJE PREMA LIJEKOVIMA

### Uvod

Činjenica da su bakterije sposobne da razviju otpornost prema antibioticima, bila je poznata naučnicima još u početku antibiotske ere (početom 1940-tih) kada su indentifikovani prvi bakterijski sojevi rezistentni na tada korištene antibiotike.

U početku antibiotske ere, bakterije su u značajnom broju bile osjetljive prema antibioticima, zbog čega je antibiotska rezistencija na neko vrijeme ostala u „sijeni“ velikog uspjeha antibiotske terapije („zlatno doba antibiotika“).

Vremenom je sve učestalija i masovnija upotreba antibiotika dovela do sve većeg broja rezistentnih bakterija na korištene antibiotike, zbog čega je u današnje vrijeme na raspolaganju oskudan broj efikasnih antibiotika za liječenje infekcija uzrokovanih rezistentnim bakterijama. Poseban problem predstavlja pojava tzv. multirezistentnih bakterija koje pokazuju otpornost na gotovo sve poznate antibiotike.

Danas je problem antibiotske rezistencije jedan od najvažnijih globalnih javno-zdravstvenih problema čije rješavanje zahtjeva poduzimanje hitnih i energičnih mjera. Ukoliko se ne poduzmu sve potrebne mjere po pitanju antibiotske rezistencije, čovječanstvo bi moglo ući u postantibiotsku eru u kojoj bi uobičajene infekcije i banalne povrede ponovo postale smrtonosne.

Postoji više faktora koji pogoduju nastanku i razvoju antibiotske rezistencije, međutim, danas se zna da su zloupotreba i prekomjerna upotreba antibiotika glavni faktori koji ubrzavaju nastanak i razvoj antibiotske rezistencije.

### *Bakterijska rezistencija na lijekove*

Svjetska Zdravstvena Organizacija definiše antimikrobnu rezistenciju kao sposobnost mikroorganizama (bakterija, virusa, gljivica i parazita) da se odupru učincima lijekova prema kojima su nekada bili osjetljivi, zbog čega je liječenje ovim lijekovima postalo neefikasno. <https://www.who.int/news-room/q-a-detail/antimicrobial-resistance> (pristupio 14.3.2021).

SZO ističe razliku između antimikrobne i antibiotske rezistencije. Naime, antimikrobna rezistencija je širi pojam koji se odnosi na otpornost različitih vrsta mikroorganizama (bakterija, gljivica, virusa i parazita) prema antibakterijskim, antigljivičnim, antivirusnim i antiparazitnim lijekovima. *Antibiotska rezistencija* je uži pojam koji se odnosi isključivo na bakterijsku

<sup>1</sup> Magistar farmacije, Evropski univerzitet Brčko distrikt, Brčko

<sup>2</sup> Magistar bioloških nauka, Srednja medicinska škola u Tuzli

<sup>3</sup> Vanredni profesor, Dom zdravlja Tuzla

otpornost prema antibakterijskim lijekovima ili antibiotcima <https://www.who.int/news-room/q-a-detail /antimicrobial-resistance> (pristupio 14.3.201)

*Bakterijska rezistencija na lijekove* može biti urođena (prirodna) rezistencija i stečena rezistencija (Lalošević et al,2011).

**1) Urođena (prirodna)** rezistencija je rezultat strukturnih karakteristika bakterijske ćelije, a najčešće se manifestuje kao nedostatak ciljne strukture za lijek. Na primjer, mikoplazme nemaju ćelijski zid, što znači da mikoplazme imaju urođenu rezistenciju prema lijekovima koji inhibiraju sintezu ćelijskog zida (beta-laktamski antibiotici) (Lalošević et al, 2011).

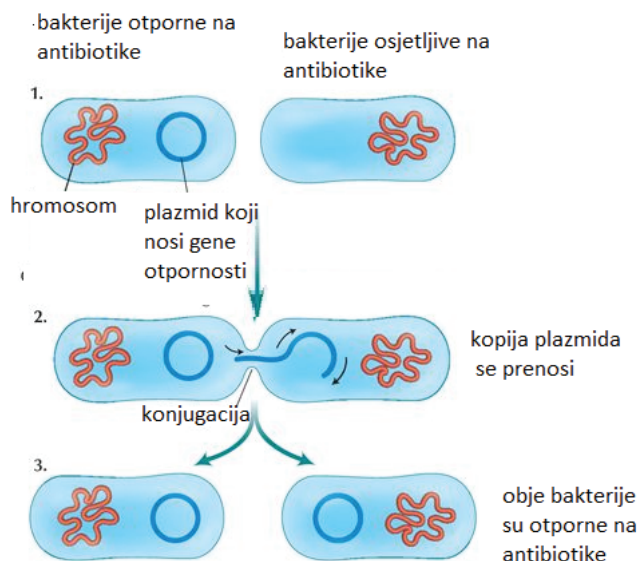
**2) Stečena rezistencija** može biti: genetičkog i negenetičkog porijekla. Genetička rezistencija može biti hromozomska rezistencija ili ekstrahromozomska rezistencija. Hromozomska rezistencija nastaje zbog spontanijih mutacija u bakterijskom hromozomu, dok je ekstrahromozomska rezistencija posredovana plazmidima i transpozonomima. Ekstrahromozomska rezistencija ima veći značaj za razvoj i širenje rezistencije na antibiotike kod različitih vrsta bakterija. Širenje plazmidnih gena i gena transpozona u procesima konjugacije i transdukcije dovelo je do pojave mikroorganizama koji su rezistentni na gotovo sve postojeće antibiotike (bolnički sojevi stafilokoka i enterokoka, enterobakterije, pseudomonas i dr.) (Lalošević et al, 2011).

**Hromozomska rezistencija** najčešće dovodi do strukturnih promjena u ciljnim receptorima za antibiotike, na ovaj način se razvija rezistencija prema značajnom broju antibiotika : streptomycin, eritromicin, tetraciklini, hinoloni, penicilini i dr. Obzirom da antibiotici eliminišu osjetljive bakterije, a ne djeluju na hromozomske mutantne, prisustvo antibiotika pomaže selekcionu mehanizam koji favorizuje rast i razmnožavanje hromozomskih mutanata (Varagić i Milošević, 2012).

**Ekstrahromozomska rezistencija** je posredovana ekstrahromozomskim genetičkim elementima : plazmidi, transpozoni, genske kasete i integriromi (Rang, 2005).

**Plazmidi** su kružne dvočlane molekule DNK, sposobni da se repliciraju nezavisno od bakterijskog hromozoma. Plazmidi se mogu preneti iz jedne bakterijske ćelije u drugu bakterijsku ćeliju, kako među bakterijama iste vrste, tako među bakterijama različitih vrsta. Prenosjenje plazmida konjugacijom je svojstveno za gram-negativne bakterije, dok je prenošenje plazmida transdukcijom tipično za gram-pozitivne bakterije. Od posebnog značaja su R- plazmidi koji su nosioci gena rezistencije na antibiotike. Ovi plazmidi mogu da utiču na propustljivost bakterijske ćelije prema antibiotcima ili da kontrolišu sintezu enzima koji razlažu antibiotike (H.Halilović, 2011).

Značaj prenošenja R-plazmida, ogleda se u tome što rezistentne bakterije mogu da prenesu svoje R- plazmide u druge bakterije koje su osjetljive na antibiotike, tako da i ove druge postanu rezistentne na antibiotike. Na primjer, bakterija koja posjeduje plazmidne gene za beta-laktamazu, može ih prenositi u procesu konjugacije na druge bakterije, zbog čega će i ove druge bakterije steći sposobnost da produkuju beta-laktamaze (Hukić, 2005).



Slika 1. Horizontalni prenos gena rezistencije pomoću plazmida

Izvor: <https://www.huvepharma.com/news/article/new-research-further-confirms-inhibition-of-flavomycin-on-resistance-gene-transfer/> (Pristupio 2.3.2021)

Obzirom da mnoge gram-negativne bakterije posjeduju R-plazmide, transfer R-plazmida konjugacijom je najčešći put širenja multiple-rezistencije među različitim rodovima gram-negativnih bakterija (Hodžić, 2021).

Značajan klinički problem predstavlja antibiotska rezistencija gram-negativnih crijevnih bakterija (enterobakterija), koja uglavnom nastaje kao posljedica masovnog širenja R-plazmida. Nažalost, nekontrolisana primjena antibiotika u bolnicama dovela je do suzbijanja osjetljivih crijevnih mikroorganizama i do porasta broja rezistentnih enterobakterija koje sadrže R-plazmide na kojima se nalaze geni koji kodiraju sintezu beta-laktamaza proširenog spektra, ovo se posebno odnosi na bolničke izolate *E.coli* i *K. pneumoniae* (Benedić, 2009).

Sve je veći broj različitih bakterijskih sojeva sa rezistentnim plazmidima koji kontrolišu produkciju beta-laktamaza. Na primjer, u početku penicilinske ere, sojevi *Neisseria gonorrhoeae* bili su osjetljivi na postojeće antibakterijske lijekove, vremenom je *Neisseria gonorrhoeae* stekla rezistentni plazmid najvjerojatnije od *Hemofilusa*, zbog čega je liječenje gonoreje u današnje vrijeme mnogo teže nego u početku penicilinske ere (Varagić i Milošević, 2012).

Pored konjugativnih plazmida, bakterije posjeduju i druge ekstrahromozomske pokretne genetske elemente na kojima se mogu nalaziti geni rezistencije na antibiotike, a to su: transpozoni, genske kaste i integroni gena (Rang et al, 2005).

**Transpozoni** su pokretni linearni genetski elementi koji za razliku od plazmida nemaju sposobnost samostalne replikacije, veći im je za replikaciju potreban neki replikon (plazmid, hromozom ili bakteriofag), najjednostavniji transpozoni su insercijske sekvence (Hodžić, 2021).

Sposobnost transpozona da se lako premještaju sa jednog plazmida na drugi plazmid, iz plazmida u hromozom ili obrnuto, predstavlja važnu osobinu transpozona, zbog čega se

transpozoni često nazivaju „skačući geni“. Premještanje i umetanje transpozona u plazmide ili hromozome, odigrava se pomoću mehanizma koji je nezavisan od uobičajene homologne genetske rekombinacije, drugim riječima, transpozoni se premještaju unutar genoma bakterije koristeći mehanizam nehomologne (nelegitimne) rekombinacije (Rang et al, 2005).

Transpozoni mogu da posjeduju gene rezistencije na gotovo sve poznate antibiotike i hemioterapeutike. Poznato je da transpozoni Tn1 i Tn3 određuju produkciju beta-laktamaza, dok transpozon Tn7 određuje rezistenciju na sulfonamide. Međućelijski transfer konjugativnih R-plazmida na kojima se nalaze transpozoni sa genima rezistencije na antibiotike, doveo je do nastanka multiple rezistencije epidemijskih razmjera (Lalošević et al, 2011).

Bakterijska rezistencija na antibiotike, a pogotovu multipla rezistencija, može da se prenosi i pomoću genskih kaset. Genske kasete mogu da se udružuju u pakete kasete, koje zatim mogu da se ugrade u veće mobilne jedinice – integrone. *Integron* koji može da se nalazi na transpozonu, posjeduje gene koji kodiraju enzim integrazu, uloga ovog enzima je da ugradi genske kasete na specifična mjesta u integronu. Sistem: transpozon/integron/paket multirezistentnih kasete, omogućava brzo širenje gena rezistencije na više lijekova, kako između genetskih elementa unutar bakterijske ćelije, tako i među bakterijama (uglavnom pomoću konjugativnih plazmida) (Rang et al, 2005).

Ostalo nam je da objasnimo još jedan vid stečene rezistencije, a to je negenetička rezistencija.

**Negenetička rezistencija** je povezana sa diobom bakterijske ćelije. Naime, većina antibiotika djeluje na bakterije samo ako se bakterije nalaze u fazi aktivnog razmnožavanja. U slučaju da se bakterije ne dijele, tj. nisu metabolički aktivne, onda takve bakterije mogu biti rezistentne prema antibioticima i takva rezistencija se označava kao negenetska rezistencija. Primjera radi, mikobakterije (uzročnici tuberkuloze) mogu godinama perzistirati u tkivima domaćina i takve mikobakterije se ne dijele, zbog čega su otporne na antibiotike. Kada imuni sistem zaraženog domaćina dovoljno oslabi, mikobakterije će iskoristiti ovu priliku za razmnožavanje, ali će pri tome postati potpuno osjetljive na antibiotike (antituberkulotike) (Varagić i Milošević, 2012).

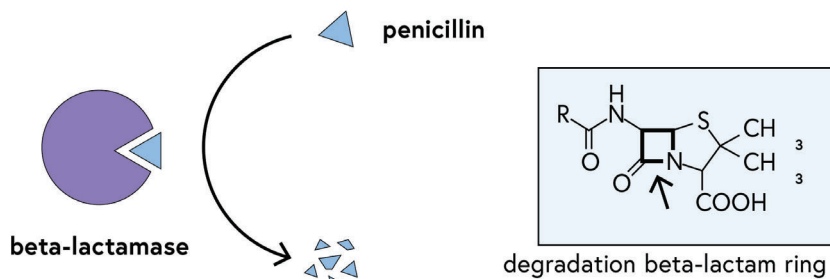
Osim termina genetička i negenetička rezistencija, u stručnoj literaturi se koriste i drugi termini koji su značajni za razumijevanje fenomena bakterijske rezistencije na antibiotike. U nastavku teksta biće objašnjeni termini: 1) ukrštena rezistencija i 2) multipla rezistencija.

- 1) Bakterije rezistentne prema nekom određenom antibiotiku, uglavnom su rezistentne i prema *ostalim srodnim antibioticima* s kojima nisu dolazile u neposredni kontakt, ova pojava se naziva ukrštena rezistencija. Ukrštena rezistencija je obično prisutna među antibioticima sa vrlo sličnom hemijskom strukturom, kao na primjer među pojedinim tetraciklinskim antibioticima. Sporadično se, ukrštena rezistencija, javlja i među antibioticima raznolike hemijske strukture, kao što su eritromicin i klindamicin (Varagić i Milošević, 2012).
- 2) Ekstremni slučaj bakterijske rezistencije prema antibioticima je multipla rezistencija. Naime, radi se o tome da su pojedine bakterije postale otporne na sve dostupne antibiotike, tako da više ne postoji niti jedan poznati antibiotik koji bi bio efikasan u borbi protiv ovakvih bakterija. Na primjer, određeni sojevi stafilokoka i enterokoka stekli su otpornost prema svim savremenim antibioticima. Infekcije uzrokovane multirezistentnim bakterijama posebno bolničke infekcije, veoma su opasne i medicinski neizlječive. Multipla rezistencija se širi pomoću plazmida i transpozona (Varagić i Milošević, 2012).

## Mehanizmi bakterijske rezistencije na antibiotike

### a) Produkcija enzima koji inaktiviraju antibiotik

Enzimska inaktivacija lijeka je posebno značajana za nastanak bakterijske rezistencije na beta-laktamske antibiotike. Bakterije rezistentne na beta-laktamske antibiotike mogu da proizvode beta-laktamaze koje otvaraju beta-laktamski prsten penicilina i cefalosporina, što rezultira inaktivacijom beta-laktamskih antibiotika (Rang et al, 2005).



Slika 2. Shematski prikaz beta-laktamaze koja razgrađuje penicilin

Izvor: <https://www.futurelearn.com/info/courses/antimicrobial-resistance/0/steps/92121>  
(Pristupio 7.3.2021)

Dokazano je postojanje velikog broja različitih vrsta beta-laktamaza, a većina gena koji kodiraju sintezu beta-laktamaza nalaze se u plazmidima. Plazmidni geni koji kodiraju beta-laktamaze, naročito su zastupljeni kod stafilokoka i gram-negativnih crijevnih bakterija (Varagić i Milošević, 2012).

Neke beta-laktamaze imaju usku specifičnost za supstrat, tako na primjer mnogi sojevi stafilokoka proizvode penicilazu koja može razoriti peniciline, ali nema dejstva na cefalosporine. Za razliku od stafilokoka, *Pseudomonas aeruginosa* može da proizvode beta-laktamaze šireg spektra, koje mogu razgraditi i peniciline i cefalosporine. Karbapenemi su beta-laktamski antibiotici otporni prema dejstvu penicilaza i cefalosporinaza, ali mogu biti inaktivisani od strane metalo-beta-laktamaze (Varagić i Milošević, 2012).

Inhibitori beta-laktamaza (klavulanska kiselina, sulbaktam i tazobaktam) djeluju tako što inhibiraju beta-laktamaze i na taj način potenciraju dejstvo antibiotika koji su osjetljivi na beta-laktamaze. Uobičajene su kombinacije inhibitora beta-laktamaza sa penicilinima širokog spektra, npr. klavulanska kiselina + amoksisilin, sulbaktam + ampicilin, tazobaktam + piperacilin i dr (Varagić i Milošević, 2012).

*Stafilokoke* su najvažnije gram-pozitivne bakterije koje proizvode beta-laktamazu, geni koji kodiraju stafilokone beta-laktamaze nalaze se na plazmidima i mogu da se šire procesom transdukcije. Problem stafilokone rezistencije nastale uslijed dejstva beta-laktamaza, opredjelio je naučnike da razvijaju antibiotike koji će biti otporni na dejstvo beta-laktamaza. Tako su nastali polusintetski penicilini otporni na penicilazu i neki noviji beta-laktamski antibiotici otporni na većinu beta-laktamaza kao što su monobaktami, karbapenemi i određen broj cefalosporina (Rang et al, 2005).

Uvođenje antibiotika koji su otporni na dejstvo beta-laktamaza nije u potpunosti rješio problem stafilokokne rezistencije na antibiotike. Određeni sojevi stafilokoka razvili su rezistenciju na gotovo sve poznate antibiotike, meticilin rezistentni stafilokok aureus (MRSA) zbog stvaranja novog vezivnog PBP molekula, postao je otporan prema svim beta-laktamskim antibioticima, a može da razvije rezistenciju i prema drugim grupama antibiotika kao što su: sulfonamidi, trimetoprim, aminglikozidi, makrolidi, hloramfenikol, rifampicin, hinoloni i dr (Rang et al, 2005).

Gram – negativne bakterije, takođe, mogu da produkuju beta-laktamaze, što predstavlja bitan faktor za razvoj rezistencije gram-negativnih bakterija prema širokospektralnim polusintetskim beta-laktamskim antibioticima. Geni za beta-laktamaze u gram-negativnih bakterija mogu da se nalaze kako na hromozomima tako i na plazmidima (Rang et al, 2005).

Osim beta-laktamaza, bakterije su sposobne da produkuju i druge enzime kako bi se odbranile od antibiotika. Tako na primjer, gram-negativne i gram-pozitivne bakterije rezistentne na aminoglikozide produkuju enzime koji vrše adenilaciju, fosforilaciju i acetilaciju aminoglikozidnih antibiotika, što za posljedicu ima inaktivaciju aminoglikozida. Ovi rezistentni geni se najčešće nalaze na plazmidima, a rjeđe se nalaze na transpozonima. Na sličan način, gram-negativne i gram-pozitivne bakterije rezistentne na hloramfenikol produkuju hloramfenikol - acetiltransferazu koja inaktiviše hloramfenikol. Rezistentni geni su locirani na plazmidima (Rang et al, 2005).

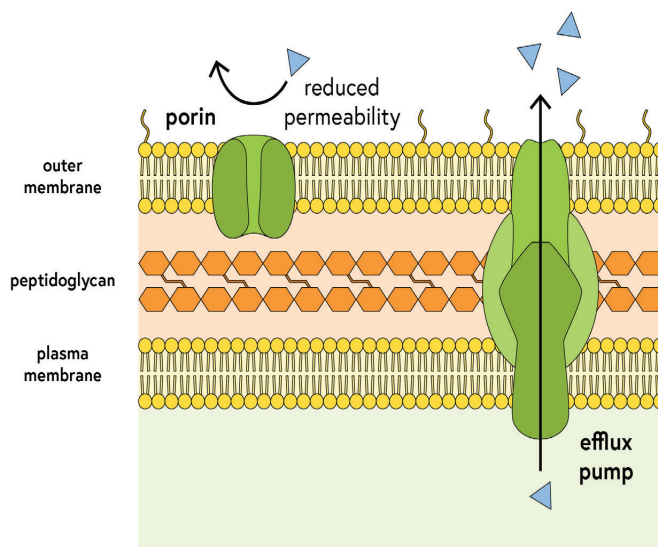
#### ***b) Smanjena akumulacija antibiotika u bakterijskoj ćeliji (porini i efluks pumpa)***

Poznato je da spoljašna membrana gram-negativnih bakterija sadrži hidrofilne proteinske kanale *porine*. Kroz ove hidrofilne proteinske kanale mogu da prolaze određeni hidrofilni antibiotici kao što su beta-laktami i fluorohinoloni. Smanjenje propustljivosti bakterijske ćelije za lijekove, može da nastane zbog mutacije gena koji „otvaraju“ porine, čime je značajno smanjen prodor hidrofilnih antibiotika kroz spoljašnju membranu gram-negativnih bakterija (Stošić, 2015)

Treba imati u vidu da postoje bakterije koje imaju urođenu nepropustljivost za pojedine antibiotike. Fakultativni anaerobi kao što je na primjer streptokok imaju urođenu (prirodnu) barijeru za aminoglikozide. Zbog toga je kod streptokoknih i drugih infekcija uzrokovanih anaerobima, potrebna kombinacija aminglikozida sa antibioticima koji inhibiraju sintezu ćelijskog zida bakterija (na primjer penicilini), kako bi se omogućio prolazak aminoglikozida do njihovog ciljnog mjesta – ribozoma (Varagić i Milošević, 2012).

Izbacivanje lijekova iz bakterijske ćelije pomoću *efluks pumpe* predstavlja najvažniji mehanizam za razvoj bakterijske rezistencije na tetraciklinske antibiotike. Efluks pumpa je kodirana plazmidnim genima koji se mogu prenositi konjugacijom ili transdukcijom (Varagić i Milošević, 2012).

Efluksni mehanizam rezistencije ograničio je primjenu tetraciklinskih antibiotika kako u humanoj tako i u veterinarskoj medicini. Nadalje, ovaj mehanizam rezistencije može da bude razlog otpornosti sojeva *Staphylococcus aureus* prema makrolidnim antibioticima (eritromicin) i florohinolonskim antibioticima (Rang et al, 2005).



Slika 3. Porini i efluks pumpa

Izvor: <https://www.futurelearn.com/info/courses/antimicrobial-resistance/0/steps/92121> (Pristupio 7.3.2021)

#### **c) Promjena u strukturi vezivnog mjesta (receptora) za lijek**

Strukturne promjene u receptorima za antibiotike najčešće nastaju zbog hromozomskih mutacija, i mogu da dovedu do razvoja rezistencije prema velikom broju antibiotika: streptomycin, eritromicin tetraciklini, linkomicin, hinoloni, penicilini i dr (Varagić i Milošević, 2012).

Na primjer, ciljani receptor za aminoglikozide nalazi se na 30S podjedinici bakterijskog ribozoma, međutim, kod mutiranih bakterija ovaj receptorski protein može nedostajati ili može biti promjenjen hromozomskom mutacijom. Na sličan način se objašnjava rezistencija prema eritromicinu koji se vezuje za receptor na 50S podjedinici bakterijskog ribozoma. Rezistencija prema hinolonskim antibioticima nastaje zbog promjena u strukturi DNK-giraze. Ponekad, mutacije mogu da rezultiraju gubitkom ili strukturnim promjenama ciljnog proteina za peniciline (PBP-receptori), što za posljedicu ima razvoj rezistencije na peniciline i cefalosporine. Modifikacija ciljnog proteina koji vezuje penicilin (PBP-molekul) dovela je do pojave meticilin rezistentnih stafilokoka, kao i do pojave penicilin rezistentnih penumokoka i enterokoka (Varagić i Milošević, 2012).

#### **d) Promjena metaboličkih puteva**

Neke bakterije su sposobne da razviju alternativni metabolički put, s ciljem zaobilazanja onog metaboličkog puta na koji lijek djeluje. Tipičan primjer prelaska na alternativni metabolički put srećemo kod neki bakterija rezistentnih prema sulfonamidima, koje prestaju da koriste PABA za sintezu folne kiseline i počinju da uzimaju gotovu folnu kiselinu iz vanjske sredine (Varagić i Milošević, 2012).

#### **e) Razvoj alternativnog enzima**

Izvjese bakterije su sposobne da proizvode enzime smanjenog afiniteta za antibiotike, pri čemu ovi enzimi zadržavaju svoju metaboličku ulogu u bakterijskoj ćeliji. Ovaki enzimi se



označavaju kao alternativni enzimi i značajni su za razvoj bakterijske rezistencije prema sulfonamidima (Varagić i Milošević, 2012).

Mnoge bakterije koje su rezistentne na sulfonamide, produkuju enzim dihidropteroat sintetazu koja ima smanjen afinitet za sulfonamide, pri čemu je afinitet ovog enzima nepromjenjen za para-aminobenzojevu kiselinu (Rang et al, 2005).

## **Zaključak**

U današnje vrijeme problem antibiotske rezistencije je dostigao svoju kulminaciju, i predstavlja globalnu prijetnju po zdravlje ljudi. Masovna i nekontrolisana upotreba antibiotika u humanoj medicini, veterinarskoj medicini i poljoprivrednom sektoru dovela je do sve većeg broja rezistentnih bakterija i sve manjeg broja efikasnih antibiotika protiv ovih bakterija.

Postoji široka lepeza mjera za sprječavanje i kontrolu širenja antibiotske rezistencije, kao što su: širenje svijesti i znanja o štetnosti antibiotske rezistencije, racionalna upotreba postojećih antibiotika, bolje higijensko-sanitarne mjere, bolja prevencija i kontrola infekcija, brža mikrobiološka dijagnostika, razvoj novih antibakterijskih lijekova i dr.

Obzirom da zolupotreba i prekomjerna upotreba antibiotika najviše pogoduju razvoju i širenju antibiotske rezistencije, potrebna je mnogo bolja racionalizacija postojećih antibiotika na svim nivoima zdravstvene zaštite. Posebnu pažnju treba obratiti na profilaktičku primjenu antibiotika jer je ovaj način primjene antibiotika najpodložniji zloupotrebi.

Kako postoji direktno-proporcionalna zavisnost između razvoja antibiotske rezistencije i potrošnje antibiotika, potrebno je kontinuirano praćenje antibiotske rezistencije i potrošnje antibiotika. Ovo praćenje treba da bude zastupjeno na lokalnom, državnom i globalnom nivou.

Nadalje, veliki problem predstavlja sve manji broj efikasnih antibiotika, što se posebno odnosi na multirezistentne gram-negativne bakterije koje su postale rezistentne na gotovo sve postojeće antibiotike. S tim u vezi, neophodno je uložiti velike napore da se obezbijedi održivo ulaganje u razvoj novih antibiotika koji će u prvom redu ciljati multirezistentne gram-negativne bakterije.

Osim razvoja novih antibiotika, potrebno je razmotriti i druge farmakološke opcije u borbi protiv antibiotske rezistencije, kao na primjer istraživanje i razvoj novih vakcina protiv rezistentnih bakterija. U posljednje vrijeme je sve aktuelnija priča o liječenju bakterijskih infekcija pomoću bakteriofaga.

Problem antibiotske rezistencije je složen i dinamičan problem koji zahtjeva veći angažman i bolju koordinaciju kako na nivou samih država tako i na globalnom nivou. *Bez nacionalnog akcionog plana nema efikasne borbe protiv antibiotske rezistencije*, zemlje koje još uvijek nemaju izrađen nacionalni akcioni plan, trebale bi da pokažu više volje i da u što skorije vrijeme osmisle svoj nacionalni akcioni plan za borbu protiv antimikrobne rezistencije koji će se zasnivati na globalnom akcionom planu.

Problem antibiotske rezistencije je zajednički problem cijelog svijeta, samo ako smo svi ujedinjeni oko ovog problema možemo se nadati pozitivnom ishodu.

## Literatura

1. Bedenić, B. Antibakterijski lijekovi // Medicinska mikrobiologija / Uzunović-Kamberović, Selma (ur.) Zenica: Štamparija Fojnica d.o.o, 2009. str. 221-252.
2. Halilović, H.J. et al. Citologija, Grin Gračanica, Tuzla, 2011.
3. Hukić, M. et al. Bakteriologija, „Jež“ d.o.o., Sarajevo, 2005.
4. Hodžić, D. Genetika bakterija.// Medicinska mikrobiologija/, Selma Kamberovic Uzunović et al, Zenica, (2021): str. 96.
5. Lalošević, V. et al. Mikrobiologija za studente veterinarske medicine. „Mala knjiga“, Novi Sad 2011.
6. Rang, P.H. et al. Farmakologija, izvorno 5. izdanje. Prvo izdanje na srpskom jeziku, Data status, Beograd, 2005.
7. Stošić Momčilo Dragoljub. Monografija o upotrebi antibiotika kod infekcija operativnih rana, Medicinski fakultet u Nišu, 2015. Dostupno na: [https://www.researchgate.net/publication/313316109\\_Uпотреба\\_antibiotika\\_kod\\_infekcija\\_operativnih\\_rana](https://www.researchgate.net/publication/313316109_Uпотреба_antibiotika_kod_infekcija_operativnih_rana)
8. Varagić, M.V., Milošević, P.M. Farmakologija. Elit-Medica, 23 prerađeno i dopunjeno izdanje Beograd, 2012.
9. <https://www.huvepharma.com/news/article/new-research-further-confirms-inhibition-of-flavomycin-on-resistance-gene-transfer/> (Pristupio 2.3.2021)
10. <https://www.who.int/news-room/q-a-detail/antimicrobial-resistance> (pristupio 14.3.2021)
11. <https://www.who.int/news-room/q-a-detail/antimicrobial-resistance> (prustupio 14.3.201)
12. <https://www.futurelearn.com/info/courses/antimicrobial-resistance/0/steps/92121> (Pristupio 7.3.2021)
13. <https://www.futurelearn.com/info/courses/antimicrobial-resistance/0/steps/92121> (Pristupio 7.3.2021)

Kontakt osoba:

H. Halilović Sabina

hhalilovicsabina@yahoo.com

## NUTRIGENOMIKA OTVARA PUT KA PERSONALIZIRANOJ ISHRANI

### Sažetak

Budućnost nauke o prehrani karakteriše razvoj nove naučne discipline koja povezuje našu ishranu i gene. Nova nauka koja izučava efekte bioaktivnih komponenti hrane koju jedemo na funkcionisanje gena, odnosno na DNK naziva se nutrigenomika.

Najveći uticaj na razvoj naučnih saznanja iz ove oblasti donijelo je otkriće da su mnoge hronične nezarazne bolesti uzrokovane neusklađenom ishranom, ali i da mijenjajući prehrabene navike možemo spriječiti pojavu nekih bolesti.

Struktura naših gena određuje na koji način će naš organizam odreagirati na unos konkretne namirnice. Naučnici u novije vrijeme ističu da je potrebno personalizirati ishranu, jer ono što je dobro jednome ne mora biti dobro drugome čovjeku, svaki pojedinac različit je za sebe. Ovakav način ishrane je opštii svjetski trend, jer je dosadašnja praksa pokazala da personalizirana hrana može smanjiti rizik od geneze hroničnih nezaraznih bolesti: kancera, srčanih oboljenja, nervnih oboljenja, dijabetesa idr. Vjeruje se da će se pravilnom ishranom i prihvatanjem zdravog načina života spriječiti pojava brojnih oboljenja.

**Ključne riječi:** nutrigenomika, genetika, genotipizacija, bolesti, personalizirana ishrana.

## NUTRIGENOMICS IS A BASIS FOR THE CONCEPT OF PERSONALIZED DIET

### Abstract

The future of nutrition science is characterized by the development of a new scientific discipline that links our nutrition and genes. A new science that studies the effects of bioactive components of food we eat on the gene function, or DNA, is called nutrigenomics. The greatest influence on the development of scientific knowledge in this area has led to the discovery that many chronic illnesses are caused by mismatched nutrition, but also by changing dietary habits can prevent the occurrence of certain diseases. The structure of our genes determines how our body reacts to the input of specific foods. Scientists have recently pointed out that it is necessary to personalize nutrition because what is good for one does not have to be good for another man, each

<sup>1</sup> Fakultet zdravstvenih nauka Evropskog univerziteta Brčko distrikt, BiH

<sup>2</sup> Fakultet humanitarnih nauka Univerziteta „Majka Tereza“ Skoplje

<sup>3</sup> Nezavisni istraživač, Skoplje, Severna Makedonija

individual is different for himself. This type of diet is a common world trend, as previous practice has shown that personalized foods can reduce the risk of genesis of cancer, chronic heart disease, nerve diseases, diabetes, etc. It is believed that proper nutrition and acceptance of a healthy lifestyle will prevent the occurrence of many diseases.

**Key words:** nutrigenomics, genetics, genotyping, disease, personalized diet.

„Ljekar u budućnosti više neće tretirati  
bolesti lijekovima, već će liječiti i  
prevenirati bolesti ishranom“

*Tomas Edison*

## UVOD

Važan dio zdravog načina života je i provođenje pravilne odnosno zdrave hrane. Hrana je naša svakodnevna potreba i vrlo je važnu kakvu hranu, koliko i kada je unosimo u organizam. Većina ljudi ima ishranu koja daje više energije nego što je potrebno. Zdravu prehranu čine namirnice koje se dijele u šest skupina. Treba osigurati unos hranjivih sastojaka prema potrebama vlastitog tijela. Svježe voće i povrće, riba, mliječni proizvodi bi trebale činiti glavninu ishrane, ali naravno u umjerenim količinama. Hrana je važna za zdravlje, te čini važan aspekt društvenog života.

Danas kada govorimo o hrani moramo spomenuti naučnu disciplinu koja se bavi prehranom, a to je nutricionizam. Nutricionizam ili nauka o prehrani je multidisciplinarna znanost koja proučava prehranu i način uticaja na zdravlje (Mikić i sar.2006). Početak razvoja nutricionizma smatra se 1780. godina kada je francuski hemičar otkrio da se hrana i kiseonik spajaju u tijelu i proizvode energiju. Zahvaljujući nauci otkriveni su nutrijenti (ili hranjive tvari): ugljikohidrati, masti i bjelančevine te nutrijenti koji ne opskrbljuju organizam energijom: voda, vitamini, minerali i fitokemikalije.

Zdrava/pravilna prehrana je način prehrane kojom se u organizam unose sve tvari potrebne za rast, razvoj, te održavanje normalne funkcije tkiva i organa. Pravilna prehrana koju zastupa nutricionizam (razlikuje se od termina zdrave prehrane) na naučnim spoznajama omogućuje duži, zdraviji i kvalitetniji život pojedincima, grupama s posebnim prehrambenim potrebama i čitavim populacijama.

Budućnost znanosti prehrani karakteriše razvoj nove znanstvene discipline koja povezuje našu ishranu i gene. Nova nauka koja izučava efekte bioaktivnih komponenti hrane koju jedemo na funkcioniranje gena, odnosno na DNK naziva se nutrigenomika (Mikić i sar.2016).

Genetika istražuje gene, genetsku varijaciju i nasljednost u organizmima. Epigenetika doslovno znači "iznad genetike" i, prema tome, odnosi se na sve mehanizme koji kontroliraju ili reguliraju ekspresiju gena, a da se zapravo ne promijeni niz DNK. To znači da epigenetske promjene obuhvaćaju sve molekularne modifikacije DNK ili kromatina. Primjeri gena sa „epigenetskim“ pamćenjem iz ranih životnih iskustava su upravo oni koji se odnose na nabavku, skladištenje i upotrebu energije.

Ishrana igra izuzetno značajnu ulogu u očuvanju zdravlja i poboljšanju kvaliteta života. Nakon dekodiranja ljudskog genoma u sklopu „*Humane Genome Project*“ 2003.

godine, došlo se na ideju da se strategija ishrane može obogatiti podacima o tome koji nutrijenti odgovaraju specifičnom profilu genoma (Afman i sar. 2006.). Nutrigenomika je nauka koja istražuje način na koji se pojedini sastojci namirnica ili njihovi metaboliti intereaguju sa genomom u cilju regulisanja strukture ili ekspresije gena, koji će posljedično modificirati ili zaustaviti progresiju bolesti (Bašić i sar. 2011.). Istraživanja u ovoj oblasti započeta su nakon završetka projekta aprila 2003. godine, tako da je nutrigenomika još uvijek znanost u povoju.

Nutrigenomika je grana genetike koja se bavi interakcijom naših gena i prehrane, a sa stručnog stajališta, to je naučna disciplina koja svojim dvosmjernim pristupom istražuje uticaj genetskih faktora na tijelo kao odgovor na prehranu, ali proučava i uticaj bioaktivnih sastojaka hrane na ekspresiju gena. Nutrigenetika objašnjava kako genotip utiče na nutriciju kroz nukleotidni polimorfizam i epigenetiku. Nutrigenetika proučava efekte ishrane na nivou gena, dok nutrigenomika proučava uticaj hranjivih sastojaka na uzorke genoma i transkripta.

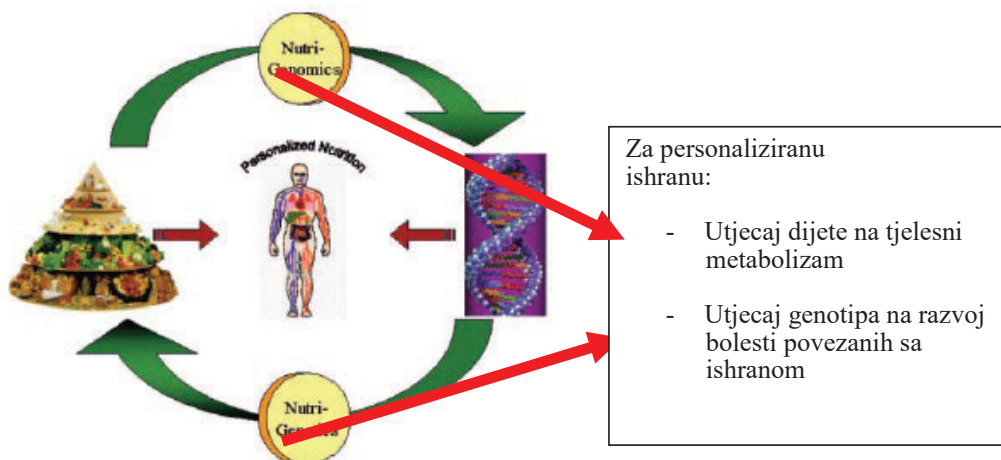
Cilj ovog rada je utvrđivanje značaja nutrigenomike kao osnove za koncept personalizirane ishrane.

## **NUTRIGENOMIKA I NUTRIGENETIKA**

Nutrigenetika proučava efekte ishrane na nivou gena, dok nutrigenomika proučava uticaj hranjivih sastojaka na uzorke genoma i transkripta.

Medicinski Institut u Vašingtonu je 2006. godine zaključio da u nutrigenomici postoje tri naučna domena: **nutritivna genetika** (kojom identifikovanje, klasifikovanje i karakteriziranje varijacija u humanom genomu omogućava razumijevanje metabolizma i tolerancije na komponente ishrane), **nutritivna epigenetika** (koja se odnosi na efekte nutrijenata na DNK, čije oštećenje može proizvesti multigeneracijske efekte) i **nutritivno inženjerstvo** (koje koristi saznanja nutrigenomike u cilju namernog modificiranja gena u organizmu sa ciljem poboljšanja nutritivnog stanja organizma) (Innes, 2006.). Razvojem svake od ovih grana doći će se do stadija kada će biti moguće prevenirati, modificirati ili čak izliječiti hronične bolesti ukoliko se na temelju genetske osnove subjekta, nutritivnog statusa i nutritivnih potreba odredi odgovarajuća ishrana (Gillies, 2003.).

Nutrigenomikaje nauka o djelovanju hranjivih tvari (nutrijenata) na ekspresiju gena dok nutrigenetika, njena podvrsta, nastoji rastumačiti zašto hrana i načini prehrane imaju različiti učinak na pojedince.



*Slika 1.* Nutri genomika i nutrigenetika: dvije strane medalje

Nutri genomika je grana genetike koja se bavi interakcijom naših gena i prehrane, a sa stručnog stajališta, to je naučna disciplina koja svojim dvosmjernim pristupom istražuje uticaj genetskih faktora na tijelo kao odgovor na prehranu, ali proučava i uticaj bioaktivnih sastojaka hrane na ekspresiju gena.

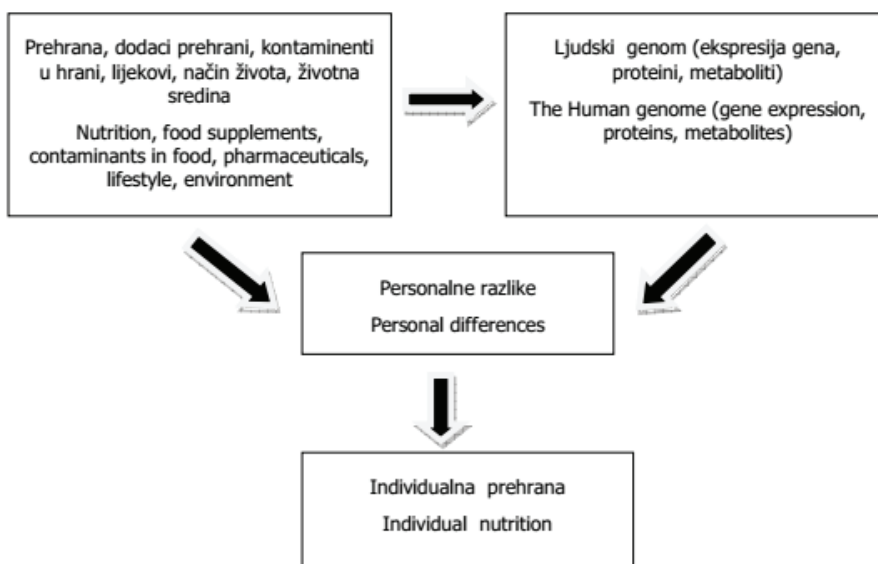
Cilj nutri genomskih istraživanja je postići koncept personalizirane prehrane (Slika 2.), odnosno preporuke za konzumiranje hrane i/ili dodataka prehrani koji se temelje na ukupnom genetičkom profilu neke osobe. Zasluga nutri genomike je upravo u podizanje svijesti o utjecaju ishrane na nastanak hroničnih oboljenja, koje su izuzetno visoke u čitavom svijetu.

Ljudski organizam je adaptiran na svoju sredinu što uključuje i način ishrane kao i spektar nutrijenata koji odgovaraju njegovom genetskom sklopu. Starosna dob, pol, način života, fenotip i genotip određene osobe, zajedno pridonose njenim prehrambenim potrebama kao i odgovoru na određenu hranu. (Kussman, 2010.)

Na primjer, potrebe za vitaminima i mineralima razlikuju se u ovisnosti od starosne dobi i zdravstvenog stanja. Djelovanje fitokemikalija, izoflavona, flavonoida, razlikuje se od osobe do osobe. Povećan unos soli kod nekih će osoba dovesti do povećanja krvnog tlaka, dok kod nekih osoba neće imati neko značajnije djelovanje. Sve ove različite reakcije pojedinaca, rezultat su raznolikosti među pojedincima koju definira genom (Mikić i sur. 2016.).

Ova saznanja bi u budućnosti mogla pomoći u razvoju hrane sa specifičnim nutritivnim efektima, dizajniranim tako da zadovoljavaju određene potrebe pojedinaca.

Takva hrana, koja sadrži biološki aktivne komponente koje imaju moć da blagotvorno djeluju na zdravlje ili reduciraju rizik od različitih bolesti, može pomoći u neutraliziranju djelovanja određenih gena pa čak i odgoditi razvoj određenih hroničnih bolesti i zdravstvenih problema.



*Slika 2.* Uticaj različitih faktora za primjenu personalizirane prehrane kod ljudi

## BUDUĆNOST RAZVITKA NUTRIGENOMIKE

Razvitkom novih nauka i njihovom praktičnom primjenom mogli bi se promijeniti načini tretiranja pacijenata, saznati koja je hrana i u kojoj količini za njega najbolja. (Ghosh, 2010) također navodi da je teško uvjeriti potrošače o povezanosti ljudskog genoma s novim prehrambenim proizvodima tako da prihvatljiviji način predstavlja preporuka presonalizirane ishrane. Nutrigenomika ukazuje na značajnost personalizirane prehrane u čijoj osnovi leži činjenica da je svaki pojedinac različit i da ne odgovara svakome isti tretman pa čak ni ista količina hrane (Mikić i sar.2016).

Polaznu osnovu za israživanje u oblasti nutrigenomike obično predstavlja analiza navika u ishrani ciljane grupe ispitanika. Obično se u takvim istraživanjima koriste upitnici za ishranu koje učesnici samostalno popunjavaju, a koje su opisali (Baghurst i sar. 1984.), jer su se pokazali efikasnim u praksi i daju tačne rezultate nakon poređenja sa laboratorijskim analizama. Upitnik sadrži listu od 4180 uobičajenih namirnica i pitanja koja se tiču pripreme hrane i navika u ishrani. Razvoj novih metoda ranog otkrivanja bolesti će voditi u još značajniju i intenzivniju prevenciju, uključujući i dugoročne prehrambene intervencije. Razvojem nutrigenomike započeto je sa komercijalizacijom suplemenata u ishrani.

Neke laboratorije širom SAD započele su sa marketinškom promocijom genotipizacije i naknadnim savjetovanjem za ishranu. Kanada je jedna od zemalja čiji su stanovnici započeli sa korišćenjem usluga koje nude laboratorije. Istraživanja pokazuju da veliki dio stanovništva vjeruje u to da su koristi nutrigenomike veće od eventualne štete, dok ljekari iste zemlje pokazuju sumnju. Pored sumnje u korist, ljekari sumnjaju u mogućnost tako brze integracije Internet usluga u sustav zdravstva.

Naravno, koristi nutrigenomike su ogromne, međutim, postavlja se pitanje da li je nauka toliko odmakla da se sa kliničkih ispitivanja može preći odmah na usluge preko Interneta bez ličnog kontakta sa bolesnikom. Obe strane se slažu da je potrebno veće upoznavanje

stanovništva sa realnim mogućnostima nutrigenomike i o tome dokle se za sada stiglo sa istraživanjima. (Morin, 2009.).

Vjeruje se da će se pravilnom ishranom spriječiti pojava gojaznosti, što bi u kombiniranju sa promoviranjem i prihvatanjem zdravog načina života dovelo do smanjenja incidencije brojnih oboljenja (Radaković i sar., 2003.).

Za razliku od dosadašnjih tehnologija, čiji je osnovni cilj bio razlikovanje postojanje bolesti od odsustva bolesti, nutrigenomika ima za cilj prepoznati stanje prije nastanka bolesti i personaliziranjem ishrane spriječiti ili baram modificirati osjetljivost, odnosno predispoziciju prema razvoju bolesti. Dakle, genetske predispozicije za razvoj bolesti možemo smanjiti ciljanom ishranom.

Koristeći nutrigenomiku kao naučnu metodu istraživanja, otkriveno je kako osobe koje unose veće količine voća i povrća imaju značajno niže nivoe protuupalnih markera u krvi, jer gotovo u svim slučajevima geni uspostavljaju dobru komunikaciju sa ovakvom prehranom (Bašić i sar. 2011.). Ovim istraživanjem je, takođe, ustanovljeno kako unos od najmanje 660 g. voća i povrća dnevno, kod zdravih i mladih osoba, smanjuje nivo protuupalnih markera povezanih sa ekspresijom mRNK (messenger RNA – glasnička ribonukleinska kiselina), a moguće je da se time štiti od hroničnih nezaraznih bolesti poput bolesti kardiovaskularnog sistema, Alzheimerove bolesti, raznih karcinoma, osteoporoze i svim drugim stanjima koja se povezuju sa hroničnom upalom.

Animalni modeli ukazuju na mogućnost da se modificiranjem ishrane majke prije i u toku trudnoće može programirati šema ekspresije gena u embrionu koja će se održati sa godinama i spriječiti ili ublažiti nastanak bolesti. Takve tvrdnje potiču od kada je primjećen fenomen malnutricije (manjak esencijalnih hranjivih supstanci u organizmu) na animalnom modelu koji uzrokuje poremećaj gena u nasljeđu majki koje su nepravilno hranjene u toku trudnoće. Pretpostavlja se da se taj primjer može primjeniti i na ljudsku populaciju jer ishrana majke utiče na genetski profil djeteta. Takođe se vjeruje da će se pravilnom ishranom majki povećati lučenje korisnih elemenata u mlijeku koji su od izuzetnog značaja u ishrani, pravilnom razvoju i zdravlju bebe. Neki od tih elemenata mogu imati protektivno i antioksidativno dejstvo i umanjiti ili eliminirati toksične efekte koje mogu proizvesti rezidue kontaminanata prisutnih u majčinom mlijeku. (Stojanović i Nikić, 2005.).

Kliničke studije i praksa treba da dokažu efekte personalizirane ishrane u održavanju zdravlja, prevenciji bolesti i poboljšanju efekata farmakološkr terapije, Može se očekivati u budućnosti da svaka osoba ima svoj registrirani nutrigenom sa mogućnošću izbora svoje specifične ishrane kao načina preveniranja i održavanja zdravlja.

## ZAKLJUČAK

Ishrana može biti ozbiljan faktor rizika mnogih bolesti, tako što određene komponente iz hrane mogu djelovati na ljudski genom, pri čemu mijenjaju strukturu gena. Naši geni komuniciraju sa hranom koju jedemo i u ovisnosti od toga, odgovara li im ili ne, izbacuju je vani kao neupotrebljivu ili skladište u masne naslage.

Medicina prošlog stoljeća u prvi plan je stavila farmaceutske proizvode i samim tim su ljekari pripremani da bolesniku mogu da pomognu prije svega medikamentnom terapijom. Nutrigenomika sa sobom donosi revolucionarne promjene u ishrani, kako u kliničkoj praksi, tako i u svakodnevnom životu, jer omogućava ishranu baziranu na genetskoj strukturi svake individue, posebice u cilju prevencije, bolničku ishranu modificiranu za svakog bolesnika



temeljem genetskog statusa i dijagnoze, kao i bolje prilagođenu ishranu šire populacije sa dodatkom mikronutrijenata koji povećavaju korist, a smanjuju neželjene učinke hrane. Nutrigenomika koja nudi usavršavanje Hipokratove teorije da se bolesti najuspješnije liječe adekvatnom ishranom, predstavlja šansu za pametniju, efikasniju i uspješniju prevenciju i liječenje oboljenja.

U budućnosti će odnos ishrane, zdravlja i statusa genoma biti zanimljivo i vrlo značajno područje istraživanja. Nutrigenomika predstavlja osnovu onog što bi medicina u budućnosti trebala da postane. Genotipizacija kao skupa metoda još uvek je nedostupna velikom dijelu stanovništva. Trenutno u svijetu postoje kompanije koje se bave propisivanjem dijeta nakon određivanja nasljedne osnove. Međutim, dok nutrigenomika ne postane naša svakodnevica, na nama je da jedemo raznovrsnu i uravnoteženu hranu.

Nutrigenomika će postati bitna prehrambeno-zdravstvena prekretnica u budućnosti, koja je usmjerena prema pojedincima u pokušaju prevencije bolesti, a tržište prehrambenih dodataka i hrane već polako prilagođava svoj poslovni model novim saznanjima i djelovanju hrane i nutrijenata na suzbijanje i aktivaciju različitih gena.

OMIC tehnologija se primjenjuje u otkrivanju markera genetske ekspresije (za zdravlje) i može da odredi nutritivni fenotip koji može biti "zdravi" ili oblik koji može upućivati na predispoziciju za određene bolesti. U takvim slučajevima se mogu razviti specifične nutritivne ili farmakološke intervencije, koje odgovaraju personaliziranoj prehrani.

Nutrigenomici i personaliziranoj ishrani treba vremena da se razviju i potvrde svoju učinkovitost u prevenciji i liječenju hroničnih nezaraznih oboljenja. I opet, postavlja se pitanje, koliko će i tada informacije koje dobijemo (zbog uticaja farmaceutskog lobija) biti pravilno prezentirane.

Kliničke studije i praksa treba da dokažu efekte personalizirane ishrane u održavanju zdravlja, prevenciji bolesti i poboljšanju efekata farmakoloških terapija. Može se očekivati u budućnosti da svaka osoba ima svoj registrirani nutrigenom sa mogućnošću izbora svoje specifične ishrane kao načina preveniranja i održavanja zdravlja.

Tehnološki smo sigurno mnogo napredovali, i vjerujemo da dalji napredak tehnologije može znatno pomoći u liječenju mnogih bolesti, ali treba više da nas muči to što nismo moralno napredovali do te mjere, da ta tehnološka otkrića možemo razumno koristiti za opštu dobrobit.

## LITERATURA

1. Afman, L., Müller, M. (2006). Nutrigenomics: from molecular nutrition to prevention of disease. *J Am Diet Assoc*; 106(4): 569–76.
2. Arab, L. (2004). Individualized nutritional recommendations: do we have the measurements needed to assess risk and make dietary recommendations?. *Proceedings of the Nutrition Society*, 63 (1)167–172.
3. Baghurst, K.I., S.J. Record. (1984). A computerised dietary analysis system for use with diet diaries or food frequency questionnaires. *Community Health Stud*, 8 (1)11–8.
4. Bašić, M., D. Zrnec, A. Butorac, I. L. Jurčević, D. Đikić, V. B. Družina. (2011). Što je nutrigenomika?. *Hrvatski casopis za prehrambenu tehnologiju, biotehnologiju i nutricionizam* 6 (1-2) 37-44.
5. Burns, A.J., I.R. Rowland. (2000). Anti-carcinogenicity of probiotics and prebiotics. *Curr Issues Microbiol*, 1(1)13- 24.
6. Chadwick, R. (2004). Nutrigenomics, individualism and public health. *Proceedings of the Nutrition Society*, 63 (1) 161-166.
7. Cole, B.F., J.A. Baron, R.S. Sandler, R.W. Haile, D.J. Ahnen, R.S. Bresalier, et al. (2007). Folic acid for the prevention of colorectal adenomas: a randomized clinical trial. *JAMA*, 297(21) 2351–9.
8. Fenech, M. (2008). Genome health, nutri-genomics and nutrigenetics: diagnosis and nutritional treatment of genome damage on an individual basis. *Food and Chemical Toxicology*, 46 (4) 1365–1370.
9. Gillies PJ. (2003). "Nutrigenomics: The Rubicon of molecular nutrition." *J Am Diet. Assoc*; 103(12): S50–5.
10. Innes, J. (2006). Diet and disease: exploring the link through nutrigenomics. *Can Vet J*; 47(1): 68–70.
11. Kaput, J., A. Perlina, B. Hatipoglu, A. Bartholomew, Y. Nikolsky. (2007). Nutrigenomics: concepts and applications to pharmacogenomics and clinical medicine. *Pharmacogenomics*, 8 (4) 369–90.
12. Kussmann, M., L. Krause, W. Siffert. (2010). Nutrigenomics: where are we with genetic and epigenetic markers for disposition and susceptibility? *Nutrition Reviews*, 68(1) 38-47.
13. Lau, F.C., M. Bagchi, C. Sen, S. Roy D. Bagchi. (2008). Nutrigenomic analysis of diet-gene interactions on functional supplements for weight management. *Current Genomics*, 9 (4) 239-251.
14. Mikić, B., Ahmetović, O. (2006). Ishrana i oporavak. Tuzla. Fakultet za tjelesni odgoj i sport Univerziteta u Tuzli.
15. Mikić, B., Ivanek, V., Mašić, Z. (2017). Pravilna prehrana kao način života. *Pravilna prehrana kao način života. Tuzla. NAUČNA REVIJA. Časopis za zdravstvene i tehničke nauke. Godina II, Vol. 1, br.3.*
16. Mikić, B., Vuletić, B., Ivanek, V. (2016.) Nutrigenomika kao temelj za koncept personalizirane prehrane. Mostar. Univerzitet modernih znanosti CKM.
17. Milojević, K., Ristić, M. (2012). Nutrigenomika značaj hrane za zdravlje čovjeka. Banja Luka. Glasnik hemičara, tehnologa i ekologa Republike Srpske; br. 8 (21 – 28).
18. Morin, K. (2009). Knowledge and attitudes of Canadian consumers and health care professionals regarding nutritional genomics. *OMICS*, 13(1)37–41.
19. Mutch, D.M., Wabli, W., Williamson, G. (2005). Nutrigenomics and nutrigenetics: the emerging faces of nutrition. *FASEB J*; 19 (12);1602 – 16.

20. Ordovas, JM. (2006). Genetic interactions with diet influence the risk of cardiovascular disease. *Am J Clin Nutr*, 83(2) 443S–6S.
21. Pajović, B. S. (2008). Nutrigenomics. *Genetika*, 40(1) 67-74.
22. Radaković, S.S, M. Marjanović, M. Pavlica. (2003). Nutritive aspects of malignant diseases development and prevention, in *Neoplastic diseases: the problem of the 21st century*. Ed. Rakic, B., Proceedings of the International Congress „Health for All“- Health Perspective in the 21st century, Banja Luka: Republika Srpska 4.172- 80.
23. Radaković, S.S, M. Šurbatović, A. Radaković, M. Pavlica. (2004). Nutrigenetika- uloga ishrane i nasleđa u nastanku i sprečavanju malignih bolesti. *Vojnosanitetski Pregled*, 61(1) 65-70.
24. Schrauzer, G.N.: Anticarcinogenic effects of selenium. *Cell Mol Life Sci*, 57(13-14)1864-73.
25. Stojanović, D, D. Nikić. (2005). The exposure of the foetus and the breast-fed newborn of women smokers to carcinogenic element of nickel. *Facta Universitatis*, 12(2)89–92.
26. Stojanović, D., A. Visnjić, V. Mitrović, M. Stojanović. (2009). Risk factors for the occurrence of cardiovascular system diseases in students. *Vojnosanit Pregl*, 66(6) 453–8.
27. Stover PJ, Caudill MA. (2008). Genetic and epigenetic contributions to human nutrition and health: managing genome-diet interactions. *J Am Diet Assoc*; 108(9): 1480–7.

## MULTIVARIJATNA ANALIZA VARIJANCE ZA PROCJENU TJELESNE KOMPOZICIJE HRVAČA

### Sažetak

Rvanje je okarakterisano kao disciplina koja pred sportiste postavlja velike zahtjeve u pogledu njihove fizičke pripremljenosti. Najbolji hrvači, kategorisani kao elitni sportisti, slični su po građi tijela i predstavljaju grupu koja je manje diferencirana od ostalih hrvača. Imaju izuzetno masivnu somatsku strukturu, koju karakteriše kvalitetna mišićna struktura i snažno razvijene epifize prilagođene da izdrže veće težine. Istraživanje je sprovedeno na 120 elitnih juniorskih i seniorskih rvača iz tri zemlje. Uz pomoć elektronske vage TANITA izvršena je procjena tjelesne građe sportista. Uz pomoć multivarijantne analize varijanse-MANOVA i univarijantne analize varijanse-ANOVA, utvrđene su razlike između istraživanih grupa rvača.

**Ključne riječi:** sastav tijela, rvači, multivarijantna analiza

## MULTIVARIANT ANALYSIS OF VARIANCE FOR ASSESSMENT OF BODY COMPOSITION IN WRESTLERS

### Abstract

Wrestling is characterized as a discipline that has great demands on athletes in terms of their physical training. The best wrestlers, categorized as elite athletes, are similar in body structure and represent a group that is less differentiated than other wrestlers. They have an extremely massive somatic structure, which is characterized by quality muscle structure and strongly developed pineal glands adapted to withstand heavier weights. The research was conducted over 120 elite junior and senior wrestlers from three countries. With the help of the electronic scale TANITA, the assessment of the body composition of the athletes was conducted. With the help of the multivariate analysis of variance-MANOVA and univariate analysis of variance-ANOVA, the differences between the researched groups of wrestlers were determined.

**Keywords:** body composition, wrestlers, multivariate analysis

<sup>1</sup> Univerzitet Ss Kiril i Metodij, Skopje, Fakultet fizičkog obrazovanja sport i zdravlje, doktorske studije

<sup>2</sup> Univerzitet Ss Kiril i Metodij, Skopje, Fakultet fizičkog obrazovanja sport i zdravlje

## Uvod

Rvanje je jedan od najstarijih olimpijskih sportova. Rvanje je okarakterisano kao disciplina koja pred sportiste postavlja velike zahtjeve u pogledu njihove fizičke pripremljenosti. Najbolji rvači, kategorisani kao elitni sportisti, slični su po građi tijela i predstavljaju grupu koja je manje diferencirana od ostalih rvača. Imaju izuzetno masivnu somatsku strukturu, koju karakteriše kvalitetna mišićna struktura i snažno razvijene epifize prilagođene da izdrže veće težine (Charzewski at. al.1991). Tjelesna masa pozitivno utječe na lokalnu izdržljivost mišića ruku i trupa. Nivo sportista jasno razlikuje pokazatelje koji se odnose na mišićnu izdržljivost ruku i trupa, čija je funkcija izuzetno važna u rvanju (Sterkowicz i Starosta, 2005.) Telesni sastav rvača u velikoj meri zavisi od kalorijskog unosa i potrošnje energije. Potrošnja kalorija zavisi od pojedinca, pa je ova razlika prisutna kod rvača koji se bave visokom fizičkom aktivnošću (Clayton & Thomas 1993).

## Metod rada

Istraživanje je sprovedeno na 120 elitnih rvača juniora i seniora iz Republike Makedonije - 60 ispitanika, Republike Albanije - 30 i Republike Kosovo - 30. Svi ispitanici imaju dugogodišnje trenajno iskustvo, učesnike državnih prvenstava, nosioci medalja i visoki plasmani sa državnih i međunarodnih takmičenja.

Predmet ovog istraživanja su morfološke karakteristike elitnih rvača starosti od 17 do 26 godina. Polazeći od predmeta istraživanja, osnovni cilj ovog istraživanja je utvrđivanje mogućih razlika u morfološkim karakteristikama ispitanika rvača iz tri različite zemlje.

Telesni sastav ispitanika-rvača odredivan je korišćenjem digitalne vage TANITA. Pri tome se uzima u obzir 5 relevantnih varijabli. Masa bez masti (FFM - Fat)% Ukupna tjelesna vodena masa (TBW)%, Mišićna masa (MMAS) kg Fizička procjena (FRAT) 1-9 Težina kostiju (BMAS) kg. Primenom multivarijantne analize varijanse-MANOVA i univarijantne analize varijanse-ANOVA utvrđene su razlike između istraživanih grupa rvača (Makedonija, Albanija i Kosovo) u morfološkom području.

## Rezultati

Većina kinezioloških informacija je multivarijantne prirode. To znači da na antropološko obilježje, bilo motoričke, psihološke ili sociološke prirode, utiče nekoliko faktora (Perić, D. 2001). U kineziološkim istraživanjima najčešće se analiziraju multidimenzionalni manifestni ili latentni prostori varijabli. U tu svrhu koristi se multivarijantna analiza varijanse (MANOVA), koja u osnovi analizira samo jednu varijablu, ali vektorske varijable čiji su elementi varijable u istraživačkom prostoru (Bala, G. 1986).

GRUPA							F	Sig.	$\eta^2$
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD			
FFM	10,40	2,86	9,26	1,96	7,80	1,72	10,91	0,000	0,16
TBW	66,03	5,12	61,86	5,28	62,85	2,36	8,01	0,001	0,12
MMAS	67,14	15,77	61,70	10,31	62,88	2,67	2,57	0,081	0,04
FRAT	6,21	1,12	6,35	0,68	6,84	0,60	5,33	0,006	0,08

BMAS	3,91	1,09	3,65	0,56	3,53	0,52	2,27	0,108	0,04
------	------	------	------	------	------	------	------	-------	------

Tabela br.1 Rezultati vrednosti kvadrata aritmetičke sredine

U tabeli br.1, prikazani su rezultati vrednosti kvadrata aritmetičke sredine (Mean Square), F aproksimacije i nivoa statističke značajnosti (Sig.) između zavisnih varijabli tretiranih grupa. Statistička značajnost je uočena u tri ispitivane varijable, i to: Masa bez masti (FFM - Fat)% Sig = 0,000, Ukupna tjelesna masa vode (TBW)% Sig = 0,001 i Fizička procjena (FRAT) 1-9 Sig. = 0,006).

	Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.	η <sup>2</sup>
Wilks' lambda	,707	4,274 <sup>a</sup>	10,000	226,000	,000	,159

Tabela br. 2 Multivarijantne razlike varijabli tjelesne grad

Analizirajući dobijene rezultate (tabela 2), u kojima su prikazane vrijednosti iz multivarijantne analize varijanse u varijablama za procjenu morfoloških karakteristika između reprezentativnih ispitanika, može se uočiti da postoji statistički značajna razlika u aritmetičkim sredinama između ispitanika iz tri države. Razlika je određena na osnovu Wilksovih lambda vrijednosti od .707 što je u korelaciji sa vrijednošću F aproksimacije od 4,274, stupnjevi slobode df = 10 i broj stupnjeva slobode povezanih s greškama modela Error df = 226, je značajan na nivou Sig.=.00 (p <.01).

Dependent Variable			Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. <sup>b</sup>	95% Confidence Interval for Difference <sup>b</sup>	
						Lower Bound	Upper Bound
FFM	1	2	1,145*	,485	,020	,185	2,105
		3	2,603*	,559	,000	1,495	3,711
	2	1	-1,145*	,485	,020	-2,105	-,185
		3	1,458*	,485	,003	,499	2,418
	3	1	-2,603*	,559	,000	-3,711	-1,495
		2	-1,458*	,485	,003	-2,418	-,499
TBW	1	2	4,172*	1,047	,000	2,097	6,246
		3	3,183*	1,210	,010	,788	5,579
	2	1	-4,172*	1,047	,000	-6,246	-2,097
		3	-,988	1,047	,347	-3,063	1,086
	3	1	-3,183*	1,210	,010	-5,579	-,788
		2	,988	1,047	,347	-1,086	3,063

MMAS	1	2	5,445*	2,418	,026	,656	10,234
		3	4,263	2,792	,129	-1,266	9,793
	2	1	-5,445*	2,418	,026	-10,234	-,656
		3	-1,182	2,418	,626	-5,971	3,607
	3	1	-4,263	2,792	,129	-9,793	1,266
		2	1,182	2,418	,626	-3,607	5,971
FRAT	1	2	-,143	,178	,422	-,496	,209
		3	-,627*	,206	,003	-1,034	-,220
	2	1	,143	,178	,422	-,209	,496
		3	-,483*	,178	,008	-,836	-,131
	3	1	,627*	,206	,003	,220	1,034
		2	,483*	,178	,008	,131	,836
BMAS	1	2	,263	,161	,105	-,056	,582
		3	,383*	,186	,042	,015	,752
	2	1	-,263	,161	,105	-,582	,056
		3	,120	,161	,458	-,199	,439
	3	1	-,383*	,186	,042	-,752	-,015
		2	-,120	,161	,458	-,439	,199

Tabela br.3 Univarijantna analiza varijabli za procjenu tjelesne građe ispitanika rvača

*Dependent Variable: 1 Makedonija, 2 Kosovo, 3 Albanija*

Dobijeni rezultati prikazani u tabeli br. 3, daju vrijednosti iz poređenja parova zavisnih varijabli između ispitivanih grupa, pri čemu je razlika u aritmetičkim sredinama (Mean Difference), standardne greške aritmetičke sredine (Std. Error), nivo značajnosti (Sig.) I donju i gornju granicu intervala povjerenja za razlike. Utvrđeno je da u 3 od 5 ispitivanih varijabli postoje statistički značajne razlike na nivou  $p < .05$ .

Utvrđene su statistički značajne razlike između rvača iz Makedonije i Albanije u varijabli Masa bez masti (FFM) na nivou Sig = .000. U istoj varijabli postoji razlika između druge i treće grupe, odnosno između Kosova i Albanije na nivou Sig = .003. U varijabli ukupna masa vode (TBW) statistički značajna razlika je utvrđena samo između rvača iz Makedonije i Kosova na nivou Sig = .000. U varijabli Fizička procjena (FRAT) utvrđena je statistički značajna razlika između rvača iz Makedonije i Albanije na nivou Sig = .003 i Kosova i Albanije na nivou Sig = .008.

## Diskusija

Rvanje kao sport, svojim specifičnostima nakon dugotrajnog trenajnog procesa, djeluje na transformaciju ljudskog tijela, prvenstveno u topografiji mišića. Takvoj topografiji mišića uveliko doprinose prisustvo vještina snage tokom treninga i takmičenja, kao i tehničko-taktičke akcije.

Teže rvače karakteriziraju viši BMI indeksi, masnoće, postotak masti i indeks mase boraca bez masti u lakšim težinskim kategorijama. Građa tijela rvača zavise od njihove težinske kategorije. (Katarzyna L. at. All. 2011.)

Među mladim Turskim rvačima rezultati pokazuju da imaju visok indeks tjelesne mase (25,04  $\pm$ 3,35) i normalan postotak tjelesne masti (9,82  $\pm$ 3,05) i endo-mezomorfna svojstva (2,9-4,5-1,5). Kao rezultat toga, mladi rvači u reprezentaciji Turske imaju visok indeks tjelesne mase, dobru fleksibilnost, normalan procenat tjelesne masti, anaerobnu snagu i izometrijsku snagu nogu, leđa, zateznu snagu, ali nisku vidnu i slušnu snagu.reakciju, nisku respiratornu funkciju . (Murat A, at. All. 2010).

Istraživanje provedeno sa Kolumbijskim rvačkim timom pokazuje da su opći fiziološki profili uspješnih rvača: visoka anaerobna snaga i kapacitet, mišićna snaga, iznadprosječna aerobna snaga, izvanredna fleksibilnost, masa bez masti i mezomorfni somatotip. Procene su pokazale srednji procenat telesne masti od 13,6%  $\pm$ 3,0% (95% CI, 12,2% -15%), mišićnu masu 46,4%  $\pm$ 2,2% (95% CI, 45,4% -47,4%), Ponderalni indeks od 41, 0  $\pm$ 1,8 (95% CI, 40,2–41,8), indeks tjelesne masnoće (BAI) 25,1  $\pm$ 3,6 (95% CI, 23,5–26,8) i mezomorfno-ektomorfne distribucije somatotipa (5,3–1,6–3,8). (Robinson Ramirez-Velez at. All. 2014).

Efikasnost i efektivnost ljudskih performansi u različitim sportovima u velikoj meri zavisi od veličine, težine i proporcije figure sportiste. Dobijeni rezultati pokazuju da su morfološke karakteristike povezane sa različitim stilovima borbe kod BJJ sportista (Báez, E., at. All. 2015.)

Brojne prethodne studije su utvrdile uticaj energetskeg kapaciteta i motoričkih i morfoloških karakteristika na rvačke performanse. Istraživanja uticaja različitih antropoloških podprostora i motoričkih sposobnosti na tehnike rvanja s jedne strane, kao i istraživanja međuodnosa ovih podprostora i sposobnosti i tehnika rvanja s druge, daju vrijedne percepcije koje se mogu primijeniti u treningu rvača i nervača (učenici, studenti, policijsko i vojno osoblje). Dobijeni rezultati daju zaključak da tehnička efikasnost mladih vrhunskih rvača zavisi od niza motoričkih sposobnosti, kao i nekih morfoloških karakteristika kao što je tjelesna težina. (Cvetković, Č., At. All. 2005)

Ako se uzme u obzir uzorak ispitanika (vrhunski rvači) i oblasti u kojima su takvi rezultati prisutni, u poređenju sa nekim ranijim istraživanjima, rezultati su u granicama očekivanja. Za rvače je karakteristično, zbog specifičnosti trenažnog procesa i takmičenja, da imaju izraženu mišićnu topografiju i male vrijednosti potkožnog masnog tkiva. Razlog za ovu pojavu vjerovatno treba tražiti u činjenici da je riječ o namjernom uzorku ispitanika kod kojih je specifična obuka dovela do harmonične harmonije. Rezultati Šalja E, et al. (2017).

## Zaključak

Borilačke vještine su kompleksan istraživački fenomen koji obiluje raznim elementima i pokretima koji zahtijevaju potpunu ravnotežu svih segmenata ljudskog tijela. Proces obuke uvijek teži formiranju, razvoju i usavršavanju svih područja čovjeka, kao i specifičnih borbenih sposobnosti. Potreba za ovakvom vrstom istraživanja je prisutna, jer će što više relevantnih naučnih informacija dopuniti dosadašnja teorijska znanja i omogućiti njihovu praktičnu primjenu.

Iz Multivarijantne analize varijanse varijabli za procjenu tjelesne građe ispitanika koji se bave rvanjem, može se uočiti da postoji statistički značajna razlika u aritmetičkim sredinama između ispitanika koji se bave rvanjem iz tri zemlje. Iz poređenja parova zavisnih varijabli između ispitivanih grupa, gde je prikazana razlika u aritmetičkim sredinama, tvrdi se da u 3 od 5 ispitivanih varijabli postoje statistički značajne razlike na nivou  $p < 0,05$

Generalno, morfološke karakteristike rvača su jedan od faktora koji značajno utiču na izbor referentnih tehnika i formiranje specifičnog stila rvanja (Kasum, G. i Dopsaj, M. 2012), kao i na postizanje konkretnih uspeha. na najvećim takmičenjima. Uticaj morfoloških karakteristika je od velikog značaja u sportovima u kojima postoje težinske kategorije.



## Literatura

- Bala, G. (1986) Metodologija istraivanja u kineziologiji, University of Novi Sad, Faculty of Sport and Physical Education
- Báez, E., Franchini, E., Ramírez-Campillo, R., Cañas, R., Herrera, T., Burgos, C. & Henríquez-Olguín, C (2015) Anthropometric Characteristics of Top-Class Brazilian Jiu Jitsu Athletes: Role of Fighting Style. Características Antropométricas en atletas de Jiu Jitsu brasileiro de alto nivel: Rol del Estilo de Lucha. International Journal of Morphology January DOI: 10.4067/S0717-95022014000300048
- Clayton, L. & Thomas, M.D., (1993) Somatotype descriptions obtained in part from Taber's Cyclopedic Medical Dictionary, 18th Edition. Davis Company.
- Kasum, G., & Dopsaj, M. (2012) Descriptive profile of body structure of top greco-roman style wrestlers defined with method of multichannel bioelectric impedance, Sport Logia, 8(2), 123–131
- Katarzyna L. Sterkowicz-Przybycień<sup>1</sup>, Stanisław Sterkowicz, Ryszard T. Żarów (2011) Somatotype, Body Composition and Proportionality in Top Greco-Roman Wrestlers, Journal of Human Kinetics volume 28
- Murat A, Haluk K, Ahmet U, Ali Ö, Murat T (2010). An Examination Of Some Physical Fitness And Somatotype Characteristics Of Young Wrestlers In Turkish National Team, Journal Of Physical Education And Sport Sciences Volume: 12 Sayi / Number: 1 Yil
- Robinson, R.-V., Rodrigo, A., Jose, F. M.-E., Maria, B. S.-P., Carlos, A. L.-Al; Daniel, D. C. (2014) Anthropometric Characteristics and Physical Performance of Colombian Elite Male Wrestlers, Asian J Sports Med. December; 5(4)
- Peric, D. (2001) Statistika primenjena u sportu, Zvezdara-Beograd
- Sterkowicz и Starosta, (2005) Selected Factors Influencing the Level of General Fitness in Elite Greco-Roman Wrestlers Journal of Human Kinetics volume 14, 93-104
- Charzewski J, et al. (1991) Somatotype characteristics of elite European wrestlers. Biol Sport. ;8(4):213–221.
- Cvetković, Č., Marić, J., and Marelić, N. (2005) Technical efficiency of wrestlers in relation to some anthropometric and motor variables kinesiology 371:74-83
- Šalja E, & sar. (2017) Kanonička korelaciona analiza morfoloških dimenzija i specifično motoričkih sposobnosti kod vrhunskih rvača, 7 th International Conference on "Sports Science and Health" Banja Luka

## PROMJENE MORFOLOŠKIH KARAKTERISTIKA KOD UČENIKA VIŠIH RAZREDA OSNOVNE ŠKOLE, NAKON JEDNOGODIŠNJE NASTAVE FIZIČKOG VASPITANJA

### Apstrakt

Rast i razvoj djece ima značajno mjesto u proučavanju njihovog cjelokupnog antropološkog statusa, kako sa stanovišta biološke antropologije, tako i sa stanovišta medicinskih nauka, fiziologije, psihologije, a posebno sa aspekta kineziologije. Iako se studenti smatraju fizički najaktivnijom populacijom, postoji osnovana sumnja da u kontekstu savremenog načina života nivo fizičke aktivnosti učenika nije dovoljan. Prelazak iz jednog odraslog perioda u drugi obično se označava kao korak naprijed u individualnom razvoju. Kvantitativne i kvalitativne promjene starosti javljaju se u dobi od 12 do 14 godina. U svakoj tranzicionoj fazi vrši se genetsko uslovno sazrevanje tih struktura, koje treba da obezbedi nove karakteristike fizioloških funkcija i reakcija koje treba da postoje u odgovarajućem starosnom periodu.

Istraživanje je sprovedeno na uzorku od 142 učenika osnovne škole Nazim Gafuri u Prištini. Učenici su iz 7, 8. i 9. razreda, na uzrasta od 12 do 14 godina  $\pm$  6 mjeseci, koji redovno pohađaju nastavu fizičkog vaspitanja. Mjerni instrumenti za ovo istraživanje se sastoje od skupa od 19 varijabli za procjenu morfoloških karakteristika. Osnovni cilj je utvrditi razlike koje se javljaju u morfološkim karakteristikama kod učenika, nakon jedne godine nastave na predmetu fizičko vaspitanje. Za sve primijenjene varijable izračunati su osnovni parametri centralne disperzije, kao i koeficijenti varijabilnosti i stepen normalnosti distribucije podataka. Primenom t-testa za velike zavisne uzorke pronađene su kvantno statistički značajne razlike na nivou Sig = .00.

**Ključne riječi;** morfološke karakteristike, učenici, škola, obrazovanje

## CHANGES IN THE MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF HIGHER CLASS STUDENTS IN PRIMARY SCHOOL AFTER ONE YEAR PHYSICAL EDUCATION PROGRAM

### Abstract

The growth and development of children has an important place in the study of their entire anthropological status, both from the point of view of biological anthropology and from the point of view of medical sciences, physiology, psychology, and especially from the aspect of kinesiology. Although students are considered to be the most physically active population, there is a reasonable suspicion that in the context of the modern way of life, the level of physical activity of students is not sufficient. The transition from one adult period to another is usually

<sup>1</sup> Univerzitet Ss Kiril i Metodij, Skopje, Fakultet fizičkog obrazovanja sport i zdravlje, doktorske studije

<sup>2</sup> Univerzitet Ss Kiril i Metodij, Skopje, Fakultet fizičkog obrazovanja sport i zdravlje

marked as a step forward in individual development. Quantitative and qualitative age changes occur at the age of 12 to 14 years. At each transitional stage, genetic conditional maturation of those structures is carried out, which should provide new features of the physiological functions and reactions that should exist in the appropriate age period.

The research was conducted on a sample of 142 male students from the Nazim Gafuri primary school in Pristina. The students are from 7th, 8th and 9th grade, aged 12 to 14 years  $\pm 6$  months, and who regularly attend physical education classes. The measuring instruments for this research consist of a set of 19 variables for assessing the morphological characteristics. The main goal is to determine the differences that occur in the morphological characteristics of students, after one year of teaching the subject of physical education. The basic central dispersion parameters as well as the coefficients of variability and the degree of normality of the data distribution are calculated for all applied variables. By applying the t-test for large dependent samples, quantitative statistically significant differences were found at the level of  $\text{Sig.} = .00$ .

**Key words:** morphological characteristics, students, school, education

## Uvod

Populacija učenika viših razreda osnovnih škola jedna je od karika u lancu složenih obrazovnih i sistematskih društvenih uticaja na fizičko i zdravstveno vaspitanje (Mikić, 2001. i sar.). Jedan od prioriteta u radu sa djecom nesumnjivo se odnosi na brigu o njihovom optimalnom rastu i razvoju. Posebno osjetljiv period za razvoj djece je period školskog uzrasta. Rast i razvoj djece ima značajno mjesto u proučavanju njihovog cjelokupnog antropološkog statusa, kako sa stanovišta biološke antropologije, tako i sa stanovišta medicinskih nauka, fiziologije, psihologije, a posebno sa aspekta kineziologije. Antropologija je nauka koja proučava fizičku prirodu čovjeka, njegove karakteristike, odnosno strukturu čovjeka, odnosno proučava nastanak i razvoj čovjeka u prostoru i vremenu (Mikić, 2000).

Iako se učenici smatraju fizički najaktivnijom populacijom, postoji osnovana sumnja da u kontekstu savremenog načina života nivo fizičke aktivnosti učenika nije dovoljan. Nedostatak aktivnog kretanja kod učenika može negativno uticati na razvoj i rast djece, što nepravilnim prehranbenim navikama, dugotrajnim sjedenjem u sjedećem položaju i uz pomoć drugih faktora stvara dobru osnovu za zdravstvene poremećaje. Iz ovoga se može zaključiti da se vrijednost fizičkog vaspitanja ne vidi samo u zadovoljavanju osnovnih potreba učenika u fizičkoj aktivnosti, već ima i važnu ulogu u transformaciji različitih karakteristika u antropološkom statusu učenika. Za optimalan razvoj djeteta bitni su brojni faktori, a posebno pravilna ishrana i fizička aktivnost. Djetinjstvo je kritičan period za razvoj doživotnih navika i zdravog ponašanja (CDC, 2019). Fizička spremnost je postala ključna prognoza za zdravlje adolescenata (Ruiz JR i dr. 2016) i značajno povezana sa zdravstvenim mjerama kao što su kardiovaskularno zdravlje (Andersen LB i dr. 2015), kognitivne sposobnosti i psihološko blagostanje (Pontifex MB uopće 2014). Relevantne studije pokazuju da fizička neaktivnost nije samo nezavisan faktor rizika za kronične bolesti kao što su hipertenzija (Borjesson M uopće 2016.), bolesti srca (Schnohr P uopće 2017.) i dijabetes melitus tipa 2 (Awad SF uopće 2017.), već postoji ozbiljan negativan uticaj na fizičku spremnost, što dovodi do masovnih društvenih problema (Ding D at all 2016). Globalno, 80% adolescenata nema fizičku aktivnost; "Mala fizička aktivnost - visoko sedentarni period" postao je široko korišten deskriptor trenutne fizičke neaktivnosti kod adolescenata. Podaci o rastu i razvoju djece mogu se dobiti na osnovu mjerenja i testiranja relevantnih antropoloških karakteristika. Problem ovog istraživanja je

identifikacija mjerenja morfoloških karakteristika kod djece iz viših razreda osnovnih škola, nakon godinu dana redovnog pohađanja nastave fizičkog i zdravstvenog vaspitanja.

## Materijal i metode

Osmišljavanjem ove vrste istraživanja namjera je da se utvrde razlike koje se javljaju u morfološkim karakteristikama, nakon godinu dana nastave fizičkog vaspitanja, sporta i zdravlja, kod učenika viših razreda osnovnih škola. Istraživanjem je obuhvaćen uzorak od 142 učenika osnovne škole Nazim Gafuri iz Prištine. Učenici su sa 7, 8. i 9. razreda, na uzrastu od 12 do 14 godina  $\pm 6$  mjeseci, koji redovno pohađaju nastavu fizičkog vaspitanja, sporta i zdravlja..

Mjerni instrumenti za ovo istraživanje se sastoje od skupa od 19 varijabli. Prilikom mjerenja morfoloških varijabli mjerene su četiri latentne dimenzije: 1. Uzdužna dimenzija skeleta: Visina tijela (ATLVIS), Dužina nogu (ADUŽNO), Dužina ruke (ADUŽRU), Dužina stopala (ADNS). 2. Poprečna skeletna dimenzija: širina ramena (AŠIRRA), širina karlice (AŠIRKA), prečnik zgloba (ADRZGL), prečnik kolena (ADNK), prečnik lakta (ADNL), prečnik butine (AD). 3. Tjelesna masa i zapremina: Tjelesna težina (ATLMAS), Obim grudnog koša (AOBGRU), Obim abdomena (AOBTRB), Obim nadlaktice (AOBNAD), Obim butina (AOBNAT). 4. Potkožno masno tkivo: Kožni nabor nadlaktice (ANABNA), Kožni nabor abdomena (ANABTR), Kožni nabor leđa (ANABLE), Kožni nabor potkolenice (AKNPK).

Za sve primijenjene varijable izračunati su osnovni parametri centralne disperzije, kao i koeficijenti varijabilnosti i stepen normalnosti distribucije podataka. Hipoteza da je određena varijabla normalno raspoređena testira se na osnovu sljedećih mjera: koeficijent zakrivljenosti Skyunis, koeficijent sploštenosti Kurtosis, Kolmogorov-Smirnov metod K-S. Za utvrđivanje kvantitativnih razlika između mjerenja primijenjen je t-test za velike zavisne uzorke,

## Rezultati

Polazeći od ispitanika u ovom istraživanju, odnosno učenika viših razreda osnovne škole, u istraživanju se dobijeni rezultati izračunavaju kroz nekoliko statističkih metodoloških postupaka. Dobijeni i izračunati rezultati prikazani su za svako mjerenje posebno, a njihove karakteristike zajedno.

Tablice od br. 1 i br. 2 sastavljeni su od podataka vezanih za morfološke karakteristike učenika OŠ Nazim Gafuri (N=142) sa početnog i završnog mjerenja.

Za potrebe ovog istraživanja izračunati su sljedeći osnovni statistički parametri: aritmetička sredina (Mean), minimalni rezultat (Min), maksimalni rezultat (Max), standardna devijacija (Std.Dev.), Koeficijent varijabilnosti (Coef. Var). Za test normalnosti distribucije rezultata prikazani su: koeficijent asimetrije rezultata (Skew), koeficijent elongacije (spljoštenosti) rezultata (Kurt) i metoda Kolmogorova - Smirnova (K-S).

Iz analize prikazanih rezultata u tabeli br.1, koji se odnose na početno mjerenje, može se zaključiti sljedeće: Za većinu izračunatih parametara iz primijenjenih varijabli, standardna devijacija (Std.Dev) je u granicama normalnih vrijednosti, odnosno manje su od 1/3 aritmetičke sredine. Odstupanje od normalnih vrijednosti standardne devijacije primjetno je u varijablama: kožni nabor abdomena (ANABTR Std.Dev = 8,20), kožni nabor nadlaktice (ANABNA, Std.Dev = 4,65), kožni nabor leđa (ANABLE, Std.Dev = 4,55), kožni nabor potkolenice (AKNPK, Std.Dev = 6,50). Maksimalne i minimalne vrijednosti su očekivane i logične i ne ukazuju na postojanje ekstremnih vrijednosti, što pak ukazuje da se grupiranje rezultata uglavnom okreće oko vlastitih aritmetičkih sredina. Kada je riječ o vrijednostima potkožnog masnog tkiva, ovo su očekivani rezultati, uzimajući u obzir godine ispitanika.

*Tabela br.1 Osnovni statistički parametri morfoloških karakteristika u inicijalnom mjerenju*

	N	Mean	Min	Max	Std. Dev.	Coef. Var.	Skew	Kurt	max D	K-S
I_ATLVIS	142	161.90	142.10	183.00	8.80	5.43	-0.05	-0.40	0.05	p > .20
I_ATLMAS	142	53.30	33.30	89.00	12.09	22.69	0.55	-0.09	0.07	p > .20
I_ADUZRU	142	70.26	58.60	82.00	4.57	6.51	-0.16	0.00	0.08	p > .20
I_ADUZNO	142	92.61	79.40	105.50	5.14	5.55	-0.10	0.02	0.05	p > .20
I_ADNS	142	25.01	21.90	28.60	1.46	5.83	0.14	-0.36	0.06	p > .20
I_ADRZGL	142	5.28	4.40	6.40	0.35	6.70	0.15	0.30	0.09	p < ,15
I_ADNL	142	6.31	4.20	7.40	0.52	8.19	-0.53	0.94	0.10	p < ,15
I_ADNK	142	8.80	6.80	10.50	0.72	8.17	-0.39	-0.03	0.10	p < ,15
I_ADNSZ	142	7.12	5.40	8.40	0.45	6.37	-0.42	1.89	0.08	p > .20
I_ASIRRA	142	35.44	28.60	43.00	2.66	7.49	-0.06	0.09	0.05	p > .20
I_ASIKA	142	25.87	21.20	31.90	2.07	7.99	0.40	0.18	0.07	p > .20
I_AOBGRU	142	74.86	62.80	92.30	7.49	10.01	0.48	-0.57	0.08	p > .20
I_AOBTRB	142	70.54	53.60	97.30	9.13	12.94	0.89	0.60	0.11	p < ,10
I_AOBNAD	142	24.17	18.90	31.90	3.14	13.00	0.38	-0.75	0.08	p > .20
I_AOBNAT	142	49.21	39.10	62.20	5.90	11.99	0.35	-0.75	0.06	p > .20
I_ANABTR	142	15.16	4.80	34.90	8.20*	54.10	0.84	-0.61	0.19	p < ,01*
I_ANABNA	142	10.61	3.60	22.20	4.65*	43.81	0.78	-0.45	0.13	p < ,05*
I_ANABLE	142	8.55	3.80	22.10	4.55*	53.23	1.44*	1.16	0.24	p < ,01*
I_AKNPK	142	12.95	4.00	29.60	6.50*	50.21	0.74	-0.39	0.14	p < ,05*

Slični rezultati su dobijeni u drugim dosadašnjim studijama. Iz rezultata dobijenih analizom koeficijenta varijabilnosti (Coef. Var), koji određuje koliko je grupa ispitanika homogena ili heterogena, vidi se da se ponovo javlja odstupanje u varijablama koje predstavljaju potkožno masno tkivo: kožni nabor abdomen (ANABTR Coef. Var = 54,10), kožni nabor nadlaktici (Coef. Var = 43,81), kožni nabor leđima (Coef. Var = 53,23) i kožni nabor potkoljenici (Coef. Var = 50,21), prema kojem se može doći do zaključka da se u ovim varijablama ispitanici međusobno najviše razlikuju.

Iz analize izbočenja Gaussove krive (Skew), koja određuje simetriju distribucije rezultata, može se zaključiti da su prikazani koeficijenti unutar preporučenih vrijednosti (-1 + 1), s izuzetkom varijabla kožni nabor na leđima (ANABLE, Skew = 1,44), što ukazuje da u ovoj varijabli većina ispitanika pokazuje veće vrijednosti. Od vrijednosti stepena zakrivljenosti Gaussove krive (Kurt), sve varijable pokazuju kohezivnost i nije zabilježeno statistički značajno odstupanje ni u jednoj varijabli.

Iz distribucije rezultata iz varijabli, dobijenih metodom Kolmogorov - Smirnov, može se zaključiti statistički značajno odstupanje kod 4 (četiri) varijable na nivou  $p <, 01$  i  $p <, 05$ . Odstupanje nivoa  $p <, 01$  uočeno je u sledećim varijablama: kožni nabor stomaka (ANABTR), kožni nabor leđa (ANABLE), dok je odstupanje nivoa  $p <, 05$  primetno u kožnom naboru nadlaktice (ANABNA) i kožni nabor potkoljenice (AKNPK).

U tabeli br. 2 prikazani su rezultati osnovnih deskriptivnih statističkih parametara dobijenih u finalnom mjerenju morfoloških karakteristika prema kojima: vrijednosti aritmetičkih sredina primijenjenih varijabli u finalnom mjerenju su veće od početnog mjerenja. U većini primijenjenih varijabli standardna devijacija (Std.Dev) je u granicama normalnih vrijednosti, odnosno manje su od 1/3 aritmetičke sredine. Odstupanje od normalnih vrijednosti standardne devijacije primjetno je u varijablama: kožni nabor abdomena (ANABTR Std.Dev = 9,89), kožni nabor nadlaktice (ANABNA, Std.Dev = 5,22), kožni nabor leđa (ANABLE, Std.Dev = 6,47), kožni nabor potkolenice (AKNPK, Std.Dev = 7,52), odnosno sa istim varijablama iz inicijalnog merenja. Maksimalne i minimalne vrijednosti su očekivane i logične i ne ukazuju na postojanje ekstremnih vrijednosti, što pak ukazuje da se grupiranje rezultata uglavnom okreće oko vlastitih aritmetičkih sredina. Kada je riječ o vrijednostima potkožnog masnog tkiva, ovo su očekivani rezultati, uzimajući u obzir godine ispitanika. Slični rezultati su dobijeni u drugim dosadašnjim studijama.

Statistički značajno odstupanje asimetrije vrijednosti rezultata (Skew), u poređenju sa inicijalnim mjerenjem, uočeno je u pet varijabli: širina karlice (ASIKA = 1,12), obim abdomena (AOBTRB = 1,05), kožni nabor abdomen (ANABTR = 1,14), kožni nabor nadlaktice (ANABNA = 1,07) i kožni nabor leđa (ANABLE = 1,66). za preostale varijable, prikazani rezultati su unutar preporučenih vrijednosti. Analizom vrijednosti stepena zakrivljenosti Gaussove krive dolazi se do zaključka da su primijenjene varijable raspoređene po širini horizontalne ose, sa izuzetkom varijabilne širine karlice (ASIKA = 3,35).

Rezultati dobijeni iz izračunate varijabilnosti (CV) ispitivanih parametara ukazuju na odstupanja ponovo u varijablama potkožnog masnog tkiva: kožni nabor abdomena (ANABTR Coef. Var = 61,98), kožni nabor nadlaktice (Coef. Var, = 49,36), kožni nabor na leđima (Coef. Var, = 67,34), kožni nabor na potkoljenici (Coef. Var, = 54,29), prema čemu se može zaključiti da se ispitanici u konačnom mjerenju još više razlikuju jedni od drugih u smislu ovih varijabli. Ovo je najvjerojatnije rezultat promjena koje su se kod ispitanika dogodile pod uticajem višemjesečne fizičke aktivnosti.

Normalna distribucija rezultata dobijenih metodom Kolmogorov-Smirnov (K-S), pokazuje da postoji statistički značajno odstupanje nivoa  $p <, 01$  i  $p <, 05$  kod 6 varijabli. Odstupanje nivoa  $p <, 01$  je uočljivo u sledećim varijablama: prečnik ručnog zgloba (ADRZGL), kožni nabor abdomen (ANABTR), kožni nabor na leđima (ANABLE), kožni nabor na nadlaktici (ANABNA) i kožni nabor na potkoljenici (AKNPK), dok je odstupanje na nivou  $p <, 05$  uočljivo u abdominalnom obimu (AOBTRB).

*Tabela br.2 Osnovni statistički parametri morfoloških karakteristika u finalnom mjerenju*

	N	Mean	Min	Max	Std. Dev.	Coef. Var.	Skew	Kurt	max D	K-S
II_ATLVIS	142	166.48	142.10	184.50	8.60	5.17	-0.35	-0.17	0.05	$p > .20$
II_ATLMAS	142	57.75	33.90	96.80	12.83	22.22	0.61	0.12	0.07	$p > .20$
II_ADUZRU	142	72.21	60.20	84.10	4.47	6.19	-0.20	0.19	0.06	$p > .20$
II_ADUZNO	142	95.67	81.60	106.30	4.93	5.15	-0.35	0.21	0.05	$p > .20$

II_ADNS	142	25.75	22.00	29.70	1.50	5.83	-0.13	-0.30	0.04	p > .20
II_ADRZGL	142	5.51	4.40	6.80	0.36	6.58	-0.09	1.39	0.13	p < ,01*
II_ADNL	142	6.63	5.40	8.20	0.50	7.48	0.16	0.47	0.07	p > .20
II_ADNK	142	9.12	7.50	11.00	0.62	6.78	0.16	-0.01	0.06	p > .20
II_ADNSZ	142	7.36	6.30	8.50	0.43	5.87	0.01	-0.19	0.06	p > .20
II_ASIRRA	142	36.84	28.60	43.20	2.65	7.20	-0.23	0.08	0.04	p > .20
II_ASIKA	142	27.21	21.70	36.90	2.32	8.52	1.12	3.35	0.01	p > .20
II_AOBGRU	142	76.86	62.50	107.40	8.22	10.69	0.86	0.78	0.08	p > .20
II_AOBTRB	142	73.56	55.40	109.00	10.17	13.82	1.05	0.88	0.12	P < ,05*
II_AOBNAD	142	24.47	9.20	33.00	3.61	14.75	-0.12	1.26	0.08	p > .20
II_AOBNAT	142	50.77	39.00	81.00	6.91	13.60	0.97	1.70	0.07	p > .20
II_ANABTR	142	15.95	4.40	50.00	9.89*	61.98	1.14	0.55	0.19	p < ,01*
II_ANABNA	142	10.58	4.00	26.30	5.22*	49.36	1.07	0.35	0.15	p < ,01*
II_ANABLE	142	9.61	3.00	33.00	6.47*	67.34	1.66	2.15	0.22	p < ,01*
II_AKNPK	142	13.84	4.40	33.00	7.52*	54.29	0.97	-0.01	0.14	p < ,01*

U tabeli 3 prikazani su rezultati t-testa za velike zavisne uzorke, između inicijalnog i finalnog mjerenja morfoloških mjera.

Dobijeni podaci ukazuju da postoji statistički značajna razlika u nivou Sig = ,00 kod većine ispitivanih varijabli, sa izuzetkom dve od njih: obim nadlaktice (AOBNAD = 0,068) i kožni nabor nadlaktice (ANABNA = 0,847). Na osnovu ovih pokazatelja može se zaključiti da se aritmetičke sredine od inicijalnog i finalnog mjerenja statistički značajno razlikuju, što pokazuje da je primijenjena metoda vježbi doprinijela značajnom poboljšanju rezultata. Takođe treba uzeti u obzir period rane adolescencije. Među varijablama u kojima nije dobijena značajna razlika, možemo zaključiti da su to mjere koje mogu zahtijevati više vremena i više aktivnosti, ako se uzme u obzir hronološka starost u kojoj se ispitanici nalaze. Takođe se zaključuje da postoji uticaj i nekih drugih faktora kao što su: ishrana, nedovoljno angažovanje i posvećenost nastavi i sl. Kako deca prelaze sa nižeg na više nivoe, intelektualni zahtevi se povećavaju, tako da deca provode više vremena sedeći. Brojna istraživanja pokazuju da djeca 85% budnog vremena provode u statičkom položaju, uglavnom sjedeći.

	Mean	Std. Dev.	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference		t	df	Sig. (2-tailed)
				Lower	Upper			
prvo_ATLVIS vtoro_ATLVIS	-4,58	2,3 6	,198	-4,97	-4,18	-23,12	14 1	,000

prvo_ATLMAS vtoro_ATLMAS	-4,45	3,8 5	,323	-5,09	-3,81	-13,75	14 1	,000
prvo_ADUZRU vtoro_ADUZRU	-1,94	1,7 3	,145	-2,23	-1,66	-13,38	14 1	,000
prvo_ADUZNO vtoro_ADUZNO	-3,05	2,2 0	,184	-3,42	-2,69	-16,56	14 1	,000
prvo_ADNS vtoro_ADNS	-,74	,64 4	,054	-,84	-,63	-13,71	14 1	,000
prvo_ADRZGL vtoro_ADRZGL	-,23	,18 2	,015	-,26	-,19	-14,99	14 1	,000
prvo_ADNL vtoro_ADNL	-,31	,29 2	,024	-,36	-,26	-12,98	14 1	,000
prvo_ADNK vtoro_ADNK	-,32	,40 0	,033	-,38	-,25	-9,55	14 1	,000
prvo_ADNSZ vtoro_ADNSZ	-,24	,25 6	,021	-,28	-,19	-11,24	14 1	,000
prvo_ASIRRA vtoro_ASIRRA	-1,39	,91 0	,076	-1,54	-1,24	-18,20	14 1	,000
prvo_ASIKA vtoro_ASIKA	-1,34	1,5 0	,126	-1,58	-1,09	-10,60	14 1	,000
prvo_AOBGRU vtoro_AOBGRU	-2,00	2,8 2	,237	-2,47	-1,53	-8,45	14 1	,000
prvo_AOBTRB vtoro_AOBTRB	-3,02	3,7 1	,311	-3,63	-2,40	-9,69	14 1	,000
prvo_AOBNAD vtoro_AOBNAD	-,29	1,9 1	,160	-,61	,021	-1,84	14 1	,068
prvo_AOBNAT vtoro_AOBNAT	-1,56	2,3 4	,196	-1,95	-1,17	-7,93	14 1	,000
prvo_ANABTR vtoro_ANABTR	-,79	3,6 8	,309	-1,40	-,17	-2,55	14 1	,012
prvo_ANABNA vtoro_ANABNA	,03	1,8 6	,156	-,27	,33	,19	14 1	,847
prvo_ANABLE vtoro_ANABLE	-1,06	2,9 8	,250	-1,56	-,57	-4,25	14 1	,000
prvo_AKNPK vtoro_AKNPK	-,89	3,1 6	,266	-1,42	-,37	-3,37	14 1	,001

*Tabela br. 3 t-test morfoloških varijabli iz početnog i finalnog mjerenja*

## Diskusija

Ontogenetski razvoj čovjeka hronološki prolazi kroz određene periode. Postoji nekoliko podjela djetinjstva prema anatomskim i fiziološkim karakteristikama, kao i podjela koja uzima u obzir obrazovni sistem. Prema ovoj podjeli djeca se obično dijele na adolescente u tri starosne kategorije: mlađa, srednja i starija. Ovo istraživanje je sprovedeno sa učenicima od 7. do 9.



razreda iz osnovne škole, uzrasta 12-14 godina. U ovom uzrastu decu karakteriše završetak okoštavanja kostiju u korenu šake i početak okoštavanja sesamoidnih kostiju (13-14 godina). Osifikacija skeleta ruke kod djevojčica odvija se brže nego kod dječaka, a razlika je oko 2 godine. Kako djeca prelaze s nižeg na više nivoe, intelektualni zahtjevi se povećavaju, pa djeca provode više vremena sjedeći. Brojna istraživanja pokazuju da djeca 85% budnog vremena provode u statičkom položaju, uglavnom sjedeći. Kao rezultat toga dolazi do pogoršanja zdravlja, gubitka vida, opće atrofije, lošeg držanja i mnogih drugih estetskih nedostataka koji su posljedica toga.

Biološki rast i razvoj djece, njihov motorički, intelektualni i emocionalni razvoj, njihovo ponašanje, socijalizaciju, fizičke i druge aktivnosti, potrebno je mjeriti, procjenjivati, pratiti, kontrolisati, a kroz proces nastave fizičkog vaspitanja i korigovati (Kostovski, & Georgiev, G. (2009) Ovo je posebno važno kada su deca u nižem školskom uzrastu, kada je njihovo telo veoma podložno raznim uticajima, a čiji se efekti ispoljavaju u kasnijem periodu. Rast i razvoj su dinamički procesi koji ne može se posmatrati izolovano. da se kaže da intenzitet rasta pojedinih organa nije uvek isti, trend rasta nije linearan i da organi tokom rasta ne samo da povećavaju svoju masu menjaju i strukturu (Medved i sur., 1989). Utvrđivanje trenutnog antropološkog stanja učenika i upoređivanje sa drugim učenicima drugih škola, daju jasnu sliku stanja, čime se direktno kontroliše realizacija fizičkog vaspitanja, ali i realizuje ili ostvaruje postavljeni ciljevi. Za realizaciju ovih aktivnosti potrebno je utvrditi činjenično stanje učenika u školama, odnosno učenika koji redovno pohađaju nastavu fizičkog vaspitanja i onih koji je ne pohađaju redovno, kako bi se identifikovao uticaj nastave na antropološke karakteristike (Findak et al., 1992). Na ovaj način, utvrđivanjem stanja na početku školske godine i na kraju školske godine, dobijaju se podaci za tačno utvrđivanje stanja učenika u analiziranom periodu (Mraković, 1992).

## **Zaključak**

Sa stanovišta sporta i fizičke kulture, najvažnije je odrediti takozvanu biološku dob, koja se često razlikuje od morfološke, pa čak i više od hronološke starosti. Poznavanje rasta i formiranja organizma, funkcionalnih sposobnosti, karakterističnih za razvoj svake starosne faze, omogućava određivanje tako optimalnog kompleksa vježbi i veličine utjecaja (opterećenja) koji će omogućiti uspješan sportski trening. U ovom periodu dolazi do značajnih promjena u fizičkom izgledu, punoj zrelosti, fizičkom i ličnom identitetu, društvenim i moralnim normama u ponašanju, samostalnosti i odgovornosti. Na osnovu rezultata istraživanja preporučuje se revidiranje nastavnih planova i programa iz fizičkog vaspitanja i uvođenje novih metoda za motivisanje učenika za aktivno angažovanje na času fizičkog vaspitanja. Na osnovu istraživanja i iskustava iz zemalja u okruženju, preporučuje se uvođenje trećeg časa fizičkog vaspitanja, kako bi se unapredio razvoj dece.

Na osnovu primijenjenog t-testa kod ispitanika u inicijalnom i finalnom mjerenju za antropometrijske karakteristike, može se zaključiti da: Kod ispitanika je utvrđena kvantitativna razlika između dva mjerenja, u većini primijenjenih varijabli. Kako djeca prelaze sa nižih na viši nivo klasova, intelektualni zahtjevi se povećavaju, pa djeca provode više vremena sjedeći. Brojna istraživanja pokazuju da djeca 85% budnog vremena provode u statičkom položaju, uglavnom sjedeći. Uticaj na promene najverojatnije je i od nekih drugih faktora kao što su: ishrana, nedovoljna angažovanost i posvećenost nastavi i sl.

## Literatura

Andersen, L.B., Lauersen, J.B, Brond J.C., Anderssen, SA., Sardinha, LB.,& Steene-Johannessen J. (2015). A new approach to define and diagnose cardio metabolic disorder in children. *J Diabetes Res.*2015:539835. 10.1155/2015/539835 [PubMed]

Awad, S.F., O'Flaherty, M., El-Nahas KG, Al-Hamaq AO, Critchley JA, Abu-Raddad LJ. (2019). Preventing type 2 diabetes mellitus in qatar by reducing obesity, smoking, and physical inactivity: mathematical modeling analyses. *Popul Health Metr.* 17:20. 10.1186/s12963-019-0200-1 [PubMed]

Borjesson M, Onerup A, Lundqvist S, Dahlof B. (2016). Physical activity and exercise lower blood pressure in individuals with hypertension: narrative review of 27 RCTs. *Br J Sports Med.* 50:356–61. 10.1136/bjsports-2015-095786 [PubMed]

CDC, Centers for Disease Control and Prevention. (2019). Child Development Basics. CDC; Atlanta, GA, USA:[(accessed on 17 September 2021)]. pp. 1–3. Available online: <https://www.cdc.gov/ncbddd/childdevelopment/facts.html>.

Ding D, Lawson KD, Kolbe-Alexander TL, Finkelstein EA, Katzmarzyk PT, van Mechelen W. (2016). The economic burden of physical inactivity: a global analysis of major non-communicable diseases. *Lancet.* 388:1311–24. 10.1016/S0140-6736(16)30383-X [PubMed]

Findak, V., D Metikoš, M Mraković. (1992). Kineziološki priručnik za učitelje [Kinesiology Handbook for Teachers], Hrvatski pedagoško-književni zbor

Pontifex MB, Kamijo K, Scudder MR, Raine LB, Khan NA, Hemrick BV, et al. . The differential association of adiposity and fitness with cognitive control in preadolescent children. *Monogr Soc Res Child Dev.* (2014) 79:72–92. 10.1111/mono.12131

Ruiz JR, Caverro-Redondo I, Ortega FB, Welk GJ, Andersen LB, Martinez-Vizcaino V. (2016). Cardiorespiratory fitness cut points to avoid cardiovascular disease risk in children and adolescents; what level of fitness should raise a red flag? A systematic review and meta-analysis. *BrJSports Med.*50:1451–8. 10.1136/bjsports-2015-095903 [PubMed]

Schnohr P, O'Keefe JH, Lange P, Jensen GB, Marott JL. (2017). Impact of persistence and non-persistence in leisure time physical activity on coronary heart disease and all-cause mortality: The Copenhagen City Heart Study. *Eur J Prev Cardiol.* 24:1615–23. 10.1177/2047487317721021

Kostovski, Ž. & Georgiev, G. (2009). Relijabilnost primenjenih testova za procenu specifične karate koordinacije kod vrhunskih karatista sa različite hronološke uzrasti [Reliability of applied tests for assessment of specific karate coordination in top karate athletes of different chronological ages]. Zbornik naučnih i stručnih radova “Sport i zdravlje”, sa II međunarodnog simpozijuma “Sport i zdravlje”, 127-130. Tuzla: Fakultet za tjelesni odgoj i sport.

Mikić,B., Biberović, A., Mačković, S. (2001). Univerzalna škola sporta [Universal School of Sports]. Tuzla. Filozofski fakultet Univerziteta u Tuzli.

Mikić, B. (2000). Psihomotorika [Psychomotor]. Tuzla: Filozofski fakultet Univerziteta u Tuzli.

Medved R, Mišigoj-Duraković M, Medved V. (1989). Diferencijacije u rastu dječaka i djevojčica od osme do osamnaeste godine - longitudinalna studija [Differentiations in the growth of boys and girls from the age of eight to eighteen - a longitudinal study]. *Medicinski anali*, 15: 5-15,

Mraković, M. (1992). Metode istraživanja u kineziologiji [Research methods in kinesiology].Zagreb.Kineziologija Vol.11, br.1

WHO (2020). Guidelines on Physical Activity and Sedentary Behaviour . Geneva: World Health Organization.

## PREHRANA KAO RIZIČAN ČIMBENIK U NASTANKU KARCINOMA DEBELOG CRIJEVA

### Sažetak

CRC je treći vodeći uzrok smrti povezanih s rakom kod oba spola u cijelom svijetu; 2020. godine je uzrokovao 515.637 smrtnih slučajeva muškaraca i 419.536 smrtnih slučajeva žena. Kada se gledaju prehrambeni rizični čimbenici, konzumacija crvenog i prerađenog mesa dokazano povećava rizik od nastanka raka debelog crijeva. Osim prerađenog mesa i pretilosti na veći rizik od pojave raka debelog crijeva dokazano utječe i konzumacija alkohola. Čimbenici koji vjerojatno smanjuju pojavu raka debelog crijeva su konzumiranje cjelovitih žitarica, vlakana, mliječnih proizvoda i suplemenata kalcija. U meta analizi provedenoj 2011. godine koja je obuhvaćala preko 1,5 milijun ispitanika dokazano je da se rizik za nastanak kolorektalnog karcinoma smanjuje za 2% za svakih 100 grama dnevno konzumiranog povrća. Postoje dokazi da je konzumacija mlijeka protektivna za nastanak raka debelog crijeva. Potrebno je raditi na primarnoj prevenciji kolorektalnog karcinoma; djelujući na rizične čimbenike za njegov nastanak, kao što su prehrana, tjelesna neaktivnost, povećana tjelesna težina, konzumacija alkohola i uporaba duhana. Sekundarnom prevencijom, odnosno ranim otkrivanjem ove zloćudne novotvorine možemo postići izlječenje u 95% slučajeva, te tako bitno utjecati na duljinu i kvalitetu života oboljelih.

### Uvod

Kolorektalni karcinom (CRC) je treći najčešći zloćudni tumor i drugi najsmrtonosniji karcinom. Procjenjuje se da je 2020. godine uzrokovao 1,9 milijuna novootkrivenih slučajeva i 0,9 milijuna smrtnih slučajeva diljem svijeta<sup>1</sup>. CRC je treći vodeći uzrok smrti povezanih s rakom kod oba spola u cijelom svijetu; 2020. godine je uzrokovao 515.637 smrtnih slučajeva muškaraca i 419.536 smrtnih slučajeva žena. Danas više od 5,25 milijuna (5-godišnja prevalencija) ljudi diljem svijeta živi s ovim karcinomom, po čemu je na drugom mjestu iza karcinoma dojke, koji uzrokuje 7,79 milijuna slučajeva raka. Učestalost CRC-a je veća u visoko razvijenim zemljama, a raste u zemljama sa srednjim i niskim dohotkom<sup>1</sup>.

Najveća incidencija je u Australiji i Novom Zelandu, Europi i Sjevernoj Americi, a najmanja stopa incidencije je u Africi i Južnoj i Centralnoj Aziji<sup>2</sup>. Ove geografske razlike u obolijevanju se pripisuju prehrambenim navikama i utjecaju okoliša koji imaju, uz genetsku sklonost, važnu ulogu u nastanku kolorektalnog karcinoma. Incidencija kolorektanog karcinoma je veća kod muškaraca, rizik raste s dobi, a većina dijagnosticiranih oboljelih je starija od 50 godina<sup>3</sup>. U razdoblju od 2005. do 2009. medijan dijagnosticiranih oboljelih od karcinoma kolona i rektuma je bio 69 godina<sup>4</sup>.

Rizik za nastanak CRC je povezan sa socioekonomskim statusom; istraživanja su pokazala da ovaj rizik može biti i do 30% veći kod nižih socioekonomskih slojeva<sup>1</sup>. Ponašajni rizični čimbenici kao što su tjelesna neaktivnost, nezdrava prehrana, pušenje i prekomjerna tjelesna težina također imaju velik utjecaj u nastanku kolorektalnog karcinoma<sup>5,6,7,8</sup>.

<sup>1</sup> Nastavni zavod za javno zdravstvo Osječko-baranjske županije

Učestalost je u pravilu veća u populaciji sa „zapadnim“ načinom prehrane. Ovakve populacije imaju veći udio osoba s povećanim indeksom tjelesne mase (ITM) koja je, uz prehranu, uzrokovana i malom tjelesnom aktivnošću<sup>9</sup>.

### **Rano otkrivanje CRC**

2007. godine je u Hrvatskoj započeo Nacionalni program ranog otkrivanja raka debelog crijeva. Svake dvije godine pismom se pozivaju sve žene i muškarci u dobi od 50. do navršene 74. godine da naprave kartični gvajakov test na nevidljivu krv u stolici. Osobe s pozitivnim nalazom upućuju se na probirnu kolonoskopiju. Dobni raspon i način provedbe programa je u skladu s preporukama Europske komisije. Prvi pozivni ciklus počeo je 2008. godine i do sada su obavljena 4 ciklusa pozivanja, a u tijeku je peti. Prvi ciklus je zbog mnogobrojnih provedbenih problema trajao znatno dulje<sup>10</sup>. Procjena odaziva prethodnog ciklusa je 25-46% ovisno o županiji i godištu, a veći je u starijoj dobnoj skupini. Osobita vrijednost programa je visok udio osoba u kojih su otkriveni i uklonjeni polipi što predstavlja najbolju prevenciju raka debelog crijeva. Naime, osobe s uklonjenim polipima srednjeg i visokog rizika trebaju biti pod nadzorom nakon probira i to prema smjernicama usvojenima na razini EU.

### **Rasprava**

Kada se gledaju prehrambeni rizični čimbenici, konzumacija crvenog i prerađenog mesa dokazano povećava rizik od nastanka raka debelog crijeva. Oko 21% kolorektalnih karcinoma u UK povezano je s konzumacijom crvenog i prerađenog mesa<sup>11</sup>. Konzumacija 100-120 grama crvenog mesa dnevno povećava rizik 17-30%, a konzumacija 25-50 grama prerađenog mesa dnevno povećava rizik 9-50%<sup>12,13,14,15</sup>. U većini studija je crveno meso definirano kao govedina, teletina, svinjetina, ovčatina i janjetina (svježa ili smrznuta), a prerađeno se meso definira kao meso koje je prerađeno na bilo koji način, osim smržavanja, a pod tim se podrazumijeva sušenje i konzerviranje. Udio masnoća u prehrani nema utjecaj na rizik za nastanak kolorektalnog karcinoma, iako zajedničke komponente (npr. meso) i posljedice (npr. pretilost) u prehrani s visokim udjelom masnoća povećavaju rizik od raka debelog crijeva. Statistički je značajna korelacija povećanja indeksa tjelesne mase (ITM) s povećanjem rizika od raka debelog crijeva i kod žena i kod muškaraca<sup>16,17</sup>.

Osim prerađenog mesa i pretilosti na veći rizik od pojave raka debelog crijeva dokazano utječe i konzumacija alkohola. U 19 je studija analizirana količina konzumiranog alkohola te je zaključeno da se za svakih 10 grama etanola na dan rizik pojave raka debelog crijeva povećava za 7%<sup>18</sup>.

Čimbenici koji vjerojatno smanjuju pojavu raka debelog crijeva su konzumiranje cjelovitih žitarica, vlakana, mliječnih proizvoda i suplemenata kalcija<sup>16</sup>. Konzumacija 90 grama cjelovitih žitarica dnevno smanjuje rizik pojave raka debelog crijeva za 17%<sup>16</sup>. Odnosno, rizik za nastanak raka debelog crijeva se smanjuje 10% za svakih 10 grama konzumacije ukupnih prehrambenih vlakana i žitarica dnevno. 90 grama dnevno cjelovitih žitarica (ekvivalent za tri kriške 100% integralnog kruha) smanjuje rizik od raka debelog crijeva za 20%<sup>19</sup>.

U meta analizi provedenoj 2011. godine koja je obuhvaćala preko 1,5 milijun ispitanika dokazano je da se rizik za nastanak kolorektalnog karcinoma smanjuje za 2% za svakih 100 grama dnevno konzumiranog povrća<sup>20</sup>. Ova je analiza također pokazala da unos voća i povrća 100-200 grama dnevno smanjuje rizik od raka debelog crijeva za 10%, ali da ne postoji daljnje smanjenje rizika ukoliko se povećava navedeni unos.

Postoje dokazi da je konzumacija mlijeka u količinama iznad 100 grama dnevno protektivna za nastanak raka debelog crijeva. Konzumacija 200 grama mlijeka dnevno povezana je sa smanjenjem rizika za pojavu raka debelog crijeva od 6%<sup>16</sup>. Ovakvi se nalazi podudaraju s rezultatima meta analize iz 2004. godine koja je zaključila da unos mlijeka u količinama od 250

grama dnevno smanjuje rizik nastanka raka debelog crijeva i rektuma za 15%<sup>21</sup>. Protektivno je i konzumiranje jogurta; muškarci koji su konzumirali unos 65 grama dnevno su imali rizik oboljevanja manji za 53%, dok su žene koje su konzumirale 98 grama dnevno imale rizik manji za 31%<sup>22</sup>.

I suplementi kalcija mogu smanjiti rizik oboljevanja od ovog karcinoma, pa je dokazano da doza od 200 miligrama dnevno smanjuju rizik pojave raka debelog crijeva za 6%<sup>16</sup>.

Što se tiče konzumiranja ribe još je nedovoljno dokaza utječe li konzumacija ribe na ovaj rizik, odnosno smanjuje li ga<sup>16</sup>. 2007. godine objavljena je metaanaliza koja je pokazala smanjenje incidencije kolorektalnog karcinoma od 3% kod osoba koje su konzumirale 100 grama ribe tjedno, ali ovaj rezultat nije bio statistički značajan<sup>23</sup>.

Osim ribe, WCRF/AICR sugerira da vitamin C i D te suplementi multivitamina također smanjuju rizik pojave raka debelog crijeva, ali još nema dovoljno dokaza.

Od ostalih prehrambenih namirnica provedene su dvije meta analize koje su istraživale utjecaj unosa šećera mjereno glikemijskim indeksom ili glikemijskim opterećenjem i njihovim utjecajem na nastanak kolorektalnog karcinoma. Analize su provedene u vremenskom razmaku od godinu dana i s gotovo identičnim skupinama ispitanika. Prva je studija pronašla povećanje rizika 18-26% za najvišu, u odnosu na najnižu kategoriju unosa šećera<sup>24</sup>, dok druga nije pronašla vezu između unosa šećera i raka debelog crijeva<sup>25</sup>. Novija istraživanja koja su istraživala učinak šećera u slatkim gaziranim bezalkoholnim pićima nisu pronašla nikakav učinak na učestalost raka debelog crijeva<sup>26</sup>.

Zaključno, potrebno je raditi na primarnoj prevenciji kolorektalnog karcinoma; djelujući na rizične čimbenike za njegov nastanak, kao što su prehrana, tjelesna neaktivnost, povećana tjelesna težina, konzumacija alkohola i uporaba duhana. Sekundarnom prevencijom, odnosno ranim otkrivanjem ove zloćudne novotvorine možemo postići izlječenje u 95% slučajeva, te tako bitno utjecati na duljinu i kvalitetu života oboljelih.

## Literatura:

- <sup>1</sup> Yue Xi, Pengfei Xu. Global colorectal cancer burden in 2020 and projections to 2040. *Transl Oncol*. 2021 Oct;14(10):101174. doi:10.1016/j.tranon.2021.101174. Epub 2021 Jul 6. DOI: 10.1016/j.tranon.2021.101174
- <sup>2</sup> Parkin DM, Bray F, Ferlay J, Pisani P. Global cancer statistics, 2002. *CA Cancer J Clin*. 2005 Mar-Apr;55(2):74-108. DOI: 10.3322/canjclin.55.2.74.
- <sup>3</sup> Spann SJ, Rozen P, Young GP, Levin B. Colorectal cancer: how big is the problem, why prevent it, and how might it present? In: Rozen P, Young GP, Levin B, Spann SJ (Eds) *Colorectal Cancer in Clinical Practice* (Martin Dunitz Ltd, London, 2002
- <sup>4</sup> Howlader N, Noone AM, Krapcho M, Neyman N, Aminou R, Waldron W, Altekruse SF, Kosary CL, Ruhl J, Tatalovich Z, Cho H, Mariotto A, Eisner MP, Lewis DR, Chen HS, Feuer EJ, Cronin KA (Eds) *SEER Cancer Statistics Review, 1975-2009* (National Cancer Institute, Bethesda, 2012) MD, Available from: URL: [http://seer.cancer.gov/csr/1975\\_2009\\_pops09/](http://seer.cancer.gov/csr/1975_2009_pops09/).
- <sup>5</sup> Doubeni CA, Laiyemo AO, Major JM, Schootman M, Lian M, Park Y, Graubard BI, Hollenbeck AR, Sinha R. Socioeconomic status and the risk of colorectal cancer: an analysis of more than a half million adults in the National Institutes of Health-AARP Diet and Health Study. *Cancer*. 2012 Jul 15;118(14):3636-44. doi: 10.1002/cncr.26677. Epub 2012 Jan 3.
- <sup>6</sup> Willett WC. Diet and cancer: an evolving picture. *JAMA*. 2005 Jan 12;293(2):233-4.
- <sup>7</sup> Doubeni CA, Major JM, Laiyemo AO, Schootman M, Zauber AG, Hollenbeck AR, Sinha R, Allison J. Contribution of behavioral risk factors and obesity to socioeconomic differences in colorectal cancer incidence. *J Natl Cancer Inst*. 2012 Sep 19;104(18):1353-62. Epub 2012 Sep 5.
- <sup>8</sup> Espey DK, Wu XC, Swan J, Wiggins C, Jim MA, Ward E, Wingo PA, Howe HL, Ries LA, Miller BA, Jemal A, Ahmed F, Cobb N, Kaur JS, Edwards BK. Annual report to the nation on the status of cancer, 1975-2004, featuring cancer in American Indians and Alaska Natives. *Cancer*. 2007 Nov 15;110(10):2119-52
- <sup>9</sup> Magalhaes B, Peleteiro B, Lunet N. Dietary patterns and colorectal cancer: systematic review and meta-analysis. *Eur J Cancer Prev* 2012;21(1):15-23.
- <sup>10</sup> Samardžić S, Mihaljević S, Dmitrović B, Milas J, Puntarić D, Tadijan D, Jelić K. First six years of implementing colorectal cancer screening in the Osijek-Baranja County, Croatia--can we do better? *Coll Antropol*. 2013 Sep;37(3):913-8.
- <sup>11</sup> Parkin DM. 5. Cancers attributable to dietary factors in the UK in 2010. *Br J Cancer* 2011;105(s2):s24-S26.
- <sup>12</sup> Chan DS, Lau R, Aune D, et al. Red and processed meat and colorectal cancer incidence: meta-analysis of prospective studies. *PLoS One* 2011;6(6):e20456.
- <sup>13</sup> Sandhu MS, White IR, McPherson K. Systematic review of the prospective cohort studies on meat consumption and colorectal cancer risk: a meta-analytical approach. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 2001;10(5):439-46.
- <sup>14</sup> Norat T, Lukanova A, Ferrari P, et al. Meat consumption and colorectal cancer risk: dose-response meta-analysis of epidemiological studies. *Int J Cancer* 2002;98(2):241-56.
- <sup>15</sup> Larsson SC, Wolk A. Meat consumption and risk of colorectal cancer: a meta-analysis of prospective studies. *Int J Cancer* 2006;119(11):2657-64.
- <sup>16</sup> World Cancer Research Fund / American Institute for Cancer Research. *Continuous Update Project Expert Report 2018. Diet, Nutrition, Physical Activity, and Colorectal Cancer*.
- <sup>17</sup> Liu L, Zhuang W, Wang RQ, et al. Is dietary fat associated with the risk of colorectal cancer? A meta-analysis of 13 prospective cohort studies. *Eur J Nutr* 2011;50(3):173-84.
- <sup>18</sup> Fedirko V, Tramacere I, Bagnardi V, et al. Alcohol drinking and colorectal cancer risk: an overall and dose-response meta-analysis of published studies. *Ann Oncol* 2011;22(9):1958-72.
- <sup>19</sup> Aune D, Chan DS, Lau R, et al. Dietary fibre, whole grains, and risk of colorectal cancer: systematic review and dose-response meta-analysis of prospective studies. *BMJ* 2011;343:d6617.
- <sup>20</sup> Aune D, Lau R, Chan DS, et al. Nonlinear reduction in risk for colorectal cancer by fruit and vegetable intake based on meta-analysis of prospective studies. *Gastroenterology* 2011;141(1):106-18.

- <sup>21</sup> Cho E, Smith-Warner SA, Spiegelman D, et al. Dairy foods, calcium, and colorectal cancer: a pooled analysis of 10 cohort studies. *J Natl Cancer Inst* 2004;96(13):1015-22.
- <sup>22</sup> Pala V, Sieri S, Berrino F, et al. Yogurt consumption and risk of colorectal cancer in the Italian European prospective investigation into cancer and nutrition cohort. *Int J Cancer* 2011;129(11):2712-9.
- <sup>23</sup> Geelen A, Schouten JM, Kamphuis C, et al. Fish consumption, n-3 fatty acids, and colorectal cancer: a meta-analysis of prospective cohort studies. *Am J Epidemiol* 2007;166(10):1116-25.
- <sup>24</sup> Gnagnarella P, Gandini S, La Vecchia C, et al. Glycemic index, glycemic load, and cancer risk: a meta-analysis. *Am J Clin Nutr* 2008;87(6):1793-801.
- <sup>25</sup> Mulholland HG, Murray LJ, Cardwell CR, et al. Glycemic index, glycemic load, and risk of digestive tract neoplasms: a systematic review and meta-analysis. *Am J Clin Nutr* 2009;89(2):568-76.
- <sup>26</sup> Zhang X, Albanes D, Beeson WL, et al. Risk of colon cancer and coffee, tea, and sugar-sweetened soft drink intake: pooled analysis of prospective cohort studies. *J Natl Cancer Inst* 2010;102(11):771-83.

## PREVENCIJA INFEKCIJA U NOVOROĐENČADI, DOJENČADI I MALE DJECE PUTEM IZDOJENOG MAJČINOG MLIJEKA I MLIJEČNE FORMULE

### Sažetak

Majčino mlijeko je ključno za preživljavanje i zdravlje svakog novorođenčeta, dojenčeta i malog djeteta. U slučajevima kad iz bilo kojeg razloga dijete nema mogućnost pristupa mlijeku vlastite majke prvi slijedeći izbor u prehrani je prehrana mlijekom iz banke humanog mlijeka, a tek potom prehrana mliječnom formulom. Svaka pohrana hrane, pa tako i majčinog mlijeka, predstavlja određeni rizik za zdravlje djeteta, ukoliko se dogode propusti u poštivanju higijenskih mjera tijekom postupaka izdavanja, pohrane i pripreme za njegovo kasnije korištenje. Navedeni rizik se povećava tijekom pripreme, pohrane i kasnijeg korištenja pohranjene rekonstituirane mliječne formule u prahu, jer mogu biti kontaminirane patogenim mikroorganizmima kao što su *Enterobacter sakazakii* i *Salmonella*. Zdravstveni radnici, pogotovo patronažne sestre, trebaju koristiti svaku priliku, pojedinačno ili grupno, za edukaciju roditelja i skrbnika o pravilnoj i pravovremenoj provedbi mjera usmjerenih na prevenciju infekcija u djece putem izdojenog majčinog mlijeka, a naročito putem mliječne formule.

**Ključne riječi:** *Enterobacter sakazakii*, *Salmonella*, majčino mlijeko, mliječna formula, prevencija infekcija

## INFECTION PREVENTION IN NEWBORN, INFANTS AND YOUNG CHILDREN THROUGH EXTRACTED BREAST MILK AND MILK FORMULA

### Summary

Breast milk is crucial for the survival and health of every newborn, infant and young child. In cases where, for any reason, the child does not have access to their own mother's milk, the first next choice in the diet is to consume milk from a human milk bank, and only then to go on a milk formula diet. Every storage of food, including breast milk, poses a certain risk to the health of the child, if there are failures in compliance with hygiene measures during the process of breast pumping, storing and preparing for later use. The risk increases during the

<sup>1</sup> Dom zdravlja Osječko- baranjske županije; Osijek; Hrvatska

<sup>2</sup> Fakultet za dentalnu medicinu i zdravstvo Osijek, Osijek; Hrvatska

<sup>3</sup> Medicinski fakultet Osijek, Osijek; Hrvatska

<sup>4</sup> Osječko- baranjska županija, Osijek; Hrvatska



preparation, storage and subsequent use of the stored reconstituted milk powder formula, as they may be contaminated with pathogenic microorganisms such as *Enterobacter sakazaki* and *Salmonella*. Healthcare professionals, especially community nurses, should use every opportunity, individually or in groups, to educate parents and carers on the proper and timely implementation of measures aimed at preventing infections in children through breast milk, and especially through milk formula.

**Key words:** *Enterobacter sakazakii*, *Salmonella*, breast milk, milk formula, infection prevention

## Uvod

Prema bilo kojoj teoriji osnovnih ljudskih potreba, potreba za hranom ostaje nezamjenjiva primarna potreba neophodna za zdravo napredovanje i opstanak. U skladu s tim, majčino mlijeko je osnova za preživljavanje i zdravlje svakog novorođenčeta, dojenčeta i malog djeteta zbog svojih imunoloških i nutritivnih svojstava (1). Unatoč svim pokušajima suvremene tehnologije, majčino mlijeko i dalje ostaje najsigurnija i nezamjenjiva temeljna hrana ljudske vrste.

Iako je dojenje najprirodniji proces hranjenja, zbog promjene načina življenja kao što je primjerice razdvojenost majke i djeteta zbog posla, javlja se potreba sigurne pohrane izdojenog majčinog mlijeka za kasniju upotrebu. Svaka pohrana hrane, pa tako i majčinog mlijeka, predstavlja određeni rizik za zdravlje djeteta, ukoliko se dogode propusti u poštivanju karika lanca pravilnog pohranjivanja majčinog mlijeka kao i njegove kasnije pripreme za korištenje.

Novorođenčad, dojenčad i mala djeca imaju imunološki sustav koji se još uvijek razvija, tako da sposobnost njihovog tijela da se bori protiv mikroorganizama i bolesti nije tako jaka. Trovanje hranom može biti posebno opasno za njih jer bolest može dovesti do proljeva i dehidracije. Djeca mlađa od 5 godina imaju tri puta veću vjerojatnost da će biti hospitalizirana ako dobiju infekciju salmonelom (2). S ciljem očuvanja zdravlja djece, neophodno je pravovremeno educirati buduće roditelje o pravilnom pohranjivanju majčinog mlijeka kao i njegovoj kasnijoj pripremi za korištenje.

Iako se danas s razlogom stavlja fokus na promociju dojenja odnosno prednosti majčinog mlijeka, neophodno je imati na umu da je život nepredvidljiv i da su moguće situacije kada prehrana majčinim mlijekom neće biti moguća zbog npr. bolesti majke koje onemogućuju dojenje. U takvim situacijama, kada dijete nema pristupa mlijeku vlastite majke, preporuka je da slijedeći prvi izbor bude mlijeko iz banke humanog mlijeka, a tek potom prehrana mliječnom formulom (1). Međutim, s obzirom da mliječna formula može sadržavati patogene mikroorganizme koji mogu uzrokovati ozbiljnu ugrozu zdravlja djece pa čak i smrt, a osobe koje sudjeluju u pripremi mliječne formule vjerojatno nisu u potpunosti svjesne navedenih rizika povezanih s korištenjem iste, potrebno je intenzivnije utjecati na osvještavanje javnosti o navedenoj problematici. Izuzetno je važno sve roditelje i skrbnike novorođenčadi, dojenčadi i male djece, koja iz određenih razloga koriste mliječnu formulu, educirati o pravilnom načinu dekontaminacije pribora za hranjenje, pripreme mliječne formule te eventualnog privremenog čuvanja rekonstituirane mliječne formule u prahu.

U preventivnim aktivnostima koje se odnose na proces pripreme za dojenje, izdavanje, pohranu i kasniju pripremu izdojenog majčinog mlijeka, ali i pripremu mliječne formule, važnu zadaću imaju zdravstveni djelatnici, prije svega medicinske sestre/ tehničari jer su jedina skupina zdravstvenih djelatnika koja u svojem obrazovanju ima nastavu iz načela

poučavanja, psihologije, metodike i to na svim stupnjevima obrazovanja. To im daje mogućnost da kompetentno i kvalitetno provode zdravstveni odgoj usmjeren na prevenciju bolesti koje se prenose kontaminiranim majčinih mlijekom i mliječnom formulom.

### **Mjere za smanjenje rizika od infekcije u djeteta putem majčinog mlijeka tijekom izdavanja, pohrane i kasnije pripreme majčina mlijeka**

Izdavanje majčinog mlijeka nije uvijek nužno potrebno, ali je neophodno da roditelji imaju ova znanja kako bi mogli pravovremeno poduzeti aktivnosti neophodne za prevladavanje potencijalnih poteškoća te održavanje nastavka proizvodnje majčina mlijeka i dojenja (1). Kako bi se uklonio rizik od kontaminacije izdojenog mlijeka tijekom izdavanja, pohrane i kasnije pripreme majčina mlijeka, a time i rizik od razvoja infekcije u djeteta uslijed hranjenja takvim mlijekom, neophodno je poštivati i pravilno provoditi sve mjere za smanjenje rizika od infekcije u djeteta tijekom navedenih postupaka, a to su provedba postupka higijene ruku, priprema posude za ručno izdavanje ili izdajalice, pohrana, čišćenje pribora za izdavanje te priprema pohranjenog mlijeka za upotrebu (3).

Osim u kućnim uvjetima, izdavanje se može se provoditi i na drugim mjestima zbog kojih majka mora boraviti izvan svog doma. Takve situacije su primjerice radno mjesto majke, planirana putovanja, ali i neplanirane situacije poput prirodnih katastrofa (poplave, potresi), eskalacije društveno političkih kriza kao što su rat, izbjeglištvo ili duga migrantska putovanja.

### **Higijena ruku prije izdavanja majčinog mlijeka**

Prije izdavanja obvezna je provedba higijene ruku majki ili osobe koja izdaje, jer se nečistim rukama u izdojeno mlijeko mogu prenijeti različiti patogeni mikroorganizmi koji mogu uzrokovati infekciju u djeteta putem majčinog mlijeka. Pranje dojki prije izdavanja, ukoliko nisu vidljivo prljave, nije potrebno provoditi.

Higijena ruku osnovna je mjera prevencije infekcija. Dvije su osnovne metode provedbe higijene ruku, a to su pranje čistom tekućom vodom i sapunom te utrljavanje alkoholnog preparata za dezinfekciju ruku koje sadrži minimalno 60% alkohola. Provedba higijene ruku pranjem čistom tekućom vodom i sapunom neophodno je ukoliko su ruke vidljivo prljave te nakon korištenja toaleta. U svim ostalim situacijama moguće je provesti higijenu ruku utrljavanjem alkoholnog sredstva za dezinfekciju ruku. Bez obzira kojom metodom se provodi higijena ruku, navedena mjera je korisna samo ukoliko se provodi pravilno i pravovremeno.

Pravilna provedba higijene ruku, podrazumijeva provedbu pravilnih pokreta kako bi se obuhvatile sve površine ruku, minimalno trajanje od 40 sekundi prilikom pranja, odnosno 20 sekundi prilikom utrljavanja, kao i pravilan postupak zatvaranja kontaminirane slavine papirnatim ručnikom nakon sušenja ruku ili laktom, a kod dezinfekcije ruku se odnosi na utrljavanje sredstva dok se ruke same ne osuše.

Pravovremena provedba higijene ruku, podrazumijeva prepoznavanje trenutaka kada je potrebno provesti higijenu ruku i naravno sama provedba higijene ruku. Higijenu ruku neophodno je provoditi ne samo prije procesa izdavanja, nego i prije pohrane te ponovne pripreme izdojenog majčinog mlijeka (4).

Medicinska sestra/ tehničar mora razumjeti važnost utjecaja pravilne i pravovremene provedbe higijene ruku tijekom navedenih postupaka na smanjenje rizika od kontaminacije mlijeka i ugroze zdravlja djeteta te prepoznati i nastojati iskoristiti svaku situaciju, bilo individualno ili grupno, za edukaciju roditelja i skrbnika o higijeni ruku.

## **Izdavanje majčinog mlijeka**

Majčino mlijeko se može izdajati ručno pomoću masaže dojki ili izdajalicama, koje mogu biti ručne ili električne. Kod ručnog izdavanja, mlijeko se može prikupljati uz pomoć čajne žličice ili šalice koji obavezno moraju biti čisti, odnosno oprani deterdžentom i temeljito isprani čistom tekućom vodom ili se mlijeko može prikupljati u sterilizirane posude. Ukoliko se mlijeko izdaje pomoću izdajalice, na početku izdavanja nije potrebno baciti prve kapi ili mlazove mlijeka jer je malo vjerojatno da će ovo mlijeko biti kontaminirano u odnosu na mlijeko koje se naknadno izdajilo.

Izdajalicu nakon korištenja, nije potrebno sterilizirati, nego je potrebno sve dijelove koji dolaze u kontakt s mlijekom uključivši i plastični spremnik za prikupljanje mlijeka, razdvojiti, oprati u vrućoj vodi s deterdžentom, temeljito isprati vrućom vodom, a zatim osušiti na zraku na čistoj upijajućoj podlozi. Ukoliko nije moguće provesti čišćenje izdajalice pomoću deterdženta, potrebno je sve dijelove koji dolaze u kontakt s mlijekom, prokuhati u čistoj vodi tijekom 5 minuta, a zatim osušiti na zraku na čistoj upijajućoj podlozi. Korištenje kemijske dezinfekcije izdajalice nije prihvatljiva metoda čišćenja jer se dezinfekcijsko sredstvo može lako deaktivirati i pri tome izložiti dijete nepotrebnom riziku od ostataka dezinficijensa. Potpuno suhi dijelovi izdajalice se do sljedeće upotrebe, trebaju čuvati u čistoj posudi s poklopcem namijenjenoj samo u tu svrhu (1).

## **Pohrana majčinog mlijeka u kućnim uvjetima**

Mlijeko se pohranjuje u čistoj plastičnoj ili staklenoj posudi s poklopcem. Posuda se može oprati u perilici posuđa ili ručno u vrućoj vodi s deterdžentom, temeljito isprati vrućom vodom te ostaviti da se osuši na zraku na čistoj upijajućoj podlozi. Potpuno suha posuda za pohranu mlijeka se treba, do sljedeće uporabe, čuvati u čistoj i suhoj većoj posudi s poklopcem namijenjenoj samo u tu svrhu, zajedno sa dijelovima izdajalice, koji su prethodno očišćeni i osušeni.

U Tablici 1 prikazani su uvjeti pohrane i duljina korištenja izdojenog majčinog mlijeka u kućnim uvjetima za prijevremeno rođeno i zdravo donešeno dijete. Ako se izdojeno mlijeko namjerava potrošiti unutar nekoliko sati, može se čuvati na sobnoj temperaturi do 25 °C i to najviše od 4 do 6 sati. Mlijeko koje se namjerava potrošiti unutar nekoliko dana, treba čuvati u hladnjaku, u njegovu stražnjem dijelu gdje je najhladnije. Iako se optimalnim vremenom čuvanja svježe izdojenog mlijeka u hladnjaku smatra 4 dana, treba imati na umu da se baktericidna aktivnost mlijeka znatno smanjuje nakon 48 do 72 sata.

Ako se hladnjak često otvara, mlijeko treba čuvati u ledenici. Ne smije se smrzavati mlijeko neposredno nakon izdavanja, nego ga je potrebno najprije ohladiti u hladnjaku. Za pohranu mlijeka zamrzavanjem treba koristiti isključivo spremnike od tvrde plastike s poklopcem koji ne mogu puknuti tijekom zamrzavanja ili plastične vrećice posebno namijenjene za zamrzavanje majčinog mlijeka. Ako se mlijeko pohranjuje u plastičnom spremniku, potrebno je ostaviti barem 2,5 cm praznog prostora kako ne bi došlo do puknuća spremnika uslijed povećanja volumena mlijeka pri zamrzavanju. U spremnik treba pohraniti samo onoliko mlijeka koliko je potrebno za jedan obrok djeteta jer se eventualni višak jednom odmrznutog mlijeka više ne smije zamrzavati. Potrebno je paziti da se zamrznuto mlijeko upotrijebi unutar preporučenog vremena, stoga je na svaki spremnik potrebno čitko obilježiti datum izdavanja mlijeka odnosno njegova zamrzavanja te iskoristiti najprije ono mlijeko koje je najdulje pohranjeno (1).

**Tablica 1. Uvjeti pohrane i duljina korištenja majčinog mlijeka u kućnim uvjetima**

Mjesto	Temperatura	Duljina	
Sobna temperatura	16- 25 °C	do 4 sata	prijevremeno rođeno dijete
		do 4 sata (optimalno) do 6 sati (prihvatljivo)	zdravo donošeno dijete
Hladnjak	0- 4 °C	do 48 sati	prijevremeno rođeno dijete
		do 4 dana	zdravo donošeno dijete
Kombinirani hladnjak s ledenicom koja ima zasebna vrata	- 17 °C	3 mjeseca	prijevremeno rođeno dijete
		3 – 6 mjeseci	zdravo donošeno dijete
Ledenica	-20 °C	6 mjeseci	prijevremeno rođeno dijete
		6 – 12 mjeseci	zdravo donošeno dijete

### Odmrzavanje majčinog mlijeka i priprema za njegovu upotrebu

Iako postoji nekoliko načina odmrzavanja majčinog mlijeka kao što su pod mlazom tople vode, stavljanje u toplu vodenu kupelj ili pomoću grijača za kućnu uporabu, najbolje je postupno odmrzavanje u hladnjaku, na temperaturi do 4 °C, tijekom više sati, ali nikako ostavljanjem mlijeka na sobnoj temperaturi! Prilikom odmrzavanja mlijeka važno je ne dopustiti kontakt vode s poklopcem posude u kojoj je mlijeko kako ne bi došlo do prodiranja vode u mlijeko odnosno njegove kontaminacije (1).

Vrlo često plač djeteta zbog gladi može „natjerati“ roditelje da primjene neke druge „brže“ metode odmrzavanja mlijeka koja nisu prihvatljiva za zdravlja djeteta. Takve neprihvatljive metode su primjerice zagrijavanje spremnika sa zamrznutim mlijekom u vodenoj kupelji do vrenja, izlaganje zamrznutog mlijeka direktnom plamenu, odmrzavanje u mikrovalnoj pećnici ili čak djelomično otapanje posude/vrećice s mlijekom i korištenje jednog dijela od ukupne zamrznute količine za djetetov obrok. Izlaganje majčina mlijeka visokim temperaturama se uništavanju nutrijenti u mlijeku, a dodatno se u mikrovalnoj pećnici mlijeko neravnomjerno zagrijava što može dovesti do opekline kod djeteta. Također, korištenjem tek jednog dijela ukupne zamrznute količine mlijeka za djetetov obrok nastaje neravnomjerna raspodjela komponenti mlijeka. S obzirom na neprihvatljivost „brzih“ metoda odmrzavanja zamrznutog mlijeka, odnosno da odmrzavanje mlijeka u hladnjaku zahtijeva vrijeme, a time i ranije planiranje odmrzavanja, dobro je educirati roditelje o korištenju podsjetnika na isto. Odmrzavanje podrazumijeva proces u kojem nestaju kristali leda. Trenutak za koji se smatra da je mlijeko odmrznuto jest vidljivi nestanak kristala leda. Od tog trenutka mlijeko se može pohraniti do njegove upotrebe najduže 2 sata na sobnoj temperaturi ili 24 sata u hladnjaku, nakon čega se mora iskoristiti, a eventualni ostatak baciti (Tablica 2). Jednom odmrznuto mlijeko ne smije se ni u kojem slučaju ponovno zamrzavati!

**Tablica 2. Uvjeti pohrane i duljina korištenja odmrznutog majčinog mlijeka**

Mjesto čuvanja	Temperatura	Duljina korištenja nakon odmrzavanja
Sobna temperatura	16- 25 °C	do 2 sata
Hladnjak	0- 4 °C	do 24 sata , pod uvjetom da prethodno nije stajalo na sobnoj temperaturi ili zagrijavano

Zagrijavanje odmrznutog mlijeka na tjelesnu temperaturu najbolje je učiniti koristeći mlaku vodu (40 °C) tijekom 20 minuta ili pod mlazom tople vode tijekom nekoliko minuta. Kada se odmrznuto mlijeko jednom zagrije, treba se potrošiti unutar sat vremena, a nakon tog vremena se mora baciti (1).

### **Rizici od infekcije u djeteta putem mliječne formule**

Trenutni proizvodni procesi ne mogu postići proizvodnju sterilne mliječne formule u prahu, odnosno mogu biti kontaminirane patogenim mikroorganizmima ili čak kemikalijama tijekom procesa proizvodnje. Sve navedeno može biti uzrok nastanka ozbiljnih bolesti u djece pa čak i smrti (5). Dokazana je kontaminacija mliječne formule u prahu s *Enterobacter sakazakii* i *Salmonellom*, ali i kemikalijom melamin. Primjer kontaminacija mliječne formule u prahu salmonelom, jest francuskog proizvođača Lactalis, što je 2017. godine uzrokovalo oboljenje u 26- tero djece, dok je kontaminacije mliječne formule u prahu, kemikalijom melamin, 2008. godine u Kini, uzrokovalo smrt šestero dojenčadi te bolest u njih 300.000 (6).

Izvori kontaminacije mliječne formule s *E. sakazakii* i *Salmonellom*, mogu biti unutarnji i vanjski. Kontaminacija mliječne formule iz unutarnjih izvora može se dogoditi tijekom proizvodnje mliječne formule putem npr. kontaminiranih površina u proizvodnim pogonima ili korištenjem već kontaminiranih sastojaka, dok je kontaminacija mliječne formule iz vanjskih izvora moguća putem npr. kontaminiranih površina na kojima se priprema ili kontaminiranog pribora za pripremu kao što su žlice, bočice ili dudice (7). *E. sakazakii* je vrlo otporan prema toplini i isušivanju, pa dugo opstaje u okolišu i praškastoj hrani (dulje od 12 mjeseci), a može se razmnažati i na temperaturi hladnjaka. *E. sakazakii* je široko rasprostranjena u okolišu te formira biofilm na priboru koji se koristi u pripremi mliječne formule (8), a u bolnicama je ova bakterija bila izdvajana i sa četki za pranje bočica za novorođenčad (9). Stvaranje biofilma na takvim površinama može rezultirati rezervoarima infekcije koji mogu kontinuirano kontaminirati mliječnu formulu (7). Infekcija s *E. sakazakii* u djece uzrokuje nekrotične upale crijeva, bakterijemiju, upalu moždanih ovojnica i mokraćnih putova, s vrlo visokom smrtnošću. Komplikacije su kod ove infekcije vrlo česte, odnosno česta posljedica upale moždanih ovojnica su razvoj hidrocefalusa, oduzetost ekstremiteta te zaostajanje u razvoju (9).

S obzirom na sve navedeno, zdravstveni radnici trebaju roditeljima ili skrbnicima, koji pripremaju mliječnu formulu u prahu za hranjenje, isticati činjenicu da mliječne formule nisu sterilne, odnosno da mogu biti kontaminirane patogenim mikroorganizmima. Svrha takve komunikacije jest edukacije roditelja ili skrbnika o načinu i važnosti provedbe pravilnih postupaka tijekom pripreme mliječne formule, usmjerenih na smanjenje rizika od razvoja bolesti pa čak i smrtnih ishoda u djece hranjene na takav način. Postupci podrazumijevaju provedbu higijene ruku, mehaničko čišćenje, sterilizaciju i pohranu pribora za hranjenje te pravilnu pripremu mliječne formule, njezino čuvanje i podgrijavanje.

### **Mjere za smanjenje rizika od infekcije u djeteta putem mliječne formule tijekom pripreme, pohrane i kasnije uporabe**

Ruke osoba koje sudjeluje u pripremi mliječne formule mogu biti kontaminirane patogenim mikroorganizmima, koji također mogu biti prisutni i na površinama na kojima se priprema mliječna formula. Stoga je važnost provedbe higijene ruku te čišćenja i dezinfekcije površina na kojoj se priprema mliječna formula neupitna. Prije pripreme bilo kojeg obroka, pa tako i mliječne formule, uvijek je nužno provesti pravilnu higijene ruku.

Prvi korak u dekontaminaciji pribora za hranjenje jest mehaničko čišćenje bočice i dudice, odnosno pranje čistom tekućom toplom vodom i deterdžentom uz ribanje teže dostupnih

mjesta četkicom namijenjenoj posebno za tu svrhu, te temeljito ispiranje čistom tekućom vodom. Završni korak u dekontaminaciji pribora za hranjenje jest sterilizacija koja se može provesti na štednjaku potapanjem pribora u posudu s čistom vodom s poklopcem do vrenja ili u sterilizatorima posebno namijenjenima za tu svrhu. Ukoliko se pribor sterilizirao u posudi, ne treba pomicati poklopac s posude do trenutka pripreme obroka. Ako se pribor želi pohraniti za kasniju upotrebu, onda ga je potrebno osušiti na čistoj upijajućoj podlozi pokrivenim čistom pokrivkom. Kada se svi dijelovi osuše potrebno je sve sklopiti, odnosno na bočicu staviti dudicu i poklopac, kako bi se spriječila kontaminacija čistog pribora tijekom čuvanja (5). Također je bitno uz pribor za hranjenje, sterilizirati i četkicu za pranje pribora radi mogućeg zadržavanja potencijalnih patogenih mikroorganizama.

Prije pripreme mliječne formule obavezna je pravilna provedba higijene ruku. Za pripremu mliječne formule mora se koristiti čista voda za piće koja se obavezno mora zagrijavati do vrenja, a temperatura prokuhane vode koja će se koristiti za pripremu obroka nikako ne smije biti niža od 70°C bez obzira na eventualne upute proizvođača koje mogu upućivati na nižu temperaturu vode. Kada se mliječna formula u prahu rekonstituirana s vodom hladnijom od 70°C, ne postiže se dovoljno visoka temperatura da potpuno inaktivira *E. sakazakii* potencijalno prisutnu u mliječnoj formuli. S obzirom da istraživanja pokazuju da već mala količina *E. sakazakii* u mliječnoj formuli u prahu može uzrokovati bolest, te da se preživjele stanice *E. sakazakii* mogu razmnožiti i u rekonstituiranoj mliječnoj formuli, važno je da se tijekom pripreme mliječne formule za obrok obavezno koristi voda temperature iznad 70 °C, kako bi se u potpunosti uništile potencijalno prisutne bakterije (7). Također, u pripremi mliječne formule se obavezno moraju poštivati upute proizvođača o omjeru količine vode i praha mliječne formule.

Visoka temperatura vode s kojom se priprema mliječna formula obavezno zahtijeva hlađenje na tjelesnu temperaturu prije hranjenja kako ne bi došlo do opekline u djeteta. Bočicu s pripremljenom mliječnom formulom treba prije hlađenja zatvoriti s poklopcem i odmah ohladiti pod tekućom hladnom vodom ili u posudi s hladnom vodom pazeći da voda ne prodre u bočicu jer se na taj način može kontaminirati obrok. Pripremljeni obrok se nikako ne smije ostaviti hladiti na sobnoj temperaturi jer je za takvo hlađenje potrebno duže vremena kojim se omogućuje dobro hranilište za patogene mikroorganizme (5).

Često se može dogoditi da dijete ne pojede odmah cijeli pripremljeni obrok. U takvim situacijama, ukoliko se obrok čuva na sobnoj temperaturi, mora se iskoristiti najduže unutar dva sata od pripreme, a eventualni ostatak baciti jer mliječna formula predstavlja idealno hranilište za patogene mikroorganizme. Čuvanje tako pripremljenih obroka na temperaturama ne većim od 5 °C spriječit će rast *E. Sakazakii* ili *Salmonelle*. Ukoliko postoje opravdani razlozi da se mliječna formula mora pripremiti ranije, tada se nakon već opisanog postupka hlađenja, bočica mora odmah pohraniti u hladnjak na temperaturu od najmanje 5°C, a obrok se mora iskoristiti najduže unutar 24 sata od trenutka pohrane (Tablica 3) (5).

**Tablica 3. Uvjeti pohrane i duljina korištenja rekonstituirane mliječne formule u prahu**

Mjesto	Temperatura	Duljina
Sobna temperatura	16- 25 °C	do 2 sata
Hladnjak	0- 5 °C	do 24 sata

Skraćivanje vremenskog perioda od trenutka pripreme mliječne formule do trenutka njezine konzumacije, učinkovita je mjera za kontrolu rizika od infekcije *E. sakazakii*. Zbog mogućnosti rasta patogenih mikroorganizama na temperaturama iznad 5 °C, pohranjenu već pripremljenu mliječnu formulu ne treba vaditi iz hladnjaka i ponovno zagrijavati do trenutka neposredno prije hranjenja.

Pripremljena mliječna formula se ne smije zagrijavati dulje od 15 minuta jer zagrijavanje tijekom duljeg razdoblja znači održavanje temperature idealne za rast patogenih mikroorganizama. Držanje pripremljene bočice s rekonstituiranom mliječnom formulom u grijačima bočica tijekom duljeg razdoblja prijavljeno je kao vjerojatan uzroka izbijanja infekcije *E. sakazakii* (7).

## LITERATURA

1. Hrvatska udruga za potporu dojenju. Savjetnik o izdajanju i čuvanju majčinog mlijeka  
Dostupno na: <http://hugpd.hr/hugpd-savjetnik-o-izdajanju-i-cuvanju-majcinog-mlijeka/>
2. Centers for disease control and prevention. People With a Higher Risk of Food Poisoning.  
Dostupno na: <https://www.cdc.gov/foodsafety/people-at-risk-food-poisoning.html>
3. Centers for disease control and prevention. Proper Storage and Preparation of Breast Milk  
Dostupno na: [https://www.cdc.gov/breastfeeding/recommendations/handling\\_breastmilk.htm](https://www.cdc.gov/breastfeeding/recommendations/handling_breastmilk.htm)
4. Damani N. Priručnik o prevenciji i kontroli infekcija. Zagreb: Medicinska naklada; 2019.
5. World Health Organization in collaboration with Food and Agriculture Organization of the United Nations. Safe preparation, storage and handling of powdered infant formula: guidelines. 2007. Dostupno na:  
[https://www.who.int/foodsafety/publications/micro/pif\\_guidelines.pdf](https://www.who.int/foodsafety/publications/micro/pif_guidelines.pdf)
6. IndexHR. Zbog salmonele povlače se ogromne količine mlijeka za bebe  
<https://www.index.hr/vijesti/clanak/zbog-salmonele-se-povlace-ogromne-kolicine-mlijeka-za-bebe/1012944.aspx>
7. World Health Organization in collaboration with Food and Agriculture Organization of the United Nations. Enterobacter sakazakii and Salmonella in powdered infant formula: meeting report. 2006. Dostupno na:  
[https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/43547/9241563311\\_eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/43547/9241563311_eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
8. Centers for disease control and prevention. Cronobacter Infection and Infants. Page last reviewed: February 25, 2022 Dostupno na: <https://www.cdc.gov/cronobacter/infection-and-infants.html>
9. Hrvatska agencija za hranu. Biološke opasnosti u hrani. 2009. Dostupno na:  
[https://www.hah.hr/pdf/Prirucnik\\_bioloske\\_opasnosti.pdf](https://www.hah.hr/pdf/Prirucnik_bioloske_opasnosti.pdf)

## HRANA I ALERGIJSKE BOLESTI

### Sažetak

Alergijske bolesti zbog hrane se javljaju češće kod djece nego u odraslih osoba. Najčešći poznati alergeni su iz ovih namirnica: jaja, kikiriki, orašasti plodovi: orasi, bademi, potom mlijeko, soja, pšenica. Alergijske reakcije su posredovane aktivacijom IgE, a variraju od crvenila, svrbeža, peckanje, edema. Najteža komplikacija alergija na pojedini sastojak hrana je anafilaktički šok. Liječenje alergija se danas sastoji osim u aktivnom izbjegavanju poznatog alergena i u farmakološkom pristupu. Liječenje je moguće u prvom redu desenzibilizacijom SLIT terapija, OIT terapija, EPIT terapija. Budućnost liječenja i prevencije teških alergijskih reakcija predstavljaju biološki lijekovi kao što su omalizumab, dupilumab te budući eksperimentalni lijekovi iz iste skupine.

**Ključne riječi:** alergija na hranu, alergije, intolerancija , alergeni

### Abstract

Food allergies are more common in children than in adults. The most common known allergens are from these foods: eggs, peanuts, nuts: nuts, almonds, then milk, soy, wheat. Allergic reactions are mediated by the activation of IgE, and vary from redness, itching, tingling, edema. The most serious complication of allergy to certain food ingredients is anaphylactic shock. Allergy treatment today consists not only of actively avoiding a known allergen but also of a pharmacological approach. Treatment is possible primarily by desensitization SLIT therapy, OIT therapy, EPIT therapy. The future of treatment and prevention of severe allergic reactions is represented by biological drugs such as omalizumab, dupilumab and future experimental drugs from the same group.

**Key words:** food allergy, allergy, intolerance, food allergens

<sup>1</sup> Dom zdravlja Osječko baranjske županije, Fakultet za dentalnu medicinu i zdravstvo Osijek

<sup>2</sup> Opća bolnica Vinkovci



## Uvod

Hrana osim što je izvor naše energije i zdravlja ponekad može biti uzrok alergijskih oboljenja. U oko 2 % odraslih, i u oko 8 % djece u nekom periodu života može se javiti alergija na hranu. Zapravo radi se o reakciji na pojedini sastojak hrane- takozvane alergene iz hrane.(1)

Zadnjih 20-tak godina povećava se broj djece oboljelih od alergijskih bolesti na hranu, i u usporedbi taj broj je nešto veći vezan kod djece koje žive u većim gradovima u odnosu na skupinu djece koja žive na selu.(2) Najčešći alergeni su iz ove skupine namirnica: jaja, kikiriki, orašasti plodovi: orasi, bademi, potom mlijeko, soja, pšenica.(2)

## Epidemiologija, klasifikacija

Alergijske reakcije na pojedine sastojke iz hrane, odnosno iz namirnica pokazuju prevalenciju porasta u zadnjih 20 do 30 godina. Alergijsku reakciju izaziva određena komponenta hrane-kemijski spoj koji zovemo alergen. Alergeni potiču imunosnu reakciju u našem tijelu koja je posredovana aktivacijom IgE protutijela. U Americi su utvrđene brojke u rasponu od 6 do 8 % djece koja su imala alergijske reakcije na hranu, a oko 3 % djece imalo teške oblike alergijske reakcije na nutritivne alergene.(4)

U Americi je najčešća alergijska reakcija kod djece bila na orase i indijske oraščiće, a u Europi na lješnjak.(5)

Zanimljiva meta analiza provedena 2014.g pokazala je različit raspon prevalencija alergijskih reakcija na hranu i razlike su vidljive u pojedinim geografskim prostorima. To nam govori u prilog tezi, da su određeni alergeni više dominantni u nekim područjima u odnosu na druge, iako ne znamo točan razlog takvoj pojavi. Primjerice u Ujedinjenom Kraljevstvu gotovo 4 % djece imalo je alergijsku reakciju na kokošje jaje, a najniže stope zabilježene su u Grčkoj -svega 0,07 % djece.(6)

Što se tiče alergijskih reakcija na mlijeko najviša je prevalencija u Nizozemskoj i UK oko 1 %, a najniža stopa u Njemačkoj, Litvi i Grčkoj 0,06%.(7)

Prema podacima svjetskoga alergološkog društva generalno gledano djeca do 5. g života imaju najmanju stopu alergijskog oboljeljenja na Islandu i Tajlandu, a najviša prevalencija alergične djece zabilježena je u Kanadi, Finskoj i u Australiji.

Trend porasta alergijskih reakcija, ali nažalost i teških oblika alergijskih reakcija kao što je anafilaktički šok zabilježen je i na europskom kontinentu, ali i u SAD-u, Kanadi i u Australiji. Poražavajuć podatak iz Australije objavljen 2014.g. pokazao je povećanje stope anafilaktične reakcije za čak 41 % kod djece (u rasponu od 2009. do 2014.)

Osim pojma alergije, u klasifikaciji koristimo i termin intolerancija na hranu.

Intoleranciju na hranu nema brze uzročno-posljedične reakcije kao IgE posredovane reakcije kod alergija, simptomi se mogu javiti nakon nekoliko sati ili nakon nekoliko dana nakon što pacijent konzumira određenu vrstu hrane ili sastojak hrane.

Karakteristične kliničke manifestacije intolerancije na hranu su nejasne i nepredvidive te variraju od osobe do osobe. Najčešći simptomi intolerancije na hranu su gastrointestinalni: (grčevi u trbuhu, nadutost, mučnina, vjetrovi, proljev, zatvor i sindrom iritabilnog crijeva), dermatološki: (kožni osip, suha koža, svrbež, urtikarija, angioedem, dermatitis, ekcem, akne, psorijaza); respiratorni: (otok nosne sluznice, rinitis, sinusitis, nadražaj ždrijela, astma, suhi

kašalj); neurološki (glavobolja, migrena, vrtoglavica, omaglica); psihološki (gubitak motivacije, tjeskoba, letargija, depresija, umor, hiperaktivnost).

Glavna razlika između alergije na hranu i intolerancije na hranu je što je intolerancija ne-alergijska hipersenzibilnost na hranu. Intolerancija na hranu predstavlja abnormalnu fiziološku reakciju na unešenu hranu, ali ne izaziva teže posljedice kao alergijska reakcija.

### **Rizični faktori**

Rizični faktori za alergije na hranu su između ostalog i genetika, te okoliš kao i interakcija genom –okoliš.(2) Brojni čimbenici rizika su identificirani i vjeruje se da potiču alergijsku reakciju na hranu ili pojačavaju preosjetljivost, a to su muški spol u djece, etnička pripadnost (povećan među Azijatima i kod crne djece u usporedbi s bijelom djecom), genetika (obiteljska sklonost, HLA- Human leukocyte antigene sustav i njemu pribrojeni specifični geni) i potencijalno čimbenici rizika koji se mogu riješiti kako bi se smanjila i/ili spriječila alergija na hranu, kao što su manifestacije atopijske bolesti (atopijski dermatitis povećana higijena, utjecaj nedostatka vitamina D, masti u prehrani (smanjena potrošnja omega-3-polinezasićene masne kiseline), smanjena potrošnja, antioksidansi, povećana upotreba antacida (smanjenje probave alergena), pretilost (što je upalno stanje) i vrijeme i način izlaganja hrani.(2)

Dakle, nisu jednostavni načini nastanka – uzroka alergijskih oboljenja konzumacijom hranom. Različitim ispitivanjima nedvojbeno je dokazana uzročno posljedična veza genetike, okoliša te prisutnosti određenih pesticida, boja, otrova ili aditiva u hrani. Svi ti faktori mogu inicirati ili potencirati alergijsku reakciju u tijelu.

### **Patogeneza, biokemijski procesi u tijelu i dijagnostika**

Novija istraživanja pokazuju da alergijske reakcije na hranu osim IgE posredovanjem što je glavni mehanizam mogu biti uzrokovane ne-IgE posredovanjem ili njihovom kombinacijom.

U kontekstu IgE posredovanja alergija na hranu može biti usko povezana ili dodatni faktor razvoju drugih alergijskih oboljenja. Kod dijagnostike astme neki pacijenti koji imaju astmu pokazuju osim pozitivnosti na inhalacijske alergene i pozitivitet prick testa na nutritivne alergene-dakle imunogene iz namirnica.

Poznato je da je mehanizam IgE alergijskih reakcija prisutan osim kod astme i kod kožnih manifestacija-urtikarije, akutnog rinitisa, angioedemu i anafilaktičkom šoku.

Kod imunskih reakcija na hranu uzorkovanih ne-IgE aktivatorima su oboljenja odnosno bolesti crijeva (Chronova bolest, ulcerozni kolitis...), Heinerov sindrom (hipersenzitivnost zbog kravljeg mlijeka, a rezultira kroničnim respiratornim simptomima, crijevnim simptomima i plućnom hemosiderozom, kontaktni dermatitis itd.

Međutim bitno je reći da osim alergijskih reakcija na hranu, blaži oblik predstavlja intolerancija na hranu. Intolerancija na hranu može nastati zbog određenih lijekova i njihovih supstanci (tiamin), kofein, bakterijskih toksina, ali i zbog prirođenog nedostatka enzima za razgradnju laktoze (deficijencija enzima laktaze i fruktaze), kao i zbog psiholoških razloga ( teški panični poremećaj, dugotrajni psihički stres)

Najčešći pristup dijagnostici alergije na hranu jst prick kožni test, te laboratorijski test. ( iz seruma krvi, gdje se analiziraju specifična IgE protutijela) Preporuka je da se svakako učini prvo prick test, a tek onda krvni test jer krvni lab nalazi znaju ponekad biti pozitivni i kada

nema prave preosjetljivosti. Vrlo bitno je da prije prick testa pacijent ne smije uzimati antihistaminik, najmanje 3-5 dana, a optimalno 7-10 dana.

Ako je pacijent pod antihistaminikom, obično je i reakcija na histamin znatno smanjena ili negativna.

Dakle osim kožnog prick testa, intradermalnog testa, epikutanog testa na kontaktne alergene, atopy patch testa, radi se test iz seruma krvi koji se zove RAST ili test na specifične alergene iz hrane. ( IgE test ). Prednost RAST testa je što pacijent ne mora prekidati antihistaminsku terapiju.

Mali broj imunoloških reakcija na hranu javlja se kod nedostatka vidljivih IgE antitijela specifičnih za hranu u koži ili serumu. Oni su manje dobro okarakterizirani, ali obično nastaju zbog akutnih ili kroničnih upala u gastrointestinalnom sustavu, gdje se čini da eozinofili i T limfne stanice igraju glavnu ulogu. (8) Također TNF- $\alpha$  ima važnu ulogu za pacijente s enterokolitisom uzrokovanim proteinima hrane. TNF- $\alpha$  se može pokazati in vitro testovima iz periferne krvi, zabilježeni su i monociti u dojenčadi sa sindromom enterokolitisa izazvanog proteinima hranom.(9)

Za nastanak alergijske reakcije nužan je neadekvatan odgovor imunosnog sustava. Naime, u obrani od alergijskih reakcija u našem tijelu postoji niz stanica i mehanizama koji su uključeni u obranu od alergena iz hrane. Dakle u aktivaciju alergijske reakcije na hranu uključeni su brojne imunosne stanice, fizičke barijere – oralna sluznica, epitelne stanice s debelim slojem sluzi, žučne soli, pH sastav stanica i tkiva.(10)

Sve to doprinosi manjoj imunogenosti alergena, dakle ne moraju nužno svi alergeni biti imunogeni ukoliko naš organizam reagira promptno i ne označi takvu molekulu kao rizik za imunosni sustav u našem tijelu. Urođene stanice (prirodne stanice ubojice, polimorfonuklearni leukociti, makrofagi, epitelne stanice i razni receptori te adaptivni imunitet (intraepitelne stanice, lamina propria, limfociti, Peyerove stanice, IgA te citokini) predstavljaju aktivnu barijeru stranim antigenima (10,11,12,13,14)

## **Prevenција i liječenje**

Prevenција je do nedavno bila glavni pristup liječenja alergijskih reakcija na pojedine nutritivne sastojke iz hrane. Radi se o najjednostavnijem načinu liječenja koji jednostavno znači izbjegavati pojedine namirnice za koje evidentno znamo da će učiniti alergijsku reakciju u našem tijelu.

Radi se o izbjegavanju već iskustveno poznatih alergena, kao što su jagode, jaja, orašasati plodovi, mlijeko, soja...

Takvi pacijenti koji su iskusili alergiju na te namirnice znaju da će ponovna konzumacija tih istih proizvoda uzrokovati neželjenu reakciju u njihovom tijelu ( svrbež kože, crvenilo i edem oko usnica, dermatitis, ili u najgorem slučaju anafilaktički šok)

Osim izbjegavanja poznatih namirnica, kod djece se primjenjuje i dijeta kao jedan od načina liječenja, odnosno modificirana i prilagođena prehrana.

Osim kineske tradicionalne medicine koja ima određeni uspjeh u liječenju alergijskih oboljenja, zapadnjačka medicina se oslanja na desinzitaciji odnosno desenzibilizaciji prema određenom alergenu.

U tom pogledu poznate su SLIT (sublingvalna imunoterapija), OIT (oralna imunoterapija), EPIT (epikutana imunoterapija). U zadnje vrijeme određene rezultate pokazuje biološka terapija (omalizumab i dupilumab), međutim potrebno je učiniti daljnja istraživanja i pokazati konkretnu učinkovitost modernih lijekova.

Dosadašnji eksperimenti u liječenju novim metodama pokazala su da je rizik od pojave sistemskih nuspojava bio skromno veći u liječenih, a bio je i znatan rizik povećanja lokalnih nuspojava. (1,2)

OIT terapija pokazuje blagu prednost pred SLIT i EPIT ali i s većim rizikom od nastanka alergijske reakcije te primjerice nastanka eozinofilnog ezogafitisa.(2)

Svakako nas čeka svijetla budućnost u vezi s uvođenjem bioloških lijekova u liječenju i prevenciji teđih alergijskih oboljenja. Potrebna su daljnja istraživanja, ali već sada je vidljivo da će određeni novi buduće sintetizirani biološki lijekovi pridonijeti poboljšanju zdravstvenog stanja i da će naći primjenu u svakodnevnom liječenju alergijskih bolesti.

### **Zaključak:**

Alergijske bolesti hrane u zadnjih 20-tak godina su u porastu, posebno u dječjoj dobi. Najpoznatiji uzročnici alergijskih reakcija su slijedeći alergeni: orašasti plodovi, kikiriki, bademi, orasi, lješnjaci, mlijeko, soja, pšenica. Svaki alergen ne predstavlja nužno i imunogen, ali svaki imunogen je po svom svojstvu alergen. Da bi alergen postao imunogen i potaknuo alergijsku reakciju u našem tijelu, organizam ga mora ocijeniti kao prijetnju, odnosno mora aktivirati IgE protutijela u našem organizmu. Osim IgE posredovane reakcije, aktivacija alergijskih reakcija u tijelu može biti posredovana i NON-IgE aktivacijom.

Kao rizični faktori za nastanak alergija su genetika, spol, utjecaj okoliša, kao i nedostatak D-vitamina, nedostatak antioksidansa, pretilost i drugi. Jedna od metoda liječenja alergija je najstari poznati oblik konvencionalnog liječenja, a to je izbjegavanje postojećeg poznatog alergena koji potiče alergijsku reakciju. Radi se o najjednostavnijem principu izbjegavanja od ranije poznatog alergena. Danas je poznato nekoliko modaliteta liječenja alergijskih oboljenja farmaceutskim putem a to su: desenzibilizacija SLIT (sublingvalna imunoterapija), OIT (oralna imunoterapija), EPIT (epikutana imunoterapija). U zadnje vrijeme određene rezultate pokazuje biološka terapija (omalizumab i dupilumab), međutim potrebno je učiniti daljnja istraživanja i pokazati konkretnu učinkovitost modernih lijekova. U svakom slučaju u budućnosti se očekuje mnogo od budućih novokomponiranih molekula iz skupine biološke terapije.

Izvor:

1. Antonella Cianferoni, Jonathan M Spergel, Food allergy Classification and Diagnosis, *Allergy International*. 2009;58:457-466
2. Scott H. Sicherer, and Hugh A. Sampson, Food allergy: A review and update on epidemiology, pathogenesis, diagnosis, prevention, and management, *J Allergy Clin Immunol*. 2018; 1

3. Nwaru BI, Hickstein L, Panesar SS, Roberts G, Muraro A, Sheikh A, et al. Prevalence of common food allergies in Europe: a systematic review and meta-analysis. *Allergy* 2014; 69:992-1007.
4. Gupta RS, Springston EE, Warrier MR, Smith B, Kumar R, Pongratic J, et al. The prevalence, severity, and distribution of childhood food allergy in the United States. *Pediatrics* 2011;128:e9-17.
5. McWilliam V, Koplin J, Lodge C, Tang M, Dharmage S, Allen K. The prevalence of tree nut allergy: a systematic review. *Curr Allergy Asthma Rep* 2015;15:54.
6. Xepapadaki P, Fiocchi A, Grabenhenrich L, Roberts G, Grimshaw KE, Fiandor A, et al. Incidence and natural history of hen's egg allergy in the first 2 years of life—the EuroPrevall birth cohort study. *Allergy* 2016;71:350-7.
7. Schoemaker AA, Sprikkelman AB, Grimshaw KE, Roberts G, Grabenhenrich L, Rosenfeld L, et al. Incidence and natural history of challenge-proven cow's milk allergy in European children—EuroPrevall birth cohort. *Allergy* 2015;70:963-72.
8. Benlounes N, Candalh C, Matarazzo P, Dupont C, Heyman M. The time-course of milk antigen-induced TNF alpha secretion differs according to the clinical symptoms in children with cow's milk allergy. *J Allergy Clin Immunol* 1999;104 (Pt 1):863-9
9. Chung HL, Hwang JB, Park JJ, Kim SG. Expression of transforming growth factor beta1, transforming growth factor type I and II receptors, and TNF-alpha in the mucosa of the small intestine in infants with food protein-induced enterocolitis syndrome. *J Allergy Clin Immunol* 2002;109:150-4
10. Chehade M, Mayer L. Oral tolerance and its relation to food hypersensitivities. *J Allergy Clin Immunol* 2005;115: 3-12;
11. Heyman M. Symposium on 'dietary influences on mucosal immunity. How dietary antigens access the mucosal immune system. *Proc Nutr Soc* 2001;60:419-26.
12. Iwasaki A. Mucosal dendritic cells. *Annu Rev Immunol* 2007;25:381-418.
13. Dahan S, Roth-Walter F, Arnaboldi P, Agarwal S, Mayer L. Epithelia: lymphocyte interactions in the gut. *Immunol Rev* 2007;215:243-53.
14. Mowat AM. Anatomical basis of tolerance and immunity to intestinal antigens. *Nat Rev Immunol* 2003;3:331-41.

## BOL U DENTALNOJ MEDICINI I TRAUME ZUBA

### Sažetak

Ozljede su zuba ozljede koje je skoro nemoguće predvidjeti i prevenirati. Također, izazivaju jaku bol koju je potrebno ukloniti. Različite su traume koje pogađaju zube, od fraktura do izbijenosti zuba, ali za sve je vrlo važno stanje zuba nakon traume te ekstraoralno vrijeme, odnosno vrijeme od nastanka traume do dolaska u ambulantu. Bol, kao jedan od najvećih problema prilikom trauma zuba, može biti vrlo intenzivna. Stoga je vrlo važno pomoći pacijentima, ponajviše djeci ukloniti bol i ukoliko je moguće spriječiti traumu ili daljnje probleme koji mogu biti uzrokovani ozljedom zuba. Pojačanu percepciju boli imaju osobe koje su se već susretale s traumama te anksiozni pacijenti. Preusmjeravanjem pažnje i informiranjem pacijenta o zahvatu omućujemo određenu kontrolu nad zahvatom i možemo makar prividno smanjiti doživljaj boli. Cilj je rada ukazati na bitnost pružanja prve pomoći u najranijoj fazi nastanka bola. Prelazak iz akutne u kroničnu fazu uvelike otežava liječenje.

**Ključne riječi:** bol, trauma zuba, ozljeda zuba, intenzitet boli, hitna stanja

## PAIN IN DENTAL MEDICINE AND TOOTH TRAUMA

### Summary

Tooth injuries are injuries that are almost impossible to predict and prevent. They also cause severe pain that needs to be removed. There are various traumas that affect the teeth, from fractures to tooth avulsion, but the condition of the teeth after the trauma and extraoral time, time from the onset of the trauma to the arrival at the clinic, are very important for everyone. Pain, as one of the biggest problems related with tooth trauma, can be very intense. Therefore, it is very important to help patients, especially children, to remove pain and, if possible, to prevent trauma or further problems that may be caused by tooth injury. People who have already experienced trauma and anxious patients have an increased perception of pain. By redirecting attention and informing the patient about the procedure, we enable a certain control over the procedure and we can at least seemingly reduce the experience of pain. The aim of this paper is to point out the importance of providing first aid at the earliest stage of pain. The transition from the acute to the chronic phase greatly complicates treatment.

### 1. UVOD

U današnje vrijeme bol je nešto što svim ljudima predstavlja problem u normalnom funkcioniranju i obavljanju svakodnevnih zadaća. Zubna bol je jedna od najjačih boli te je izrazito jaka prilikom ozljeda odnosno trauma zuba. Ta bol može biti različitog intenziteta, a to

<sup>1</sup> Fakultet za dentalnu medicinu i zdravstvo, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Crkvena 21, 31 000 Osijek, siberstjepan@yahoo.com

ponajviše ovisi o svakoj osobi individualno te o vrsti odnosno težini ozljede. Cilj ovog rada je prikazati kako bol djeluje na svakodnevni život te kakava je povezanost između trauma zuba i boli. Također, kolika je važnost u prevenciji nastanka trauma a time i nastanku boli. Uz sve navedeno, važna je i pravilna edukacija kako općeg pučanstva tako i školskih djelatnika o odgovarajućoj i pravovremenoj intervenciji. Prikupljeni podatci za ovaj rad su iz različitih literatura kao što su online znanstvene baze poput PubMed-a, CyberMed-a i Hrčka, ali i iz različitih literatura koje dolaze u tiskanom obliku.

## 1.1. Definicija bola

Bol se opisuje kao neugodan osjećaj koji svaka osoba podnosi i doživljava na svoj način. Radi se o osobnom doživljaju koji se vrlo teško definira, vrlo je teško obuhvatiti sve čimbenike koje djeluju na pojavu boli ili koji utječu na nju. Zbog toga postoje različite definicije koje ju opisuju. Definicija Svjetskog udruženja za proučavanje bola (International Association for Study of Pain – IASP) je jedna od najčešće upotrebljivanih definicija koju je prihvatila Svjetska zdravstvena organizacija (World Health Organization – WHO): „Bol je neugodan emocionalan i osjetni doživljaj povezan sa stvarnim ili potencijalnim oštećenjem tkiva.“ (1,2). Mnoštvo neugodnih osjećaja koji remete ravnotežu organizma, upozoravaju na štetno djelovanje vanjskog čimbenika na organizam te ga potiču a rješavanje problema kako nebi došlo do širenja oštećenja ili bolesti danas podrazumijevaju pojam bola. Smatra se da je upravo bol ta koja predstavlja zaštitni mehanizam organizma koji potiče pacijenta da zatraži stručnu ili liječničku pomoć. Doživljaj bola je fizička senzacija koju svaka osoba doživljava drugačije, a to ovisi o međusobnoj interakciji emocionalnih, kulturnih, socijalnih, fizioloških, psihičkih, mentalnih i fizičkih čimbenika te o prethodnom iskustvu svake osobe (3). Šezdesetih godina prošlog stoljeća je dokazano da svaka osoba doživljava bol ovisno o prvim ozljedama koje su izazvale bol (4). S obzirom na to da je odgovor na bol vrlo subjektivan, svaka osoba ga doživljava na različiti način te pritom pokazuje različiti oblik ponašanja (vikanje, plač, stiskanje zubi, grčenje), ali i putem različitih fizioloških manifestacija simpatičkog živčanog sustava (mučnina, hipertenzija, tahikardija, hiperventilacija, dilatacija pupila ili bljedilo) (3). Varijabilnost reakcija koje bol potiče u ljudima je vrlo opsežna. Jedno istraživanje je pokazalo da 83 % civilnih osoba nakon izvođenja nekih većih kirurških zahvata zahtjeba upotrebu analgetika dok je 32 % ranjenih vojnih osoba koje zahtjevaju upotrebu iste vrste lijekova (4). Stres ima veliku ulogu u doživljavanju bola odnosno percepciji bola. Kod ljudi koji su pod velikim stresom dolazi do stresom uzrokovane analgezije koja se djelomično može objasniti utjecajem simpatičkog živčanog sustava (5). Anksioznost također može znatno utjecati na percepciju i doživljaj bola. Što je osoba anksioznija to će odgovor na stimulaciju češće interpretirati u obliku bola (6). Percepcija ili doživljaj bola također može biti pod utjecajem psihičkih i kognitivnih čimbenika (3). Dokazano je kako kod žena postoji znatno niži prag boli nego kod muškaraca (7). Također, prag boli je viši kod starijih osoba (8). Problemi sa sniženim pragom boli kod starijih osoba često se povezuju s drugim kroničnim bolestima koje starije osobe u većini slučajeva imaju istovremeno i zbog toga su izloženi češćim liječničkim pregledima i boravkom u bolnici ili zdravstvenoj ustanovi te to iscrpljuje njihov organizam i čini ih psihički osjetljivijim na bolne podražaje (8).

## 1.2. Mehanizam nastanka bola

Bol predstavlja poremećaj u tijelu koji nastaje zbog psihičke reakcije na fizičko oštećenje tkiva. To nazivamo psihosomatskim poremećajem. Bol možemo podijeliti prema trajanju, etiologiji, intenzitetu, kvaliteti i patofiziološkim promjenama (9, 10).

Bolni put, odnosno put od podražaja do svjesnog doživljaja osjeta bola predstavlja mehanizam nastanka bolnog osjeta (Slika 1). Podražaj na površini tijela (opeklina, ubod, ozljeda) ili u unutrašnjosti tijela (začepljenje krvne žile, žučnog ili mokraćnog odvoda) je prvi korak tog puta koji oslobađa podražajne tvari i izaziva oštećenje tkiva (11). Za razliku od drugih osjeta, za bol ne postoje specifični podražaji već može biti izazvan bilo kakvim podražajem. Kod bola za razliku od drugih osjeta ne postoji prilagodba receptora (9-11). Također, vrijeme od trenutka pojave podražaja do trenutka pojave osjeta je kod drugih osjeta dulje, stoga kod bola nailazimo na određene fiziološke reakcije koje nisu karakteristične za druge osjete. Intenzivna bol može biti praćena pojačanim znojenjem, ubrzanjem disanja, povišenim arterijskim krvnim tlakom, proširenjem zjenica i sl. (9-11). Korak koji sljedi u mehanizmu nastanka boli jest prijenos podražaja. U unutrašnjim organima i po čitavoj površini tijela nalazi se mnogo receptora (osjetnih tjelešaca) koji prenose podražaj putem živaca do leđne moždine te na taj način reagiraju na podražajne tvari (9-11). Nociceptivni podražaji su podražaji koji izazivaju bol (9-11). Postoje tri skupine nociceptora – mehanosenzitivni nociceptori koji reagiraju na intenzivnu mehaničku stimulaciju, kemosenzitivni nociceptori koji su osjetljivi na različit kemijske tvari te termosenzitivni receptori koji reagiraju na podražaje hladnog i toplog (9-11). Živčani se impulse nakon podražaja prenose putem kemijskih posrednika, odnosno neurotransmitora (dopamin u središnjem živčanom sustavu, noradrenalin, histamine, acetikolin na simpatičnim živčanim zavreštima, glutamate i aspartat, serotonin, neuropeptidi, gama- aminomaslačna kiselina (GABA)) (12-14). Zatim se svaki podražaj putem leđne moždine posebnim mehanizmima transformira i putuje u centar za bol u mozgu dovodeći osjetne podražaje u stražnje stupove sive tvari kralježnične moždine. Tamo se svi primljeni živčani impulse upotpunjuju i združuju, usklađuju i prilagođavaju al i preinačuju (9-14). U mozgu se obrađuju svi bolni podražaji i putem talamusa usmjeravaju limbičnom sustavu kao najvišem području živčanog, autoimunog sustava te mozgovnoj kori. Pritom je u somatskom i limbičnom korteksu, odnosno središnjem živčanom sustavu iskazana tjelesna shema osjeta (stomatotopika) koja omogućuje prepoznavanje tjelesnog područja u kojem je izvor bolnog doživljaja (9-14). Pacijent postaje svjestan osjeta boli tek kada se podražaj iz centra za bol proširi na površinu mozga. Ovisno o psihičkom stanju i utjecaju okoline koji ga mogu pojačati (srdžba, žalost, strah, usamljenost, nesаница) ili ublažiti (suosjećanje, veselje, nada) ovisi kako će bol biti u konačnici doživljena (9-14).

## 1.3. Podjela bola

Prema definiciji bol predstavlja emocionalno i osjetno iskustvo povezano s mogućim ili stvarnim oštećenjem tkiva (2). Bol se može podijeliti na više načina. Najčešća podjela je s obzirom na duljinu trajanja – na akutnu i kroničnu, s obzirom na način pojavljivanja – na neuropatsku i nociceptivnu te s obzirom na lokalizaciju. Orofacijalna bol se najčešće pojavljuje u području donje trećine lica u akutnom ili kroničnom obliku.

### 1.3.1. Orofacijalna bol

S obzirom na lokalizaciju, orofacijalna bol se može podijeliti na dva bola – onaj koji se pojavljuje na licu i onaj koji se pojavljuje u usnoj šupljini (15). Orofacijalna bol je ograničena



na područje usta, a facijalna bol podrazumijeva bol nastalu ispod orbitomentalne crte, ispred ušiju te iznad vrata (Slika 2.) (16, 17).

Psihički čimbenici pridonose složenosti toj vrsti bola. Orofacijalna regija je jedinstvena jer mišići koji sudjeluju u pokazivanju emocija na licu pridonose emocionalnoj sastavnici bola i senzoričkom bolu uslijed lokalne ozljede tkiva (18). Orofacijalna bol se najčešće odnosi na dentalno područje (parodontnog ili pulpnog izvora) i najčešće je akutna. Skoro 40% populacije se bare jednom u životu susrela s tom vrstom bola, koji se pojavljuje uslijed izvođenja nekakvog invazivnog zahvata u usnoj šupljini kao naprimjer ekstarakcija zuba, apikotomija i sl. (18, 19). Dok je akutna orofacijalna bol češća, kronična se pojavljuje u 26% populacije. Predstavlja heterogenu skupinu bolnih stanja lica, čeljusti, temporomandibularnog zgloba i okolnih struktura te čeljusti (20).

### 1.3.2. Ozljede orofacijalne regije

Ozljede orofacijalne regije su vrlo važan uzrok orofacijalne boli te predstavljaju uzrok smrti osoba do 40 godina starosti. One se vrlo često pojavljuju u politraumama (21). Pod pojmom orofacijalnog područja pripadaju organi odgovorni za osnovne funkcije poput govora, disanja, žvakanja, promatranja te njušenja. Iz tog razloga, ozljede tih područja moraju se pažljivo dijagnosticirati i liječiti (21). Epidemiološki uzroci te pojavnost orofacijalnog područja razlikuju se ovisno o ekonomskim, kulturnim i socijalnim čimbenicima te konzumaciji alkohola i prometnoj regulaciji (22, 23). U razvijenim zemljama svijeta, vodeći uzrok frakture lica jest fizički napad, a nakon toga prometne nesreće, športske i ozljede na radu, ozljede pješaka. U nerazvijenim zemljama na prvom mjestu su prometne nesreće, a tek onda ratne ozljede i fizički napadi (24-28).

## 2. TRAUME ZUBA

### 2.1. Epidemiologija i etiologija trauma zuba

Na nastanak ozljeda zuba utječu različiti čimbenici. Ozljede zuba su najčešće kod djece s ortodontskim anomalijama zuba kao što su prisutnost kratke gornje usnice koja u cijelosti ne prekriva gornje zube te povećan prijeklop s protruzijom gornjih sjekutića. Zbog promijene na tvrdim zubnim tkivima, obilan karijes aproksimalnih površina te bolesti koje su praćene strukturalnim anomalijama zuba kao rahitis, lues, amelogenesis imperfecta i dentinogenesis imperfecta su važan čimbenik (29, 30). Incidencija ozljeda zuba je kod dječaka i djevojčica gotovo jednaka, kasnije, tijekom školske dobi ta incidencija se kod dječaka udvostručava jer su dječaci više skloniji grubim igrama, borilačkim sportovima te aktivnijem i agresivnijem ponašanju. Ozljede potpornih struktura zuba su češće u mlječnoj denticiji dok u trajnoj češće nastaju frakture korijena i krune zuba zbog zrelog parodontnog i koštanog tkiva koje se opire pomicanju zuba (29). Zubi trajne denticije češće se ozljeđuju od zuba mlječne denticije. Najčešće ozljeđeni zubi u obe denticije su gornji sjekutići a zatim gornji lateralni odnosno bočni sjekutići (29.). Rizičnu skupinu čine pacijenti koji boluju od cerebralne paralize, epilepsije te djeca kojima je oslabljeno osjetilo sluha i/ili vida. Također, pretile osobe su sklonije ozljedama zuba jer nemaju dobar razvoj motoričke koordinacije zbog smanjene aktivnosti (29.)

## 2.2. Predispozicijski faktori za nastanak zubnih trauma

Vrijeme nestanka trauma ima kliničko značenje ukoliko su posrijedi luksacijske ozljede, frakture krune i korijena, frakture alveolarne kosti, izbijanje zuba te fraktura krune s ekspaniranom pulpom. O vremenu protkelom od trenutka ozljede do početnog liječenja ovisi terapijski postupak i izbor metode liječenja (30). Mjesto gdje je ozljeda nastala vrlo je važno za profilaksu tetanus. Ukoliko se ozljeda dogodila na kontaminiranom mjestu (npr. ulica, cesta, dječje igralište), potrebno je pacijenta uputiti na obaveznu profilaksu tetanus (30.) Način na koji je ozljeda nastala i sredstvo koje je ozljedu prouzročilo omogućuje bolju procjenu vrsta ozljeda te a to treba pobratiti pozornost prilikom kliničkog ispitivanja. Važno je utvrditi je li ozljeda nastala zbog indirektna ili direktna trauma (30.) Prijašnje ozljede zuba ali i ozljede drugih dijelova tijela mogu povećati rizik za nastanak trauma zuba (30.). Opće zdravstveno stanje pacijenta mogu znatno utjecati na plan i uspjeh liječenja (30.). Prethodno liječenje također ima značaj na nastanak trauma. Ukoliko je pacijent već bio podvrgnut hitnom terapijskom postupku, ozljeđeni zub treba kontrolirati, planirati liječenje te evaluirati terapijski postupak (30.).

## 2.3. Klasifikacije zubnih trauma

Da bi se portumačili različiti tipovi ozljeda zuba i oklonih potpornih struktura, razvijeni su brojni sustavi klasifikacije trauma zuba. Svrha tih klasifikacija je mogućnost praćenja i evaluaciju liječenja trauma te olakšavanje terapijskih postupaka istih (30.).

### 2.3.1. Klasifikacija ozljeda zuba po MKB-u

Međunarodna klasifikacija bolesti u stomatologiji je najčešće korištena klasifikacija zubnih trauma. Dio je klasifikacije po Svjetskoj zdravstvenoj organizaciji (29).

Osnovna podjela:

1. frakture zuba
2. ozljede tvrdih zubnih tkiva, pulpe i alveolarnog nastavka
3. ozljede potpornog aparata zuba
4. ozljede usana i usta

Frakture zuba dijelimo na:

- a) infrakciju cakline: to je nepotpuna fraktura cakline kod koje nema gubitka zubnog tkiva
- b) frakturu cakline: kod ove frakture dolazi do gubitka zubnog tkiva koje je ograničeno na caklinu (nekomplikirana fraktura cakline)
- c) frakturu cakline i dentina: dolazi do frakture cakline i dentina ali bez ozljede pulpe ( nekomplikirana fraktura krune)
- d) fraktura cakline i dentina s ekspaniranom pulpom: fraktura cakline i dentina s otvorenom pulpom odnosno komplikirana fraktura krune

### 2.3.2. Luksacijske ozljede

Luksacijske ozljede možemo definirati kao pomak ozljeđenog zuba iz alveoli koji nije praćen ozljedom potpornih tkiva zuba. Nastanak luksacijskih ozljeda ovisi o smjeru i jačini djelovanja sile na zub. Za razliku od mliječne denticije gdje luksacija nastaje uglavnom zbog pada, kod trajne denticije je to udarac u područje zuba (30.). Luksacijske ozljede

najčešće zahvaćaju gornje centralne incisive a nešto rjeđe gornje lateralne incisive te vrlo rijetko zube u donjoj čeljusti. U trajnoj denticiji najčešće dolazi do lateralne luksacije i ekstruzije zuba koja je često kombinirana i s frakturama zubne krune. Kod mliječne denticije najčešća je intruzija zuba nakon koje slijedi ekstruzija zuba (30.). Prilikom kliničkog pregleda pacijenta s luskacijskom ozljedom zuba, koristimo inspekcijske tehnike perkusije, palpacije, ispitivanje vitaliteta pulpe te radiografske snimke (30.)

Terapijski postupci kod luksacije zuba uvelike odnose o vrsti luksacije te proteklom vremenu od ozljede do početka terapijskog postupka. Ozljede okolnih mekih tkiva (najčešće usne) često prate luksaciju. Ukoliko zub pokazuje abnormalnu pokretljivost potrebno ga je imobilizirati. Uz postupak imobilizacije zuba (ukoliko je potrebno), pod terapijske postupke možemo svrstati i žičano- kompozitni splint, potpuno kompozitni splint, akrilatni splint, mobilni fleksibilni akrilatni splint, splint s ortodontskim bravicama i kompozitom, metalni luk te žičanu interdentalnu fiksaciju (30.)

Što se tiče patologije luksacije zuba, već nakon par sati o ozljede možemo uočiti perivaskularno krvarenje i edem pulpe. Perivaskularno krvarenje nastaje zbog prekida cirkulacije u periapexnom području u trenutku trauma. Kao posljedice nastaje raspad kapilarnih stijenki, krvarenje i ishemija. Kod zuba s nezavršenim rastom korijena može doći do nekroze pulpe u koronarnom dijelu zuba (30.)

Različite patološke promijene na zubu, obliteracija zubne komore, nekroza pulpe, gubitak marginalne alveolarne kosti te resorpcija korijena mogu nastati nakon luksacijskih ozljeda. Iz tog razloga, vrlo je važno pratiti zub nakon luksacije. Zub treba pratiti radiografski i klinički, testirati njegov vitalitet te vršiti redovne kontrole kako bi liječenje bilo što uspješnije (30.)

### 2.3.3. Izbijanje zuba

Izbijanje zuba, avulzija ili ekstrakulacija je vrsta ozljede kod koje je zub potpuno istisnut iz alveole. Ovakav gubitak zuba obično izaziva neočekivane i nagle ozljede koje uključuju krvarenje i laceracije u području usta i lica. Zbog toga što su uz avulziju prisutne i ozljede lica, vrlo često pacijenti ne obraćaju pažnju na samu ozljedu zuba te ne zatraže odmah stomatološku pomoć. Može se dogoditi da pacijent izbijeni zub ostavi na mjestu nesreće ili ga pravilno ne transportira. Najbolji medij za očuvanje izbijenog zuba do dolaska u ordinaciju su posebne otopine ali njih nalazimo najčešće kod stručnog osoblja. Stoga, najidealniji medij za transport izbijenog zuba je usna šupljina. Ukoliko su ozljede lica toliko velike da je nemoguće zub transportirati u ustima, izbijeni zub možemo staviti u mlijeko ili zamotati u suhi rupčić. Brzina kojom se izbijeni zub pronađe te vrati u alveolu vrlo je važna za uspješnost replantacije (30.)

Kako je već navedeno, izbijeni zub je vrlo često praćen težim ozljedama lica ili čeljusti te je praćen krvarenjem. Također, može doći do laceracija gdje se obično radi o ozljedi usne te frakturi alveolarne kosti. Ukoliko je avulzija naizgled izolirana, uvijek je potrebno napraviti temeljiti pregled orofacijalnih struktura pacijenta te uzeti anamnestičke podatke. Treba kontrolirati svako jače i/ili nerazjašnjeno krvarenje, okluziju te pokrete mandibule (30.)

Traumatizirano područje oko izbijenog zuba treba vrlo dobro očistiti sterilnom gazom koja je namočena u fiziološku otopinu. Treba odstraniti i ostatke prljavštine i krvnog ugruška sa zuba, gingive i usana. Na taj način omogućujemo i bolji uvid u stanje ozljede. Lacerirana meka tkiva mogu biti inficirana stoga ih treba pažljivo pregledati. Potrebna je i radiografska

analiza laceriranog područja. Pomoću palpacije možemo ustanoviti pokretljivost i frakturiranost krune zuba agonista i antagonista (30.)

Nakon što se uzmu anamnestički podatci i detaljno pregleda usna šupljina, može se izraditi plan liječenja. Važno je da je izbijeni zub čvrst, bez jačih karijesnih lezija ili uznapredovale parodontne bolesti. Alveola izbijenog zuba mora biti bez većih fraktura, nagnječenja ili uznapredovale parodontne bolesti ukoliko želimo uspješnu replantaciju. Ukoliko je ekstraoralno vrijeme dulje od dva sata, zub ima vrlo slabe izgleda da se uspješno sačuva u čeljusti (30.)

Gotovo uvijek nakon replantacije treba izvršiti i prevenciju tetanus. Izbijeni zub može biti kontaminiran česticama tla, ali isto tako i sama rana može biti kontaminirana. Tetanus je vrlo teška bolest koju izaziva *Clostridium tetani* a ima neurotoksično djelovanje. Uzimanjem podataka od pacijenta možemo saznati je li pacijent već cijepljen protiv tetanus te ukoliko nije prosljediti ga na isto. Prije se nakon replantacije davala antibiotska terapija no dokazano je da ona ne ubrzava zacjeljivanje (30.)

Ako mladi trajni zub nema završen rast korijena može se revaskularizirati ako ekstraoralno vrijeme nije bilo duže od dva sata. Ukoliko se radi o zubu sa završenim rastom korijena zub se može revaskularizirati ali nakon replantacije najčešće dolazi do nekroze pulpe s popratnom upalnom reakcijom ako endodonsko liječenje nije bilo ispravno (30.)

#### 2.3.4. Frakture krune i korijena zuba

Frakture krune i korijena zuba su frakture koje zahvaćaju i krunu i korijen zuba, a uključuju cement, caklinu i dentin. Razlikujemo komplicirane i nekomplicirane frakture. Većinu ovakvih fraktura uzrokuju nezgode u prometu, padovi te udarci stranim tijelom u zub. U području frontalnih zuba glavni uzrok je uglavnom direktni udarac, dok je kod premolara i molara najčešći uzrok indirektan. Frakture krune i korijena zuba mogu biti i jatrogeno uzrokovane, npr. ako je zub endodonski liječen a neko vrijeme je proveo bez konačnog ispuna, pritisak pri žvakanju može izazvati frakture (30.)

Kada dođe do frakture, simptomi se razlikuju ovisno o opsegu frakture te je li pulpa ekspanirana ili ne. Pacijenti mogu osjetiti spontanu bol koja se povećava prilikom mastikacije (30.)

Prilikom kliničkog pregleda može se utvrditi dislokacija i pokretljivost koronarnog fragmenta. Kod frontalnih zuba sa završenim rastom korijena frakture su najčešće s otvorenom pulpom, dok kod onih sa ne završenim rastom prevladavaju nekomplicirane frakture. Ako se pacijent ne žali na bolove pri mastikaciji ili da osjeti pod jezikom da je zub pomičan, frakture može biti teško zapaziti (30.).

Kada govorimo o nekompliciranim frakturama koje radiografski i iklinički izgledaju normalno, treba napraviti konačnu rekonstrukciju krune. Ako su frakture komplicirane odnosno s ekspaniranom pulpom najčešće je potreban kirurški tretman osteotomije ili ortodontsko izvlačenje kako bi korijen bio pristupačan za konačnu rekonstrukciju (30.).

#### 2.3.5. Frakture korijena zuba

Frakture korijena možemo definirati kao prekid tvrdih zubnih tkiva uzrokovan djelovanjem trauma ili sile, a koji zahvaća dentin, cement i pulpu. Takve frakture možemo zapaziti kod ozljeda fraktura alveolarne kosti i parodonta (30.) Što se trauma tiče, najvažnije su jake kraniofacijalne ozljede, ali i neke loše navike poput otvaranja boca zubima. Frakture

korijena vrlo su rijetka trauma, a najčešće zahvaćeni zubi su maksilarni incizivi. Najčešće pogađa srednju ili apeksnu trećinu korijena. Većina zuba s frakturom korijena ima očuvan vitalitet pulpe (30.). Prilikom kliničkog predmeta možemo zapaziti laganu eksturziju zuba koji može biti malo nagnut u lingvalnom smjeru. Pacijenti ponekad mogu osjetiti spontanu bol. O tome je li zub više ili manje pomičan ovisi lokalizacija frakture. Fraktura korijena može prouzročiti i promjenu boje zuba odnosno zubne krune što ne mora nužno značiti da je zub avitalan (30.). Način liječenja ovisi o stupnju mobilnosti i elongacije, vremenu proteklom od nastanka ozljede, vitalitetu pulpe te položaju frakturne linije. Uspješnost liječenja ovisi uvelike o odnosu gingivnog sulkusa i cervikalnog dijela zuba i frakturalne linije. Na temelju histoloških osobitosti razlikujemo četiri tipa cijeljenja frakture korijena zuba: cijeljenje kalcificiranim tkivom, cijeljenje interpozicijom vezivnog tkiva, cijeljenje interpozicijom kosti i vezivnog tkiva te cijeljenje interpozicijom granulacijskog tkiva (30.)

### 2.3.6. Frakture cakline

Ozljede cakline spadaju pod ozljede krune zuba koje zahvaćaju samo caklinu. Možemo ih podijeliti na infrakcije ili napukline cakline i potpune frakture cakline. Infrakcije cakline su ozljede s nepotpunim frakturama i bez gubitka zubne supstance. Mogu biti praćene i napuklinama dentina. Razlikujemo palatinalne i lingalne odnosno labijalne. Ozljede potpune frakture cakline možemo definirati kao ozljede zuba koje uzrokuju gubitak dijela cakline bez ekspaniranog dentina ili kao frakture koje su ograničene samo na caklinu (30.).

Većina fraktura cakline nastaje zbog izravnog udarca ili pada. Napukline cakline su uglavnom posljedica djelovanja direktne sile na caklinu (30.). Kako bi smo mogli uočiti napukline cakline potrebno je pri kliničkom pregledu zub promatrati pod svjetlom koje je usporedno s udužnom osi zuba jer ako se ne pregledava pod direktnim svjetlom, mogu nam promaknuti. U odnosu na smjer razlikujemo vertikalne, divergentne i horizontalne napukline cakline. Obično su kombinirane s drugim vrstama ozljeda zuba, a posebice s luksacijama. Kod frakture cakline gubitak zbnog tkiva je ograničen na caklinu u području incizalnog brida ili na mezijalni odnosno distalni kut zubne krune (30.) Prilikom pregleda pacijenta radi se inspekcija traumatiziranog zuba, susjednih zuba i okolnih mekih tkiva odnosno gingive, usana i oralne sluznice. Potrebno je utvrditi granice fraktura zahvaćenih tkiva te opseg te obratiti pažnju na boju zuba koja može biti promijenjena. Palpacijom treba ustanoviti je li zub pomičan, intrudiran, ekstrudiran, luksiran te oštrinu rubova frakturne površine zuba. Nakon inspekcije i palpacije, radi se test vitaliteta pulpe kako bi smo utvrdili njezino stanje (30.).

Ukoliko se radi o napuklini cakline zub nije potrebno liječiti ali je potvrdu utvrditi vitalitet pulpe. Zub može biti osjetljiv na hladne podražaje. Kod frakture cakline obavezna je rentgenografska analiza i ispitivanje vitaliteta. Kako su frakture cakline obično asimptomatske, možemo ih liječiti na dva načina: brušenje i zaglađivanje frakturnog ruba cakline i rekonstrukcijom (30.)

### 2.3.7. Frakture cakline i dentina

Frakture cakline i dentina u frakture koje uz caklinu zahvaćaju i dentin. Kod ovih frakutra dentin i pulpa mogu biti ekspanirani i te frakture nazivamo kompliciranim frakturama (30.) Frakture cakline i dentina najčešće nastaju prilikom pada, udaraca stranim tijelom u zub, prometnim nesrećama ili raznim kontaktnim sportovima. Što se klasifikacije tiče postoje tri kategorije: horizontalna fraktura, kosa fraktura i vertikalna fraktura (30.) Subjektivni simptomi i vrijeme proteklo od frakturiranja zuba najvažniji su podatci koje trebamo dobiti od pacijenta. Nakon toga radi se test vitaliteta zuba koji je najvažniji element za procjenu

stanja pulpe. Potrebno je utvrditi i kako odnosno zbog čega je ozljeda nastala. Pacijenti s ovakvim frakturama najčešće osjećaju bol prilikom mastikacije ili bol na termičke podražaje. Osjetljivost na podražaje bit će znatno slabija ukoliko je od nastanka ozljede proteklo nekoliko mjeseci (30.)

Pregledom frakturiranog zuba utvrđuje se odnos frakture prema pulpi te njen opseg. Kod opsežnih fraktura dentinski sloj može biti tako tanak da kroz njega prosijava pulpa u boliku ružičaste pjege. Kada prilikom pregleda naiđemo na takvo stanje, zub ne smijemo pritiskati sondom jer tanki sloj dentina može puknuti te može doći do ekspozicije pulpe. Zub s frakturom cakline i dentina obično nije pomičan ali ponekad možemo uočiti sublukzaciju s povećanom pokretljivošću. Ukoliko su luksacije jače zub je potrebno imobilizirati (30.) Terapija ovisi o vremenu proteklom od frakture i stanju pulpe. Testiranjem vitaliteta možemo utvrditi je li zub reagira na podražaje. Ako je od trenutka traume prošlo kratko vrijeme, ne možemo pouzdano utvrditi je li se radi o šoku pulpe ili o trajnom gubitku njezina vitaliteta. Stoga se kada i pulpa pozitivno reagira počinje s hitnim postupkom prekrivanja dentina. Ukoliko dođe do nekroze pulpe ili izostanka reakcije pulpe na test vitaliteta, potrebno je endodontsko liječenje (30.)

### 2.3.8. Frakture cakline i dentina s ekspaniranom pulpom

Frakture cakline i dentina s ekspaniranom pulpom nazivamo i kompliciranim frakturama cakline i dentina te one povezuju medij usne šupljine s pulpnim tkivom. Te frakture zahvaćaju pulpu, caklinu i dentin (30.)

Za uspješno liječenje i očuvanje vitaliteta pulpe vrlo je važno vrijeme proteklo od nastanka ozljede. Pacijenti se mogu žaliti na termičke bolne senzacije i ponekad na spontane bolne senzacije. Inspekcijom trebamo utvrditi količinu preostale zubne krune i opseg ekspaniranja pulpe. Ekspanirana pulpa u pravilu ne krvari ali ponekad možemo vidjeti i krvarenje. Ukoliko se takav zub pravodobno ne liječi, pulpno tkivo proliferira u obliku polipa osobito kod mladih osoba s dobrom prokrvljenosti (30.) Kod ovakvih ozljeda vrlo je važna rentgenografska analiza kako bi se utvrdilo stanje apeksa i periapeksne regije, širina korijenskog kanala, fraktura korijena ili alveolarne kosti te stadij razvoja odnosno je li apeks otvoren ili zatvoren (30.). Osnovna svrha liječenja ovakvog zuba je očuvanje vitaliteta zuba a ukoliko to nije moguće, očuvati zub u njegovoj alveoli. Drugim riječima, treba spriječiti upalu i zarazu pulpe te ju očuvati vitalnom i okruženom zubnim tkivom. To se najčešće postiže vitalnom pulpotomijom ili direktnim prekrivanjem pulpe. Ukoliko postoje znaci djelomične infekcije pulpe i tada nastojimo očuvati vitalnim barem dio pulpnog tkiva osobito kod zuba sa široko otvorenim apeksom i nezavršenim rastom korijena. Stoga, prednost se daje djelomičnoj pulpektomiji umjesto ekstripaciji pulpe ili totalnoj pulpektomiji. Jedino ako je pulpa potpuno nekrotična uklanja se u cijelosti, a zub se endodontski liječi (30.) Postoje različiti faktori koji utječu na ishod liječenja a najvažniji od njih su: stadij razvoja apeksa, vrijeme proteklo od ozljede, opseg ekspozicije pulpe, krvarenje ekspanirane pulpe, postupak liječenja, luksacija te fraktura korijena (30.)

Frakture koje ekspaniranu pulpu izravno povezuju sa usnom šupljinom će sigurno izazvati nekrozu pulpe ako se ne primjeni metoda prekrivanja ili neka druga metoda za očuvanje vitaliteta pulpe. Ukoliko se otvorena pulpa ne zatvori, nema mogućnosti za spontano cijeljenje. Ukoliko se otvorena pulpa ne liječi, nakon nekoliko dana pokazuje proliferativne ili destruktivne promjene pulpnog tkiva. Proliferativne promjene uzrokuju hiperplaziju pulpe i stvaranje polipa pulpe. Parcijalnu pulpektomiju primjenjujemo ako je nekroza površinska jer pulpa u dubljim slojevima može biti vitalna (30.)

### 2.3.8. Frakture potporne kosti zuba

Frakture čeljusti ili alveolarne kosti mogu se definirati kao prekid kontinuiteta koštanog tkiva. Glavni etiološki faktori su jaki udarci i prometne nesreće. Kod odraslih prilikom prometne nesreće zbog udarca glavom u volan može doći do frakture cijele čeljusti ili frakture alveolarnog grebena. Kod djece prije nicanja trajnih sjekutića može doći do frakture alveolarnog grebena koji nosi oba sjekutića. Što se klasifikacije tiče, frakture potporne kosti možemo svrstati u četiri skupine:

1. Kominutivne frakture alveolarne kosti (smrskana, zgnječena kost s brojnim fragmentima)
2. Frakture stijenke alveolarne čašice (fraktura ograničena samo na palatinalnu odnosno lingvalnu i labijalnu stijenku alveole čašice)
3. Frakture alveolarnog nastavka (može i ne mora zahvatiti alveolnu čašicu)
4. Frakture čeljusti (maksile ili mandibule) (30.)

Kod komunitivnih fraktura nalazimo djelomično ili potpuno intrudiran zub u alveolu ili pomak krune lingvalno odnosno oralno. Korijen probija stijenku alveolarne kosti u vestibularnom području. Jako intrudiran zub može prodrijeti u nosnu šupljinu te izazvati krvarenje iz nosa. Zub se nalazi čvrsto u alveoli i izuzetno je bolan na perkusiju (30.). Frakture stijenke alveolarne čašice obično su locirane u području maksilarnih inziciva i mogu zahvaćati po nekoliko zuba. Takve ozljede su često praćene jakom traumom odnosno luksacijom s izbijanjem ili dislokacijom zuba. Palpacijom možemo ustanoviti mjesto frakture, a testom pokretljivosti abnormalnu pokretljivost jednog ili više zuba zajedno s alveolarnim grebenom ili ukoliko su zubi izbijeni samo pokretljivost dijela alveolarnog nastavka (30.)

Frakture alveolarnog nastavka najčešće zahvaćaju područje sjekutića ali mogu zahvaćati i područje očnjaka i premolara. Fraktura uglavnom zahvaća i alveolne čašice. To stanje prate luksacije i/ili frakture korijena. Intraoralnim nalazom možemo utvrditi pokretljivost i dislokaciju čitavog fragmenta. Perkusijom svih zuba u frakturirnom segmentu dobiva se mukli ton (30.) Kod fraktura maksile i mandibule, frakture mandibule su češće od fraktura maksile. U gotovo 50% slučajeva fraktura zahvaća alveolnu čašicu i zub. Kliničkim nalazom vidimo dislokaciju fragmenta uz poremećaj okluzije, a testiranjem mobilnosti abnormalnu pomičnost fragmenta. Pomicanje fragmenta i palpacija izaziva kod pacijent jaku bol i krepitaciju. Što se ostalih kliničkih simptoma tiče, nailazimo na otek i hematoma koji možemo napipati na mjestu udarca i u području frakturne linije. Ponekad dolazi do asimetrije lica. Do poremećaja ili gubitka funkcije kosti dolazi zbog boli i grča (30.). Frakture mandibule najčešće su lokalizirane u području sjekutića, očnjaka. Vrata kondila i kuta mandibule. Kod frakture kondila često nailazimo i na frakturu dijela mandibule na suprotnoj strani. Fraktura čeljusti korz alveolarnu čašicu može izgledati kao proširenje parodontne pukotine (30.) Frakture maksile klasificirao je 1900. god. Francuski kirurg Le Fort u tri skupine: horizontalna fraktura, piramidalna fraktura i transverzalna fraktura (30.) Kako postupak liječenja fraktura maksile i mandibule ne spada pod ovu temu, objasniti ćemo samo liječenje frakture stijenke alveolarne kosti i frakture alveolarnog nastavka. Kako su ove frakture izuzetno bolne, rad uz anesteziju je neophodan. Stoga svaki pacijent napočetku terapije dobiva anesteziju. nakon toga se radi repozicija i imobilizacija koja kod odraslih traje 4 tjedna a kod djece oko 3 tjedna jer je kod njih brže zacjeljivanje. Rigidnu imobilizaciju radimo sa splintovima. Nakon toga slijedi rtg kontrola repozicije. Zub moramo pratiti i kontrolirati putem testiranja vitaliteta i rendgenograma najmanje godinu dana (30.)

#### 4. LITERATURA

1. International association for the study of pain. Available at: <http://www.iasppain.org/Content/NavigationMenu/GeneralResourceLinks/PainDefinitions/default.htm> Accessed March 19th, 2012.
2. Mersky H, Bogduk N. Classification of chronic pain: Task force on taxonomy, in Mersky H, Bogduk N (eds): International association for the study of pain. Seattle Wash., pp 209-14.1994.
3. Bagheri SC, Perciaccante VJ, Bays R. Comparison of patient and surgeon assessments of pain in oral and maxillofacial surgery. J Calif Dent Assoc. 2008;36:43- 50.
4. Beecher HK. Relationship of significance of wound to the pain experienced. JAMA. 1956;161:1609-13.
5. Spear PD, Penrod SD, Baker TB, Psychology: Perspectives on behavior. New York, NY: J Wiley, 1988.
6. Gregg JM, Psycho sedation, Part 1: The nature and control of pain, anxiety and stress. In McCarthy FM, ed: Emergencies in dental practice, 3rd ed. Philadelphia, W.B. Saunders: pp 220-5, 1979.
7. Nevin K. Influence of sex on pain assessment and management. Ann Emerg Med. 1996;27:424-6.
- “10” – 8 Rastogi R, Meek BD. Management of chronic pain in elderly, frail patients: finding a suitable, personalized method of control. Clin Interv Aging. 2013;8:37-46.
- “11” – 9 Guyton AC. Medicinska fiziologija. Beograd-Zagreb: Medicinska knjiga, 1998.
- “12” – 10 Melzack R. The Puzzle of Pain. New York: Basic Books, 1973.
- “13” – 11 Kandel ER, Schwartz JH, Jessel TM. Principles of Neural Science. International edition: McGraw-Hill, 2000.
- “14” – 12 Keros P, Božičević D, Stipić I, Kelović Z. Sustav provođenja boli. In: Okrugli stol o boli. Zadar: Krka, pp 10-9,1982.
- “15” – 13 . Kostović I, Judaš M. Temelji neuroznanosti. Zagreb: Medicinska naklada, 1997
- “16”- 14. Rengachary Ss, Wilkins Rh. Principles of neurosurgery. London: Wolfe, 1994.
- “18” – 15 Macfarlane TV, Blinkhorn AS, Craven R, Zakrzewska JM, Atkin P, Escudier MP, Rooney AC, Aggarwal V, Macfarlane GJ. Can one predict the likely specific orofacial pain syndrome from a self-completed questionnaire? Pain. 2004;111:270-7.
- “19” – 16 Zakrzewska JM. Classification and diagnosis of facial pain. In: Zakrzewska JM, Harrison SD, editors. Assessment and management of orofacial pain. Amsterdam: Elsevier; pp 67-8, 2002.
- “20” – 17 Zakrzewska JM, Hamlyn PJ. Facial pain. In: Crombie I, editor. Epidemiology of pain. Seattle, WA: IASP Press; pp 171-202, 1999.



- “21” – 18 Vickers ER, Boocock H, Harris RD, Bradshaw J, Cooper M, Vickers P, Cannon P. Analysis of the acute postoperative pain experience following oral surgery: identification of “unaffected”, “disabled” and “depressed, anxious and disabled” patient clusters. *Aust Dent J.* 2006;51:69-77.
- “22” – 19 Pau A, Croucher R, Marcenes W, Leung T. Development and validation of a dental pain-screening questionnaire. *Pain.* 2005;119:75-81.
- “23” – 20 Galli U, Ettlin DA, Palla S, Ehlert U, Gaab J. Do illness perceptions predict painrelated disability and mood in chronic orofacial pain patients? A 6-month follow-up study. *Eur J Pain.* 2010;14:550-8.
- “24” – 21 Arslan E, Solakoglu AG, Komut E, Kavalci C, Yilmaz F, Karakilic E, Durdu T, Sonmez M. Assessment of maxillofacial trauma in emergency Department. *World Journal of Emergency Surg.* 2014, 9:13.
- “25” – 22 Aksoy E, Unlu E, Sensoz O. A retrospective study on epidemiology and treatment of maxillofacial fractures. *J Craniofac Surg.* 2002, 13:772–5
- “26” – 23 . Erol B, Tanrikulu R, Gorgun B. Maxillofacial fractures. Analysis of demographic distribution and treatment in 2901 patients (25-year experience). *J Craniomaxillofac Surg* 2004;32:308–3.
- “27” – 24 . Gassner R, Tuli T, Hächl O, Rudisch A, Ulmer H. Cranio-maxillofacial trauma: a 10 year review of 9,543 cases with 21,067 injuries. *J Craniomaxillofac Surg.* 2003;31:51–61.
- “28” – 25 van den Bergh B, Karagozoglu KH, Heymans MW, Forouzanfar T. Aetiology and incidence of maxillofacial trauma in Amsterdam: a retrospective analysis of 579 patients. *J Craniomaxillofac Surg.* 2012;40:e165–e9.
- “29” – 26 Bakardjiev A, Pechalova P. Maxillofacial fractures in Southern Bulgaria – a retrospective study of 1706 cases. *J Craniomaxillofac Surg.* 2007;35:147–50.
- “30” – 27 Iida S, Kogo M, Sugiura T, Mima T, Matsuya T. Retrospective analysis of 1502 patients with facial fractures. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2001;30:286–90.
- “31” – 28 . Ramli R, Rahman NA, Rahman RA, Hussaini HM, Hamid AL. A retrospective study of oral and maxillofacial injuries in Seremban Hospital, Malaysia. *Dent Traumatol.* 2011;27:122–6.
29. Jurić H. Dječja dentalna medicina. Zagreb: Naklada Slap; 2015. 489 p.
30. Škrinjarić I. Traume zuba u djece. Zagreb: Globus; 1988. 486 p.

## OSNOVNE ODREDNICE PREHRANE U DJEČIJIM VRTIĆIMA

### Sažetak

U radu je obrađena tema prehrambenih navika djece predškolske dobi. Cilj rada je utvrditi osnovne odrednice prehrane u dječijim vrtićima i popularizirati važnost pravilne prehrane u dječjoj dobi zbog pravilnog razvoja djeteta predškolske dobi. Budući da je predškolsko dijete u procesu stalnog razvoja u radu su opisane osnovne prehrambene potrebe te osnovni hranjivi sastojci koje bi svako dijete trebalo konzumirati. Nepravilna prehrana u fazama intenzivnog razvoja i rasta može uzrokovati većinu hroničnih bolesti djece i odraslih koje obilježavaju moderno doba.

U većini slučajeva roditelji nisu dovoljno informisani o zdravoj hrani koju bi trebali pružiti svojoj djeci te isto tako ne znaju za sve štetne sastojke u hrani koju djeca svakodnevno konzumiraju. Zbog društvenih i privrednih situacija se roditelji vrlo često mogu pronaći u finansijskim problemima te tada nisu u mogućnosti pružiti djetetu potrebnu zdravu hranu za njegov rast i razvoj. Niske finansijske mogućnosti roditelja mogu dovesti do zdravstvenih problema djece kao što su pretilost, mršavo dijete, dijabetes i slično, ako se dijete ne hrani zdravo. Bitno je napomenuti da je pravilna prehrana u vrtiću veoma važna jer dijete tamo najčešće provodi većinu dana. Kako bi se u vrtiću provodila pravilna prehrana, uveden je HACCP sistem koji osigurava kvalitetu prehrane u dječjim vrtićima. Uz pravilnu prehranu jednako je važna i tjelesna aktivnost djece koja se treba svakodnevno podsticati. Pravilna prehrana pomaže u usvajanju zdravog stila življenja te pozitivnih stavova o očuvanju ličnog zdravlja i zdravlja zajednice.

**Ključne riječi:** prehrana, prehrambene navike, zdrava hrana, roditelji, rast i razvoj

## BASIC DETERMINANTS OF NUTRITION IN KINDERGARTENS

### Summary

The paper deals with the topic of eating habits of preschool children. The aim of this paper is to determine the basic determinants of nutrition in kindergartens and to popularize the importance of proper nutrition in childhood due to the proper development of preschool children. Since the preschool child is in the process of constant development, the paper describes the basic nutritional needs and basic nutrients that every child should consume. Improper nutrition in the stages of intensive development and growth can cause most of the chronic diseases of children and adults that mark the modern age.

<sup>1</sup> Nezavisni istraživač, BiH

<sup>2</sup> Fakultet zdravstvenih nauka Evropski Univerzitet Brčko Distrikt, BiH

<sup>3</sup> Deutsches Herzzentrum, Berlin, Deutschland

In most cases, parents are not sufficiently informed about the healthy foods they should provide to their children and are also unaware of all the harmful ingredients in the foods that children consume on a daily basis. Due to social and economic situations, parents can often find themselves in financial problems and are then unable to provide the child with the necessary healthy food for his growth and development. Low financial capabilities of parents can lead to health problems of children such as obesity, lean child, diabetes and the like, if the child does not eat healthy. It is important to note that proper nutrition in kindergarten is very important because the child usually spends most of the day there. In order to ensure proper nutrition in the kindergarten, a HACCP system has been introduced, which ensures the quality of nutrition in kindergartens. In addition to proper nutrition, physical activity of children is equally important and should be encouraged on a daily basis. Proper nutrition helps to adopt a healthy lifestyle and positive attitudes about maintaining personal health and community health.

**Key words:** diet, eating habits, healthy food, parents, growth and development

## UVOD

Važan dio zdravog načina života je i provođenje pravilne odnosno zdrave prehrane. Hrana je naša svakodnevna potreba i vrlo je važnu kakvu hranu, koliko i kada je unosimo u organizam. Promocija zdravih stilova života prioritet je na međunarodnom nivou, a dostupnost i konzumacija zdrave i pravilne prehrane jedno je od osnovnih prava kako bi se postigla što je moguće veći nivo zdravlja. U ranom djetinjstvu prehrana utiče na rast, fizički i kognitivni razvoj i ispunjenje genetskog potencijala čovjeka.

Tokom djetinjstva ljudsko tijelo se ubrzano razvija i zbog toga mu moramo dati dovoljno kvalitetne i raznovrsne hrane koja će mu u tome pomoći. Ako u dječjem razdoblju prehrana nije pravilna, u razdoblju odraslog čovjeka ona može uticati na pojavu patoloških promjena, stanja i hroničnih bolesti (Mikić i sar.2017). U cilju stvaranja pozitivnih prehrambenih navika važno je kvalitetno, razumljivo i na stručnim spoznajama informisati ponajprije roditelje djece, ali isto tako i djecu, posebno u prvim godinama života.

Konvencijom za prava djeteta, koju je 1989. godine usvojio UN, zajamčeno je pravo djece na zdravu i odgovarajuću prehranu kako bi postigli najviši mogući nivo zdravlja. Evropska socijalna povelja revidirana 1996. godine navodi da »svako ima pravo koristiti bilo kakvu mjeru koja mu omogućuje postizanje najviši mogući ostvarivi nivo zdravlja«. Regionalni ured za Evropu Svjetske zdravstvene organizacije (SZO) je 2006. godine usvojio specifični program »Sticanje zdravlja«, koji predviđa razvoj multisektorske strategije usmjerene na prevenciju i suzbijanje hroničnih nezaraznih bolesti.

U školskoj prehrani od presudne je važnosti podići nivo kvalitete obroka, u nutritivnom i senzoričkom smislu, poštujući načela zdravstvene ispravnosti i sigurnosti hrane. Hrana bi trebala biti ukusna i privlačnog izgleda, posebno zbog toga što upravo djeca mogu biti vrlo izbirijiva i teško prihvaćati nove vrste jela.

Neppravilna prehrana u fazama intenzivnog razvoja i rasta može uzrokovati većinu hroničnih bolesti djece i odraslih koje obilježavaju moderno doba. Neke od tih bolesti su pretilo dijete, mršavo dijete, hronične bolesti crijeva i sl. Velike su relacije između prehrane i kasnijim sklonostima bolestima te su relacije iz

godine u godinu sve izraženije. Pravilna prehrana pomaže u usvajanju zdravog stila življenja te pozitivnih stavova o očuvanju ličnog zdravlja i zdravlja zajednice.

Pravilno organizirana služba školske prehrane može pomoći u odabiru nutritivno ispravnih načina prehrane kroz intervencije kao što su ocjena prikladnosti jelovnika i promocija određenih jela/receptata. Osim pripreme i podjele obroka u skladu sa standardima i normativima, služba školske prehrane ima i važnu ulogu u edukaciji o prehrani kojom su obuhvaćeni djeca, roditelji i učitelji.

Osnovni Cilj ovog rada je utvrđivanje osnovnih odrednica pravilne preheane u dječijim vrtićima.

## **PREHRAMBENE POTREBE**

Za normalno funkcionisanje organizma, a kod djece i za normalan rast i razvoj potrebni su prehrambeni sastojci. Osnovni prehrambeni sastojci hrane kako i kod odraslih, tako i kod djece su masti, vitamini, minerali, bjelančevine, odnosno proteini i ugljikohidrati, odnosno ugljikohidrati. Sve te sastojke možemo pronaći u nekoliko osnovnih skupina namirnica: meso, mlijeko, povrće, voće i žitarice (Percl, 1999). Hrana također mora sadržavati vodu, odnosno vlakna ili celulozu. Masti i ugljikohidrati su izvor energije organizma, vitamini i minerali su građevni i zaštitni sastojci tkiva, odnosno neophodni sastojci koji sudjeluju u izmjeni tvari u organizmu, dok su bjelančevine osnovni građevni sastojak tkiva. Nedostatak svakog od tih osnovnih sastojaka kako navodi Percl (1999) može se očitovati kao manjak u organizmu ili može uzrokovati neki organski poremećaj.

Kao primjer idealnog sastava hrane uvijek se navodi majčino mlijeko. Ono je za dojenče najbolje jer mu pruža sve potrebe za normalno funkcioniranje organizma, te mu omogućuje idealan rast i razvoj tokom prve godine života (Percl, 1999).

U današnje vrijeme je slaba edukacija majki oko dojenja te nažalost nisu sve majke upoznate s dobrobiti dojenja pa ne doje svoje dijete. Kada dijete prelazi na drugu hranu koja mora omogućiti zadovoljavanje svih prehrambenih sastojaka, potrebno je mnogo znanja i edukacije kako bi se sve potrebe zadovoljile hranom. Najčešće ograničena novčana situacija u porodici utiče na prehranu djeteta jer mu roditelji ne mogu priuštiti sve što mu je potrebno u hrani, a često je problem i u neznanju roditelja pa dijete ne dobiva dostupnu, a kvalitetnu hranu.

Kalorijske potrebe i potrebe za bjelančevinama najveće su u dojenačkoj dobi, što je vidljivo u tablici koju navodi Percl (1999), te su čak oko dva i pol puta veće nego u adolescentnoj dobi.

Prosječne energetske potrebe s obzirom na razvojnu dob djeteta:

- dojenče dnevno treba 100 kcal do 120 kcal po kilogramu tjelesne mase
- predškolsko dijete dnevno treba 85 kcal do 100 kcal po kilogramu tjelesne mase
- u dobi od 7 do 10 godina dijete dnevno treba oko 85 kcal po kilogramu tjelesne mase
- energetske potrebe adolescenata kreću se od 1.800 kcal do 2.200 kcal na dan (Bralić, 2012).

## OSNOVNI SASTOJCI HRANE

Pravilna prehrana ima za cilj osigurati optimalan rast i razvoj djeteta, spriječiti pojavu pothranjenosti ili pretilosti te specifičnih deficitarnih bolesti. Kako bi djetetu osigurali sve potrebno za pravilan rast i razvoj potreban je pravilan unos namirnica biljnog i životinjskog porijekla (Percl, 1999).

Također ćemo mu takvim izborom hrane osigurati potrebne makronutrijente: bjelančevine, ugljikohidrate, masti i mikronutrijente: vitamine, minerale i enzime. Uz pravilnu prehranu nikako ne smijemo zaboraviti i unos vode u organizam.

## ŠTETNI SASTOJCI HRANE

Nisu svi sastojci hrane dobri i korisni za dijete. Kako bi se djetetov organizam razvijao u pozitivnom smjeru, potrebna mu je hrana koja ima hranjive sastojke, ali vrlo često djeca konzumiraju i hranu koja sadrži štetne sastojke. „Danas je brojnim istraživanjima nedvojbeno dokazano da neke bolesti u odrasloj dobi imaju svoje porijeklo i korijene u djetinjstvu, u nepravilnoj prehrani“ (Percl, 1999:17). Neke od tih bolesti su ateroskleroza (ovapnjenje krvnih žila), srčani i moždani udar te povišeni krvni tlak. Te bolesti su posljedica obilnog uživanja u posoljenoj hrani te dugotrajnog trošenja velikih količina čvrstih masnoća koje sadrže kolesterol. Jedna od bolesti koja se u današnje vrijeme sve više javlja je dijabetes, tzv. šećerna bolest. To je prekomjerno uživanje u rafiniranim šećerima, odnosno u jelima s bijelim šećerom, slatkim jelima te slatkišima (Percl, 1999).

Neizbježne štetne sastojke također nalazimo u voću i povrću. Tako se za bolji rast biljaka i životinja koriste umjetna gnojiva, hormoni i antibiotici. Od njih ne možemo pobjeći ako nemamo vlastiti vrt pa ćemo svojoj porodici moći pružiti svježije voće i povrće za koje znamo kako je održavano i njegovano. Sve što služi podspješavanju rasta biljaka i životinja opasnije je za djecu nego za odrasle te to svaka majka koja priprema hranu za svoje dijete mora imati na umu pri odabiru namirnica i pripremi hrane. Drugi brojni štetni sastojci hrane opasni za zdravlje su pesticidi koji služe za uništavanje korova i štetočina na biljkama. Za njih možemo reći da su gotovo neizbježni sastojak hrane pa se ni ne govori ima ili ih nema u hrani, nego se određuje koja je najveća dopuštena količina pesticida koju hrana koja se daje djeci smije sadržavati. Postoje državne uredbe kojima se reguliše sadržaj takvih štetnih dodataka u industrijskoj pripremi hrane (Percl, 1999).

Djecu već od rane dobi valja učiti da ne sole previše hranu, da ne jedu jako soljenu hranu poput mesnih narezaka te puno slanih grickalica. S druge strane, naspram soli, treba ih učiti da ne jedu niti puno slatkoga, slatkiša poput bombona, lizaljki, odnosno svega s rafiniranim šećerima. Moramo ih naviknuti da jedu dovoljno hrane koja sadrži celulozu, pogotovo onu djecu koja imaju problema sa zatvorom i tvrdom stolicom.

## OBILJEŽJA PREHRANE U PREDŠKOLSKOJ DOBI

„Dob od druge do šeste godine života jest razdoblje relativno ujednačenog rasta i porasta težine. Djeca narastu u visinu prosječno 6 - 8 cm. Mnogo se kreću, istražuju svoju okolinu, sve hoće kušati pa velik dio unesene energije potroše na fizičku aktivnost“ (Percl, 1999). Koliko djeca energije potroše varira od djeteta do djeteta, pa su neka djeca mirnija, a neka aktivnija. Prehrambene potrebe djeteta se u toj dobi ne mjenjaju bitno s obzirom na prethodno

razdoblje. Dijete treba imati u jednom danu tri glavna obroka i najmanje dva međuobroka. Hrana koja bi trebala biti zastupljena u glavnim obrocima je riba, jaja, lako probavljive vrste mesa, žitarice i njihovi proizvodi i povrće (Percl, 1999). Kao međuobrok bi se djeci trebalo ponuditi svježe i suho voće, povrće, mliječni proizvodi, manji komad kolača, namazi od mahunarki i slično. Također, tokom dana djetetu treba nuditi više puta neku tekućinu, najbolje vodu.

U predškolskoj dobi dijete treba oko 1 gram bjelančevina dnevno, ali treba nešto manje kalorija po kilogramu tjelesne težine (Percl, 1999). Pretvaranje ugljikohidrata u kalorije se brže obavlja pa će dijete veći dio svojih potreba za aktivnosti podmirivati iz ugljikohidrata. U ovom periodu dijete jede manje mlijeka nego prethodno, pa će potrebe za proteinima podmirivati više iz mesa. Zbog toga mu treba ponuditi veću porciju mesa za obrok.

Masnoće se podmiruju iz uobičajenih izvora, a preporučuje se da se podmiruju više iz biljnih nego životinjskih masnoća. Za meso se preporučuje da se priprema kuvanjem ili pirjanjem, a ne pečenjem, pohovanjem ili prženjem jer se kuvanjem i pirjanjem ne zadržava toliko masti u gotovom jelu koliko se zadržava drugim načinom pripreme (Percl, 1999). Preporučuje se upotrebljavati meso peradi i riblje meso, a manje tzv. crveno meso, odnosno junetina, govedina i svinjetina.

Djecu treba naučiti na manji unos holesterola već u ranoj dobi te time usvajaju prevenciju od bolesti koje su povezane holesterolom, kao što je ateroskleroza, visoki tlak i slično.

Šećere u hrani je najbolje podmirivati iz voća, žitarica, oopšte skroba, a manje iz bijelog šećera, odnosno rafiniranog šećera. Dijete sada treba otprilike isti broj i vrstu obroka kao što je i prije jelo ako jede isključivo u porodici, odnosno ako ne pohađa vrtić, samo što je sada u obrocima zastupljeno puno manje mliječnih obroka.

Ne smijemo zaboraviti da djetetu i sada treba mliječnih obroka kako bi dobivao potrebnu dozu kalcija za bolji razvoj kosti. Roditeljima je u ovom periodu lakše i sa pripremom hrane i odabirom jelovnika jer dijete jede hranu istu kao i oni te isto pripremljenu. U periodu od druge do šeste godine je moguće da će dijete neku hranu odbijati, ali to ne treba zabrinjavati majku jer je to česta pojava. Potrebno je samo hranu koju odbija zamjeniti sličnim namirnicama kako bi mu se pružilo ono što mu je za rast i razvoj potrebno. Moguće je i namirnicu koju će dijete odbijati probati pripremiti na drugi način, pa ju dijete možda prihvati. Također, dijete ne smijemo navikavati na hranu koja može štetiti njegovom organizmu, kao što je pretjerano konzumiranje slatkisa, grickalica, masne i slane hrane zbog mogućih posljedica u odrasloj dobi. Takva hrana mu ne bi smjela biti cijeli dan dostupna, već ju je potrebno staviti na neko mjesto koje je djetetu nedostižno. Svi radimo veliku grešku uz gledanje televizije. Najčešće posegnemo za čipsom, raznim grickalicama, čokoladom ili bombonima koje nisu zdrave u prekomjernoj količini.

Kako pomoći djetetu prihvatiti nove okuse i hranu?

- započnite s malom količinom novog okusa uz već poznatu prihvaćenu hranu
- vrijeme hranjenja neka bude u smirenoj okolini, bez požurivanja i ometanja (igra, TV)
- obratite pažnju na estetski izgled hrane
- ne koristite preferiranu hranu (npr. sladoled) kao nagradu djetetu što je pojelo hranu koju ne voli, jer će to dovesti da dijete još više zavoli preferiranu hranu

- namirnice koje dijete odbija, a želite ih uvesti u prehranu, ponudite više puta
- ne očekujte da će dijete odmah prihvatiti sve nove namirnice i okuse
- svojim dobrim prehrambenim navikama budite najbolji primjer vašem djetetu.

Poželjno je dijete naučiti da svakodnevno ima tri glavna obroka i dva međuobroka. Takav raspored obroka daje mogućnost obavljanja svakodnevnih aktivnosti i zadovoljenje energijskih potreba djeteta (Bralić, 2012). Dijete treba svakodnevno imati zajutak, doručak, ručak, užinu i večeru. Od svih pet obroka koje dijete ima u danu, barem tri će imati u vrtiću, ako pohađa vrtić. Iznimno je važno dan započeti doručkom, koji djeci jamči početnu energiju jer doručak doprinosi raspoloženju, jačem imunološkom sistemu i boljem obavljanju dnevnih zadataka.

**Tablica 1.** Preporučene vrste namirnica po obrocima u dječjem vrtiću za djecu od 1-6 godina

VRIJEME OBROKA (sati)	OBROK	% DNEVNIH POTREBA	PREPORUČENE VRSTE NAMIRNICA ZA POJEDINE OBROKE za djecu od 1-6 godina
6:30-7:00	Zajutak	10	Mlijeko sa žitnim pahuljicama ili topli mliječni napitak sa pecivom ili keksima, voće, i sl.
8:30-9:00	Doručak	25	Mlijeko ili mliječni napitci, žitne pahuljice ili kruh, sir, mliječni namazi i namazi od ribe, mesne prerađevine (naresci), jaja i voće
12:00-13:00	Ručak	35	Juhe, kuhano povrće ili variva od povrća, krumpira, mahunarki i žitarica, složena jela od mesa s povrćem, krumpirom i proizvodima od žita, meso, perad, riba, jaja, salate od svježeg povrća i voće
15:00-15:30	Užina	10	Mliječni napitci, mlijeko sa žitnim pahuljicama, kruh, namaz, voće, prirodni voćni sok, slastice
18:00-19:00	Večera	20	Kuhana lagana jela od povrća, krumpira i proizvoda od žita s mesom, peradi, ribom, jajima, sirom i sl., salate od svježeg povrća, žitarice s mlijekom ili fermentiranim mliječnim proizvodima, voće

### Mršavo dijete

Mršavost nije uvijek i najčešće uzrokovana bolešću. Možemo ju prepoznati po manjku potkožnog masnog tkiva, ali su kosti i mišići dobro razvijeni te dijete ima primjerenu visinu (Percl, 1999). Mršavo dijete ne pokazuje nikakve druge znakove bolesti, jednostavno ima

manjak potkožnog masnog tkiva iako ono može dobro jesti. Mršavo dijete ne mora uvijek biti bolesno. Pothranjenost je najteži oblik mršavosti. Pothranjenost je odstupanje od normalnog prirasta na težini, a kasnije i u visinu (Percl, 1999). Može nastati tako da se već stečena tjelesna masa gubi, najčešće zbog slabog unosa i iskorištavanja hrane ili nekih iscrpljujućih bolesti. Razlika između mršave djece i pothranjene djece je što su mršava djeca vrlo aktivna te se djelom energija iz hrane gubi i zbog njihove velike fizičke aktivnosti. Pothranjena djeca su neaktivna, nezadovoljna i slabog apetita zbog bolesti.

## **Pretilo dijete**

Pretilost se obično definiše kao „prekomjerno nagomilavanje masnog tkiva“ (Komnenović, 2006). Većim djelom je pretilost uslovljena prekomjernim unosom vrlo kalorične hrane dok je manjim djelom konstitucijski uslovljena. Dijete može biti pretilo još od rane dobi te se tako razvijati i ostati tokom cijeloga života. Pretilo dijete je ono čija ukupna težina sadrži više od 25% masti kod dječaka, odnosno 32% masti kod djevojčica (Komnenović, 2006). Dječja pretilost je iz godine u godinu sve rasprostranjenija i javlja se u ranijoj dobi. U razvijenim zemljama svako treće dojenče ima prekomjerenu tjelesnu težinu. Učestalost pretilosti je porasla tokom zadnjih decenija i poprima epidemijske razmjere.

Nepravilna i loša prehrana i nedovoljna fizička aktivnost su navike koje vode ka pretilosti, a usvajaju se već u ranoj dječjoj dobi te mogu obilježiti čitav život. Loše navike koje vode ka pretilosti često su prisutne već u ranoj dječjoj fazi.

U današnje vrijeme se uočava da adolescenti, ali isto tako i djeca predškolske dobi, previše vremena provode pred televizijom i kompjuterom pa samim time nemaju dovoljno fizičke aktivnosti.

Roditelji imaju primarnu ulogu u oblikovanju ponašanja djeteta. Ako su roditelji aktivni i potiču djecu na fizičke aktivnosti na otvorenom prostoru te im pružaju pravilnu prehranu, djeca ne bi trebala imati problema s pretiilošću. Također, ako dijete ima predispozicije za pretilost, roditelji bi trebali to uočiti te mu pojačati fizičke aktivnosti za kretanjem, vožnjom bicikle, plivanjem, pješaćenjem i slično.

Odgovorno roditeljstvo, stvaranje pozitivnog i poticajnog okruženja, zajednički, obiteljski objedi, sve to zajedno pomaže da dijete izgradi dobre navike u prehrani. Djetetu je potrebna podrška te samo dijete mora uvidjeti neposredne posljedice svoje prekomjerne debljine.

## **TJELESNA AKTIVNOST**

Prije tridesetak godina tjelesna aktivnost bila je sastavni dio svakodnevnog života djeteta (Bralić, 2012). Djeca su bila slobodnija, uključena u niz neorganiziranih tjelesnih aktivnosti, spontanih i nestrukturiranih igara bez znatnijeg uticaja odraslih osoba. Danas, posebno u većim gradovima, se ta spontanost izgubila, a roditeljima se nudi sve više organizovanih aktivnosti („bebe plivači“, sportski vrtići, sportski klubovi i sl.). Veliki dio današnje djece odrasta „sjedeci“. Djeca se više ne igraju sa svojim vršnjacima na ulici, u parkovima, na igralištima kao što je to prije bilo normalno. Sve manje djece možemo vidjeti vani kako trčkara za svojim vršnjacima, a sve više ih je kući pred računalom ili TV-om. Takvo ponašanje utiče i na zdravlje djeteta. Tjelesna neaktivnost pogoduje razvoju pretilosti već u dječjoj dobi, što može pogodovati razvoju kroničnih bolesti kardiovaskularnog sistema u sve



ranijoj dobi. Pretilost u ranoj dobi može imati i uticaja na nastanak tjelesnih deformacija, poput spuštenih stopala, deformacije kralježnice i sl.(Mikić i sar.2017).

Stručno planiranom ciljanom aktivnošću određenih mišićnih skupina te dugotrajnim ponavljanjem usvajaju se vještine pravilnog izvođenja pokreta pa se time mogu postupno smanjiti pojedini deformiteti tijela (Bralić, 2012).

S aspekta tjelesne ne/aktivnosti današnja djeca mogu se svrstati u 3 grupe:

- ❖ jeca koja u svakodnevnom životu nemaju nikakvu dodatnu tjelesnu aktivnost izvan obavezne nastave tjelesnog odgoja u školi
- ❖ djeca koja se rekreativno bave nekom vannastavnom tjelesnom aktivnošću (ples, mažoretkinje, ...)
- ❖ djeca sportisti uključeni u organizovanu tjelesnu aktivnost u sportskim klubovima (Bralić, 2012).

Tjelesna aktivnost ima znatan uticaj na poboljšanje svih čovjekovih sposobnosti, osobina i znanja te ju treba uskladiti s uzrastom i mogućnostima djeteta. „Odgojno-obrazovna i zdravstvena struka na osnovu savremenih spoznaja zalažu se upravo za veći obuhvat djece rekreativnim bavljenjem sportom kao bitnom odrednicom u njihovom „zdravom sazrijevanju“, ali i s aspekta prevencije niza poremećaja zdravstvenog stanja najmlađih“ (Bralić, 2012). Tjelesna aktivnost ima za cilj održavanje zdravlja i kondicije, primjerenu socijalizaciju djeteta te korekciju nekih deformacija sistema za kretanje. Aktivnost je najbitnija kako bismo očuvali naše zdravlje, ali nam je uz nju potrebna i pravilna prehrana. I nivo tjelesne aktivnosti i dječje prehrambene navike moraju biti primarna briga roditelja i odgajatelja. „Uspostava ravnoteže u ranoj dobi, različitim tjelesnim aktivnostima i raznovrsnom prehranom, olakšat će sticanje zdravih životnih navika“ (Virgilio, 2009). Piramida Aktivnog početka djece naglašava uravnoteženi pristup provođenju tjelesne aktivnosti, dok piramida zdrave prehrane pomaže u pravilnom izboru hrane za djecu.

## 10 PREHRAMBENIH SAVJETA

1. *Dijete nikada nemojte stavljati na dijetu*
2. *Budite pozitivan uzor djetetu*
3. *Nemojte raditi pritisak*
4. *Nemojte praviti dogovore*
5. *Doručak – najvažniji obrok u danu*
6. *Planirajte pet do šest obroka dnevno.*
7. *Više voća i povrća*
8. *Ne zaboravite na tekućinu*
9. *Povremeno dopuštajte malo slatkiša*

## **ZAKLJUČAK**

Prehrana predškolskog djeteta ne smije biti stihijska. Posebno je važno što i koliko djeca jedu. Djeci predškolskog uzrasta treba osigurati raznolike namirnice jer jedino kombinovanje namirnica iz svih grupa može osigurati djeci sve potrebne sastojke za pravilan rast i razvoj, ali i kvalitetan život kasnije. Uravnotežena, raznovrsna, redovna i umjerena prehrana je važna za sva razdoblja djetetovog rasta i razvoja kako bi ono moglo uspješno i učinkovito obavljati svakodnevne aktivnosti. Već u ranoj dječjoj dobi stvaraju se određene prehrambene navike, pa se treba potruditi da djeca u najranijem djetinjstvu steknu pravilne prehrambene navike. Dobre prehrambene navike koje dijete usvoji tokom djetinjstva postaviti će osnovu njegove prehrane u odraslom uzrastu.

Aktivnost je najbitnija kako bismo očuvali naše zdravlje, ali nam je uz nju potrebna i pravilna prehrana. Uspostava ravnoteže u ranoj dobi, različitim tjelesnim aktivnostima i raznovrsnom prehranom, olakšat će sticanje zdravih životnih navika.

Obaveza odraslih je da planiraju i kontrolišu dječju prehranu te je prilagode njihovim potrebama. Da bi svojoj djeci prenijeli ljubav prema zdravoj hrani, prije svega je i sami moramo imati. Iako živimo u vremenu koje je daleko od idealnog za život, svejedno možemo birati ono što ima pozitivne učinke na naše zdravlje te pokušati izbaciti ili smanjiti ono loše. Upravo zato, svijest o tome da možemo birati što ćemo davati svojem djetetu (ili sebi), glavni je pokretač za preuzimanje aktivne uloge u stvaranju i obnavljanju zdravlja.

## LITERATURA

1. Bauer, J. (2005). *Nutricionizam*. Zagreb: HENA COM.
2. Boban - Pejić, J. (1998). *Prirodno i zdravo za bebe i djecu*. Zagreb: Biovega d.o.o.
3. Boban - Pejić, J. (2007). *Za bebe i djecu - cjelovita i organska prehrana od trudnoće do školske dobi*. Zagreb: Planetopija.
4. Bralić, I. i suradnici (2012). *Kako zdravo odrastati*. Zagreb: Medicinska naklada.
5. Komnenović, J. (2006). *Dječja prehrana: od prvog obroka do školske užine*. Zagreb: Naklada Nika.
6. Mikić, B., Ahmetović, O. (2006). *Ishrana i oporavak*. Tuzla. Fakultet za tjelesni odgoj i sport Univerziteta u Tuzli.
7. Mikić, B., Ivanek, V., Mašić, Z. (2017). *Pravilna prehrana kao način života. Pravilna prehrana kao način života*. Tuzla. NAUČNA REVIJA. Časopis za zdravstvene i tehničke nauke. Godina II, Vol. 1, br.3.
8. Mikić, B., Vuletić, B., Ivanek, V. (2016.) *Nutrigenomika kao temelj za koncept personalizirane prehrane*. Mostar. Univerzitet modernih znanosti CKM.
9. Percl, M. (1999). *Prehrana djeteta*. Zagreb: Školska knjiga.
10. Pollan, M. (2012). *Hrana je zakon: kako se ukusno i zdravo hraniti*. Zagreb: Algoritam.

## PREHRANA SPORTISTA U ADOLESCENCIJI

### Sažetak

Pravilna sportska prehrana je ona koja će zadovoljiti sve energetske i hranjive potrebe sportista te mu omogućiti dobro zdravlje, visoku učinkovitost sportskih izvedbi, ali i dobar oporavak nakon treninga ili natjecanja te spriječiti ozljede. Smjernice za pravilnu prehranu pružaju odgovarajuće preporuke prehrane za adolescente koji se bave redovnom, umjerenom tjelesnom aktivnošću, te se stoga mogu smatrati i sportskom prehranom.

Osnovni Cilj ovog rada je utvrđivanje činjenica o prehrani mladih sportista u adolescenciji, uticaju pravilne prehrane na tijelo mladog sportiste, na njegovo oblikovanje, te objasniti koliko je hrana moćna i uticajna i za um i tijelo.

Sada je već poznato da pravilna prehrana omogućuje odgovarajući unos energetskih i svih hranjivih tvari, a ključ pravilne prehrane je u raznovrsnosti, ravnoteži i umjerenosti te dobroj informisanosti i znanju. U doba rasta i razvoja izrazito je važno voditi računa o energetskim potrebama te dovoljnom unosu hranjivih tvari. Dugotrajni nedovoljni ili prekomjerni unos energije i/ili hranjivih tvari može ozbiljno, pa čak i trajno nanijeti tegobe i ugroziti zdravlje, a djeca i mladež su osobito osjetljivi.

Razvijanje dobrih prehrambenih navika kroz učenje o potrebnim dnevnim količinama hrane i hranjivih tvari za dobro zdravlje je važno započeti već u djetinjstvu. Raznolikost i umjerenost je ključ zdrave prehrane. Niti jedna namirnica ne sadrži sve bitne hranjive sastojke u količini koja nam je potrebna, stoga treba jesti raznoliku hranu, da osiguramo pravilnu prehranu. Što je hrana raznolikija, to je mogućnost da će se razviti pomanjkanje ili prevelika količina pojedinih hranjivih sastojaka manja.

Adolescenti mogu naučiti koje su namirnice nutritivno bogatije a koje siromašnije, te koliko je koje hrane potrebno jesti u obliku veličina serviranja, što je jako važno kako bi kroz usvojene pravilne prehrambene navike kasnije tokom svog života mogli očuvati dobro mentalno, duševno i fizičko zdravlje.

**Ključne riječi:** prehrana, sport, adolescenti, namirnice, suplementi.

### Abstract

Proper sports nutrition is one that will satisfy all the energy and nutritional needs of the athlete and enable him good health, high efficiency of sports performance, but also a good recovery after training or competition and prevent injuries. The Nutrition Guidelines provide

<sup>1</sup> Fakultet zdravstvenih nauka Evropskog univerziteta Brčko distrikt, BiH

<sup>2</sup> Pedagoški fakultet Evropskog univerziteta Brčko distrikt, BiH

<sup>3</sup> FPMOZ, Sveučilište u Mostaru, BiH

appropriate dietary recommendations for adolescents who engage in regular, moderate physical activity, and can therefore be considered a sports diet as well.

The main goal of this paper is to establish facts about the diet of young athletes in adolescence, the impact of proper nutrition on the body of a young athlete, its shaping, and explain how powerful and influential food is for both mind and body. It is now known that a proper diet allows for an adequate intake of energy and all nutrients, and the key to a proper diet is in variety, balance and moderation, and good information and knowledge.

In the age of growth and development, it is extremely important to take into account energy needs and sufficient intake of nutrients. Prolonged insufficient or excessive intake of energy and / or nutrients can seriously and even permanently cause problems and endanger health, and children and adolescents are particularly vulnerable.

Developing good eating habits through learning about the daily amounts of food and nutrients needed for good health is important to start as early as childhood. Diversity and moderation is the key to a healthy diet. No food contains all the essential nutrients in the amount we need, so we need to eat a variety of foods, to ensure proper nutrition. The more varied a food is, the less likely it is that a deficiency or overdose of certain nutrients will develop.

Adolescents can learn which foods are nutritionally richer and which are poorer, and how many foods need to be eaten in the form of serving sizes, which is very important so that through adopted proper eating habits later in life they can maintain good mental, mental and physical health.

**Key words:** nutrition, sports, adolescents, foods, supplements

## UVOD

Adolescencija označava period ukupnog tjelesnog, psihološkog, emocionalnog i socijalnog odrastanja koje se proteže od kraja djetinjstva do odrasle dobi. Prema WHO( Svjetska Zdravstvena Organizacija) obuhvata razdoblje od 10-18 godina (rana, srednja i kasna). Adolescencija je jedno od kritičnih razdoblja za razvoj poremećaja ishrane: gojaznosti, anoreksije, bulimije. Porast učestalosti gojaznosti i rizika za razvoj gojaznosti djece i mladih poprima u posljednjih dvadesetak godina epidemijske razmjere i to ne samo kod nas, već i u evropskim zemljama i u svijetu. Porast tjelesne težine tokom djetinjstva i adolescencije povezuje se s pojavom gojaznosti odraslih, a što ima za posljedicu pojavu kardiovaskularnih bolesti, dijabetesa, kariesa i drugih bolesti već u ranim dvadesetim godinama života (Antonić i sar.2004). Gojazno dijete zahtijeva vrlo kompleksan pristup kako od strane roditelja i nastavnika, tako i od strane zdravstvenih radnika. Mogućnosti za medikamentozno liječenje gojazne djece su vrlo ograničene, stoga je tendencija da se radi na usvajanju navika pravilne ishrane, optimalne za dob i pol te na usvajanju navika zdravog stila života.

Zdrava/pravilna prehrana je način prehrane kojom se u organizam unose sve tvari potrebne za rast, razvoj te održavanje normalne funkcije tkiva i organa. Sportisti zbog dodatnih fizičkih aktivnosti imaju povećane potrebe za kvalitetnim hranjivim tvarima i energijom kako bi izdržali napore i zahtjevne vježbe i treninge. Posebno mladi sportisti, adolescenti, koji su još u razvoju, trebaju uravnoteženu prehranu i kvalitetne obroke, kako bi se i fizički i mentalno razvili (Mikić i sar., 2006).

U tom razdoblju mladi se još oblikuju i rastu, kreiraju svoje stavove, te je jako bitno da stvore i prave stavove i odnos prema hrani. S obzirom da se još razvijaju i to pod dodatnim fizičkim opterećenjima u raznim sportovima, trebaju hranu koja će im osigurati sve potrebne nutrijente, dati potrebnu energiju, te opskrbiti tijelo bitnim vitaminima i mineralima.

**Osnovni cilj** ovog rada je utvrđivanje činjenica o prehrani mladih sportista u adolescenciji, uticaju pravilne prehrane na tijelo mladog sportiste, na njegovo oblikovanje, te objasniti koliko je hrana moćna i uticajna i za um i tijelo.

## ADOLESCENCIJA I SPORT

Tokom rasta, organizam djeteta ili adolescenta nalazi se u vrlo intenzivnom razdoblju u kojem se zbivaju važne fiziološke promjene te u kojem i organizam drugačije, u odnosu na odraslu dob, podnosi tjelesni napor. Trener, stručno specifično obrazovana osoba, školovana za rad s djecom, uvijek treba imati na umu da dijete ili adolescent nije samo "minijatura odraslog čovjeka". Poznavanje zakonitosti rasta i razvoja te morfoloških i funkcionalno - fizioloških promjena koje se zbivaju u toj fazi života, nužno je za svakoga tko upućuje dijete ili pak adolescenta na tjelesnu aktivnost, a posebno sportsko treniranje. Sportski trening, naime, može, ukoliko je dobro odabran, koncipiran i doziran, biti stimulativni faktor u rastu i razvoju, ali pretjerani i/ili dobi neprimjeren trening može imati negativno djelovanje (Mikić i sar., 2017).

Istraživanja pokazuju značajnu pozitivnu povezanost mentalnog zdravlja i bavljenja tjelesnom aktivnošću. Tjelesna aktivnost djeluje na mnoge aspekte kvalitete života kod adolescenata i njihovu dobrobit ostvarujući svoj uticaj na zdravlje, ali isto tako i psihološki i socijalni razvoj.

Bavljenje sportom ima više pozitivnih djelovanja za adolescente - pruža bolju koncentraciju pri kognitivnim zadacima, bolje interpersonalne vještine i izgrađivanje odnosa među vršnjacima.

Poboljšava razvoj specifičnih motoričkih sposobnosti i pozitivno djeluje na sticanje adekvatnih znanja za rješavanje svakodnevnih radnih zadataka, a posebno onih koji se najčešće praktično primjenjuju u životu i u radu. Osim na razvoj tjelesna aktivnost pozitivno utiče i na psihološku dobrobit djece i mladih jer podiže samopoštovanje i poboljšava sliku o sebi te umanjuje psihosocijalni stres, depresiju i anksioznost (Mikić i sar. 2017).

Opšteprihvaćena preporuka je da se s redovnim, organiziranim tjelesnim vježbanjem započne što ranije, odnosno već u predškolskoj dobi. Naime, pozitivan odnos i navike prema tjelesnom vježbanju stečeni već u toj dobi, kasnije će se produžiti kroz cijeli život.

Tjelesna aktivnost je potrebna kako bi organizam pravilno funkcionirao i ojačao, te učvršćuje tijelo i utiče na pravilno držanje tijela. Nedovoljna tjelesna aktivnost je povezana i s problemom sve većeg broja pretile djece u svijetu.

Tjelesna aktivnost i tjelesna spremnost u djetinjstvu i adolescenciji mogu uticati na zdravlje tokom djetinjstva i adolescencije, ali i na zdravstveni status u odrasloj dobi. Tjelesna aktivnost djece i adolescenata je prevencija za razvoj hroničnih bolesti koje je moguće razviti kasnije u životu.

## PREHRANA SPORTISTA ADOLESCENATA

Proučavajući ulogu namirnica u prehrani, naučnici su došli do uvjerenja da hrana mora biti punovrijedna ako se hoće sačuvati zdravlje, organizam održati u dobrom fizičkom i duševnom stanju i ako se želi jačati obrambena snaga tijela protiv bolesti. Današnjim izučavanjem o prehrani pokazalo se da su punovrijedni hranjivi sastojci hrane (Makronutrijenti):

- **Bjelančevine** ili proteini biljnog i životinjskog porijekla
- **Masnoće** biljnog i životinjskog porijekla
- **Ugljikohidrati** ili šećeri i škrob

Hrana sadrži i nehranjive sastojke bez kojih nije moguć život (Mikronutrijenti), a to su:

- **Vitamini**
- **Mineralne tvari**
- **Enzimi**
- **Voda**

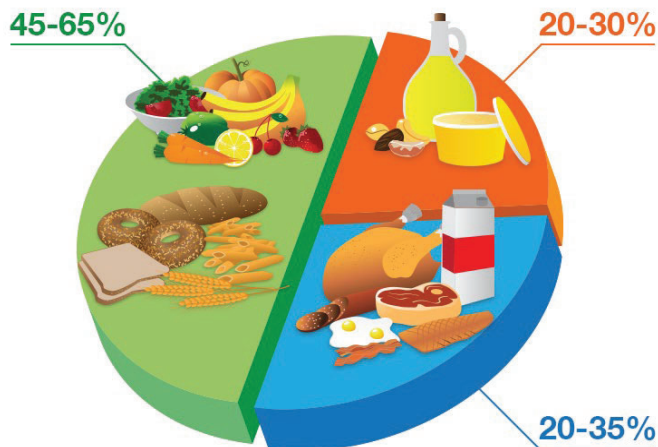
Osnovne hranjive tvari su bjelančevine, masti i ugljikohidrati i one čine najveći dio čvrste hrane. Gledani hemijski one se sastoje od tri elementa ugljika, vodika i kisika, samo bjelančevine još sadrže dušik. Neke bjelančevine imaju još i druge elemente kao što je fosfor i sumpor. Hranjivost namirnica i jela mjeri se energetsom vrijednošću. To znači da s vrijednosti namirnica i jela mjeri količinom topline koju oslobađaju njezine hranjive tvari pri sagorijevanju u organizmu. Tako je energetska vrijednost:

<b>1 gram bjelančevina</b>	<b>4Kcal ili 16,7 kJ</b>
<b>1 gram masnoće</b>	<b>9Kcal ili 37,6 kJ</b>
<b>1 gram ugljikohidrata</b>	<b>4Kcal ili 16,7 kJ</b>

$$1 \text{ Kcal} = 4,18 \text{ kJ}$$

Organizam troši energiju i kad miruje, kada ništa ne radi fizički, ni umno. Za vrijeme fizičkog rada čovjek troši više energije, a mnogo manje kod umnog rada. Prosječna dnevna količina potrebne energije ovisi o raznim osobinama, spolu, dobi, tjelesnoj težini, zdravstvenom stanju, težini fizičkog rada, a ovisi i od klimatskih uslova u kojima čovjek živi. Zbog toga govorimo o prosječnoj energetskej potrebi čovjeka.

## Preporučeni energentski unos



*Slika1.* Preporučeni energetska unos; *Izvor: Mikić i sar.2006*

Sportska prehrana treba biti dobro organizirana i planirana, uravnotežena, nutritivno bogata i kvalitetna, a naglasak je na ispunjenju većih energetske i hranjive potrebe sportista adolescenata te redovne hidratacije u odnosu na ostale adolescente.

Pojačane potrebe na unosu energije i hranjive tvari javljaju se kod adolescenata (dob od 12 do 18 godina), osobito kod onih koji se bave sportom. Te pojačane potrebe nisu značajno veće te se mogu zadovoljiti pravilnom isplaniranom i raznovrsnom prehranom.

Adolescenti sportisti moraju zadovoljiti prehranbene potrebe dodatne tjelesne aktivnosti, ponekad i svakodnevnog treninga i natjecanja, a istovremeno moraju imati prehranu koja zadovoljava njihov vrlo intenzivan rast i razvoj.

Oni koji ne vode dovoljno računa o svojoj prehrani su umorni, razdražljivi i letargični, javlja se potištenost, slabije održavaju interes za odabrani sport a moguće je i rizik od ozljede.

Sportistima treba omogućiti i poticati ih da imaju pravilnu, raznovrsnu i dobro planiranu prehranu kako bi izdržali svakodnevne treninge.

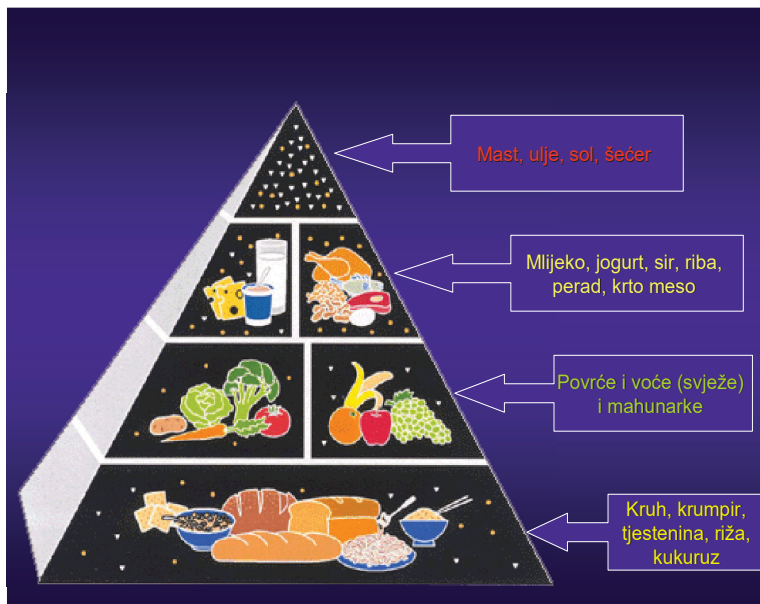
To znači da su im potrebni hranjivi i redovni obroci, osobito doručak i hranjivi međuobroci. Da bi lakše prihvatili i navikli se na pravilnu prehranu potrebno se informisati, steći određeno znanje i imati podršku, a njihovi roditelji i treneri imaju ključnu ulogu u tome. Oni trebaju znati da stanje uhranjenosti sportista utiče na njegovu sportsku izvedbu, ali i da njihova prehrana i odabir hrane tokom adolescencije značajno utiče na dugoročno zdravlje.

### Raznolikost hrane

Moderno vrijeme nameće određeni način života - tempo je brži nego ikad prije, stres i zagađenje okoline su naša svakodnevnica. Slobodnog vremena sve je manje, a jesti zdravo je sve veći izazov. Najidealnije bi bilo, rasporediti dnevne obroke na tri veća i dva manja obroka. Obroke ne bi trebalo "preskakati" i trebalo bi ih uskladiti sa dnevnim aktivnostima. Optimalno vrijeme između obroka je tri do četiri sata. Na taj su način obroci ravnomjerno



raspoređeni u toku dana. Doručak je najvažniji obrok nakon noćnog posta i ključni faktor u kontroli tjelesne težine.



*Slika 2.* Piramida zdrave prehrane

Raznolikost i umjerenost je ključ zdrave prehrane. Niti jedna namirnica ne sadrži sve bitne hranjive sastojke u količini koja nam je potrebna, stoga treba jesti raznoliku hranu, da osiguramo pravilnu prehranu. Što je hrana raznolikija, to je mogućnost da će se razviti pomanjkanje ili prevelika količina pojedinih hranjivih sastojaka. Svakodnevno bi trebali odabrati sastojke hrane iz nekoliko glavnih grupa. To su: žitarice, povrće, voće, mlijeko i meso. (Šatalić i sar., 2015).

## Hidratacija

Voda je neophodno potrebna za život. Dvije trećine našeg organizma je voda. U njoj se otapaju sve tvari unesene u organizam. Svi kemijski procesi u organizmu odvijaju se u vodi. Vodom se prenose bjelančevine, masti, ugljikohidrati, minerali, vitamini i ostale tvari. Jednim djelom prenosi se i kisik. Može se reći da sve u organizmu dolazi i polazi s vodom. Bez vode nema života. Čovjek može izdržati bez hrane, ali ne i bez vode. Vodu unosimo uzimanjem tekućine i hrane, a najviše čajem, mlijekom, sokom, juhom, voćem, bezalkoholnom pićima i sladoledom. Čak i kruta hrana sadrži male količine vode. Jedan mali dio vode stvara se i u organizmu. U tijelo dnevno unosimo od 1 do 3l vode prema težini i godišnjem dobu. Pitkom vodom u organizam unosimo i određene mineralne soli i elemente.

Voda je najvažniji nutrijent koji ima brojne funkcije u našem tijelu. Voda omogućava transport hranjivih tvari i uklanjanje otpadnih metabolita, omogućava homeostazu stanice, održava kardiovaskularni volumen. Tjelesne izvedbe slabe pri dehidraciji od 1-2 posto, a pri većoj dehidraciji od 7 posto može doći do kolapsa organizma. Razlikujemo 3 stanja:

- Euhidracija (stanje normalne količine ukupne tjelesne vode)
- Hipohidracija-dehidracija (stanje smanjene količine vode u organizmu)
- Hiperhidracija (stanje povećane količine vode u organizmu)

**Euhidracija** je stanje normalne količine ukupne tjelesne vode.

**Hipohidracija** je stanje s manjom količinom ukupne tjelesne vode od normalnog. Ovo stanje loše utiče na rezultate, te otežava vježbanje. Do ovog stanja može doći usred intenzivnog znojenja ili ako sportista ne unosi dovoljno tekućine za vrijeme treninga.

**Hiperhidracija** je stanje povišenog sadržaja ukupne tjelesne vode. Najčešće dolazi usljed unosa velike količine tekućine neposredno prije tjelesne aktivnosti, da bi se spriječila dehidracija. No, ta se metoda pokazala lošom zbog javljanja neugode u želucu zbog veće količine vode pa se odražava i na izvedbu same aktivnosti. Moguće je i trovanje vodom odn. hiponatremija.

Hiponatremija (koncentracija natrija ispod 130 mmol/L) nastaje kod dugotrajnog, obilnog znojenja i prilikom prevelikog unosa vode u želji za nadoknadom tekućine. Hiponatremija se najčešće javlja kod trkača početnika koji nisu mršavi, koji trče polako, slabo se znoje i onih koji konzumiraju preveliku količinu vode prije, za vrijeme i nakon utrke.

Zdravstveni rizici uzrokovani dehidracijom i gubitkom elektrolita su mišićni grčevi, toplinska iscrpljenost i toplinski udar. Ta stanja nastaju tokom vježbi visokog intenziteta i dugog trajanja i rezultiraju odustajanjem od natjecanja i kolabiranjem tokom ili ubrzo nakon. Unatoč unosu tekućine tokom treninga, sportisti mogu očekivati da će na kraju imati određeni deficit. Gubitci bi se trebali nadoknađivati u pauzama tako da svako novo vježbanje počne u stanju euhidracije.

## SUPLEMENTI KOD SPORTAŠA ADOLESCENATA

Dodatke prehrani dijelimo u četiri skupine:

- oni koji dokazano djeluju
- oni koji bi mogli biti djelotvorni ali nisu još dovoljno testirani
- suplementi koji djeluju protivno navedenom
- opasni, zabranjeni i ilegalni nadomjesci.

Među suplemente koji dokazano djeluju pripadaju dodaci prehrani u obliku vitamina i minerala. Dodaci prehrani za sportaše mogu biti napitci, proteinski prahovi ili tablete, proteinske pločice, zamjenski obroci, BCAA aminokiseline, razni gaineri, kreatin, razni biljni pripravci itd. Oni nisu testirani na adolescentima ili djeci, tako da nema dokaza o sigurnosti njihove upotrebe za tu populaciju.

Naime, određene studije čak pokazuju kako su tvrdnje mnogih dodataka nepouzdanе. Na sportske sposobnosti najprije utiču kvaliteta prehrane, količina sna i odmora, genetika i program treninga. (Mikić i sar. 2017). Korištenje sportskih dodataka može dovesti do ozbiljnih zdravstvenih tegoba i posljedica. Suplementi koji se danas koriste u sportskim aktivnostima dijele se na dozvoljene i nedozvoljene dodatke prehrani.

Dozvoljena stimulativna sredstva oporavka su supstance i postupci koji fiziološkim putem djeluju na uvećanje učinka sportista. Suplementi koji se danas koriste u sportskim aktivnostima dijele se na dozvoljene i nedozvoljene dodatke prehrani. Dozvoljena stimulativna sredstva oporavka su supstance i postupci koji fiziološkim putem djeluju na uvećanje učinka sportista.

*To su:*

- Disajne smjese i jonizovani zrak
- Barokomore
- Sredstva koja u normalnim dozama fiziološki djeluju
- Proteinski koncentрати, aminokiseline i njihovi derivati
- Glukočni polimeri i ostali energeti
- Lipotropici
- Kolagenski preparati, glukozamin i hondrotin sulfat
- Vitaminsko-mineralni preparati
- Elektrostimulacija i
- Fizioterapija.

Zabranjene grupe supstanci:

- Stimulansi (stimulants)
- Narkotici (narcotics)
- Anabolički steroidi (anabolic agents)
- Diuretici (diuretics)
- Peptidni hormoni (peptide hormones, mimetics and analogues).

Ovi dodatci prehrani za sportaše se ne preporučuju za osobe mlađe od 18 godina.

Neke smjernice za adolescente koji žele održati svoje sportske izvedbe na nivou a da ne posežu za suplementima su: (Vurdelja, 2000).

- odrediti prioritete, dobro planirati dan i obaveze, odmarati se, spavati dovoljno, najmanje 8 sati dnevno
- naučiti se opustiti, ne izlagati se stresu i stresnim situacijama, nekoliko minuta dnevno posvetite se unutarnjem miru i disanju kako bi se kvalitetno pripremili za slijedeću obavezu
- organizirati kvalitetnu i nutritivno bogatu prehranu, izbjegavati fast food, masnu i slatku, industrijski rafiniranu hranu
- jesti redovito, barem 5 dnevnih obroka
- Ponekad sportaši zbog školskih obaveza preskaču doručak i idu odmah odraditi trening, važno je jesti dobro prije i nakon treninga
- izbjegavati štetne navike poput pušenja i pijenja alkohola te konzumiranja kofeina
- obratiti se treneru, svom liječniku u vezi bilo kakvih pitanja ili problema prije samostalnog donošenja odluka u vezi prehrane ili programa treninga.

## ZAKLJUČAK

Moderno vrijeme nameće određeni način života - tempo je brži nego ikad prije, stres i zagađenje okoline su naša svakodnevnica. Slobodnog vremena sve je manje, a jesti zdravo je sve veći izazov. Pravilna sportska prehrana je ona koja će zadovoljiti sve energetske i hranjive potrebe sportista te mu omogućiti dobro zdravlje, visoku učinkovitost sportskih izvedbi, ali i dobar oporavak nakon treninga ili natjecanja te spriječiti ozljede. Smjernice za pravilnu prehranu pružaju odgovarajuće preporuke prehrane za adolescente koji se bave redovnom, umjerenom tjelesnom aktivnosti, te se stoga mogu smatrati i sportskom prehranom.

Treba naglasiti da preporučena, odnosno pravilna prehrana uvelike ovisi o tome kojeg je dijete spola, koje je dobi, koliko je tjelesno aktivno te o zdravstvenom stanju. Uprkos svim navedenim različitostima, principi pravilne prehrane su isti, samo raznovrsna i uravnotežena prehrana najbolje doprinosi dobrom zdravlju. Sada se zna da pravilna prehrana omogućuje odgovarajući unos energetskih i svih hranjivih tvari, a ključ pravilne prehrane je u raznovrsnosti, ravnoteži i umjerenosti te dobroj informisanosti i znanju.

U doba rasta i razvoja izrazito je važno voditi računa o energetskim potrebama te dovoljnom unosu hranjivih tvari. Dugotrajni nedovoljni ili prekomjerni unos energije i/ili hranjivih tvari može ozbiljno, pa čak i trajno nanijeti tegobe i ugroziti zdravlje, a djeca i mladež su osobito osjetljivi. Manjkom unosa željeza kroz duže vrijeme nastaje i manjak crvenih krvnih tjelešaca što rezultira anemijom sidropenicom (sidropenična anemija). Ovaj oblik anemije je najčešći oblik anemije u tinejdžerskoj dobi, a posljedica je dugotrajnog uzimanja hrane koja pretežno sadrži ugljikohidrate i namirnice siromašne željezom.

Razvijanje dobrih prehrambenih navika kroz učenje o potrebnim dnevnim količinama hrane i hranjivih tvari za dobro zdravlje je važno započeti već u djetinjstvu.

Raznolikost i umjerenost je ključ zdrave prehrane. Niti jedna namirnica ne sadrži sve bitne hranjive sastojke u količini koja nam je potrebna, stoga treba jesti raznoliku hranu, da osiguramo pravilnu prehranu. Što je hrana raznolikija, to je mogućnost da će se razviti pomanjkanje ili prevelika količina pojedinih hranjivih sastojaka manja.

Adolescenti mogu naučiti koje su namirnice nutritivno bogatije a koje siromašnije, te koliko je koje hrane potrebno jesti u obliku veličina serviranja, što je jako važno kako bi kroz usvojene pravilne prehrambene navike kasnije tokom svog života mogli očuvati dobro mentalno, duševno i fizičko zdravlje.

## LITERATURA

1. Antonič – Degač, K., Kaić – Rak, A., Mesaroš-Kanjški, E., Petrović, Z., Capak, K. (2004). Stanje uhranjenosti i prehrambene navike školske djece u Hrvatskoj. *Pediatrics Croat.* 48:9-15.
2. Bralić, I., Matanić, D., Tahirović, H. (2011). Prehrambene navike i stil života urbanih adolescenata Trogira, Hrvatska: *Pedijatrija danas*, volumen 7, broj 2, (str 137-143).
3. Cigrovski, V. Malec, L. Radman, L. (2012). Znanje o prehrani i prehrambene navike mladih sportaša i njihovih savjetnika. Zagreb.
4. Grgurović D. (2014). Prehrana sportaša. Zagreb. Sveučilište u Zagrebu.
5. Kamenjašević, M. Oršolić, N. Matković, A. Matković, B. (2017). Učinkovitost polifenolne prehrane na zdravlje i funkcionalnu sposobnost sportaša i rekreativaca. Zagreb.
6. Mikić, B., Ahmetović O. (2006). Ishrana i oporavak. Fakultet za tjelesni odgoj i sport. Tuzla. Univerziteta u Tuzli.
7. Mikić, B., Ivanek, V., Mašić, Z. (2017). Pravilna prehrana kao način života. Pravilna prehrana kao način života. Tuzla. NAUČNA REVIIJA. Časopis za zdravstvene i tehničke nauke. Godina II, Vol. 1, Br.3.
8. Mikić, B., Vuletić, B., Ivanek, V. (2016.) Nutrigenomika kao temelj za koncept personalizirane prehrane. Mostar. Univerzitet modernih znanosti CKM.
9. Sarić, M. Dijetetika - Planiranje i evaluacija obroka, Sveučilište u Zadru.
10. Stojanović, D., D. Marković. (2011). Nutrigenomika-nauka za 21. vek. *Vojnosanitetski Pregled*, 68(9) 786-791.
11. Šatalić, Z., Sorić M., Mišigoj-Duraković M. (2015). Sportska prehrana. Zagreb.
12. Vurdelja, M. (2000). Prehrana i dopunska prehrana sportaša. Zagreb. Hrvatski olimpijski odbor.
13. Zlatić M. (2016). Uloga ugljikohidrata u prehrani sportaša. Bjelovar.
14. Živković, R. (2000). Hranom do zdravlja. Zagreb. Medicinska naklada; 90.
15. <https://nutricionizam.com/dijeta-kod-adolescenata/>

## FAKTORSKA STRUKTURA MOTORIČKIH SPOSOBNOSTI KOD UČENIKA 17 GODIŠNJAKA

### Abstract

Atletika je jedan od osnovnih sportova i neophodna grana fizičkog vaspitanja, koja uključuje trčanje, posebno kao trkačku disciplinu, koja datira još od najstarijih vremena, odnosno prvih Olimpijskih igara iz 776. godine pre nove ere, gde se trčalo u jednom periodu 129 metara, i bila je jedina trkačka disciplina. Za realizaciju istraživanja sproveden je postupak istraživanja na 250 učenika četvrte godine u dve opštinske srednje škole, uzrasta od 17 do 18 godina, sa razlikom u starosti +/- šest meseci. Predmet istraživanja je motorički prostor kod učenika od 17 godina (četvrta godina) odnosno faktorska struktura varijable koje definišu motorički prostor. Problem koji se proučava je direktno povezan sa motoričke sposobnosti učenika. Cilj istraživanja je utvrditi faktorsku struktura varijable koje definišu motorički prostor kod 17-godišnjaka. Primenom faktorske analize utvrđeni su šest lateni faktori.

**Ključne reči:** faktorska struktura, učenici, motoričke varijable

## FACTOR STRUCTURE OF MOTOR ABILITIES IN 17-YEAR-OLD STUDENTS

### Abstract

Athletics is one of the basic sports and an essential branch of physical education, which includes running, especially as a racing discipline, dating back to ancient times, i.e. the first Olympic Games in 776 BC, where running was practiced for a period of 129 meters, and it was the only racing discipline. For the realization of the research, a research procedure was conducted on 250 fourth-year students in two municipal high schools, aged 17 to 18, with a difference in age of +/- six months. The subject of the research is the motor space in 17-year-old students (fourth year), i.e. the factor structure of the variables that define the motor space. The problem being studied is directly related to the students' basic motor abilities. The aim of the research is to determine the factor structure of the variables that define the motor space in 17-year-olds. Six latent factors were identified using factor analysis

**Keywords:** factor structure, students, motor variables

<sup>1</sup> Mother Theresa University, Faculty of Social Sciences, Sport and Sport Sciences, Skopje, Republic of North Macedonia

<sup>2</sup> University of Tetovo, Faculty of Physical Education and Sport, Tetovo, Republic of North Macedonia

## **Introduction**

Atletika je jedan od osnovnih sportova i neophodna grana fizičkog vaspitanja, koja uključuje trčanje, posebno kao trkačku disciplinu, koja datira još od najstarijih vremena, odnosno prvih Olimpijskih igara iz 776. godine pre nove ere, gde se trčalo u jednom periodu 129 metara, i bila je jedina trkačka disciplina. Atletika je poznata i kao kraljica sportova jer u njoj postoji nekoliko grana i sportskih disciplina (Iseni, A. 2013). Atletske discipline imaju svoje posebne karakteristike i njihovim sistematskim upražnjavanjem (vježbanjem, treningom, takmičenjem) možemo razviti određene navike i vrijednosti u oblasti čovjekove motorike, psihofizičkih kvaliteta, vaspitanja ličnosti i higijenske kulture (Cvjetinović, S. 2018). Specifične motoričke sposobnosti najčešće se stiču i uslovljavaju trenažnim procesom u svakom sportu.

Uspjeh u tjelesnom i zdravstvenom odgoju uvjetovan je nizom dimenzija antropološkog statusa, a od kojih motoričke sposobnosti i motorička znanja (kretne strukture) imaju dominantan utjecaj. Uz to su motoričke sposobnosti i motorička znanja najdirektnije vezani za efikasnost u pojedinim sportskim aktivnostima (Emini, B. at all 2022). Sve se više ističe da je transformacija antropološkog statusa učenika primarni cilj nastave tjelesnog i zdravstvenog odgoja, a da su sportske aktivnosti sredstvo za postizanje tog cilja (Novaković, R. at. al.2013). Sport kao što je atletika sve više se razvija u pogledu trenažnog procesa, takmičenja kao i rezultata. U tome mnogo doprinosi multidisciplinarni pristup ovom sportu, usavršavanje stručnih kadrova organizovanje i stvaranje kvalitetne baze masovnosti. Dobra baza masovnosti i dobro organizovan proces razvoja mladih atletičara može se postići samo uz sistematski rad i kvalitetnu selekciju mladih za atletske škole.

Planom i programom Zavoda za razvoj obrazovanja Republike Makedonije, u nastavnom planu i programu predmeta, u školama srednjeg obrazovanja zastupljen je predmet Sport i sportske aktivnosti, u kojem učenici ostvaruju veliki dio znanja. potrebe za fizičkom aktivnošću. Ovaj predmet u srednjoškolskim smjerovima zastupljen je sa 3 (tri) sata sedmično, odnosno 108 sati godišnje, što ukazuje na značaj koji se pridaje fizičkoj aktivnosti i njenom uticaju na formiranje ličnosti mladog čoveka, posebno u njegovom psihomotornom rastu i razvoju. Istraživanje povezanosti (relacija) između različitih segmenata antropološkog statusa učenika je neprekidan proces koji mora da traje, jer je poznato da tjelesni i zdravstveni odgoj označava trajan, planski i sistematski proces djelovanja tjelesnim vježbanjem na učenika, posebno u njegovim mlađim uzrastima (Bajric, O at al 2011).

## **Material & Metode**

Istraživanja je sprovedeno na 250 učenika četvrte godine u dve opštinske srednje škole „Drita“ i „Mirko Smileski“ iz Kičeva, uzrasta od 17 do 18 godina, sa razlikom u starost + šest mjeseci.

Predmet istraživanja je bazično-motorički prostor kod učenika od 17 godina (četvrta godina) odnosno faktorska struktura varijable koje definišu bazično-motorički prostor. Problem koji se proučava je direktno povezan sa bazično-motoričke sposobnosti učenika. Cilj istraživanja je utvrditi faktorsku struktura varijable koje definišu motorički prostor kod 17-godišnjaka. Za potrebe ovog istraživanja korišćeni su sledeći testovi za procenu motoričkih sposobnosti prema metodologiji Metikos i saradnici (1989). Ove varijable svojim vrijednostima predstavljaju objektivnu mjeru za procenu sposobnosti snage, brzine i izdržljivosti, jer su mjerljive i objektivne u pokazivanju motoričkih sposobnosti ispitanika.

*Uzorak bazično-motoričkih varijabli*

1. skok u dalj sa mesta (MSDM), 2. Troskok sa mesta (MTOM), 3. Troskok sa jačom noguom (MTJN), 4. Troskok sa slabijom noguom (MTSN), 5. Sprint na 30m (MS30m), 6.

Bacanje medicinske sa lažečeg položaja 3 kg (MFML), 7. Bacanje đule preko glave 6 kg. (MFDPG), 8. Sklekovi na tlu (MSKT), 9. Sklekovi na razboju (MSKR), 10. Pretklon na klupu (MPRK), 11. Leđna muskulatura na Švedski sanduk (MGMS), 12. Tbušni mišić na ripstol (MSMR), 13. Bench press 50 kg. za 20 sek. (MBP)14. Zgibovi na vratilu za 20 sekundi. (MZV20s.)

## 2. Uzorak specifičnočno-motoričkih varijabli

1. Abalak, vertikalni skok sa mjesta (MBSM), 2. Abalak iz polučučnja (MVSPC), 3. Bacanje đule s dvije ruke ispred tijela (MFDPPT), 4. Izdržaj u zgibu na vratilo (MIZV), 5. Petoskok s mjesta (MPSM), 6. Petoskok sa jačom nogom (MPSJN), 7. Petoskok sa slabijom nogom (MPSN), 8. Sprint na 60 m. (MS60m), 9. Sprint na 120 m. (MS120m.), 10. Trčanje na 600 m. (MT600m.), 11. Benč sa maksimalnom težinom za 15 sek. (MBMT15 sek.), 12. Dizanje utega sa nogama 20 sek. (MPTN20 sek.), 13. Penjanje uz merdevine sa utegom na ramenu 20 sekundi. (MTRKS20 sek.)

U postupku istraživanja ovog rada primijenjena je faktorska analiza. U faktorskoj analizi izračunavaju se sljedeći statistički parametri: karakteristični korijeni, procentualni varijabilitet, kumulativni procenti, komunalitete, nerotirana faktorska matrica i varimax rotacija.

## Resultate

Uz pomoć klasične Hotellingove procedure za izdvajanje glavnih komponenti, faktorizovana je matrica interkorelacija. Prema Gutmann Kaiserovom kriteriju, to su glavne komponente čije su vlastite vrijednosti jednake ili veće od jedan, što daje veću generalizaciju i značajnost izdvojenih faktora. U tabeli br.1, prikazni su rezultati sosptvenih vrednosti i procenat objašnjene varijanse-motornih varijabli

Tabela br.1 Sosptvenih vrednosti i procenat objašnjene varijanse motornih barijabli

Value	Eigenval ( $\lambda$ )	Total Variance%	Cumul. Eigenval ( $\lambda$ )	Cumul. %
1	10.326	38.244	10.326	38.244
2	3.186	11.802	13.512	50.045
3	2.195	8.131	15.707	58.177
4	1.318	4.881	17.025	63.057
5	1.138	4.215	18.163	67.272
6	1.026	3.799	19.189	71.072

U tabeli br.1 pretstavljeni su ekstahirane 6 glavne komponente, odnosno Hotellingovi faktor. Prvi latentni faktor ima vlastitu vrijednost  $\lambda = 10,32$  i iscrpljuje ukupnu varijansu za 38,24%. Drugi latentni faktor ima svoju vrijednost  $\lambda = 3,18$  i iscrpljuje ukupnu varijansu za 11,8%.



Treći latentni faktor ima svoju vrijednost  $\lambda = 2,19$  gdje iscrpljuje ukupnu varijansu za 8,13%, dok četvrti, peti i šesti faktor imaju svoju vrijednost nešto više od jedan, pa četvrti faktor iscrpljuje ukupnu varijansu za 4,88%, peti faktor za 4,21 %, a šesti latentni faktor iscrpljuje ukupnu varijansu za 3,79 %.

Prema dobijenoj matrici izdvojenih latentnih faktora, oni objašnjavaju ukupnu varijansu sa vrijednošću od 71,07%.

U tabeli br.2 prokazane su rezultati Nerotirajuće faktorske matrice i komunaliteti motornih varijabli. Iz prikazane rezultate primećuje se da projekcije vektora manifestnih motoričkih varijabli nisu relativno homogeno zasićene glavnim komponentama, što znači da su ekstrahovani faktori relativno nezavisni jedan od drugog. Prema tome, Varimax rotacija glavnih komponenti je najprikladniji postupak za određivanje latentnih dimenzija motornog prostora ispitivanog uzorka.

Određene vektorske projekcije date manifestnim motoričkim varijablama relativno su dobro objašnjene faktorima ekstrakcije.

*Tabela br.2 Nerotirajuća faktorska matrica i komunaliteti motornih varijabli*

Varijable	Component						Multiple R- Square (h)
	F - 1	F - 2	F - 3	F - 4	F - 5	F - 6	
<b>MSDM</b>	.814	.045	-.218	.019	.116	.089	.733
<b>MTOM</b>	.870	.049	-.214	.013	.168	.079	.840
<b>MTJN</b>	.899	.058	-.195	-.031	.136	.065	.874
<b>MTSN</b>	.891	.042	-.143	.004	.138	.050	.838
<b>MS30m</b>	-.680	.248	.194	.133	.305	.044	.674
<b>MFML</b>	.452	.619	.339	-.110	-.095	-.067	.728
<b>MFDPG</b>	.474	.582	.166	-.249	-.154	-.059	.680
<b>MSKT</b>	.596	-.365	.482	-.099	.163	-.184	.791
<b>MSKR</b>	.553	-.367	.469	-.249	.245	-.153	.805
<b>MPRK</b>	.328	.018	.150	.448	-.114	.152	.367
<b>MGMS</b>	.467	-.079	.153	.369	-.303	-.359	.604
<b>MSMR</b>	.431	-.230	.280	.352	-.045	-.471	.665
<b>MBP</b>	.340	.307	.703	-.183	-.033	-.013	.739
<b>MZV20s</b>	.605	-.480	.174	-.230	.287	-.072	.767
<b>MBSM</b>	.450	.643	-.111	.273	.215	-.168	.777
<b>MVSPC</b>	.563	.655	-.146	.223	.141	-.153	.861
<b>MFDPPT</b>	.427	.633	.105	-.257	-.108	-.089	.680
<b>MIZV</b>	.456	-.527	.090	.245	.302	.024	.645

MPSM	.836	.044	-.274	.036	.106	.108	.800
MPSJN	.820	-.033	-.244	-.039	.038	.112	.748
MPSN	.888	-.039	-.220	-.056	.070	.067	.852
MS60m	-.671	.259	.159	.208	.376	.065	.733
MS120m	-.679	.274	.167	.207	.372	.077	.751
MT600m	-.551	.269	.023	-.238	.415	-.089	.613
MBMT15	.113	.021	.544	.236	-.081	.394	.527
MPTN20	.449	.004	.342	-.159	-.092	.448	.553
MTRKS20	.508	.041	.242	.353	-.049	.309	.541

Extraction Method: Principal Component Analysis. a 6 components extracted

Ortogonalnom transformacijom početnog koordinatnog sistema izdvojeno je šest Varimax faktora (tablica 3). U ovoj proceduri korišten je odgovarajući varimax kriterij, gdje je primijenjena ortogonalna rotacija manifestnih motoričkih varijabli.

Tabela br.3 Varimaks rotacija

Varijable	Component					
	F-1	F-2	F-3	F-4	F-5	F-6
MSDM	<b>(.778)</b>	.151	.161	.248	.106	.080
MTOM	<b>(.836)</b>	.167	.207	.229	.101	.087
MTJN	<b>(.830)</b>	.212	.228	.271	.094	.079
MTSN	<b>(.798)</b>	.206	.254	.253	.123	.120
MS30m	-.427	-.036	-.179	<b>(-.664)</b>	-.009	-.128
MFML	.184	<b>(.803)</b>	.058	.004	.189	.100
MFDPG	.242	<b>(.773)</b>	.009	.144	.061	-.007
MSKT	.178	.098	<b>(.793)</b>	.181	.178	.239
MSKR	.170	.108	<b>(.851)</b>	.151	.104	.090
MPRK	.211	.006	-.045	.045	<b>(.463)</b>	.323
MGMS	.133	.125	.108	.299	.142	<b>(.670)</b>
MSMR	.103	.025	.374	.122	.071	<b>(.703)</b>
MBP	-.094	<b>(.659)</b>	.413	-.018	.350	.046
MZV20s	.372	-.099	<b>(.753)</b>	.226	.019	.019
MBSM	<b>(.559)</b>	.502	-.191	-.284	-.004	.309

<b>MVSPC</b>	<b>(.629)</b>	.558	-.193	-.166	.004	.298
<b>MFĐPT</b>	.255	<b>(.778)</b>	-.038	.086	-.013	-.023
<b>MIZV</b>	.379	-.385	<b>(.499)</b>	.042	.213	.239
<b>MPSM</b>	<b>(.824)</b>	.129	.125	.268	.104	.079
<b>MPSJN</b>	<b>(.752)</b>	.110	.171	.361	.099	.041
<b>MPSN</b>	<b>(.793)</b>	.142	.239	.365	.082	.072
<b>MS60m</b>	-.362	-.077	-.202	<b>(-.737)</b>	.008	-.105
<b>MS120m</b>	-.369	-.067	-.211	<b>(-.743)</b>	.020	-.115
<b>MT600m</b>	-.272	.085	-.038	<b>(-.562)</b>	-.341	-.313
<b>MBMT15</b>	-.118	.106	.136	-.068	<b>(.692)</b>	.021
<b>MPTN20</b>	.182	.239	.270	.237	<b>(.526)</b>	-.238
<b>MTRKS20</b>	.340	.101	.085	.072	<b>(.604)</b>	.195

Extraction Method: Principal Component Analysis.  
 Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.  
 a. Rotation converged in 11 iterations.

Prvi faktor dobiven Varimax rotacijom definiran je sljedećim varijablama: skok u dalj (MSDM = .77); troskok s mjesta (MTOM = .84); troskok sa jačom nogom (MTJN = .83); troskok sa mesta sa slabijom nogom (MTSN = .79); vertikalni skok sa mesta (MBSM = .55); vertikalni poluskok (MVPS = .62); Petoskok sa mjesta (MPOM = .82); Petoskok sa jačom nogom (MPSJN = .75); Petoskok sa slabijom nogom (MPSN = .79).

Prema varijablama koje definiraju ovaj faktor, latentna dimenzija objašnjava eksplozivnu silu donjih ekstremiteta. S obzirom na dovoljnu homogenost ispitanika ovog uzrasta, jasno je da su skoro svi skokovi strukturirani u ovom faktoru.

Drugi faktor definiraju četiri varijable: Bacanje medicinske sa lažećeg položaja 3 kg (MFML = .80); Bacanje đule preko glave 6 kg. (MFĐPG = .77); Bacanje đule s dvije ruke ispred tijela (MFĐPT = .78); bench press 50 kg. za 20 sek. (MBP50 kg = .65).

Iz sadržaja varijabli koje definišu drugi faktor, on se može definisati kao faktor eksplozivne sile ruku i ramenog pojasa

Treći faktor definiraju četiri varijable: sklekovi na tlu (MSCT = .79); sklekovi na razboju (MSKR = .85); Izdržaj u zgibu na vratilo (MIZV = .49); Zgibovi na vratilo za 20 sekundi. (MZV20 = .75). Iz sadržaja varijabli ovaj faktor se može definirati kao faktor repetitivne sile na rukama i ramenom pojasa i statičke sile na rukama i ramenom pojasa.

Četvrti faktor dobiven Varimax rotacijom definiran je sljedećim varijablama: 30m sprint (MS30m = .66); 60m sprint (MS60m = .73); 120m sprint (MS120m = .74); trčanje 600 metara (MT600m = .56). Iz sadržaja varijabli koje definiraju četvrti faktor može se zaključiti da je riječ o faktoru brzine.

Peti faktor je definisan varijablama: Pretklon na klupu (MPRK)= .46); bench press sa maksimalnom težinom 15 sec. (MBPMT15sec = .69); Dizanje utega sa nogama 20 sek. (MPTN20 = .52) i penjanje uz merdevine sa teretom za ramena u trajanju od 20 sekundi. (MKSTR20sec = .60). Iz sadržaja varijabli koje definišu ovaj faktor, može se zaključiti da se

radi o faktoru repetitivne snage donjih ekstremiteta, repetitivne snage gornjih ekstremiteta i ramenog pojasa i elastičnosti.

Šesti faktor je definisan sljedećim varijablama: Leđna miškulatura na Švedski sanduk (MGMS= .67) i Tbušni mišić na ripstol (MSMR = .70).

Ovaj faktor prema sadržaju varijabli može se definirati kao faktor snage tijela koje se ponavlja.

*Tabela br. 4 Korelacija između izolovanih faktora*

<b>Component</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>1</b>	1.000	.255	.204	.188	-.393	-.282
<b>2</b>	.255	1.000	.010	.154	.015	-.071
<b>3</b>	.204	.010	1.000	.264	-.332	-.095
<b>4</b>	.188	.154	.264	1.000	-.154	-.211
<b>5</b>	-.393	.015	-.332	-.154	1.000	.117
<b>6</b>	-.282	-.071	-.095	-.211	.117	1.000

Extraction Method: Principal Component Analysis.  
Rotation Method: Oblimin with Kaiser Normalization

U tabeli 4 prikazani su koeficijenti korelacije između izolovanih faktora.

Prvi faktor, definisan kao faktor eksplozivne sile donjih ekstremiteta, u niskoj je korelaciji sa drugim izolovanim faktorom definisanim kao faktor eksplozivne sile ruku i ramenog pojasa, sa koeficijentom korelacije (0,25). Takođe, prvi faktor je u donjoj granici niske korelacije (0,204) sa trećim faktorom definisanim kao faktor repetitivne sile ruku i ramenog pojasa i statička sila ruku i ramenog pojasa. U zanemarljivoj korelaciji (0,18) je sa četvrtim faktorom definisanim kao faktor brzine, dok je prvi faktor u negativnoj niskoj korelaciji (-0,39) sa petim faktorom definisanim kao faktor repetitivne sile donjih ekstremiteta, repetitivna sila gornjih ekstremiteta i ramenog pojasa i elastičnosti. Također, prvi faktor je u negativnoj korelaciji (-0,28) sa šestim faktorom definisanim kao faktor ponavljajuće sile trupa.

Drugi faktor je u zanemarljivoj korelaciji sa trećim faktorom, četvrtim, petim i šestim.

Treći faktor je u niskoj korelaciji (0,26) sa četvrtim faktorom, dok je u negativnoj niskoj korelaciji (-0,33) sa petim faktorom.

Četvrti faktor je u negativnoj zanemarljivoj korelaciji (-0,15) sa petim faktorom, au niskoj negativnoj korelaciji (-0,21) sa šestim faktorom.

Peti faktor je u zanemarivoj korelaciji (-0,11) sa šestim faktorom.

Na osnovu navedenih korelacija između faktora, zaključuje se da ne postoji koeficijent korelacije sa značajnom ili visokom korelacijom, što znači da su izolovani faktori dovoljno nezavisni jedan od drugog.

## Diskusija

Pod pojmom motoričke sposobnosti podrazumevaju se uspostavljeni "algoritmi komandovanja", smešteni u odgovarajućim motoričkim centrima CNS-a koji omogućavaju realizaciju motoričkih struktura kretanja. „Komandni algoritam“ je odgovoran za aktiviranje i deaktiviranje različitih mišićnih grupa prema redoslijedu, intenzitetu i trajanju zadatka, što rezultira izvođenjem određene motoričke operacije. (Zatsiorsky, V.M. 1975).

Motoričke sposobnosti su, u većoj ili manjoj mjeri, genetski predisponirane, odnosno urođene su ili stečene (Stoilkovich, 2003). Motoričke sposobnosti se manifestuju kroz različite fizičke aktivnosti i mogu se meriti odgovarajućim mernim instrumentima, pri čemu rezultat zavisi od fizioloških, biohemijskih, kognitivnih i konativnih mehanizama organizma. Motoričke vještine dijele se na osnovna i specifična motorička znanja. Osnovno motoričko znanje je osnova svakog motoričkog učenja, i predstavlja elementarnu vrijednost u ukupnom motoričkom prostoru čovjeka. Prema dosadašnjim istraživanjima identifikovane su sljedeće osnovne motoričke sposobnosti: snaga, brzina, izdržljivost, koordinacija, elastičnost, ravnoteža i preciznost.

Specifične motoričke sposobnosti najčešće se stiču i uslovljavaju trenajnim procesom u svakom sportu. Specifična motorička znanja razvijaju se paralelno sa ljudskim razvojem, a kako vrijeme odmiče postaju sve brojnija. Pojavom svakog novog sporta javlja se potreba za učenjem i usavršavanjem specifičnih motoričkih znanja koja su bila u cilju postizanja što boljih rezultata.

U svom istraživanju Milanović, D (1980), na osnovu povezanosti morfoloških karakteristika i motoričkih sposobnosti sa rezultatima u atletskim disciplinama, identifikovao je četiri važna kanonska korena. Prema njima, atletske discipline su podijeljene u tri grupe: bacanje koplja i bacanje lopte, na koje najviše utiču uzdužne i transferne dimenzije, kao i obimnost i apsolutna i relativna snaga. Malacko, Tončev, Zahorjevič, Pejšić (1990) proučavali su strukturu morfoloških karakteristika i motoričkih sposobnosti odabrane djece iz atletske škole. Uzorak od 36 varijabli primijenjen je na uzorku od 103 djece uzrasta od 11 godina, od čega 18 varijabli morfoloških karakteristika i 18 varijabli motoričkih sposobnosti. Podaci su obrađeni faktorskom analizom (direktni oblik), a pri određivanju broja latentnih dimenzija primijenjen je Gutmann-Kaiserov kriterij. U prostoru morfoloških karakteristika izolovane su tri latentne dimenzije (dimenzionalnost skeleta, potkožno masno tkivo i zapremina tela), a u prostoru motoričkih sposobnosti 8 latentnih dimenzija (sila ponavljanja, frekvencija pokreta, brzina naizmeničnih pokreta), ruka, pokret, fleksibilnost, koordinacija ruku i stopala, koordinacija tijela i eksplozivna sila). Na osnovu najvećih projekcija varijabli latentnih dimenzija izvršena je selekcija i konstrukcija baterije od 14 mjernih instrumenata (6 morfoloških i 8 motoričkih varijabli). Autori Simeonov, A. i Radić, Z. (2005), koristeći faktorsku i regresijsku analizu, utvrdio je latentnu strukturu motoričkih varijabli i specifičnih sprinterskih trčanja, na koje je određen i utjecaj motoričkih varijabli na kriterij. Dobijeni su značajni podaci o određenim motoričkim varijablama koje utiču na poboljšanje sprinterskog trčanja, relevantne za trenere koji rade sa sprinterima. Simeonov, A. i Radić, Z (2008), na uzorku od 125 studenata druge godine FFK - Skoplje, istraživao je uticaj latentne strukture na morfološke karakteristike i motoričke sposobnosti na rezultat u gađanju. Korišteno je 14 morfoloških i 16 motoričkih varijabli. Faktorskom analizom izdvojena su tri faktora iz oba prediktora. Regresijom oba prediktora utvrđena je statistička značajnost kako u matrici morfoloških latentnih prediktora tako i u motoričkim latentnim faktorima. To znači da ove parametre treba koristiti u vježbama za postizanje veće dužine u bacanju lopte.

Đorđević, A. (2009), primenio je faktorsku analizu u cilju kondenzovanja startnog sistema manifestnih motoričkih varijabli u ekstrahovane faktore. Uzorak ispitanika činili su studenti SUP-a Kragujevac i SUP-a Niš. Za provjeru osnovnih motoričkih sposobnosti korišteno je 9 motoričkih testova, a od antropometrijskih karakteristika korištena je tjelesna visina i tjelesna težina. Uzorak motoričkih testova određen je prema kontrakciji mišićnog tkiva i energetske potencijalu. Iz izdvojenih faktora zaključeno je da je model osnovnih motoričkih testova reprezentativniji i standardizovaniji, te da pruža bolje uslove za provjeru i testiranje učenika na njihove opšte motoričke sposobnosti.

## **Zaključak**

Interes za ovo istraživanje bio je usmjeren na stjecanje znanja o ulozi atletike i njenom utjecaju na razvoj osnovnih i specifičnih motoričkih sposobnosti (brzina, izdržljivost, snaga i dr.) kod srednjoškolaca (17 godina) bavljenjem određenim atletskim disciplinama. u redovnoj nastavi praktične nastave iz predmeta sport i sportske aktivnosti.

Prilikom izučavanja atletskih disciplina u srednjim školama, glavni cilj je savladavanje tehnike izvođenja atletskog elementa i postizanje rezultata bez određene norme. Za ozbiljnije bavljenje radom učenike motiviše mogućnost da dobiju bolju ocjenu. Prema stečenim saznanjima, može se reći da osnovu atletskih disciplina čine elementi sa prirodnim oblicima kretanja (hodanje, trčanje, skakanje, bacanje itd.), što atletiku čini izuzetno pogodnom za vježbanje svih starosnih kategorija u jednostavnim infrastrukturnim uslovima. Atletske discipline se koriste za postizanje višestrukih ciljeva kao što su nastavni, rekreativni, sportski, rehabilitacijski i dr., što znači da atletske discipline nalaze svoje mjesto u školskim nastavnim planovima i programima, rekreativnim programima i programima u medicinske svrhe.

## Literatura

Bajrić, O., Bajrić, S., & Jovanović, M. (2011) Kanonička povezanost morfoloških karakteristika i bazičnih motoričkih sposobnosti kod učenika srednje škole, *Sportske nauke i zdravlje* 1(2):129-134

Cvjetinović, S. (2018) Uticaj atletike kao vannastavne aktivnosti na antropomotorički razvoj učenika, Magistarski rad, Univerzitet u Banjoj Luci, Fakultet fizičkog vaspitanja i sporta.

Emini, B., Saiti, B., & Saiti, A. (2022) Prediktivne vrijednosti specifičnih-motoričkih sposobnosti na pet atletskih disciplina kod učenika 17 godina, 12th International Conference on "Sports Science and Health", Book of Summaries,

Dorđević, A. (2009) Primena faktorske analize u istraživanju motoričkih sposobnosti policajaca, *Sportska medicina*, Volumen 5 Broj 1

Isemi, A. (2013). Activities in Physical Education and Sport Federation of the Sports Pedagogues of the Republic of Macedonia Vol. 3, No.1, pp.47-50

Malacko, J., Tončev, I., Pejčić, A. (1990). Morfološke karakteristike i motoričke sposobnosti selekcionisanih dečaka za sport na bazi klasifikacija grupa [Morphological characteristics and motor abilities of selected boys for sport-based classification groups]. *Glasnik Antropološkog društva Jugoslavije*, Sveska 27 (95-101).

Metikoš, D., Hofman, E., Prot, F., Pinter, Ž., Oreb, G. (1989): *Merenje bazičnih motoričkih dimenzija sportaša*, Zagreb.

Milanović, D. (1980): Kanonička povezanost morfoloških i motoričkih karakteristika i rezultata u nekim atletskim disciplinama. *Kineziologija*, 10, 1-2:25-33.

Novaković, R., Đedović, & Popo, D, A. (2013) Kvanitativne promjene motoričkih sposobnosti i situacionomotoričkih sposobnosti iz atletike i akrobatike učenika uzrasta 17– 18 godina, *Sportski logos naučno-stručni časopis*.

Симеонов, А. & Радик, З. (2005): Структурата и влијанието на моторните способности врз специфични спринтерски трчања кај студенти на ФФК - Скопје, Научен труд, Скопје: Факултет за физичка култура.

Simeonov, A. & Radich, Z. (2008). Establishment of the latent structure of the morphological characteristics and motor abilities and their relations with the Shot-Put performance. *Internacional conference - Track and Field Athletics and Science*, *Международна научна конференција по Лека Атлетика*, Софија, бр.1(8), (стр.15-18).

Zatsiorsky, V.M. (1975): *Fizička svojstva sportiste*. Beograd: NIP Partizan.

## UTICAJ KONCENTRACIJE ŽELJEZA I CINKA IZ HRANE NA RAZVOJ KANDIDIJAZE

### Sažetak

Teški su metali oduvijek u prirodi prvenstveno u stijenama. U svijetu se danas, zahvaljujući industrijskom razvoju, u životnu sredinu raznim putevima ispušta velika količina štetnih materija među kojima veliki udio imaju i teški metali. Kao posljedica njihovog nagomilavanja u biosferi ljudi i životinje ih unose u organizam, što dovodi do pojave raznih bolesti. S obzirom da teški metali predstavljaju potencijalni rizik u proizvodnji kvalitetne hrane, u svijetu i kod nas, sprovedena su brojna istraživanja u cilju određivanja njihovog sadržaja, distribucije i mobilnosti u obradivim zemljištima.

Evolucija, nažalost, nije predvidjela teške metale u našoj najbližoj okolini, s tim u vezi nismo razvili mehanizme odbrane od njih, pa se oni mogu taložiti u organizmu i ovisno o njegovoj otpornosti, uzrokovati probleme. To znači da će više problema nataloženi teški metali uzrokovati hroničnim bolesnicima, ali i sami mogu biti jedini uzrok bolesti ako se u zdravom organizmu njihova koncentracija s vremenom poveća.

Željezo i cink, kao teški metali nalaze se u našem organizmu, hrani, lijekovima, kozmetici itd. S tim u vezi, u ovom radu je praćen uticaj koncentracije željeza i cinka iz hrane na rast i metabolizam *Candida albicans*, kao jednog od glavnih uzročnika infekcija sa najvećom smrtnosti u svijetu (prema statistikama SZO).

Rast *Candida albicans* praćen je metodom OD<sub>600</sub>, te su rezultati pokazali da koncentracija željeza i cinka iz hrane znatno utiče na porast koncentracije *Candida albicans*.

Patogenost i ekspresija faktora virulencije *Candida albicans* u uzorcima sa željezom i uzorcima sa cinkom se razlikovala. Kultivirajući uslovi *Candida albicans* sa željezom djelovali su neznatno na faktor virulencije, dok su kultivirajući uslovi *Candida albicans* sa cinkom djelovali povoljno na faktor virulencije, što potvrđuje teorija da je cink glavni kofaktor za metaloproteaze.

Redovne i kvalitetne kontrole kvaliteta hrane, zemljišta može spriječiti ili barem kontrolisati koncentracije teških metala u sistemu zemljište-biljka-čovjek, kako bi krajni korisnik imao ispravnu i kvalitetnu hranu.

**Ključne riječi:** željezo, cink, *Candida albicans*, hrana.

<sup>1</sup> Europski Univerzitet „Kallos“ Tuzla

<sup>2</sup> Univerzitet u Tuzli



# INFLUENCE OF IRON AND ZINC CONCENTRATION FROM FOOD ON THE DEVELOPMENT OF CANDIDIASIS

## Summary

Heavy metals have always been in nature primarily in rocks. Today, thanks to industrial development, a large amount of harmful substances are released into the environment in various ways in the world, among which heavy metals have a large share. As a consequence of their accumulation in the biosphere, humans and animals take them into the body, which leads to the appearance of various diseases. Given that heavy metals represent a potential risk in the production of quality food, in the world and in our country, numerous studies have been conducted in order to determine their content, distribution and mobility in arable land.

Evolution, unfortunately, did not predict heavy metals in our immediate environment, so we have not developed defense mechanisms against them, so they can settle in the body and, depending on its resistance, cause problems. This means that heavy metal deposits will cause more problems for chronic patients, but they can also be the only cause of the disease if their concentration in a healthy organism increases over time.

Iron and zinc, as heavy metals are found in our body, food, medicines, cosmetics, etc. In this regard, this paper monitors the impact of iron and zinc concentrations from food on the growth and metabolism of *Candida albicans*, as one of the leading causes of infections with the highest mortality in the world (according to WHO statistics).

The growth of *Candida albicans* was monitored by the OD600 method, and the results showed that the concentration of iron and zinc from food significantly affects the increase in the concentration of *Candida albicans*.

The pathogenicity and expression of virulence factors of *Candida albicans* in iron and zinc samples differed. Cultivation conditions of *Candida albicans* with iron had little effect on virulence factor, while cultivation conditions of *Candida albicans* with zinc had a beneficial effect on virulence factor, which is confirmed by the theory that zinc is the main cofactor for metalloproteases.

Regular and quality control of food quality, soil can prevent or at least control the concentration of heavy metals in the soil-plant-human system, so that the end user has the correct and quality food.

**Key words:** iron, zinc, *Candida albicans*, food.

## 1. Uvod

Razvojem ljudske civilizacije na planeti Zemlji, porastom populacije, a posebno ubrzanim tehnološkim i tehničkim razvojem, dolazi do povećanja negativnih uticaja na životnu sredinu, koji se manifestuju kroz porast broja izvora zagađenja. Čovjek je time uzrokovao prekomjerno opterećenje okoline. Na taj način je promjenio i poremetio izmjene tvari u okolini kako sa promjenom njihovih koncentracija u svim njegovim dijelovima, tako i građenjem novih u prirodi nepoznatih spojeva. Opterećenjem okoline opasnim i po život štetnim tvarima, nije pošteđen ni jedna njegov dio, pa je onečišćenje vazduha, vode i tla, imalo za posljedicu direktno ili indirektno štetno djelovanje ovih tvari na život na Zemlji.

Najznačajniji izvori zagađenja životne sredine predstavljaju razna hemijska sredstva, otpadi industrijskih postrojenja, kako čvrsti, tako i otpadne vode i gasovi, sredstva koja se koriste u poljoprivredi i teški metali. Većina teških metala (Cd, Pb, Ni, As, Cr, Hg...) spadaju u štetne i opasne materije koje osim što zagađuju životnu sredinu, djeluju veoma toksično u većim koncentracijama, kako na biljke i životinje, tako i na čovjeka. Zbog toga se u posljednjih 20 godina razvila i javna svijest o potrebi zaštite životne sredine od uticaja štetnih materija uopšte, a posebno od teških metala, jer je njihova koncentracija, kako u zemljištu, tako i u ostalim dijelovima, prije svega vodi, svakog dana sve veća.

Kao posljedica njihovog nagomilavanja u biosferi ljudi i životinje ih unose u organizam, što dovodi do pojave raznih bolesti. S obzirom da teški metali predstavljaju potencijalni rizik u proizvodnji kvalitetne hrane, u svijetu i kod nas, su sprovedena brojna istraživanja u cilju određivanja njihovog sadržaja, distribucije i mobilnosti u obradivim zemljištima.

Sigurnost hrane je prioritet globalnog održivog razvoja, i kvantitativno i kvalitativno. Štetni učinci neočekivanih zagađivača na kvalitet usjeva ugrozili su sigurnost hrane i zdravlje ljudi posljednjih desetak godina. Teški metali i metaloidi kao što su Hg, As, Pb, Cd i Cr ometaju ljudski metabolizam, što dovodi do morbiditeta, pa čak i smrtnosti (23).

Nekoliko štetnih teških metala i metaloida (npr. As, Pb, Cd i Hg) klasificirano je kao neesencijalno za metabolizam i druge biološke funkcije. Ovi metali su opasni u svakom pogledu i stoga su uključeni na popis 20 najviše opasnih tvari od strane Američke agencije za zaštitu okoline i Registra otrovnih tvari i bolesti (ATSDR) (6). Određeni teški metali, kao što su Cu, Fe i Zn (pa čak i Cr(III)), bitni su sastojci metaboličkih procesa, uključujući citohrome i enzime, te su neodvojivi od metaboličkih funkcija biote. Nikl je sastavni dio ureaze, iako prevelike količine mogu biti opasne za ljudsko zdravlje. Stoga je sistem tlo-hrana usjev/povrće klasičan primjer abiotičko-biotičkih interakcija u okolini (21,22).

Glavni izvori teških metala u tlu i poljoprivrednim dobrima su atmosfersko taloženje, stajsko gnojivo, navodnjavanje otpadom ili onečišćenom vodom, metalni pesticidi ili herbicidi, gnojiva na bazi fosfata i dodaci na bazi kanalizacijskog mulja. Uz prirodne izvore, novi konvencionalni/antropogeni zagađivači predstavljaju značajne rizike za ljudsko zdravlje putem prijenosa korijenja iz tla u biljna tkiva ili direktnim atmosferskim taloženjem biljnih površina kako bi se onečistila ishrana usjeva za hranu (10).

Često se utvrdi da mulj iz hemijske industrije, industrije galvanizacije, tekstila i kože sadrži visoke koncentracije teških metala (npr. Fe, Cu, Cr, Pb, Ni i Mn). Pandey (2006) je pokazao da Cd, Cr, Cu, Ni i Zn u otpadnoj vodi od pocinčavanja mogu imati ozbiljne učinke kao što su usporavanje rasta, nekroza i hloroza listova i smrt biljaka. Druga studija u Kini pokazala je da tvornice koje proizvode olovno-kiselinske baterije ispuštaju metale koji se potom talože u tlu i usjevima u agroekosistema, ali dnevni unos metala u ovoj studiji bio je znatno manji od indeksa

zdravstvenog rizika sve je <1, što sugerira da zdravstveni rizik ne mora biti preozbiljan, iako istodobne interakcije metala putem dermalne i inhalacijske izloženosti mogu pogoršati ranjivost ljudi, naročito djece, na bolesti. Tlo može djelovati kao sučelje s drugim neživim dijelovima okoline, pa teška kontaminacija tla može dovesti do onečišćenja sedimenta-podzemne vode i obale.

Tabela 1 nam daje pregled globalnog scenarija za kontaminaciju prehrambenih usjeva teškim metalima u odnosu na njihove široke antropogene izvore, uključujući ekotoksikološke efekte na zdravlje ljudi. Zaista, bioakumulacija teških metala u prehrambenim usjevima i njeni učinci na zdravlje ljudi su od velike zabrinutosti širom svijeta. Međutim, informacije o geografskim trendovima mogu nam pomoći da shvatimo da obim njihovog uticaja na probleme zdravlja ljudi može varirati od zemlje do zemlje, zajedno sa izvorom metalnih zagađivača, koji je slabo pregledan.

Tabela 1 Kontaminacija teškim metalima iz različitih izvora u globalnim usjevima hrane (1,2,7,17,18,25,28,34).

Prehrambeni usjevi (žitarice, voće, povrće, itd.)	Zemlja u kojoj se istraživalo	Izvori zagađivača teških metala koji utiču na lance ishrane	Koncentracije metala zabilježene u hrani usjevi (suha težina)
Zrno, kukuruz, zeleni kupus, rotkvica, repa, špinat, karfiol, i zelena salata	Kina	Kanalizacijski efluent (neadekvatno tretiran biološki pristupačan)	Cr 0.08–0.38 mg/kg Pb 0.02–0.013 mg/kg Cu 0.16–0.85 mg/kg Zn 0.16–0.53 mg/kg
Zelena salata ( <i>Lactuca sativa</i> ); usjev/povrće	Španija	Vazduh (PM) iz industrije i vozila	<0.02 mg Ni/kg, <0.008 mg Hg/kg, 0.005 mg As/kg and <0.005 mg Cd/kg
Brassica sp., žitarice za hranu i lisnato povrće	Kina	I kanalizacija i industrijski otpad (iz topionice) su isušeni u riječnu vodu koja se koristi za navodnjavanje	Cr 0.01–0.19 mg/kg Pb 0.12–0.23 mg/kg Cu 0.15–0.86 mg/kg Zn 0.42–0.95 mg/kg
Soja	Argentina	Industrijski (akumulatorski) otpad u tlu	Metali (Pb & Zn) znatno iznad dozvoljenih granice
Industrijski obrađeni prehrambeni proizvodi (npr. slatkiši) i lijekovi	Sjedinjene Američke Države (SAD), Španija, Portugal, Belgija, Engleska i Čile	Industrija/prehrambena industrija/moderna poljoprivreda zasnovana na pesticidima	Cr (0.10–17.7 ppm), Ni (0.01–7.01 ppm), Cu (0.01–6.44 ppm), Zn (0.01–6.44 ppm) Pb (0.03–7.21 ppm)
Paradajz	Egipat	Neadekvatno tretirane otpadne vode	Cu 0.83 mg/kg Pb 0.08 mg/kg Cd 0.02 mg/kg Zn 7.16 mg/kg
Paradajz	Kina	Neadekvatno pročišćene gradske otpadne vode	Cu 1.03 mg/kg Pb 0.067 mg/kg Cd 0.015 mg/kg Zn 3.77 mg/kg

U ovom radu pratit ćemo promjene koncentracije željeza i cinka iz hrane na promjenu koncentracije *Candida albicans*, odnosno razvoja kandidijaze. Kandidijaza je gljivična infekcija koju uzrokuje kvasac (vrsta gljivice) pod nazivom *Candida*. Neke vrste *Candida* mogu izazvati infekciju kod ljudi; najčešća je *Candida albicans*. *Candida* normalno živi na koži i unutar tijela, na mjestima kao što su usta, grlo, crijeva i vagina, ne izazivajući probleme. *Candida* može uzrokovati infekcije ako raste van kontrole ili ako uđe duboko u tijelo (na primjer, krvotok ili unutrašnje organe poput bubrega, srca ili mozga) (15).

Željezo i cink su dva važna teška metala. U nastavku ukratko opisujemo njihovu toksikologiju.

## Željezo

Željezo je mineral koji se prirodno nalazi u mnogim namirnicama, dodaje se nekim namirnicama i dostupan je kao dodatak prehrani. Željezo je važan dio hemoglobina, proteina crvenih krvnih zrnaca koji prenosi kisik iz pluća u tkiva (36). Kao komponenta mioglobina, još jednog proteina koji osigurava kisik, željezo podržava metabolizam mišića i zdravo vezivno tkivo (4). Željezo je također potrebno za fizički razvoj, neurorazvoj, ćelijsku funkciju i sintezu određenih hormona.

Nedostatak željeza nije neuobičajno, naročito među malom djecom, ženama u reproduktivnoj dobi i trudnicama. Budući da je nedostatak željeza povezan s pothranjenošću, malapsorpcijom i gubitkom krvi, pacijenti s nedostatkom željeza često imaju manjak drugih hranjivih tvari (4). Svjetska zdravstvena organizacija (WHO) procjenjuje da je otprilike polovina od 1,62 milijarde slučajeva anemije u svijetu uzrokovana nedostatkom željeza (37). U zemljama u razvoju nedostatak željeza često je rezultat enteropatije i gubitka krvi povezanog s gastrointestinalnim parazitima.

Odrasli s normalnom funkcijom crijeva imaju vrlo nizak rizik od preopterećenja željezom zbog izvora željeza u prehrani. Međutim, akutni unos željeza iznad 20 mg/kg iz suplemenata ili lijekova može uzrokovati želučane smetnje, zatvor, mučninu, bol u trbuhu, povraćanje i nesvjesticu, naročito ako se ne jede u isto vrijeme (4). Uzimanje suplemenata koji sadrže 25 mg ili više elementarnog željeza također smanjuje apsorpciju cinka i koncentraciju cinka u plazmi (20,30). U teškim slučajevima (npr. jedna doza od 60 mg/kg), predoziranje željezom može dovesti do zatajenja multisistemskih organa, kome, konvulzija, pa čak i smrti (19).

Američka agencija za hranu i lijekove (FDA) razvila je DV (dnevna vrijednost) kako bi pomogla potrošačima da uporede sadržaj nutrijenata u hrani i dijetetskim suplementima u kontekstu ukupne prehrane. DV za željezo je 18 mg za odrasle i djecu od 4 godine i stariju (33). FDA zahtijeva da etikete hrane navode sadržaj željeza. Hrana koja daje 20% ili više DV smatra se visokim izvorima nutrijenata, ali hrana koja daje niže procenete DV takođe doprinosi zdravoj ishrani.

## Cink

Cink je esencijalni mineral koji je prirodno prisutan u nekim namirnicama, lijekovima, dostupan kao dodatak prehrani. Cink se također nalazi u mnogim pastilama za prehladu i nekim lijekovima bez recepta koji se prodaju kao lijekovi protiv prehlade.

Cink je uključen u brojne aspekte ćelijskog metabolizma. Potreban je za katalitičku aktivnost oko 100 enzima (29) i igra ulogu u imunološkoj funkciji, sintezi proteina, zacjeljivanju rana, sintezi DNK, i diobu ćelija. Cink takođe podržava normalan rast i razvoj tokom trudnoće, djetinjstva i adolescencije i neophodan je za pravilno čulo ukusa i mirisa (24). Dnevni unos cinka je neophodan da bi se održalo stabilno stanje jer tijelo nema specijalizovani sistem skladištenja cinka (26).

Veliki izbor namirnica sadrži cink. Kamenice sadrže više cinka po porciji od bilo koje druge hrane, ali crveno meso i perad daju većinu cinka u prehrani. Drugi dobri izvori hrane uključuju grah, orašaste plodove, određene vrste morskih plodova (kao što su rakovi i jastozi), cjelovite žitarice, obogaćene žitarice za doručak i mliječne proizvode (14).

Nedostatak cinka karakterizira usporavanje rasta, gubitak apetita i oštećenje imunološke funkcije. U težim slučajevima, nedostatak cinka uzrokuje gubitak kose, dijareju, odloženo

spolno sazrijevanje, impotenciju, hipogonadizam kod muškaraca i lezije očiju i kože. Mogu se javiti i gubitak težine, odloženo zacjeljivanje rana, poremećaji okusa i mentalna letargija (24). Mnogi od ovih simptoma su nespecifični i često povezani sa drugim zdravstvenim stanjima; stoga je neophodan medicinski pregled kako bi se utvrdilo da li je prisutan nedostatak cinka.

Američka agencija za hranu i lijekove (FDA) razvila je DV (dnevna vrijednost) kako bi pomogla potrošačima da uporede sadržaj nutrijenata u hrani i dijetetskim suplementima u kontekstu ukupne prehrane. DV za cink je 11 mg za odrasle i djecu od 4 godine (33). FDA ne zahtjeva da etikete hrane navode sadržaj cinka osim ako je cink dodan hrani. Hrana koja daje 20% ili više DV smatra se visokim izvorima nutrijenata, ali hrana koja daje niže procenete DV takođe doprinosi zdravoj ishrani.

## **2. Hipoteze i ciljevi istraživanja**

### **2.1 Radna hipoteza**

Željezo i cink pozitivno utiču na promjenu koncentracije *Candida albicans* u ljudskom organizmu.

### **2.2 Nulta hipoteza**

Željezo i cink nemaju uticaja na promjenu koncentracije *Candida albicans* u ljudskom organizmu.

### **2.3 Ciljevi istraživanja**

U skladu sa izloženim postavili smo slijedeće ciljeve istraživanja:

1. Pretražiti aktuelna istraživanja vezana za mehanizam djelovanja željeza i cinka na razvoj kandidijaze u organizmu
2. Izvršiti analizu vrijednosti parametara uticaja željeza i cinka iz hrane, kao i na njihovu interakciju u ljudskom organizmu.

## **3. Materijal i metode**

Glavni cilj ovog rada je bio monitoring uticaja teških metala na rast i metabolizam *Candida albicans*, kao jednog od glavnih uzročnika infekcija sa najvećom stopom smrtnosti u svijetu (prema statistikama SZO). Eksperimentalni dio rada uključuje praćenje rasta i određivanje glavnog faktora virulencije (aspartil proteinaza) *Candida albicans* pod uticajem različitih koncentracija teških metala željeza (Fe) i cinka (Zn) iz hrane.

*Candida* ima više vrsta, a najčešća je *Candida albicans*. *Candida albicans* je najčešći uzročnik gljivičnih infekcija kod ljudi. Ime njegove vrste, *albicans*, dolazi od latinske riječi za "bijelo". Kvasac izgleda bijelo kada se uzgaja na tanjiru, a u slučaju određenih infekcija, kao što je kandidijaza, može stvoriti bijele mrlje (27). To je kvasac koji se normalno nalazi u našem organizmu, prvenstveno u rodnici, ustima, probavnom traktu, koži, što je glavni razlog odabira *Candida albicans*, koja sama po sebi ne uzrokuje zdravstvene poteškoće, ali u slučaju naglog rasta broja može dovesti do patoloških promjena.

Koji su glavni uzroci koji dovode do prekomjernog rasta gljivica? Prvenstveno je to pad imuniteta, stres, prekomjerna upotreba antibiotika i kortikosteroida i svakako neadekvatna prehrana koja pogoduje rastu gljivica. Određene bolesti su sekundarno praćene s povišenjem broja gljivica, a tu su u prvom redu bolesti koje dovode do smanjenja imunološkog odbrambenog odgovora organizma kao što je šećerna bolest. (12).

Osim ovih uzročnika imamo i uticaj teških metala. Teški metali su svuda oko nas, u samom organizmu ih imamo u tragovima. Promjena koncentracije teških metala dovodi do promjene i koncentracije gljivice *Candida albicans*.

Količina teških metala u hrani su dodavane rastvorima *C. albicans* u koncentraciji  $10^2$  i spektrofotometrijski su praćene promjene koncentracije *C. albicans* i aspartil proteinaze kao indikatora njene virulencije.

Svi uzorci su inkubirani na  $37^{\circ}\text{C}$  u vremenskim intervalima 0, 16, 24, 48, 64 i 72 sata.

Preračunate koncentracije teških metala su dodavane u dnevnim dozama tj. Na 0h, na 24h i 48h.

### **3.1 Određivanje koncentracije *Candida albicans* pomoću metode OD<sub>600</sub>**

Metoda OD<sub>600</sub> pruža informacije o rastu mikroorganizama poput bakterija i kvasaca. Preciznije, rast mikroba je u korelaciji s brojem organizama u populaciji i daje izvještaj o tome kako se mijenja s vremenom.

Najčešći način za procjenu rasta mikroba u otopini je mjerenje optičke gustoće na 600 nm ili kratkog OD<sub>600</sub>. Metoda se temelji na načinu detekcije apsorpcije i u osnovi određuje koji dio svjetlosti prolazi kroz uzorak, tačnije kroz suspenziju mikroorganizama. Čestice u rastvoru raspršuju svjetlost i što se više čestica (mikroorganizama) može naći u rastvoru, to će se više svjetla raspršiti po njima. Stoga, umnožavanje populacija bakterija ili kvasca povećava raspršenje svjetla i izmjerene vrijednosti apsorpcije. To istovremeno znači da se režim apsorpcije koristi samo za određivanje razmjera raspršivanja svjetlosti, umjesto za mjerenje fizičke apsorpcije svjetlosne energije apsorpcijom molekula. Potrebno je znati da OD<sub>600</sub> mjeri rasipanje svjetla, a ne apsorpciju!

Prije spektrofotometrijskog mjerenja, količina teških metala u hrani su dodavane rastvorima *C. albicans* u koncentraciji  $10^2$  u dnevnim dozama tj. na 0h, na 24h i 48h. Svi uzorci su inkubirani na  $37^{\circ}\text{C}$  u vremenskim intervalima 0, 16, 24, 48, 64 i 72 sata te je za svaki navedeni vremenski period sprovedeno spektrofotometrijsko mjerenje.

### **3.2 Određivanje koncentracije Aspartil proteinaze**

Poznato je deset aspartil-proteaza koje nastaju ekspresijom SAP gena i imaju značajnu ulogu u virulenciji kod vrste *C. albicans*. Doprinos ovih enzima infekciji uzrokovanoj vrstom *C. albicans* potvrđen je u ispitivanjima u kojima su korišteni SAP-deficijentni mutantni sojevi i inhibitori proteaza. Ustanovljeno je da su različiti SAP geni važni za mukozne i sistemske infekcije, te da su uključeni u adherenciju, oštećenje tkiva i izbjegavanje imunološkog odgovora nositelja. Sap proteini su prisutni i kod drugih *Candida* vrsta, poput *C. tropicalis*, *C. parapsilosis* i *C. guilliermondii*. Utvrđena je povezanost između povećane sinteze i aktivnosti ovih hidrolitičkih enzima i porasta virulentnosti vrste *C. albicans* koja dovodi do kliničkih simptoma kandidijaze (21).

Nakon inkubacije, u 0.5 ml mikrobne kulture se dodaju 2 ml 1% seruma (BSA) i inkubira 30 minuta na  $37^{\circ}\text{C}$ . Reakcija se zaustavlja dodavanjem 5 ml 10% trifluoracetatnom kiselinom. Uzorak se centrifugira 10 minuta na 1000 rpm. Enzim aspartat proteinaza će se izolovati u tečnu

fazu. Rastvori 1% BSA i 10% trifluoracetne kiseline moraju biti pripremljeni u 1M citratnom puferu (pH=3.5).

Koncentracija aspartil proteinaze kao faktora virulencije je određena mjerenjem inkubiranih uzoraka na 260 i 280 nm, i određena po Warburg Christian metodi i prema formuli:

$$\text{koncentracija aspartil proteinaze [mg/mL]} = 1,56 \cdot A(280) - 0,757 \cdot A(260)$$

## 4. Rezultati

### 4.1 Uticaj koncentracije željeza iz hrane na razvoj kandidijaze

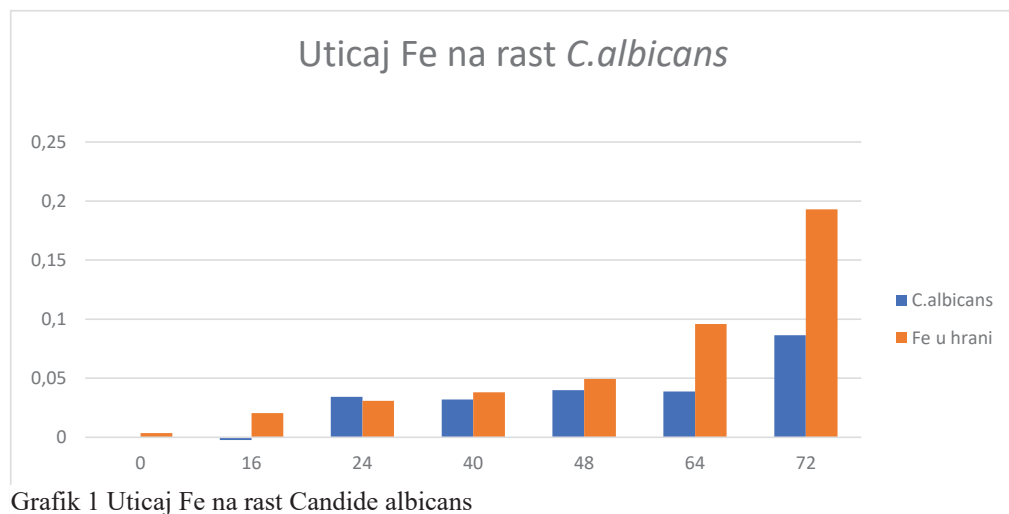
Tabela 2 Uticaj Fe na rast *C. Albicans*

Inkubacija [h]	Candida albicans	Candida albicans sa Fe iz hrane
0	0	0,0035
8	-0,0024	0,0206
16	0,0343	0,0308
24	0,0321	0,038
40	0,0398	0,0493
48	0,0387	0,0959
72	0,0864	0,193

U ovom dijelu rada prikazat ćemo rezultate monitoringa uticaja željeza (Fe) iz hrane na rast i metabolizam *Candide albicans*. Prosječno u porciji kukuruznih pahuljica za doručak imamo 27 mg Fe na 100 g porcije (33). S tim, u vezi u uzorak u kojem se nalazila *Candida albicans* koncentracije  $10^2$  dodavano je željezo (Fe) u količini 0,02mg/ml uzorka. Željezo je dodavano na svaka 24 sata, vodeći se time da se porcija od 100g kukuruznih pahuljica unosila za doručak, to jeste u jutarnjim

satima. Što bi značilo da se navedena količina željeza dodavala na 0h, 24h i 48h inkubacije. Za preglednije praćenje promjene rasta i faktora virulencije *Candide albicans*, slijepa proba odnosno na osnovu čega smo mogli uporediti promjene je uzorak bez dodatka željeza (Fe).

Praćenjem promjena koncentracije *C.albicans* dodatkom Fe dobiveni su rezultati prikazani u Tabeli 2 i Grafiku 1. Ono što možemo vidjeti iz rezultata jeste pozitivan i kontinuiran rast *C.albicans* u vremenima inkubacije. U prvih 24 sata imamo neznatan rast *C.albicans*, dok maksimum svog rasta *C.albicans* postiže nakon 72 sata inkubacije.

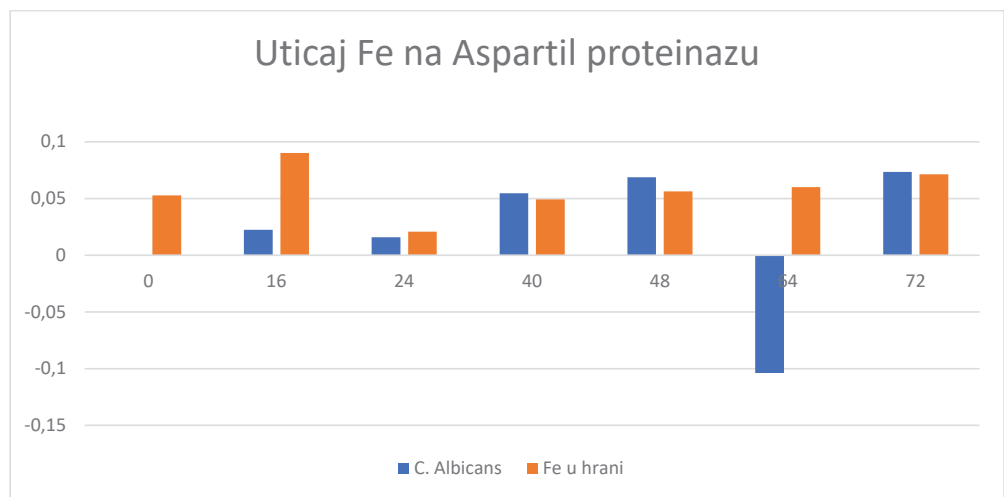


Grafik 1 Uticaj Fe na rast *Candide albicans*

Kada govorimo o virulentnosti, željezo nema uticaja na aspartil proteinazu i cijelo vrijeme je u konstantnim vrijednostima, što možemo vidjeti u Tabeli 3 i Grafiku 2 gdje su prikazani rezultati. Rast *C.albicans* koji se dešavao tokom inkubacije ne znači da bi se odmah razvila kandidijaza, jer su to neznatne promjene u koncentraciji, kao što je i neznatan uticaj na faktor virulencije. Kandidijaza bi se mogla javiti kroz određeni vremenski period jer ipak imamo lagani rast koncentracije *Candide albicans* i Fe pozitivno utiče na faktor virulencije, iako je faktor virulencije za vrijeme inkubacije bio u konstantnim vrijednostima. Zbog lakšeg shvatanja, podsjetimo se da je virulencija sposobnost mikroorganizma da izazove bolest, odnosno stepen njegove patogenosti (13).

Tabela 3 Uticaj Fe na virulentnost *C. albicans*

Inkubacija [h]	<i>Candida albicans</i>	<i>Candida albicans</i> sa Fe iz hrane
0	0	0,0528357
8	0,0224367	0,0901849
16	0,0158909	0,0206823
24	0,0545405	0,0491954
40	0,0687959	0,0561918
48	-0,103853	0,0601653
72	0,0733552	0,0712837



Grafik 2 Uticaj Fe na virulentnost *C.albicans*

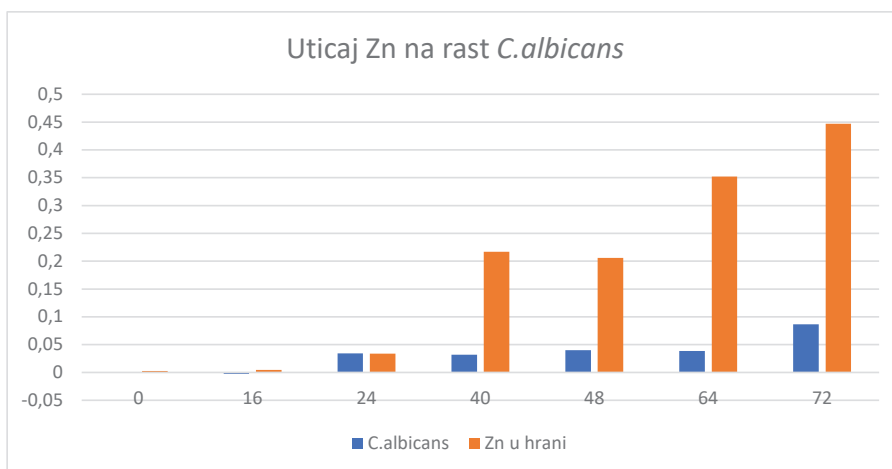


## 4.2 Uticaj koncentracije cinka iz hrane na razvoj kandidijaze

Zobene pahuljice su bogate cinkom. Prema podacima Američke agencije za hranu i lijekove prosječno jedna porcija zobenih pahuljica od 100g sadrži oko 3,36 mg cinka (Zn). S tim, u vezi u uzorak u kojem se nalazila *Candida albicans* koncentracije  $10^2$  dodavan je cink (Zn) u količini 0,044 mg/ml uzorka. Navedena količina je dodavana na svaka 24 sata inkubacije to jeste na 0h, 24h i 48h, u jutarnjim satima.

Inkubacija [h]	<i>Candida albicans</i>	<i>Candida albicans</i> sa Zn iz hrane
0	0	0,0028
8	-0,0024	0,0048
16	0,0343	0,0339
24	0,0321	0,2168
40	0,0398	0,206
48	0,0387	0,352
72	0,0864	0,4471

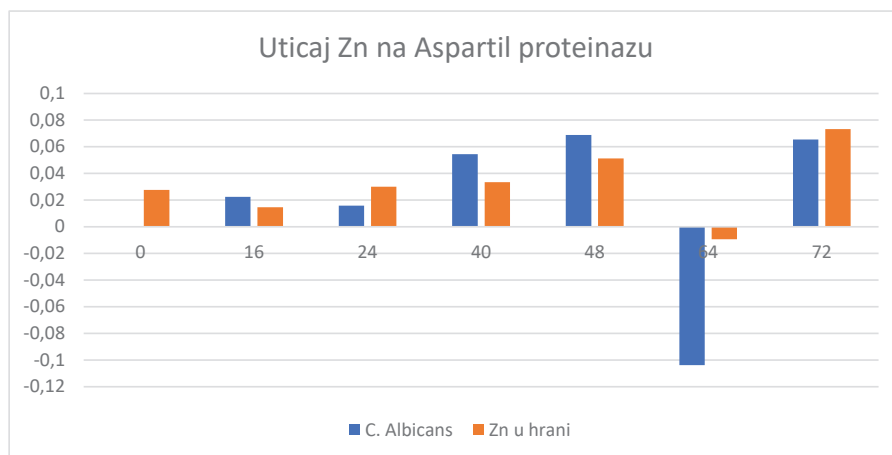
Tabela 4 i Grafik 3 nam prikazuju pozitivan rast *Candidae albicans*. Iz dobijenih rezultata se može vidjeti da kao i kod dodatka željeza u prvih 24 sata ne dolazi do značajnog rasta *C.albicans*. Nakon dodatka druge doze na 24h inkubacije može se primjetiti nagli rast *C.albicans*. Do kraja praćenja promjena *C.albicans* je narasla 30 puta više u odnosu na njenu količinu na 0h.



Grafik 3 Uticaj Zn na rast *C. Albicans*

U tabeli 5 i grafiku 4 prikazani su rezultati kontinuiranog rasta koncentracije virulentnog faktora aspartil proteinaze *C. albicans*. Ovo nam govori da su kultivirajući uslovi cinka koji su ispitivani povoljna sredina za lučenje virulentnog faktora aspartil proteinaze kada je riječ o *C. albicans*. Najveće vrijednosti koncentracije ovog enzima postignute su nakon 24 sata inkubacije ispitivanog uzorka.

Inkubacija [h]	<i>Candida albicans</i>	<i>Candida albicans</i> sa Zn iz hrane
0	0	0,0275874
8	0,022437	0,01471702
16	0,015891	0,0301194
24	0,054541	0,0334959
40	0,068796	0,0513293
48	-0,10385	-0,0093771
72	0,0654729	0,073355



Grafik 4 Uticaj Zn na virulentnost C.albicans

## 5. Diskusija

Željezo, kao esencijalni kofaktor za nekoliko proteina, potrebno je za brojne biokemijske procese uključujući ćelijsko disanje i metabolizam, transport kiseonika, metabolizam lijekova i sintezu DNK (35). U mikrobnom svijetu postoji stalna konkurencija za željezo, kako između mikroorganizama unutar mikrobnih zajednica, tako i između mikroorganizama i njihovih domaćina tokom komenzalnog prenosa i infekcije. Budući da je željezo bitan element i za domaćina i za *C. albicans*, unos željeza tokom infekcije smatra se atributom virulencije, a čak su kolonizacija i proliferacija mogući samo ako je dovoljno željeza dostupno gljivici (31). Stoga nije iznenađujuće da sadržaj željeza u domaćinu utiče na osjetljivost na infekcije *C. albicans*. Na primjer, predtretman endotelnih stanica fenantrolinom, kelatorom željeza, smanjuje oštećenje od *C. albicans* (11). Invazija *C. albicans* u ćelije tretirane fenantrolinom je smanjena u poređenju sa netretiranim ćelijama. Nasuprot tome, punjenje epitelnih ćelija željezom povećalo je oštećenje od strane *C. albicans*, iako je sposobnost gljivica da napadnu ćelije domaćina ostala nepromijenjena (5). U mišjem modelu sistemske kandidijaze, intravenska injekcija koloidnog željeza ( $60 \text{ mg kg}^{-1}$  tjelesne težine) tokom 3 uzastopna dana prije intravenske inokulacije ćelija kvasca *C. albicans* (107 ćelija) značajno je povećala stopu mortaliteta miševa: unutar 28 dana infekcije, 40% miševa bez davanja željeza je uginulo, dok je 80% mortaliteta uočeno među životinjama koje su opterećene željezom (3). S tim u vezi rezultati dobijeni u ovoj studiji slažu se sa dosadašnjim istraživanjima da željezo pozitivno utiče na rast koncentracije *C.albicans*, ali da je virulencija ostala skoro nepromijenjena tokom

vremena inkubacije. Razvoj kandidijaze prema ovoj studiji bi bio spor ili se ne bi ni razvila ukoliko bi se i dalje željezo iz hrane unosilo u dozvoljenim količinama. U ovoj studiji su isključeni drugi faktori koji doprinose razvoju kandidijaze.

Cink je esencijalni metal za mnogo ćelijskih događaja i stoga je nezamjenjiv mikronutrijent za gotovo sve žive organizme. 9% gljivičnih proteoma sastoji se od proteina koji vezuju cink (8); četvrtina ovih proteina je uključena u regulaciju transkripcije, npr. kao faktori transkripcije cinkovog prsta (116 različitih u *C. albicans* i 311 u *A. fumigatus*) ili regulatori nekoliko bioloških procesa, kao što su metabolizam aminokiselina, korištenje azota ili diobe ćelija. Brojni proteini koji vezuju cink su uključeni u virulenciju gljivica. Superoksidne dismutaze (SOD) su centralni enzimi u gljivama povezani sa detoksikacijom ROS-a koje stvaraju ćelije domaćina tokom interakcija domaćin-patogen (9). Iz tog razloga se pretpostavlja da su specifični SOD iz patogenih gljivica determinante virulencije. Ovim podacima se potvrđuju rezultati dobiveni i u ovoj studiji gdje je cink iz hrane znatno uticao na faktor virulencije. Praćenjem promjena do kraja inkubacije *C. albicans* možemo vidjeti da je cink pospješio lučenje aspartil proteinaze čak za 3 puta više u odnosu na njenu količinu na 0h. Također treba napomenuti da je cink povoljno djelovao kada je u pitanju i rast *C. albicans*, gdje je do kraja praćenja promjena *C. albicans* narasla 30 puta više u odnosu na njenu količinu na 0h.

## 6. Zaključak

1. Teški metali kada jednom uđu u naš organizam sakupljaju se u masnom tkivu, bubrezima, jetri, mozgu, a odatle ispoljavaju djelovanje na biohemijske i hormonske procese, kao što su metabolizam i rast ćelija, plodnost.
2. Teški metali su „metali života i smrti“ bez njih se ne mogu odvijati biohemijski procesi u organizmu. Čovjek mora imati raznosrnu ishranu kako bi sebi obezbjedio dovoljne količine svih važnih tvari potrebnih za održavanje homeostaze. U te potrebne i važne tvari spadaju i neki teški metali.
3. Uticaj teških metala na čovjeka možemo povezati sa Paracelsus-ovim mišljenjem: „Sve su tvari otrovi i ništa nije bez otrova. Samo doza određuje da neka tvar nije otrov.“ Sve dok u organizam unosimo u dozvoljenim količinama nama bitne teške metale, ti metali nam pomažu i održavaju kvalitetan život.
4. Na pojedine hemikalije prirodnih izvora (npr. nikl), čovjek ne može da utiče. Međutim, antropogeni izvori teških metala su postali značajni zagađivači zemljišta i njihovo dospijevanje čovjek mora sprečiti ili bar kontrolisati kako bi u sistemu zemljište-biljka-čovjek, krajnji korisnik imao ispravnu i kvalitetnu hranu

## 7. Literatura

1. A. Blanco, et al. Accumulation of lead and associated metals (Cu and Zn) at different growth stages of soybean crops in lead-contaminated soils: food security and crop quality implications *Environ. Earth Sci.*, 76 (2017), p. 182
2. A.A. El-Kady, M.A. Abdel-Wahhab Occurrence of trace metals in foodstuffs and their health impact *Trends Food Sci. Technol.*, 75 (2018), pp. 36-45
3. Abe F Tateyama M Shibuya H Azumi N Ommura Y (1985) Experimental candidiasis in iron overload. *Mycopathologia*89: 59–63.
4. Aggett PJ. Iron. In: Erdman JW, Macdonald IA, Zeisel SH, eds. *Present Knowledge in Nutrition*. 10th ed. Washington, DC: Wiley-Blackwell; 2012:506-20.
5. Almeida RS Brunke S Albrecht A Thewes S Laue M Edwards JE Filler SG Hube B The hyphal-associated adhesin and invasin Als3 of *Candida albicans* mediates iron acquisition from host ferritin. (2008)
6. ATSDR Toxicological Profile for Barium U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Atlanta, GA (2007)
7. B. Song, L. Mei, T. Chen, et al. Assessing the health risk of heavy metals in vegetables to the general population in Beijing, China *J. Environ. Sci.*, 21 (2009), pp. 1702-1709
8. C. Andreini , I. Bertini , G. Cavallaro , G. L. Holliday and J. M. Thornton , *JBIC, J. Biol. Inorg. Chem.*, 2008, 13 , 1205 —1218
9. C. S. Hwang , G. E. Rhie , J. H. Oh , W. K. Huh , H. S. Yim and S. O. Kang , *Microbiology*, 2002, 148 , 3705 —3713
10. El-Kady, M.A. Abdel-Wahhab Occurrence of trace metals in foodstuffs and their health impact *Trends Food Sci. Technol.*, 75 (2018), pp. 36-45
11. Fratti RA Belanger PH Ghannoum MA Edwards JE Jr Filler SG (1998) Endothelial cell injury caused by *Candida albicans* is dependent on iron. *Infect Immun*66: 191–196. (1998)
12. Gary P. Moran, David C. Coleman, and Derek J. Sullivan „*Candida albicans* versus *Candida dubliniensis*: Why Is *C. albicans* More Pathogenic?“ Hindawi Publishing Corporation; International Journal of Microbiology; Volume 2012, Article ID 205921, 7 pages
13. <https://www.medicinenet.com/virulence/definition.htm> (Pristup: 05.02.2022)
14. Institute of Medicine, Food and Nutrition Board. *Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium, and Zinc* external Washington, DC: National Academy Press, 2001.
15. Kullberg, B. J. & Filler, S. G. in *Candida and Candidiasis* (ed. Calderone, R. A.) 327–340 (ASM Press, Washington DC, 2002)
16. LaPointe CF, Taylor RK "The type 4 prepilin peptidases comprise a novel family of aspartic acid proteases". *The Journal of Biological Chemistry*. 275 (2): 1502–10. (January 2000).
17. M. Ercilla-Montserrat, et al. A study on air quality and heavy metals content of urban food produced in a Mediterranean city (Barcelona) *J. Clean. Prod.*, 195 (2018), pp. 385-395
18. M.I. Gonzalez-Martin, et al. Pesticide residues and heavy metals in commercially processed propolis *Microchem. J.*, 143 (2018), pp. 423-429
19. Manoguerra AS, Erdman AR, Booze LL, Christianson G, Wax PM, Scharman EJ, et al. Iron ingestion: an evidence-based consensus guideline for out-of-hospital management. *Clin Toxicol (Phila)* 2005;43:553-70.

20. Murray-Kolbe LE, Beard J. Iron. In: Coates PM, Betz JM, Blackman MR, et al., eds. *Encyclopedia of Dietary Supplements*. 2nd ed. London and New York: Informa Healthcare; 2010:432-8.
21. P. Marschner Marschner's *Mineral Nutrition of Higher Plants* (3rd ed.), Academic, London (2012)
22. P. Zhuang, M.B. McBride, H. Xia, N. Li, Z. Li Health risk from heavy metals via consumption of food crops in the vicinity of Dabaoshan mine, *South China Sci. Total Environ.*, 407 (2009), pp. 1551-1561
23. Prabhat Kumar Rai, Sang Soo Lee, Ming Zhang, Yiu Fai Tsang, Ki-Hyun Kim Heavy metals in food crops: Health risks, fate, mechanisms, and management. *Environment International* Volume 125, April 2019, Pages 365-385
24. Prasad AS, Beck FW, Grabowski SM, Kaplan J, Mathog RH. Zinc deficiency: changes in cytokine production and T-cell subpopulations in patients with head and neck cancer and in noncancer subjects. *Proc Assoc Am Physicians* 1997;109:68-77.
25. R.K. Rattan, S.P. Datta, P.K. Chhonkar, K. Suribabu, A.K. Singh Long-term impact of irrigation with sewage effluents on heavy metal content in soils, crops and groundwater-a case study *Agric. Ecosyst. Environ.*, 109 (2005), pp. 310-322
26. Rink L, Gabriel P. Zinc and the immune system. *Proc Nutr Soc* 2000;59:541-52.
27. Runke, M. in *Candida and Candidiasis* (ed. Calderone, R.) 307–325 (ASM Press, Washington, 2002).
28. S.N. Pandey Accumulation of heavy metals (Cd, Cr, Cu, Ni and Zn) in *Raphanus sativus* L. and *Spinacia oleracea* L. plants irrigated with industrial effluent *J. Environ. Biol.*, 27 (2) (2006), pp. 381-384
29. Sandstead HH. Understanding zinc: recent observations and interpretations. *J Lab Clin Med* 1994;124:322-7.
30. Solomons NW. Competitive interaction of iron and zinc in the diet: consequences for human nutrition. *J Nutr* 1986;116:927-35.
31. Sutak R Lesuisse E Tachezy J Richardson DR Crusade for iron: iron uptake in unicellular eukaryotes and its significance for virulence. *Trends Microbiol*16: 261–268. (2008)
32. Toda M, Williams SR, Berkow EL, Farley MM, Harrison LH, Bonner L, et al. Population-based active surveillance for culture-confirmed candidemia — four sites, United States, 2012–2016. *MMWR Surveill Summ* 2019;68:1–15.
33. U.S. Food and Drug Administration. *Food Labeling: Revision of the Nutrition and Supplement Facts Labels*. 2016
34. W. Liu, et al. Impacts of sewage irrigation on heavy metal distribution and contamination in Beijing, *China Environ. Int.*, 31 (6) (2005), pp. 805-812
35. Welch KD Van Eden ME Aust SD Modification of ferritin during iron loading. *Free Radical Biol Med*31: 999–1006. (2001)
36. Wessling-Resnick M. Iron. In: Ross AC, Caballero B, Cousins RJ, Tucker KL, Ziegler RG, eds. *Modern Nutrition in Health and Disease*. 11th ed. Baltimore, MD: Lippincott Williams & Wilkins; 2014:176-88.
37. World Health Organization. *Worldwide Prevalence of Anaemia 1993–2005: WHO Global Database on Anaemia*external link disclaimer. World Health Organization, 2008

## KONTAMINACIJE I OŠTEĆENJA ZEMLJIŠTA SUMPOROM (SO<sub>2</sub>) U USLOVIMA RADA TERMoeLEKTRANA NA UGALJ U BIH

### Apstrakt

Procesi kontaminacije i oštećenja zemljišta u današnje vrijeme su značajni, čemu je prvenstveno doprinio nagli razvoj tehnologije i industrije, potrebe za električnom energijom, širenje naselja, kao i veliki zahtjevi za hranom i sirovinama. Pod ovim uticajima dolazi do promjena fizičkih, hemijskih i bioloških svojstava zemljišta, što se na kraju manifestuje smanjenjem prinosa zasnovanih šumskih ili poljoprivrednih kultura. U ovom radu razmatrane su promjene koje se dešavaju na i u zemljištu u uslovima rada termoelektrana i emitovanja sumpor dioksida u atmosferu.

**Ključne riječi:** termoelektrane, ugalj, sumpor dioksid, kontaminacija zemljišta.

## CONTAMINATION AND DAMAGE OF SOIL WITH SULFUR IN THE CONDITIONS OF WORK OF COAL HEAT POWER PLANTS IN BIH

### Abstract

The processes of contamination and soil damage are significant today, which was primarily due to the rapid development of technology and industry, the need for electricity, the expansion of settlements, as well as high demands for food and raw materials. Under these influences, there are changes in the physical, chemical and biological properties of the soil, which is ultimately manifested by a decrease in the yield of established forest or agricultural crops. This paper discusses the changes that occur on and in the soil in the conditions of thermal power plants and sulfur dioxide emissions in the atmosphere.

**Key words:** thermal power plants, coal, sulfur dioxide, soil contamination.

<sup>1</sup> Doc. dr Miro Maksimović, dipl.ing.sum., Evropski univerzitet Brčko distrikt; Vodeći inženjer ekologije i rekultivacije u RJ „Rudnik“, MH “Elektroprivreda RS”, Matično preduzeće a.d. Trebinje, ZP “Rudnik i Termoelektrana Ugljevik” a.d. Ugljevik, e-mail: miro.maksimovic@gmail.com

<sup>2</sup> Dr Dimšo Milošević, dipl.ing.rud., Glavni tehnički rukovodilac u RJ “Rudnik”, MH “Elektroprivreda RS”, Matično preduzeće a.d. Trebinje, ZP “Rudnik i Termoelektrana Ugljevik” a.d. Ugljevik, e-mail: [dimsomilosevic@gmail.com](mailto:dimsomilosevic@gmail.com).

## 1. UVOD

Prema načinu dobijanja mehaničke energije koja pokreće generatore, termoelektrane se dijele na: parne, gasne i dizel termoelektrane. Na našim područjima su najzastupljenije termoelektrane na uglj. Zbog boljeg iskorišćenja energije termoelektrane se često grade kao termoelektrane - toplane (TE-TO).

Zagađenje zemljišta može biti izazvano: 1) primjenom pesticida i đubriva, 2) rudarstvom, 3) radom industrije (termoelektrana i sl.), 4) istovarom uglja i goriva, 5) odlaganjem ugljenog pepela, 6) odvodnjavanjem kontaminiranih površinskih voda u zemljište i 7) pražnjenjem fekalija na otvorenom području. Kontaminirano zemljište sadrži materije koje štetno djeluju na biljke, čime se direktno ugrožava zdravlje i život ljudi i životinja.

Kontaminacija ili zagađenje zemljišta kao posljedica rada termoelektrana, podrazumijeva stanje u zemljištu izazvano prisustvom ksenobiotika hemikalija (stvari strane živom organizmu ili cijelom biološkom sistemu), koje uzrokuju promjene u prirodnim životnim sredinama zemljišta, obično usljed industrijskih i poljoprivrednih aktivnosti ili nepravilnog odlaganja otpada.

## 2. PROBLEM I METOD RADA

Procesi kontaminacije i oštećenja zemljišta u današnje vrijeme su u velikoj ofanzivi, čime je prvenstveno doprinio nagli razvoj tehnologije i industrije, potrebe za električnom energijom, širenje naselja, kao i veliki zahtjevi za hranom i sirovinama. Brzi razvoj civilizacije uzrokuje sve veći uticaj na ekosistem, odnosno na vodu, vazduh, zemljište, biljke, životinje i na kraju i samog čovjeka. U ovom radu razmatrane su promjene koje se dešavaju na i u zemljištu u uslovima rada termoelektrana u BiH i emitovanja sumpora (sumpor dioksida) u atmosferu.

Prema stepenu oštećenja koja nastaju na i u zemljištu u uslovima rada termoelektrana mogu se dijagnostifikovati u dva nivoa oštećenja: 1. kontaminacija zemljišta i 2. degradacija zemljišta. S tim u vezi najčešće se razmatraju sljedeće solucije: a) uzroci koji dovode do kontaminacije i degradacije zemljišta, b) promjene u zemljištu pod uticajem ovakvih djelovanja, c) prognoze promjena u zemljištu u budućnosti i č) mjere i sanacije u procesu zaštite oštećenih zemljišta.

Emitovane čestice pepela i šljake mogu imati nepovoljne uticaje na životnu sredinu i zdravlje ljudi, jer se talože na listove i cvjetove biljaka sprečavajući prodor sunčeve radijacije (dio radijacije čestice adsorbiraju) i razvoj fotosinteze u listovima, a samim tim i na rast i razvoj biljaka.

U radu su korišćene metode analize, sinteze i konkretizacije, na bazi evaluacije tehničke dokumentacije: 1) Resulović, H. (1989): „Operativni program za paralelnu izgradnju Termoelektrane Ugljevik II i poduzimanje mjera zaštite okoline - faza A, Knjiga 5: „Uticaj zagađenog vazduha na poljoprivredne i šumske ekosisteme“, 2) „Studija uticaja emitovanih čvrstih čestica (prašine) iz procesa transporta šljake i pepela sa TE Ugljevik na lokalne ekološke uslove i zdravlje ljudi na PK Bogutvo Selo“, 2014, i 3) „Studija uticaja na životnu sredinu - Eksploatacija uglja za površinski kop Ugljevik-Istok 1“, 2016, kao i ostale navedene literature.

### **3. UZROCI KOJI DOVODE DO KONTAMINACIJE I DEGRADACIJE ZEMLJIŠTA, MOGUĆE POSLJEDICE, VRSTE I PORIJEKLO EMISIJA**

#### **3.1. Uzroci koji dovode do kontaminacije i degradacije zemljišta**

U cilju obezbijedenja neophodne elektro energije u Bosni i Hercegovini su do sada izgrađene termoelektrane u Tuzli, Kaknju, Ugljeviku, Gacku i Stanarima. U radu ovih termoelektrana koje sagorijevaju ugalj dolazi do emisija velikih količina različitih gasova, među kojima su naročito značajni sumpor dioksid, ugljen dioksid i azotni oksidi.

Emitovani sumpor (sumpor dioksid), nakon odlaska u atmosferu, u vidu suve i mokre depozicije sedimentira na površinu zemljišta, i uključuje se u procese u zemljištu. Neke termoelektrane (npr. Ugljevik) su instalirale uređaje za odsumporavanje, a većina odgovarajuće filtere za sprečavanje emitovanja zagađujućih supstanci (čestica) u atmosferu. U 2020. godini, ukupna emisija SO<sub>2</sub> iz termoelektrana na Zapadnom balkanu bila je 2,5 puta veća od ukupne emisije svih termoelektrana u EU (Radio Slobodna Evropa, 2021).

Pored emisije različitih gasova, radom termoelektrana emituju se čvrsti otpaci, koji se nazivaju pepeo i šljaka. Ovi otpadni materijali se proizvode u velikim količinama, te deponuju na odgovarajuće zemljišne površine (odlagališta). Ukoliko nisu preduzete adekvatne mjere zaštite, pod uticajem vjetera dolazi do raznošenja ovih čestica na velika prostranstva i njihovog spuštanja na vegetaciju i zemljište, dovodeći do njihove kontaminacije i oštećenja.

#### **3.2. Moguće posljedice kontaminacije zemljišta**

Zemljišta predstavljaju smještu organskog i neorganskog materijala, a sve komponente zemljišta su u stanju dinamičke ravnoteže. Neko zemljište može da primi određenu količinu polutanata, a da se posljedice tog prisustva odmah ne manifestuju na njegovim svojstvima. To smatra i profesor Resulović koji navodi da prisustvo nekog kontaminanta u zemljištu ne dovodi i do obaveznih promjena njegovih svojstava („Operativni program za paralelnu izgradnju Termoelektrane Ugljevik II i poduzimanje mjera zaštite okoline – faza A“, Knjiga 5: „Uticaj zagađenog vazduha na poljoprivredne i šumske ekosisteme“, 1989). U uslovima kontaminacije zemljišta treba imati na umu da se različita zemljišta različito ponašaju. Proces u zemljištu u postupku kontaminacije zavise od sljedećih uslova: 1) klimatskih, 2) zemljišnih, 3) topografskih, 4) biljnih (biljnog pokrivača) i 5) antropogenih.

Prisustvo kontaminanta u zemljištu može da dovede do promjena na biljkama. Promjene se mogu manifestovati u različitim efektima na biljne organe (mogu se akumulirati u pojedinim dijelovima biljaka koje koristimo u ishrani). Među najvažnije kontaminante zemljišta dolaze: 1. kisele kiše, 2. teški metali i 3. radionuklidi. Sadržaj prirodnih radionuklida (stvoreni nukleosintezom u isto vrijeme kada i sva supstanca našeg solarnog Sistema) u uzorcima pepela iz termoelektrana na području Bosne i Hercegovine prikazan je u tabeli 1.



Tabela 1. – Sadržaj prirodnih radionuklida (u uzorcima papela) iz termoelektrana u BiH

Radioaktivni niz	Radionuklid	Aktivnost u Bqkg <sup>-1</sup>			
		Kakanj	Ugljevik	Gacko	Tuzla
Niz U-223	Ra-226	117,76+7,70	184,93+9,76	186,83+9,07	82,94+6,43
	Pb-214	110,81+4,32	201,81+6,63	203,63+6,44	51,99+2,43
	Bi-214	81,84+6,01	165,29+10,10	172,51+10,26	54,85+3,56
Niz Th-232	Ac-228	63,40+5,65	62,29+6,44	34,99+5,22	56,81+6,23
	Th-208	58,10+4,05	63,05+5,25	34,68+4,03	57,07+4,55
Prirodni kalijum	K-40	501,90+30,76	448,58+33,31	101,01+15,13	448,049+31,60

(Izvor: Operativni program za paralelnu izgradnju Termoelektrane Ugljevik II i poduzimanje mjera zaštite okoline – faza A, Knjiga 5: Uticaj zagađenog vazduha na poljoprivredne i šumske ekosisteme, 1989)

### 3.3. Pregled vrste i porijekla emisija u okolini površinskih kopova uglja

Glavni izvori zagađenja vazduha u okolini površinskih kopova uglja koji obezbjeđuju pogonsko gorivo, odnosno ugalj (najčešće lignit i mrki ugalj) za termoelektrane, uzrokovani su eksploatacijom otkrivke i uglja, prvenstveno radom mašina na iskopu i transportu otkrivke, te klasiranjem uglja. Emisije se odnose na izduvne gasove, prašinu i otpadne vode, kao i emitovanje buke (tabela 2.).

Tabela 2. - Pregled vrste i porijekla emisija u okolini površinskih kopova uglja

Tehnološka operacija	Oblik zagađenja	Porijeklo
Eksploatacija (radovi na otkopavanju otkrivke i uglja)	Izduvni gasovi	Rudarske mašine, loše sagorijevanje
	Buka	Rad mašina
	Prašina	Podizanje prašine prilikom manipulacije materijalom
	Otpadne vode na površ. kopu	Atmosferske i podzemne vode
Klasiranje uglja	Prašina	Podizanje prašine prilikom klasiranja
	Buka	Rad mašina za klasiranje

(Izvor: Studija uticaja na životnu sredinu - Eksploatacija uglja za površinski kop Ugljevik-Istok I<sup>a</sup>, 2016)

## 4. UTICAJ SUMPOR DIOKSIDA NA FIZIČKA, HEMIJSKA I BIOLOŠKA SVOJSTVA ZEMLJIŠTA

Imajući u vidu složenost zemljišta kao materije, znamo da će se ono različito ponašati u uslovima prispeća određenih polutanata. Na ponašanje zemljišta zagađenjem sumpor

dioksidom prvenstveno utiče vodni režim u zemljištu, odnosno da li se zemljište nalazi u razdjelu automorfni, hidromorfni ili halomorfni zemljišta.

Automorfne razdjelje zemljišta karakteriše prisutnost viškova vode i izrazito oksidacioni uslovi (režimi). Prispjeli sumpor u zemljište u ovakvim uslovima će oksidirati i transformisati se u sulfate. Jednim dijelom će se vezati kao  $\text{SO}_4$ -anion u adsorptivni kompleks zemljišta, a drugim dijelom će se isprati iz zemljišta.

Hidromorfna zemljišta odlikuju se prisustvom mokre faze koja može imati duže ili kraće zadržavanje. Ova faza označava potpunu saturaciju zemljišnog profila vodom u kome su sve pore ispunjene vodom, a zemljišta se karakterišu izraženom anaerobiozom i prevagom redukcioni procesa. Akumulacijom sumpora u ovakva zemljišta dolazi do nastajanja redukovanih jedinjenja tipa  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{FeS}_2$ ,  $\text{CH}_3\text{SH}$  (merkaptani) i dr., koja imaju toksična djelovanja na biljne korijenove, te prisutne mikroorganizme i pedofaunu u zemljištu.

Halomorfna zemljišta, kao zemljišta sa visokim sadržajem štetnih soli i/ili adsorbovanog natrijuma, nepovoljnih hemijskih vodnih i fizičkih svojstava, ne koriste se u intenzivnoj biljnoj proizvodnji. Kod nas se za ova zemljišta duboko uvriježio termin "slatine", tj. zbirni i zajednički naziv za sva ona „defektna zemljišta“, koja su zbog prisustva štetnih soli i adsorbovanog natrijuma nepogodna su za biljnu proizvodnju, te se uglavnom koriste kao oskudni prirodni pašnjaci.

#### 4.1. Uticaj depozicije sumpor dioksida na promjene fizičkih svojstava zemljišta

Kiselost zemljišta je jedan od važnijih faktora koji utiču na prirast biljaka, prinos i sveukupno uspješno gajenje i produktivnost biljne proizvodnje. Mjeri se pH vrijednošću zemljišnog rastvora. Reakcija zemljišta (pH vrednost) javlja se kao edafski faktor i ukazuje na stepen zasićenosti bazama adsorptivnog kompleksa i zemljišnog rastvora. Ukoliko u zemljišnom rastvoru prevladavaju  $\text{H}^+$  joni, onda je zemljište kiselo, ako prevladavaju  $\text{OH}^-$  joni onda je ono alkalno, a ukoliko je podjednako  $\text{H}^+$  i  $\text{OH}^-$  jona, onda je zemljište neutralne reakcije.

Acidifikacijom (zakiseljavanjem) zemljišta dolazi do pogoršanja fizičkih osobina zemljišta, što se naročito manifestuje u sljedećem: 1. kvarenju strukture zemljišta, odnosno smanjenjem njene stabilnosti, 2. smanjenju sadržaja krupnih pora usljed nestabilnosti strukture i mikroerozije zemljišta, što uzrokuje začepljenje zemljišnih pora, 3. smanjenju vodopropusnosti, kao direktne posljedice uništavanju krupnih pora, 4. smanjenju otpornosti zemljišta na vodnu i eolsku eroziju i 5. povećanju zapreminske gustine, odnosno zbijanja zemljišta.

#### 4.2. Uticaj sumpor dioksida iz atmosfere na hemijske promjene zemljišta

Kisele kiše, nastale sjedinjavanjem ispuštenih gasova u atmosferu (prvenstveno sumpora) sa kišnim kapima, nakon dospjeća na površinu, a potom i u zemljište, povećavaju ispiranje kationa u zemljištima, kada snižavaju reakciju vodenog rastvora ispod pH 7, a ukoliko se reakcija spusti ispod pH 4, može dovesti do znatnog (često duplog) povećanog gubitka količine kalcijuma i manezijuma. U literaturi se navodi da je povoljan odnos sumpora sa nekim drugim sastojcima u zemljištu ako je taj odnos (Resulović, H., 1989):

$$\begin{array}{l} \text{P}_2\text{O}_5 : \text{S} = 2,3 : 1, \\ \text{N} : \text{S} = 5 : 1, \\ \text{C} : \text{S} = 100 : 1. \end{array}$$

Depozicijom sumpor dioksida ( $\text{SO}_2$ ) na površinu zemljišta može doći do sljedećih promjena u zemljištu:

1. povećanje kiselosti tečne faze zemljišta (takozvana acidifikacija zemljišta),

2. povećanje kiselosti čvrste faze zemljišta ulaskom  $H^+$  jona u adsorptivni kompleks zemljišta,
3. smanjenje stabilnosti kompleksa zemljišta i njegova degradacija,
4. povećanje sadržaja rastvorljivog aluminijuma,
5. zakiseljavanje organske komponenete zemljišta,
6. pojačano ispiranje važnijih kationa kao što su Ca, Mg, K i  $NH_4$ ,
7. smanjenje pristupačnosti fosfora,
8. stvaranje toksičnih jedinjenja u zemljištu,
9. povećanje rastvorljivosti teških metala,
10. akumulacija sumpora u zemljištu do granica toksičnosti, i
11. povećanje  $SO_2$  u zemljišnom vazduhu.

Sadržaj sumpora (S) u zemljištima humidne klime nalazi se u obimu od 0,02 do 0,2% sumpora. Obogaćivanje sumporom može nastati u anaerobnim uslovima u formi željeznih sulfida kada sadrže podzemne ili plavljene vode sulfata. U humidnoj klimi u aerobnim uslovima sumpor se nalazi 60-95% u organskoj formi. U močvarnim i tresetnim zemljištima sumpora ima od 1% do 3,5%. S druge strane, u aridnim zemljištima može doći do obogaćivanja sa sulfatima iz posebne vode ili kao posljedica navodnjavanja (Resulović, H., 1989).

Sadržaj rastvorljivog sulfata u terestičnim zemljištima po pravilu je mali (manji od 10 ppmS), dok je u hidromorfim zemljištima nešto veći. Ukoliko je zemljišni rastvo ispod pH 6 u zemljištu se susreće se adsorbovani  $SO_4$ . U ekstremno kiselim uslovima stvaraju se teško rastvorljivi Fe-Al sulfati, kao što su:  $Fe_3(OH)_3$ ,  $KFe_3(SO_4)_2(OH)_6$  i  $KAl_3(SO_4)_2(OH)_6$ . Zemljišta imaju veliku mogućnost da apsorbuju visoke količine  $SO_2$ ,  $H_2S$  i metil-merkaptana, te tako adsorpcija u vazdušno-suvom zemljištu može da iznosi do 150 ppm  $SO_2$ , 650 ppm  $H_2S$  i 320 ppm  $CH_3SH$ .

U industrijskim regionima i velikim gradovima putem oborina u zemljišta može dospjeti i do 100 kg/ha sumpora, dok u drugim regionima količine sumpora iznose 12,37 kg/ha. Visoki sadržaj sumpora pokazuju oborine u blizini mora. Ispiranje sumpora iz zemljišta iznosi godišnje oko 100 kg/ha (prosječne vrijednosti se kreću oko 90 kg/ha godišnje).

Putem mineralnih đubriva u prosjeku u zemljišta se infiltrira oko 15 kg/ha sumpora godišnje, a preko organskih đubriva oko 4,0 kg/ha godišnje. Ukoliko se dosta koriste sredstva za zaštitu, kao što su organski fungicidi koji sadrže i do 50% sumpora, u voćnjacima i vinogradima može da se unese do 3,0 kg/ha sumpora (Resulović, H., 1989).

### **4.3. Uticaj sumpor dioksida iz atmosfere na promjene bioloških svojstava zemljišta**

Mjerenjem mikrobiološke zajednice u zemljištima (prirodnim i/ili nasutim zemljištima-odlagalištima-deposolima) pružaju se odgovori na važna pitanja kao što su uspjeh restauracije ekosistema i vraćanje njegovih osnovnih funkcija i biodiverziteta. U uslovima uticaja sumpor dioksida iz atmosfere mikrobiološka zajednica se mjeri kao: brojnost mikroorganizama ili njihova veličina, zastupljenost karakterističnih vrsta ili funkcionalnih grupa i metabolična aktivnost, mjereno kao asimilacija ili disanje (Đorđević-Miloradović, J., Miloradović, M., Savić, N., 2012., prema Maksimović, M., Milošević, D., 2016).



Slika 1. – Termoelektrana Ugljevik I (Rudnik i Termoelektrana „Ugljevik“, 110 godina Rudnika, 1899-2009.godina)

Mikrobiološka svojstva zemljišta su dinamična i visoko osjetljiva na agrotehniku i poljoprivredno/šumarsku praksu. Za procjenu biološkog kvaliteta zemljišta obično se koriste pokazatelji različite mikrobne aktivnosti. Pogoršanje bioloških svojstava zemljišta se manifestuju u smanjenu azotobaktera, nitrifikatora, kišnih glista i povećanju štetnih mikroorganizama. Kao rezultat ovih promjena dolazi do pogoršanja plodnosti i produktivnosti zemljišta, što se direktno manifestuje na smanjenje prinosa biljaka.

## **5. MJERE ZAŠTITE I SANACIJE ZEMLJIŠTA ZAHVAĆENIH DEGRADACIJOM (ACIDIFIKACIJOM)**

Zaštita zemljišta od posljedica degradacije zemljišta proizvedene acidifikacijom-zakiseljavanjem zemljišta pod uticajem sumpor dioksida, može se rješavati primjenom: 1) mjera za smanjenje količine emisije sumpor dioksida i 2) mjera sanacije već kontaminiranog zemljišta. Naročito je važno i značajno smanjenje daljeg priliva sumpor dioksida (i drugih kontaminata) u zemljišta. Proces smanjenja količina emisija znatno će redukovati i obim sanacionih mjera, a najefikasnija metoda je odsumporavanje dimnih gasova na samim termoelektranama.

Sanacione mjere podrazumijevaju primjenu odgovarajućih mjera kojima se mogu redukovati nepovoljni efekti depozicije sumpora ( $\text{SO}_2$ ). Pozitivan primjer smanjenja emisija sumpor dioksida u vazduh je izgradnja sistema za odsumporavanje (ODG) u ZP „RiTE Ugljevik“. Među značajnijim mjerama za sanaciju zemljišta su kalcifikacija (unošenje krečnih materijala u zemljište), kao unošenje laporovitih i dolomitskih materijala (materijala koji sadrže Ca i Mg jone).

U cilju zaštite zemljišta od egzogenih kontaminirajućih materijala vrlo značajna mjera je „sprovođenje trajne kontrole svojstava zemljišta“. Ovaj tip monitoringa praktikuje se na različitim zemljištima u odgovarajućim vremenskim intervalima, uzimajući uzorke zemljišta i analiziranje hemijskih, fizičkih i bioloških promjena zemljišta.



Slika 2. – Biološka rekultivacija-kultura bagrema na VZO, PK „Bogutovo Selo“ Ugljevik  
(Foto: Miro Maksimović, 2012. godina)

Zemljišta na kojima su deponovani čvrsti otpadni materijali dobijeni u procesu rada termoelektrana (pepeo i šljaka), moraju biti predmet određenih opservacija, napr. biološke rekultivacije, čime se sprečava veće kontaminiranje zemljišta usljed sedimentacije otpadnog materijala. Za efikasno rješenje porobloma najčešće se određuje moguće opterećenje zemljišta polutantima, kao mjera za sprečavanje veće toksičnosti za biljke koje su ili će biti posađene.

Radi smanjenja emisija pepela i šljake neophodno je preduzeti odgovarajuće preventivne mjere („Studija uticaja emitovanih čvrstih čestica-prašine iz procesa transporta šljake i pepela sa TE Ugljevik na lokalne ekološke uslove i zdravlje ljudi na PK Bogutvo Selo“, 2014): 1) koristiti kamione sa zatvorenom karoserijom, 2) kod transporta sa otvorenom karoserijom prilikom prevoza koristiti ceradu za pokrivanje tereta, 3) redovno održavanje trase puta za transport pepela i šljake (pranjem vodom), 4) formiranje zelenog pojasa uzduž trase puta kako bi se smanjilo raznošenje emitovanih čestica na bližu i dalju okolinu, i 5) pri utovaru i istovaru pepela i šljake koristiti zatvoreni sistem (i takođe intenzivno prskati vodom).

## 6. ZAKLJUČAK

Procesi kontaminacije i degradacije zemljišta na prostorima površinskih kopova uglja, a na širem prostoru u uslovima proizvodnje električne energije iz uglja radom termoelektrana, izazvani emisijama raznih materija (naročito sumpor dioksida), mogu biti veoma značajni i sa teškim posljedicama. Pod ovim uticajima dolazi do promjena fizičkih, hemijskih i bioloških svojstava zemljišta.

Positivan primjer smanjenja  $\text{SO}_2$  u vazduh na prostorima BiH je izgradnja sistema za odsumporavanje u ZP „Rudnik i Termoelektrana Ugljevik“ a.d. Ugljevik. Da bi se umanjila štetna dejstva na zemljišta sa jedne strane i omogućila proizvodnja neophodne električne energije i odgovarajuća biološka proizvodnja sa druge strane, potrebno je preduzimati cijeli niz mjera (npr. stacionarna istraživanja-pedomonitoring), a naročito su važne „kalcifikacija“ i „rekultivacija“.

Emisije sumpor dioksida na područjima rada termoelektrana gdje je okolno zemljište pretežno kisele reakcije, mogu dovesti do teških oštećenja zemljišta, sa značajno umanjenom plodnošću, što se na kraju odražava sa smanjenom proizvodnom mogućnošću tih zemljišta i smanjenim prihodima od zasnovanih biljnih kultura.

### Literatura:

1. Resulović, H. (1989): „Operativni program za paralelnu izgradnju Termoelektrane Ugljevik II i poduzimanje mjera zaštite okoline - faza A, Knjiga 5: Uticaj zagađenog vazduha na poljoprivredne i šumske ekosisteme“, Mašinski fakultet Univerziteta u Sarajevu - OOUR Institut za procesnu tehniku, energetiku i tehniku sredine, Sarajevo.

2. Đorđević-Miloradović, J., Miloradović, M., Savić, N. (2012): „Rekultivacija i ozelenjavanje deponija jalovišta i pepela u Kostolcu“. II izdanje. PD Rekultivacija i ozelenjavanje Kostolac.

3. Maksimović, M., Milošević, D. (2016): „Zaštita životne sredine-Rekultivacija pošumljavanjem odlagališta površinskih kopova uglja“. Naučna monografija. Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor. Bijeljina.

4. \*\* (2014): „Studije uticaja emitovanih čvrstih čestica (prašine) iz procesa transporta šljake i pepela sa TE Ugljevik na lokalne ekološke uslove i zdravlje ljudi na PK Bogutovo Selo“, Univerzitet u Istočnom Sarajevu-Tehnološki fakultet Zvornik, Zvornik.

5. \*\* (2016): „Studija uticaja na životnu sredinu - Eksploatacija uglja za površinski kop Ugljevik-Istok I“. Institut za građevinarstvo „IG“ Banja Luka, Banja Luka.

6. \*\* (2021): „Zagađenje iz BiH termoelektrana na uglj deset puta veće od dozvoljenog“. Radio Slobodna Evropa, 7. septembar, 2021. godina.

## APPLICATION OF ELECTROCHEMICAL METHODS FOR EVALUATION OF THE ANTIOXIDANT ACTIVITY OF PHENOLIC COMPOUNDS IN VARIOUS BEVERAGES

### Abstract

Antioxidants play an important role in human health and provide a defense against many diseases. Due to the valuable dietary role of these compounds, the analysis and determination of their amount in food are of particular importance. In recent years, many attempts have been made to provide simple, fast, and economical analytical approaches for the on-site detection and determination of antioxidant activity in food antioxidants. Electrochemical methods are considered promising tools for antioxidant research due to their high sensitivity, fast response time, and ease of miniaturization. A review of the recent advances in the electrochemical detection of antioxidants has been given, along with underlying principles, advantages, and limitations.

### Sažetak

Antioksidansi igraju važnu ulogu u ljudskom zdravlju i pružaju odbranu od mnogih bolesti. Zbog dragocene dijetetske uloge ovih jedinjenja, analiza i određivanje njihove količine u hrani je od posebnog značaja. Poslednjih godina je učinjeno mnogo pokušaja da se obezbede jednostavni, brzi i ekonomični analitički pristupi za detekciju na licu mesta i određivanje antioksidativne aktivnosti u napitcima i hrani. Elektrohemijske metode se smatraju obećavajućim alatima za istraživanje antioksidativne aktivnosti zbog njihove visoke osetljivosti, brzog vremena odziva i lakoće minijaturizacije. U ovom radu dat je pregled razvoja elektrohemijske detekcije antioksidanata, njihovih osnovnih principa, prednosti i ograničenja.

### 1. Introduction

Antioxidants are chemical substances that have the ability, when present at low concentrations compared to an oxidizable substance, to protect or delay that same substrate from being oxidized, eventually protecting the organism from the damaging effects of oxidative stress. An imbalance between the generation of oxidants, which can be free radicals and/or non-free radicals, and the antioxidants is known to cause *oxidative stress*. Oxidative stress is often related to numerous complex diseases such as inflammatory disorders, cardiovascular diseases, and cancer. [1] However, nature has established multifaceted antioxidant arrangements to neutralize and prevent the harmful effects of oxidants and diminish the oxidative stress in living systems.

<sup>1</sup> Vinča Institute of Nuclear Sciences, National Institute of the Republic of Serbia, University of Belgrade, Mike Petrovića Alasa 12-14, 11001 Belgrade, Republic of Serbia  
[npotkonjak@vin.bg.ac.rs](mailto:npotkonjak@vin.bg.ac.rs)

Natural antioxidants are omnipresent in foods. It appears that an increase in the intake of dietary antioxidants may support maintaining a delicate balance between oxidant and antioxidant substances in order to keep the normal physiological functions of living organisms. Some functional foods such as fruits, vegetables, whole-grain cereals, juices, tea, and wine are good sources of antioxidants. [2, 3]

Numerous analytical methods have been established to quantify the total and/or individual antioxidant activity of food, beverages, and biological samples. Individual antioxidants can be quantitatively measured in samples by performing chromatographic analysis supported by extraction techniques (solid-phase microextraction, supercritical fluid extraction, and microwave-assisted extraction). [4] Since the complexity of food composition and the composition of biological samples, separating each antioxidant compound and studying it individually is a costly and time-consuming process, which excludes the possible synergistic antioxidant effect.

Quantification of the total antioxidant activity can be divided based on chemical mechanisms [5]:

- hydrogen atom transfer (HAT), the capability of an antioxidant to quench radicals by hydrogen donation,
- single-electron transfer (SET), the capability of an antioxidant to transfer one electron to reduce any compound (metals, carbonyls and radicals).

These two mechanisms nearly constantly arise together, through the equilibrium which is determined by the structure of antioxidant molecules and pH of environment (Prior et al., 2005). The valuation of antioxidant activity using the HAT reaction mechanisms can be performed by several techniques [5]:

- the oxygen radical absorbance capacity (ORAC),
- total radical-trapping antioxidant parameter (TRAP),
- total oxidant scavenging capacity (TOSC),
- $\beta$ -carotene bleaching by ROO radical dot, and
- low-density lipoprotein (LDL) oxidation.

The SET reaction mechanisms can be measured by following analytical methods [5]:

- ferric reducing antioxidant power (FRAP),
- trolox equivalent antioxidant capacity assay (TEAC),
- DPPH-based assay (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl),
- total phenolic assay by Folin-Ciocalteu (FC).

Some weaknesses of presented methods are time/consumption, need for pre-treatment of samples, expensive equipment and requirements, and effect of interfering substances and need for their correction.

The use of electrochemical methods for the assessment of the total antioxidant activity in samples represents a well-meaning substitute for spectrophotometric methods. Over-all, they do not involve expensive equipment. Also, the apparatus is very sensitive and easy to miniaturize, leading to portability. One has to keep in mind that antioxidant activity assays are based on electron transfer reactions, which can be easily followed by electrochemical techniques. Therefore, the electrochemical detection of the antioxidant is directly proportional to the total reducing power of these compounds present in samples [2].

## **2. General concepts of electrochemical methods for the use in determination of antioxidant activity**

Voltammetry is the branch of electrochemistry that has been developing since the discovery of polarography in 1922 by the Czech chemist Prof. dr. Jaroslav Heyrovsky. All voltammetric techniques include the application of an electrode potential ( $E$ ) to a working



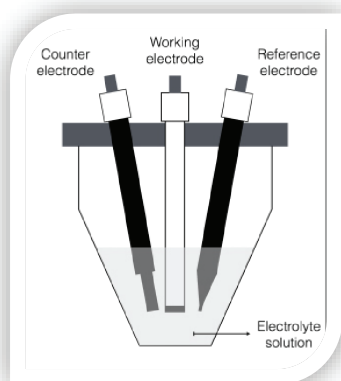
electrode and measurement of the resulting electric current ( $I$ ) flowing through the electrochemical cell. The applied potential is some kind of function of time ( $t$ ). Thus, all voltammetric techniques can be observed as potentiodynamical techniques. Voltammetry is considered an active technique, as the applied potential forces a change in the concentration of an electroactive species at the electrode surface by electrochemically reducing or oxidizing. This is opposed to passive techniques such as potentiometry.

The voltammetric techniques embrace excellent sensitivity, having a very large linear concentration range for both inorganic and organic samples ( $10^{-12}$  to  $10^{-1}$  M), a vast number of suitable substances which can be used as electrolytes, an extensive range of temperatures, rapid analysis times (seconds), simultaneous determination of several targeted substances, the ability to determine kinetic and mechanistic parameters, a well-developed theory, and thus the ability to reasonably estimate the values of unknown parameters, and the ease with which different potential waveforms can be generated and small currents measured [6].

The electrochemical cell is generally composed as two or three electrode system, immersed in a electrolytes, a solution which permits the movement of ions between working and counter electrodes. The electrochemical cells can be divided as:

- the galvanic cells, the electrochemical cell capable to generate an electric current,
- the electrolytic cells, the electrochemical cell that generate chemical reactions, via electrolysis.

The preparation of an electrochemical experiment involves the sample being dissolved in a solvent, an ionic electrolyte, and three (or sometimes two) electrodes. Cells come in a variety of sizes, shapes, and materials. The type usually depends on the amount and type of sample, the technique, and the analytical data to be obtained. The material of the cell (glass, Teflon, polyethylene) is selected to minimize reaction with the sample. In most cases, the reference electrode should be as close as possible to the working electrode; in some cases, to avoid contamination, it may be necessary to place the reference electrode in a separate compartment. In the electrochemical cell, the electrolyte solution (supporting electrolyte) plays a major role in reducing the resistance, the Ohmic potential drop, eliminating the migration current and, depending on the analysis, keeping a constant pH of the solution (buffer solution). A three-electrode cell should be used when the product between the current and the resistance component is too high. Usually, the electrochemical cell consists of a reference electrode (RE), a counter electrode (CE) and a working electrode (WE).



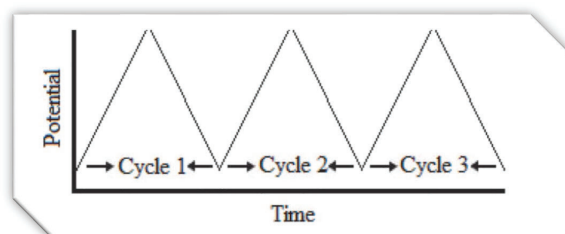
**Figure 1.** Three electrodes typical electrochemical cell for voltammetry assays: working electrode (WE); counter electrode (CE); reference electrode (RE).

The WE is an inert electrode made either from intermetals such as mercury, platinum, or gold, or a glassy carbon or carbon paste. The working electrodes are of various geometries and materials, ranging from small Hg drops to flat Pt disks. Mercury is useful because it displays a wide negative potential range (because it is difficult to reduce hydrogen ions or water at the mercury surface), its surface is readily regenerated by producing a new drop or film, and many metal ions can be reversibly reduced into it. Other commonly used electrode materials are gold, platinum, and glassy carbon. The CE can be of any type (usually platinum), should be a good conductor, and must not interfere with the reactions occurring in the solution. In most voltammetric techniques, the analytical reactions at the electrode surfaces occur over very short time periods and rarely produce any appreciable changes in bulk concentrations of R or O. Thus, isolation of the counter electrode from the sample is not normally necessary. Most often, the counter electrode consists of a thin Pt wire, although Au and sometimes graphite have also been used.

The reference electrode should provide a reversible half-reaction with Nernstian behavior, be constant over time, and be easy to assemble and maintain. The calomel electrode, with a potential determined by the reaction  $\text{Hg}_2\text{Cl}_{2(s)} + 2e^- = 2\text{Hg}_{(l)} + 2\text{Cl}^-$ , and the silver/silver chloride electrode ( $\text{Ag}/\text{AgCl}$ ), with a potential determined by the reaction  $\text{AgCl}_{(s)} + e^- = \text{Ag}_{(s)} + \text{Cl}^-$ , are the most commonly used reference electrodes for aqueous solutions. These electrodes are commercially available in a variety of sizes and shapes. The RE may be a saturated calomel ( $\text{Hg}/\text{Hg}_2\text{Cl}_2$ ) electrode or a silver/silver chloride ( $\text{Ag}/\text{AgCl}$ ) electrode.

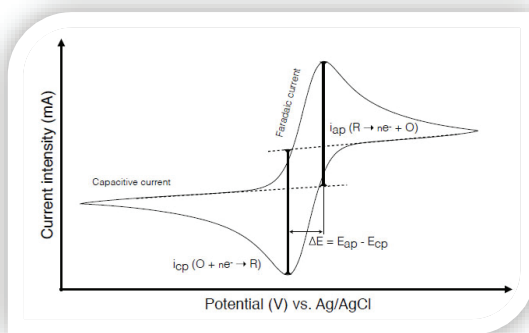
Voltammetry is certainly the most comprehensive and well known category of electrochemical methods devoted to studying the redox behavior of antioxidant compounds. This category includes cyclic voltammetry (CV), differential pulse voltammetry (DPV), and square wave voltammetry (SWV). These methods have been applied to analyze the antioxidant properties of biological samples and food extracts.

The CV is a technique for acquiring quality information on the redox states, the oxidation state stability and electron transfer kinetics. In this technique, the potential is applied in two directions, namely in the form of a triangular wave, while the current is monitored, Fig. 2.



**Figure 2.** Scheme of the potential parameters to be set in cyclic voltammetry

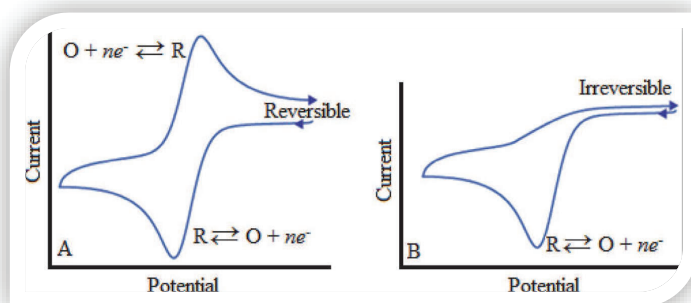
A typical cyclic voltammogram for a reversible redox process is shown in Fig 3, indicating the parameters that can be drawn from the chart: the cathodic peak potential ( $E_{cp}$ ); the anodic peak potential ( $E_{ap}$ ); the cathodic peak current ( $I_{cp}$ ); and the anodic peak current ( $I_{ap}$ ). The analysis generates voltammograms where both the oxidation (anodic) and the reduction (cathodic) waves are plotted. The presence of electroactive compounds in the interface between the solution thin layer and the electrode surface leads to the appearance of current peaks, generated at their reduction and/or oxidation potentials, for the analyzed compound. Cyclic voltammetry (CV) is usually the first experiment in the electrochemical operation of a compound in biological materials such as natural samples to get details about the electro-behaviors.



**Figure 3.** Voltammograms for the cyclic voltammetry in details.

In particular, to study the thermodynamics, kinetics, electron transfer, substance transfer type, and quantitative determinations of oxidation or reduction processes can be carried out by the cyclic voltammetric technique. In addition to taking a single measurement with CV, sequential measurements can be taken. The most common applications of cyclic voltammetry are electropolymerization, electrochemical characterization, and the design of modified electroanalytical systems. Two types of cyclic voltammograms can be obtained as irreversible or reversible, depending on the chemical components of the target molecules. In reversible voltammetry, there is a difference of about 59 mV between the reduction and oxidation peak potentials (Fig. 3). During the past years, cyclic voltammetry has been used as an alternative to existing methods to evaluate the antioxidant sensing in natural samples such as teas, biological fluids, beverage juices, plants, foods, and beverage juices on different working electrodes. The most used parameter is peak current because it is proportional to the concentration of the antioxidants. Peak current heights also provide quantitative information about the amount of antioxidant capacity in food samples.

For reversible redox processes, when the potential is reversed the newly oxidized species are reduced at the electrode interface, achieving the original state if the electrode reaches the polarization level at a sufficiently negative potential. In reversible processes, the difference between the anodic and cathodic potentials is zero and the ratio between the reduction and oxidation current peaks is equal to 1. In some cases, the cyclic voltammograms show a quasi-reversible process, when differences from those values are observed. If an oxidized or reduced compound does not regenerate completely, by reversing the potential applied to the electrode, the redox process is irreversible.



**Figure 4.** Typical voltammograms for reversible and irreversible reactions.

Overall, CV is commonly used to characterize the redox system [7], being a non-destructive electrochemical analytical technique with good sensitivity. In general, when CV is applied for analyzing natural products extracts, a voltage scanning is applied at the WE and the current observed due to the oxidation of an antioxidant compound (reducing agents that are able to donate an electron) is measured. For single compound analysis, the maximum current response at the anodic peak is proportional to its concentration but, when analyzing an extract containing a mixture of compounds, the area under the curve shows a better correlation with the total antioxidant capacity. In antioxidant properties studies, a standard compound (for instance, caffeic acid), with a similar chemical structure as the target compounds, is used to establish a calibration curve, allowing quantifying the total phenolic content and the related antioxidant activity of the biological samples. Also, it allows a comparison with the results from antioxidant spectrophotometric assays (for instance, DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) and ferrous chelation assays).

In a basic CV experiment, the voltage applied on the surface of a working electrode is scanned at a constant rate, while the Faradaic current produced during the oxidation of an antioxidant is recorded. From the resulting voltammogram, the simplest parameters used to characterize the antioxidant are the peak potential ( $E_p$ ), the half-wave potential ( $E_{1/2}$ ) and the peak current ( $I_p$ ). Generally, the peak potential gives information on the ease of a molecule to exchange electrons, where the peaks at low oxidation potentials are associated with compounds with a great ability to donate electrons and vice versa. Instead, the peak current gives combined information on either the concentration of antioxidants dissolved in solution or the average number of electrons exchanged by antioxidants. A great effort has been carried out in the recent years to standardize antioxidant assays. This may reflect the different mechanisms behind such assays. Also, such inconsistencies may reflect the different experimental conditions used (i.e. pH, solvent polarity, and concentration of the reactants). It will be emphasized throughout this review, that the results of any in vitro antioxidant assay must always be accompanied by an indication of the experimental conditions used (i.e. pH, solvent, concentration of the reactants, and temperature). However, the differences between the results of EC methods and the antioxidant assays are also expected. The electrochemical parameters measured by voltammetry express fundamental kinetic rate constants and thermodynamic properties of the redox species. Instead, many antioxidant assays are based on the percentage loss of signal intensity after an arbitrary period of time.

The application of electrochemical methods for the determination of antioxidants in food also suffers from some limitations. The electrode potential applied to an electrochemical sensor cannot be expressed in absolute terms. Thus, the redox potential of an antioxidant should always be reported together with the type of reference electrode used. The type of solvent used greatly affects the reactivity of antioxidants. The effect of solvents is often misjudged in many antioxidant studies. Since one of the features of electrochemical methods is the capability to study redox reactions in a wide range of various solvents, it would always be advisable to measure the solvent effects in the development of antioxidant assays based on electrochemical methods. The solvents used to run electrochemical experiments are generally mixed with a certain amount of electrolytes (i.e. NaCl, KCl, LiCl, etc.). The purpose is to minimize the migration interference of charged species. It should be remembered that electrolytes may not be completely inert. Common electrolytes like perchlorate ions may interfere with the oxidation process under study. Thus, the effect of electrolytes should be kept into account in the development of antioxidant assays based on electrochemical methods. During the oxidation of some antioxidants, like polyphenols, a passivating film may form on the electrode surface. For this purpose, a good practice is not only to validate the cleaning procedure of the working electrode, but also to report the changes of the open circuit potentials (OPC) during the

subsequent run. An excellent example on the use of OPC for measuring antioxidant activity is reported, for instance. When the oxidation of antioxidant species is performed by CV, it should be useful to report the results of the second scan. The analysis of consecutive additional scans may greatly improve the understanding of the EC process and improve the transferability of the electrochemical protocol. Antioxidant studies often lack to analyze systematically the effects of solvents, electrolytes, radical intermediates, concentrations of reactants and pHs. Instead, electrochemical methods have great potential to quantify such effects and diagnose the consequences of the resulting electron-proton transfer process. Finally, the availability of simulation software of the cyclic voltammetry experiment could enhance the understanding of the antioxidant behavior under different experimental conditions.

The “antioxidant power” is defined as reducing ability. This idea was applied to straight measure of the reducing ability of red and white wines by a simple flow injection system equipped with an amperometric detector. Some authors suggested measurement of the anodic current recorded at a fixed potential (+ 0.4 V vs. Ag/AgCl, sat.) as a direct measure of the power. This can be expressed as the ratio between the recorded current at the applied potential ( $P=I/E$ ). The method has been successfully applied for the analysis of olive oils, lipophilic food extracts, honey, propolis, royal jelly, tea, apple and pear peels [6].

The concept of electrochemical index (EI) was induced as the total polyphenolic content achieved by non-selective oxidation of all polyphenols. The oxidation of the polyphenols is achieved at pH 7.5 by applying different fixed potentials (i. e. +800, +500 and +300 mV vs. Ag/AgCl, 3 M KCl) at a glassy carbon working electrode. The resulting anodic currents (subtracted from the background current) lead to three indices called, respectively, electrochemical index, intermediate antioxidant power and high antioxidant power. This approach has been applied in wines, fruits, and vegetables and the results compared with the total phenol content measured by the Folin-Ciocalteu method. Electrochemical index has been also used to evaluate the antioxidant capacity of honey, coffee and red fruits. The advantage of this method is its simplicity. However, the measurement is not specific and cannot separate different groups of antioxidant compounds.

### 3. Conclusion

The measurement of antioxidant activity and capacity of food ingredients is an important step to guaranteeing the high quality of the food on the market. Electrochemical methods provide high reproducibility and sensitivity and are easy to perform. These methods are among the most important approaches for the evaluation of the antioxidant capacity as they have the same conceptual basis as those exhibited by antioxidants in vitro systems. These methods offer the possibility to measure the oxidation/ reduction reactions directly without the use of colored reagents and without interference due to the sample turbidity and other substances present in the sample. These methods are direct, rapid, selective, highly sensitive, relatively low-cost, and allow the analysis of various media, with no need for complicated sample pretreatment. In general, the obtained results are highly linked with the commonly used antioxidant assays.

### Acknowledgement

Author acknowledges the financial support provided by the Serbian Ministry of Education, Science and Technological Development through the institutional funding of “VINČA” Institute of Nuclear Sciences – National Institute of the Republic of Serbia, University of Belgrade.

#### 4. References

- [1] M. Laguerre, E.A. Decker, J. Lecomte, P. Villeneuve, *Curr. Opin. Clin. Nutr. Metab. Care* 13 (2010), 518–525.
- [2] M.F. Barroso, J.P. Noronha, C. Delerue-Matos, M.P.P. Oliveira, *J. Agric. Food Chem.*, 59 (2011)5062-5072
- [3] K.W. Lee, Y.J. Kim, N.J. Kang, J.H. Kim, S.J. Lee, D.O. Kim, C.Y. Lee, H.J. Lee  
*Int. J. Food Sci. Nutr.*, 60 (1) (2009) 12-20
- [4] J. Valls, S. Millán, M.P. Martí, E. Borràs, L. Arola, *J. Chromatogr. A*, 1216 (2009)7143-7172.
- [5] R.L. Prior, X. Wu, K. Schaich, *J. Agric. Food Chem.*, 53 (10) (2005) 4290-4302.
- [6] N.I. Potkonjak, D.S. Veselinović, M.M. Novaković, S. Gorjanović, L. Pezo, D. Sužnjević,  
*Food Chem. Toxicol.*, 50 (2012), p. 3614
- [7] N. Karimian, P. Hashemi, A. Afkhami, H. Bagheri, *Curr. Opin. Electrochem.*, 17 (2019), 30-37

## **RADIOAKTIVNOST <sup>137</sup>Cs U PEČURKAMA**

### **Sažetak**

S obzirom da radionuklidi koji u organizam dospeju putem kontaminirane hrane mogu izazvati značajne biološke efekte i doprineti ukupnoj dozi koju primi stanovništvo, neophodna je kontrola radiološke ispravnosti hrane. U sprovedenoj studiji su prikazani rezultati ispitivanja radiološke ispravnosti pečurki, koja prema važećoj legislativi Republike Srbije podrazumeva kontrolu sadržaja antropogenih radionuklida, pre svega <sup>137</sup>Cs, kao najčešće prisutnog i bitnog elementa u sistemu kontrole i ispitivanja sigurnosti hrane. Aktivnost <sup>137</sup>Cs je određena gamaspektrometrijskom analizom, preko fotona energije 661,6 keV, koje prilikom deeksitacije emituje proizvod njegovog raspada, <sup>137</sup>Ba. Merenja su obavljena na HPGe detektorima relativnih efikasnosti 18 %, 20 % i 50 % na energiji od 1332 keV, a studija obuhvata rezultate ispitivanja 538 uzoraka, kako svežih, tako i suvih pečurki.

**Ključne reči:** Radioaktivnost; <sup>137</sup>Cs; Gamaspektrometrija; Pečurke

## **RADIOACTIVITY OF <sup>137</sup>Cs IN MUSHROOMS**

### **Abstract**

Since radionuclides that enter the body through contaminated food can cause significant biological effects and contribute to the total dose which the population receive, the radiological food safety control is necessary. The study presents the results of testing the radiological correctness of mushrooms, which according to the current legislation of the Republic of Serbia controls the content of anthropogenic radionuclides, primarily <sup>137</sup>Cs, as the most common and important element in the system of food control and safety testing. The activity of <sup>137</sup>Cs was determined by gamma spectrometric analysis, through a photon by energy of 661.6 keV, which emits its decay product, <sup>137</sup>Ba, during deexcitation. Measurements were performed on HPGe detectors with relative efficiencies of 18 %, 20 % and 50 % at energy of 1332 keV, and the study includes the results of testing 538 samples of both fresh and dried mushrooms.

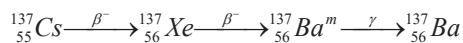
**Keywords:** Radioactivity; <sup>137</sup>Cs; Gamma spectrometry; Mushrooms

<sup>1</sup> Univerzitet u Beogradu, Institut za nuklearne nauke "Vinča" – Institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju, Laboratorija za zaštitu od zračenja i zaštitu životne sredine, Beograd, Republika Srbija  
University of Belgrade, Vinča Institute of Nuclear Sciences – National Institute of the Republic of Serbia, Department of Radiation and Environmental Protection, Belgrade, Republic of Serbia  
[milica100@vinca.rs](mailto:milica100@vinca.rs)

## Uvod

U periodu od sredine pedesetih godina prošlog veka do danas, u atmosferu je oslobođena velika količina antropogenih (veštačkih) radionuklida, kako zbog testiranja i primene nuklearnog oružja, akcidenata i havarija na nuklearnim postrojenjima, tako i usled primene u medicini, tehnologiji i naučnom istraživanju (Gastberger i saradnici, 2000). Putem atmosferske depozicije antropogeni radionuklidi se mogu deponovati na zemljište, a putem vazdušnog strujanja mogu se preneti na velike udaljenosti u odnosu na mesto nastanka (Fuma i saradnici, 2017). Jednom oslobođeni u životnu sredinu, antropogeni radionuklidi pronalaze put dospevanja u lanac ishrane, što dovodi do kontaminacije hrane (Sandeep i saradnici, 2009). Stoga je ispitivanje translokacije antropogenih radionuklida u životnoj sredini od izuzetnog značaja za određivanje radiobioloških efekata u pojedinim delovima ekosistema. Poznato je na stotine antropogenih radionuklida različitih vremena poluraspada, pri čemu su najbitniji oni sa dužim periodom poluraspada i biološkim vremenom poluživota. Najznačajniji antropogeni radionuklidi nastali kao proizvodi nuklearne fisije su  $^{137}\text{Cs}$  i  $^{90}\text{Sr}$ , jer učestvuju u mineralnom metabolizmu živih organizama.

Antropogeni radionuklid  $^{137}\text{Cs}$  spada u grupu dugoživećih fisionih produkata, nastalih pri nuklearnoj fisiji  $^{235}\text{U}$ , pri čemu je beta-gama emiter sa vremenom poluraspada od 30,2 godine (Janković-Mandić i saradnici, 2014). Radioaktivni raspad jezgra pomenutog radionuklida, odvija se prema sledećoj relaciji:



Radionuklid  $^{137}\text{Cs}$  je hemijski analogan kalijumu i prati njegov metabolički put u organizmu, što znači da prati njegovu resorpciju. Nema poseban kritični organ za deponovanje, već se distribuira u svim ćelijama organizma, te pripada grupi organotropnih radionuklida. Biološko vreme poluživota  $^{137}\text{Cs}$  za ljudski organizam iznosi od 10 do 110 dana, i zavisi od starosnog doba i metabolizma organizma (Kathren, 1984).

Usled činjenice da je  $^{137}\text{Cs}$  jedan od najznačajnijih radionuklida emitovanih u životnu sredinu, radijaciono opterećenje ovim radionuklidom je od posebnog značaja u radioekološkim istraživanjima. U biljne vrste pogodne kao modeli za ovakva istraživanja, pored mahovina i lišajeva, svakako spadaju i pečurke, s obzirom da akumuliraju velike količine polutanata, uključujući i radionuklide (Dragović i Čučulović, 2005). Neki od literaturnih podataka ukazuju na visoku koncentraciju  $^{137}\text{Cs}$  u pečurkama (Gasó i saradnici, 1998; Barnet i saradnici, 1999; Steiner i saradnici, 2002; Vitorović i saradnici, 2004). Procena radijacionog opterećenja bioindikatorskih vrsta iz životne sredine je kompleksna, tako da je za proračun doza neophodno izvesno pojednostavljenje i generalizacija.

Zbog svega navedenog, cilj ovog rada je bio da se na osnovu prikazanih rezultata merenja nivoa aktivnosti  $^{137}\text{Cs}$  u raznim vrstama pečurki, izvrši proračun efektivne doze usled ingestije istih, i proceni faktor rizika od moguće kontaminacije organizma.

## Materijal i metoda

U okviru Laboratorije za zaštitu od zračenja i zaštitu životne sredine Instituta za nuklearne nauke "Vinča", Laboratorija za radijaciona merenja je akreditovana za ispitivanje sadržaja radionuklida, između ostalog, i u životnim namirnicama. U periodu od 2014. do 2021. godine, analizirano je ukupno 538 uzoraka pečurki, kako svežih, tako i suvih. Najveći broj tih uzoraka je ispitan prilikom kontrole uvoza (uglavnom iz Ukrajine) i izvoza robe iz Republike Srbije. Treba skrenuti pažnju da pečurke proizvedene i plasirane na teritoriji Republike Srbije, nisu ušle u ovu statistiku.



Priprema uzoraka je vršena u laboratoriji direktnim odmeravanjem u Marinelli posude zapremine 500 cm<sup>3</sup> ili u cilindrične plastične posude od 250 cm<sup>3</sup>.

Aktivnost <sup>137</sup>Cs u ispitanim uzorcima je određena gamaspektrometrijskom metodom, preko energije 661,6 keV. Za merenja su korišćenji HPGe detektori – *poluprovodnički germanijumski detektori visoke čistoće* (Canberra Industries, Meriden, Connecticut, SAD), relativnih efikasnosti 18 %, 20 % i 50 % na energiji od 1332 keV. Vreme merenja uzoraka je iznosilo 3000 s, koliko je trajalo i merenje osnovnog zračenja (fona). Za obradu spektara korišćen je softver GENIE 2000. Kalibracije efikasnost detektora za odgovarajuće geometrije merenja i matrikse smole i uglja, urađene su pomoću sertifikovanih standarda Češkog metrološkog instituta i laboratorijskih referentnih materijala sledljivih do BIPM-a (*Bureau International des Poids et Mesures – Међународни биро за тегове и мере*), sa mešavinama radionuklida koje su sadržale <sup>137</sup>Cs. Energetska kalibracija se vrši pomoću sertifikovanih tačkastih izvora <sup>60</sup>Co i <sup>133</sup>Ba, Češkog metrološkog instituta. Isti standardi se koriste i za redovnu kontrolu kvaliteta detektora koja se obavlja najmanje jednom u toku nedelje i tom prilikom se proverava da li je došlo do promene efikasnosti detektora, energetske kalibracije i oblika spektralnih linija.

Aktivnost <sup>137</sup>Cs u kilogramu uzorka,  $A$  (Bq/kg), se računa po formuli:

$$A = \frac{R - R_o}{t \cdot \varepsilon \cdot P_\gamma \cdot m}$$

(1)

gde su:  $R$  – odbroj za mereni uzorak (Bq),  $R_o$  – odbroj osnovnog zračenja (Bq),  $t$  – vreme merenja uzorka (s),  $\varepsilon$  – efikasnost detekcije gama linije određene energije,  $P_\gamma$  – verovatnoća prelaza i  $m$  – masa uzorka (kg).

Efektivna doza zračenja koja potiče od unosa <sup>137</sup>Cs ingestijom, može se izračunati na osnovu rezultata merenja aktivnosti navedenog radionuklida u hrani (pečurkama), prosečne godišnje potrošnje ispitivane namirnice po stanovniku i očekivane efektivne doze po jediničnom unošenju <sup>137</sup>Cs ingestijom za stanovništvo u određenoj starosnoj grupi.

Proračun godišnje efektivne doze zračenja,  $E$  (Sv), se vrši na osnovu jednačine (*Safety reports series no. 14, Službeni Glasnik RS, broj 36/18; Pantelić i saradnici, 2005*):

$$E = A \cdot e_{g,ing} \cdot m \quad (2)$$

gde  $A$  predstavlja koncentraciju aktivnosti <sup>137</sup>Cs u pečurkama (Bq/kg),  $e_{g,ing}$  je očekivana efektivna doza po jediničnom unošenju radionuklida <sup>137</sup>Cs ingestijom za stanovništvo u starosnoj grupi  $g$  (Sv/Bq) i  $m$  je prosečna godišnja potrošnja namirnice za pojedinca (kg).

Potrošnja namirnica zavisi od ličnog afiniteta i navika, pa je za ovaj podatak, kao i za odabir starosne grupe korišćena ista vrednost proizvoda  $e_{g,ing} \cdot m$ , kao i u Pravilniku o granicama sadržaja radionuklida u vodi za piće, životnim namirnicama, stočnoj hrani, lekovima, predmetima opšte upotrebe, građevinskom materijalu i drugoj robi koja se stavlja u promet (*Službeni Glasnik RS, broj 36/18*) na osnovu kojeg su izračunate propisane granice za koncentraciju aktivnosti <sup>137</sup>Cs u pečurkama. Ovaj proizvod iznosi  $0,67 \cdot 10^{-3}$  mSv·kg/Bq za sveže, odnosno  $0,17 \cdot 10^{-3}$  mSv·kg/Bq za suve pečurke.

## Rezultati i diskusija

U tabeli 1 prikazane su izmerene koncentracije aktivnosti <sup>137</sup>Cs u različitim vrstama pečurki, grupisani u zavisnosti da li su mereni uzorci u svežem stanju ili su suvi. Takođe, u drugoj koloni tabele 1 izdvojene su vrste koje su bile najzastupljenije u ispitivanju (vrganji, lisičarke i tartufi). Za preostale uzorke ili nije bio dostupan podatak o vrsti pečurke ili su te vrste bile slabo zastupljene (manje od pet uzoraka).

Srednja vrednost koncentracije aktivnosti  $^{137}\text{Cs}$  u svežim pečurkama iznosila je 6,7 Bq/kg, dok je u suvim pečurkama iznosila 31,6 Bq/kg (u proračunu su za uzorke sa aktivnostima ispod granice detekcije, korišćene su vrednosti za minimalnu detektovanu aktivnost). Procenat uzoraka u kojima je koncentracija aktivnost  $^{137}\text{Cs}$  bila ispod MDA (minimalna detektabilna aktivnost) je približno isti za sveže i suve pečurke i iznosi oko 36 %. U svim ispitanim uzorcima tartufa koncentracija aktivnosti  $^{137}\text{Cs}$  je bila ispod granice detekcije. Prema važećem Pravilniku o granicama sadržaja radionuklida u vodi za piće, životnim namirnicama, stočnoj hrani, lekovima, predmetima opšte upotrebe, građevinskom materijalu i drugoj robi koja se stavlja u promet, granica sadržaja  $^{137}\text{Cs}$  u svežim pečurkama je 150 Bq/kg, dok u suvim iznosi 600 Bq/kg (Službeni Glasnik RS, broj 36/18). Na osnovu rezultata ispitivanja prikazanih u tabeli 1, očigledno je da su svi uzorci zadovoljili kriterijume propisane navedenim Pravilnikom.

Tabela 1. Rezultati određivanja koncentracije aktivnosti  $^{137}\text{Cs}$  u pečurkama (Bq/kg)

Termičko stanje	Vrsta	Broj uzoraka	Broj uzoraka sa A ( $^{137}\text{Cs}$ ) < MDA	A ( $^{137}\text{Cs}$ )	
				Srednja vrednost*	Interval**
Sveže	Sve ispitane	391	144	6,7	0,9 – 80
	Vrganj	178	55	8,0	0,9 – 64
	Lisičarka	100	28	6,3	1 – 41
Suve	Sve ispitane	147	52	31,6	1,8 – 210
	Vrganj	62	12	36,9	6 – 210
	Lisičarka	21	5	63,0	25 – 170
	Tartufi	19	19	3,8	/

\*Za uzorke čije su aktivnosti  $^{137}\text{Cs}$  bile ispod MDA, korišćene su vrednosti MDA.

\*\*U statistiku nisu ušle vrednosti koje su bile ispod MDA.

Na osnovu rezultata određivanja koncentracije aktivnosti  $^{137}\text{Cs}$  u različitim vrstama pečurki prikazanih u tabeli 1, izračunate su godišnje efektivne doze usled ingestije istih za prosečnog pojedinca iz stanovništva i prikazane u tabeli 2. Srednja vrednost godišnje efektivne doze u svežim pečurkama iznosila je 4,47  $\mu\text{Sv}$ , dok je u suvim pečurkama iznosila 5,27  $\mu\text{Sv}$  (u proračunu su za uzorke sa aktivnostima ispod MDA, korišćene vrednosti MDA).

Prema važećem Pravilniku o granicama sadržaja radionuklida u vodi za piće, životnim namirnicama, stočnoj hrani, lekovima, predmetima opšte upotrebe, građevinskom materijalu i drugoj robi koja se stavlja u promet, granična vrednost godišnje efektivne doze za pojedinca iz stanovništva iznosi 0,1 mSv (Službeni Glasnik RS, broj 36/18). Na osnovu rezultata prikazanih u tabeli 2, evidentno je da su vrednosti godišnjih efektivnih doza koje bi se primile ingestijom ispitanih pečurki manje od propisane vrednosti.

Tabela 2. Godišnja efektivna doza zračenja od unosa  $^{137}\text{Cs}$  ingestijom pečurki ( $\mu\text{Sv}$ )

Termičko stanje	Vrsta	Srednja vrednost*	Interval
Sveže	Sve ispitane	4,47	0,07 – 53,33
	Vrganj	5,33	0,33 – 42,67
	Lisičarka	4,20	0,40 – 27,33
Suve	Sve ispitane	5,27	0,05 – 35,00
	Vrganj	6,15	0,17 – 35,00
	Lisičarka	10,50	0,67 – 28,33
	Tartufi	0,63	0,05 – 1,00

\*Za uzorke čije su aktivnosti  $^{137}\text{Cs}$  bile ispod MDA, korišćene su vrednosti MDA.

### Zaključak

Na osnovu prikazanih rezultata merenja radioaktivnosti u pečurkama iz uvoza/izvoza u periodu od 2014. do 2021. godine, može se zaključiti da je u većini ispitanih uzoraka detektovan  $^{137}\text{Cs}$ , iako je procenat uzoraka u kojima je koncentracija aktivnost  $^{137}\text{Cs}$  bila ispod granice detekcije iznosio oko 36 %. Detektovane koncentracije aktivnosti ovog antropogenog radionuklida, bilo u svežim ili u suvim pečurkama, značajno su ispod preporučenih vrednosti, tako da ispitane pečurke ne predstavljaju problem za ljudsku konzumaciju u smislu radiološke ispravnosti. Procenjene vrednosti godišnje efektivne doze zračenja za stanovništvo koja potiče od  $^{137}\text{Cs}$  unetog ingestijom pečurki, daleko su ispod preporučene vrednosti godišnje granice primljene doze za pojedinca iz stanovništva i veoma malo variraju u odnosu na vrstu pečurki. Rezultati sprovedene studije ukazuju na značaj sistematskog ispitivanja sadržaja antropogenog radionuklida  $^{137}\text{Cs}$  u pečurkama kao bioindikatorskoj vrsti, sa aspekta kontrole i ispitivanja sigurnosti hrane u pogledu radioaktivne kontaminacije.

### Zahvalnica

Istraživanje je finansirano od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, na osnovu Aneks ugovora, čiji je evidencioni broj: 451-03-68/2022-14/200017.

## Literatura

- Barnet C, Beresford N, Self P, Howard B, Franland J, Fulker M, Dodd B, Marriot J (1999) Radiocesium activity concentration in the fruit–bodies of macrofungi in Great Britain and an assessment of dietary intake habits. *Sci Total Environ* 231, 67–83.
- Dragović S, Čučulović A (2005) Radijaciono opterećenje nekih bioindikatorskih vrsta. U: Kovačević M (urednik) Zbornik radova XXIII Simpozijum Društva za zaštitu od zračenja Srbije i Crne Gore, Donji Milanovac, Srbija, 65–68.
- Fuma S, Yoshito W, Yoshihisa K, Haruhi S, Tatsuo A, Satoshi Y (2017) Radiocaesium contamination of bamboo shoots in Fukushima and surrounding regions after the Fukushima nuclear accident. *J Radioanal Nucl Chem* 311, 219–223.
- Gasó M, Segovia N, Herrera T, Perez–Silva E, Cervantes M, Quinteri E, Palacios J, Acosta E (1998) Radiocesium accumulation in edible mushrooms from coniferous forests around the Nuclear centre of Mexico. *Sci Total Environ* 223, 119–129.
- Gastberger M, Steinhäusler F, Gerzabek MH, Lettner H, Humber A (2000) Soil–to–plant transfer of fallout caesium and strontium in Austrian lowland and Alpine pastures. *J Environ Radioactiv* 49, 217–233.
- Janković–Mandić LjJ, Dragović RM, Đorđević MM, Đolić MB, Onjia AE, Dragović SD, Bačić GG (2014) Prostorna varijabilnost  $^{137}\text{Cs}$  u zemljištu Beograda (Srbija). *Hem Ind* 68, 449–455.
- Kathren RL (1984) *Radioactivity in the Environment: Sources, Distribution and Surveillance*. Harwood Academic Publishers, Amsterdam.
- Pantelić G, Javorina Lj, Tanasković I, Vuletić V, Eremić–Savković M (2005) Monitoring životne sredine i procena efektivne doze zračenja za stanovništvo Srbije koja potiče od unosa  $^{137}\text{Cs}$  i  $^{90}\text{Sr}$  ingestijom. U: Kovačević M (urednik) Zbornik radova XXIII Simpozijum Društva za zaštitu od zračenja Srbije i Crne Gore, Donji Milanovac, Srbija, 89–96.
- Sandeep S, Manjiaiah KM, Sachdev P, Sachdev MS (2009) Effect of nitrogen, potassium and humic acid on  $^{134}\text{Cs}$  transfer factors to wheat from tropical soils in Neubauer growth units. *Environ Monit Assess* 149, 43–52.
- Službeni Glasnik Republike Srbije, Pravilnik o granicama sadržaja radionuklida u vodi za piće, životnim namirnicama, stočnoj hrani, lekovima, predmetima opšte upotrebe, građevinskom materijalu i drugoj robi koja se stavlja u promet. Broj 36/18, 2018.
- Safety reports series no. 14, Assessment of doses to the public from ingested radionuclides, International atomic energy agency, Vienna, 1999
- Steiner M, Linkov I, Yoshida S (2002) The role of fungi in the transfer and cycling of radionuclides in forest ecosystems. *J Environ Radioactiv* 58, 217–241.
- Vitorović G, Slavata B, Vitorović D (2004)  $^{40}\text{K}$  i  $^{137}\text{Cs}$  u gljivama planine Maljen. *Veterinarski glasnik* 58, 207–210.

## ANALYSIS OF FOOD SAFETY MANAGEMENT SYSTEM ISO 22000:2018 CONCEPT AND APPLICATION IN THE REGION

### Abstract

It is known that the current edition of ISO 22000:2018, is the second significant review of the food safety management system. There are several reasons why this review of the previous edition dating back to 2005 was approached. This is especially reflected in the importance of the ISO strategy 2030 and the recommendations and expectations of the World Health Organization (WHO).

In this paper, the authors provide a focus on the general concept, the current state, as well as quantitative analysis of organizations with certified Food safety management systems of the region in the process of applying ISO22000:2018 standard.

**Keywords:** food, ISO 22000, safety, standard.

### 1. INTRODUCTION

In order to even monitor the revision of ISO 22000 standards, its compatibility and ability to integrate with other standards, usually with the ISO 9001-Quality Management System requirements or ISO 14001-Environmental Management System requirements, needs to be considered. Normally before official publication as a final issue standard by the ISO, the revision had to go through six (6) mandatory phases with a wide consensus of all stakeholders. These stages to the publication of the official stadium are:

1. Draft Design Specification,
2. Approved Specification Design,
3. Committee Draft-CD,
4. Draft International Standard,
5. Final Draft International Standard- FDIS,
6. FDIS to vote.

It is known from experience that each review of standards brings certain innovations, which affect existing certified management systems in organizations, but also other stakeholders such as government agencies, professional organizations, agencies, etc. (ISO, N.D.). In this case, a special novelty is a so-called complete system access to the Annex SL (HLS) application<sup>2</sup> Food safety management system. For this reason, the same HLS principle was applied in the second review of ISO 22000:2018 standards.

<sup>1</sup> University of East Sarajevo, Faculty of Technology, Zvornik 75400, Republic of Srpska, BiH, [radicmirkol@gmail.com](mailto:radicmirkol@gmail.com), [dusko.kostic@tfzv.ues.rs.ba](mailto:dusko.kostic@tfzv.ues.rs.ba), [mitar.perusic@tfzv.ues.rs.ba](mailto:mitar.perusic@tfzv.ues.rs.ba)

<sup>2</sup> Eng. High Level Structure.

## 2. REVISION AND CHARACTERISTICS OF THE FOOD SAFETY MANAGEMENT SYSTEM ISO 22000 REQUIREMENTS

The latest edition of ISO 22000:2018 includes some improvements, such as:

- High-Level Structure, common to all ISO norms for management systems, which makes it adaptable to combining with other ISO norms for management systems;
- Risk-based concept, which distinguishes risk at operational level and business level; (ISO - ISO 22000:2018 - Food Safety Management Systems -A Practical Guide, N.D.)
- Codex Alimentarius connection;

The focus of ISO 22000:2018 standards is on dynamic food safety monitoring by combining interactive communication, management systems, preventive programs (PRP) and HACCP principles (*HACCP Principles & Application Guidelines* | FDA, n.d.). It is especially important for systemic approach to food safety management in accordance with the application of mentioned Annex SL (HLS). ISO 22000:2018 requirements are:

1. The purpose-reason why the organization would accept the standard.
2. Normative references in order to integrate with other management systems.
3. Terms and definitions.
4. The context of organization-purpose, needs, expectations of the organization. Food safety management system.
5. Leadership-determination, food safety policy, role and accountability.
6. Planning-in order to identify risks and opportunities to reach food safety goals.
7. Support-resources, employees, infrastructure, work environment, awareness, communication, control of documented information, etc.
8. Operation-PRPs, consistency, hazard control, HACCP/OPRP plan, verification, corrective measures, etc.
9. Performance evaluation-monitoring, measurement, analysis, evaluation, overview by management.
10. Promotion-nonconformity, continuous improvement.

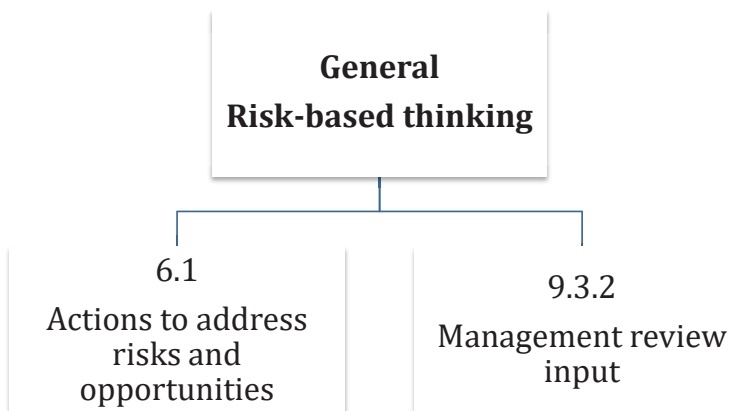
Fig. 1 shows some of the benefits of organizations and customers (*ISO 22000:2018 FSM System Implementation Guide*, n.d.) in terms of implementation ISO 22000:2018 standards requirements.



*Fig. 1. Advantages/benefits of ISO 22000:2018 application*

From the Fig. 1 is possible to see that ISO 22000 has gone from "procedural" to "proactive" concept management and risk-based thinking, and that compared to the previous requirements of ISO 22000:2005, there has been a significant change and focus of the structure of the 2018 edition. While there are some conflicting opinions regarding the stated changes, but the practice has already shown that it enables more practical integration of Food safety management systems with other management systems (QMS, EMS, etc.).

This edition of ISO 22000:2018 specifically emphasizes the requirement for risk analysis, where it is clearly stated that Risk-based thinking enables the organization to determine the factors that could cause its processes and its FSMS to deviate from the planned results, and to put in place controls to prevent or minimize adverse effects."(ISO - ISO 22000-Food Safety Management, N.D.)



*Fig. 2. Key ISO 22000:2018 risk requirements*

When analysing other changes, the existing standard issue mentions "documents" and "records" but highlights the importance of the new term "documented information." Also, in this edition of the standard there is no formal requirement for the manual, mandatory procedures, which are now optional. However, as stated the requirements is to maintain the following documented information:

- Identified internal and external issues (req. 4.1)
- Review and monitor information about the interested parties (req. 4.2)
- Scope of the management system (req. 4.3)
- Food Safety policy (req. 5.2.2)
- Emergency preparedness and response (req. 8.4.1)
- Specification of the raw materials, ingredients and product contact materials (req. 8.5.1)
- End-product characteristics (req. 8.5.1.3)
- Intended use of the end-product (req. 8.5.1.4)
- Product flow diagram (req. 8.5.1.5.1)
- Product and process description (req. 8.5.1.5.3)
- Determination of acceptable levels and the justification for the acceptable levels (req. 8.5.2.2.3)

### **3. CURRENT STATE OF CERTIFICATION BY ISO 22000:2018 REQUIREMENTS IN THE REGION**

Based on the latest (*ISO - The ISO Survey*, n.d.), officially published data, the International Organization for Standardization (ISO, Tab.1), it is possible to analyse certain regional trends in the field of certified food safety management systems. Based on the data<sup>3</sup>, it is obvious that the leading number (2018) of organizations certified food safety management systems in accordance with the requirements of ISO22000 is in the Republic of Serbia (216) with 250 sites. However, due to consequences and global disruptions, the number of certificates in Serbia has dropped to 187 certificates and 230 sites in 2020.

It's interesting to see, that during 2018 the number of certified food safety management systems in Serbia was higher than in all observed countries of the environment combined, however, during the period of transition from the old (ISO 22000:2005), to the new valid standard (ISO 22000:2018) in all countries of the region, there was a more or less significant decline, except in North Macedonia and Slovenia.

*Tab. 1. The number of ISO 22000 certificates of land in the environment*

<sup>3</sup> The last ISO officially released figures and data from 2021.



(Source: ISO Survey 2021)

	2018		2019		2020	
	Certificates	Sites	Certificates	Sites	Certificates	Sites
Serbia	216	250	195	226	187	230
Bosnia and Herzegovina	30	29	20	17	25	27
Croatia	59	71	58	78	54	72
North Macedonia	61	63	54	86	110	91
Slovenia	12	14	13	13	16	16
Montenegro	13	10	12	11	7	15
<b>Total</b>	<b>391</b>	<b>437</b>	<b>352</b>	<b>431</b>	<b>399</b>	<b>451</b>

At first glance, there may be a surprisingly small number of certified food safety management systems in Croatia, Montenegro and somewhat Slovenia, especially given that these countries are interesting tourist destinations.

On the other hand, it is particularly interesting to increase the number of certified systems as by ISO 22000:2018 in North Macedonia, which has grown by over 80% in the last three years, i.e., 110 certified management systems (2020). However, in these observations, the size of the country market should be taken care of (Perusic M. et.al., 2015), the level of economic activity, export orientation in the food sector, and the number of business entities in the food sector. It is obvious that Serbia is leading by absolute number of certification management systems, but the number of certified systems in the observed countries should not be underestimated, as they are smaller markets than Serbia with a certain number of ISO 22000 certificates. For example, it is possible that both Slovenia and Croatia, as EU member states, have smaller export barriers or less demanding export markets or certify systems with other food standards (e.g., IFS, etc.) , or at least, the organisations have not yet recognised the significance and potential of ISO 22000.

#### 4. CONCLUSION

The latest edition of the ISO 22000:2018 Food safety management system has made significant changes to the structure and principles of the food safety management system, which have affected organizations. There are several facts that have affected organisations in the food sector since the application of this standard, from changes in the market to the consequences of COVID, which has been reflected in all countries in the region and beyond.

Since the surrounding countries generally have the potential to become part of the common and global food market, there is no doubt, it is significant benefit in certification of food sector organisations

This is certainly important from the point of view that there is a significant possibility of export potential of the food sector, which is directly correlated with the growth of food retail chains, as well as certified food safety systems in the surrounding countries.

When analysing the current state of certified food safety management systems as requirements by ISO 22000:2018, it can be seen that all analysed countries have a somewhat balanced number relative to the population market, with fewer deviations regarding the level of economic and

export activity or other factors that are not subject to this work.

Since the newly implemented HLS structure enables easier integration of the management systems, it is possible to take advantage of the existing edition of ISO 22000:2018 standards, to significantly increase the number of certified food safety management systems in the coming medium term (ISO 2030), especially in correlation with the social responsibilities and integration of this standard with, for example, ISO 14001-requirements, and other) or in terms of achieving Sustainable Development Goals (SDGs), to the general satisfaction of all interested parties in the food sector.

## REFERENCES

- HACCP Principles & Application Guidelines | FDA*. (n.d.). Retrieved March 18, 2022, from <https://www.fda.gov/food/hazard-analysis-critical-control-point-haccp/haccp-principles-application-guidelines>
- Iso. (n.d.). *ISO STRATEGY 2030 Making lives easier, safer and better Content*.
- ISO - ISO 22000 - Food safety management*. (n.d.). Retrieved March 17, 2022, from <https://www.iso.org/iso-22000-food-safety-management.html>
- ISO - ISO 22000:2018 - Food safety management systems — A practical guide*. (n.d.). Retrieved March 17, 2022, from <https://www.iso.org/publication/PUB100454.html>
- ISO - The ISO Survey*. (n.d.). Retrieved March 18, 2022, from <https://www.iso.org/the-iso-survey.html>
- ISO 22000:2018 FSM System implementation guide*. (n.d.). Retrieved March 18, 2022, from <https://www.nqa.com/medialibraries/NQA/NQA-Media-Library/PDFs/NQA-ISO-22000-Implementation-Guide.pdf>
- Perusic Mitar et.al. (2015). ISO 9001:2015 and reflection on quality management systems present condition in the area. *4th International Congress «Engineering, Ecology and Materials in the Processing Industry, Jahorina*, 204–208.

## **RADIOLOŠKA ISPRAVNOST HRANE**

### **Sažetak**

U radu je obrađena problematika radiološke ispravnosti hrane kao jednog od aspekata bezbednosti hrane. Dat je uvid u poreklo radioaktivnosti u hrani i metode merenja, odnosno određivanja sadržaja radionuklida u uzorcima hrane. Poseban pažnja posvećena je principima procene doze koja potiče od unutrašnje izloženosti radionuklidima koje čovek unese u organizam putem ishrane. Kako je ova oblast regulisana pravno obavezujućim i dokumentima u formi preporuka, u radu je dat i pregled zakonskih okvira – međunarodnih preporuka i nacionalne legislativa u Republici Srbiji

**Ključne reči:** radioaktivnost; hrana; godišnja doza; regulativa

## **RADIOLOGICAL SAFETY OF FOOD**

### **Abstract**

The paper deals with the issue of radiological safety of food as one of the aspects of food safety. An insight into the origin of radioactivity in food is given and measurement methods for determination of radionuclide content in food samples are listed. Special attention is paid to the principles of estimating the dose that originates from the internal exposure to radionuclides that a person enters the body through diet. Since this field is well regulated by legally binding documents and ones in the form of recommendations, the paper also provides an overview of the legal framework - international recommendations, and national legislation in the Republic of Serbia.

**Keywords:** radioactivity; food; annual dose; regulation

<sup>1</sup> Institut za nuklearne nauke Vinča, Institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju, Univerzitet u Beogradu, Mike Petrovića Alasa 12-14, Beograd, Srbija  
Vinča Institute of Nuclear Sciences, Institute of National Importance for the Republic of Serbia, University of Belgrade, Mike Petrovića Alasa 12-14, Belgrade, Serbia  
[vukanac@vinca.rs](mailto:vukanac@vinca.rs)

## Uvod

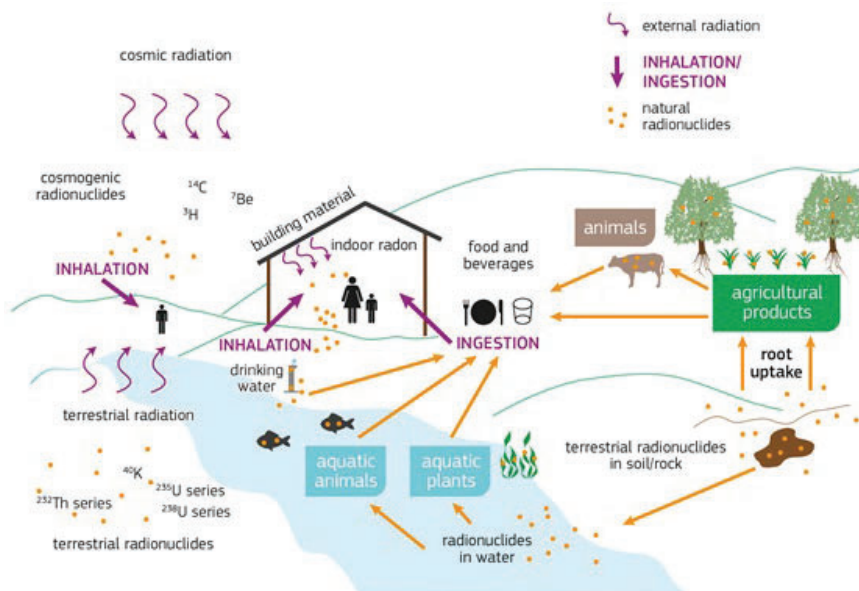
Kada se govori o bezbednosti hrane, najčešće se pomišlja na bakteriološku ispravnost, na moguće prisustvo hemijskih supstanci koje se u hrani mogu naći usled korišćenja pesticida i drugih materija u odgoju životinja i industrijskom uzgajanju biljne hrane za ljude i životinje. Mogućnost genetske modifikacije hrane svakako otvara poseban aspekt bezbednosti hrane i o tome se može naći dosta podataka u literaturi. Pored toga, veoma je važno i ispitivanje radiološke ispravnosti hrane, odnosno određivanje sadržaja radionuklida koji se u njoj nalaze, a u cilju procene efektivne godišnje doze koji čovek primi ingestijom.

Odakle radioaktivnost u hrani? Odgovor na ovo pitanje leži u činjenici da su radioaktivni izotopi nastali nukleosintezom u procesu formiranja naše planete i da je izloženost ljudi radioaktivnom zračenju stara koliko i sama Zemlja. Najveći doprinos u ovom smislu daju primordijalni radionuklidi  $^{238}\text{U}$ ,  $^{232}\text{Th}$  i  $^{235}\text{U}$  koji sa svojim potomcima, produktima radioaktivnog raspada, formiraju nizove – uranijumski, torijumski i aktinijumski niz [1]. Rodonačelnici ovih nizova imaju periode poluraspada [2] koji su poredivi sa starošću Zemlje, te su još uvek prisutni u životnoj sredini. Osim ova tri radioaktivna niza u primordijalne radionuklide ubraja se i  $^{40}\text{K}$  koji je najrasprostranjeniji u Zemljinoj kori sa masenom zastupljenošću u stenama i zemljištu deset puta većom od uranijuma i torijuma. U prirodne radionuklide spadaju i kosmogeni radionuklidi (na pr.  $^3\text{H}$ ,  $^7\text{B}$ ,  $^{14}\text{C}$ ) koji se konstantno stvaraju u atmosferi pod uticajem kosmičkog zračenja. Dakle, prirodni radionuklidi se nalaze svuda oko nas, pa i u zemljištu i vazduhu. Odatle se različitim procesima adsorbuju od strane biljaka i na taj način ulaze u lanac ishrane, kao što je ilustrovano na slici 1.

Kao rezultat toga, svi tipovi hrane sadrže prirodne radionuklide koji, u zavisnosti od vrste hrane, potiču iz zemljišta ili iz vodenih masa na Zemlji. Transfer radionuklida iz životne sredine zavisi od mnogo faktora, na pr. na transfer iz zemljišta u biljke, osim prirode samog radionuklida, najviše utiče vrsta zemljišta, sadržaj glina, pH vrednost zemljišta, vrsta biljne kulture, poljoprivredna praksa (korišćenje đubriva, na pr.), itd. [3]. Nivoi koncentracija prirodnih radionuklida u hrani su generalno vrlo niski i variraju kako u zavisnosti od vrste hrane, tako i unutar jedne vrste. [4]

Osim prirodnih radionuklida u hrani se mogu naći i proizvedeni radionuklidi koji se u životnoj sredini, pa tako i u hrani, mogu naći usled kontrolisanog ispuštanja u životnu sredinu, nuklearnih proba koje su izvođene u XX veku ili akcidenata od kojih je najveći uticaj imala havarija nuklearnog reaktora u Černobilju 1986. godine.

Oblast ispitivanja radiološke ispravnosti hrane je regulisana međunarodnim preporukama [5, 6], i nacionalnom legislativom na nivou svake države, te je u mnogim državama obavezno vršenje monitoringa radioaktivnosti hrane, pri čemu se uglavnom ispituju i prate nivoi koncentracije proizvedenih radionuklida, kao što su  $^{90}\text{Sr}$  i  $^{137}\text{Cs}$ , dok se samo u nekoliko zemalja prati koncentracija prirodnih radionuklida, uglavnom  $^{226}\text{Ra}$ , uranijuma i  $^{210}\text{Po}$  [7]. Takođe, monitoring radioaktivnosti životne sredine, pa i hrane, u okolini nuklearnih postrojenja podrazumeva praćenje i drugih prouzvedenih radionuklida kao što su izotopi plutonijuma, americijuma, kobalta i drugi.



Slika 1. Kretanje prirodnih radionuklida u životnoj sredini i lancu ishrane [8]

### Radionuklidi u hrani

Radionuklidi koji se mogu naći u hrani uglavnom su prirodni radionuklidi, članovi uranijumovog, torijumovog i aktinijumovog niza, kao i  $^{40}\text{K}$ . Oni, uneseni u organizam čoveka ishranom najviše utiču na unutrašnju izloženost ljudi. Najvažniji radionuklidi sa ovog stanovišta su  $^{40}\text{K}$  i  $^{210}\text{Po}$  koji pripada uranijumovom nizu [9]. U tabeli 1. su navedeni pojedinačni radionuklidi koji se mogu naći u različitim vrstama hrane [8].

$^{14}\text{C}$  je radioaktivni izotop ugljenika kosmogenog porekla, nalazi se u atmosferi u niskim koncentracijama i, kako je ugljenik osnovna komponenta svih živih bića na Zemlji, izotop  $^{14}\text{C}$  se može naći u biljkama i životinjama, odnosno u lancu ishrane. Hrana bogata masnim kiselinama (na pr. mleko i mlečni proizvodi, ulja, koštunjava i druga voća, morski plodovi) sadrži dosta ugljenika, pa samim tim može sadržati i  $^{14}\text{C}$  u određenoj koncentraciji.

Tabela 1. Radionuklidi u hrani značajni u programima monitoringa radioaktivnosti [8]

Vrsta hrane	Prirodni radionuklidi	Proizvedeni radionuklidi
<i>Žitarice</i>	$^{40}\text{K}$ , $^{210}\text{Pb}$ , $^{210}\text{Po}$ , $^{226}\text{Ra}$ , $^{228}\text{Ra}$ , $^{234}\text{U}$ , $^{238}\text{U}$	$^{90}\text{Sr}$ , $^{131}\text{I}$ , $^{137}\text{Cs}$
<i>Riba</i>	$^{210}\text{Pb}$ , $^{210}\text{Po}$ , $^{226}\text{Ra}$ , $^{234}\text{U}$ , $^{238}\text{U}$ , $^{40}\text{K}$	$^{99}\text{Tc}$ , $^{137}\text{Cs}$ , Pu, Am
<i>Voće</i>	$^{14}\text{C}$ , $^{210}\text{Pb}$ , $^{210}\text{Po}$ , $^{226}\text{Ra}$ , $^{228}\text{Ra}$ , $^{234}\text{U}$ , $^{238}\text{U}$ , $^{40}\text{K}$	$^{35}\text{S}$
<i>Med</i>	$^{14}\text{C}$	$^{137}\text{Cs}$
<i>Meso i proizvodi od mesa</i>	$^{40}\text{K}$ , $^{210}\text{Pb}$ , $^{210}\text{Po}$ , $^{226}\text{Ra}$ , $^{234}\text{U}$ , $^{238}\text{U}$	$^{90}\text{Sr}$ , $^{137}\text{Cs}$ , Pu, Am

<b>Mleko i mlečni proizvodi</b>	$^{14}\text{C}$ , $^{40}\text{K}$ , $^{210}\text{Pb}$ , $^{210}\text{Po}$ , $^{226}\text{Ra}$ , $^{234}\text{U}$ , $^{238}\text{U}$	$^{90}\text{Sr}$ , $^{131}\text{I}$ , $^{137}\text{Cs}$
<b>Povrće</b>	$^{40}\text{K}$ , $^{210}\text{Pb}$ , $^{210}\text{Po}$ , $^{226}\text{Ra}$ , $^{228}\text{Ra}$ , $^{234}\text{U}$ , $^{238}\text{U}$	$^{90}\text{Sr}$ , $^{131}\text{I}$ , $^{137}\text{Cs}$

Kalijum je sveprisutan element u prirodi, a njegov izotop  $^{40}\text{K}$  zastupljen je u ukupnom kalijumu sa 0.012 %. Kalijum je vrlo važan element za funkcionisanje ljudskog organizma. Prosečno, čovek putem hrane unese u organizam oko 40 kBq  $^{40}\text{K}$ , ali se najveći deo izluči, a ravnotežni sadržaj ovog radionuklida u organizmu iznosi oko 4 kBq. Godišnja efektivna doza koja potiče od ovog radionuklida u organizmu iznosi oko 0.165 mSv za odrasle i 0.185 mSv za decu [4]. Hrana koja tipično sadrži  $^{40}\text{K}$  su žitarice, meso, mleko i voće/povrće.

Najvažniji izotopi radijuma koji se mogu naći u lancu ishrane su  $^{228}\text{Ra}$  i  $^{226}\text{Ra}$ , članovi torijumovog i uranijumovog niza. Najveći deo (oko 80 %) radijuma koji se unese ingestijom u organizam se vrlo brzo izluči. Pošto se radijum se u organizmu ponaša kao i kalcijum ostatak se deponuje u kostima i zubima.

Najzastupljeniji izotopi u prirodnom uranijumu su  $^{238}\text{U}$  i  $^{235}\text{U}$ . Uranijum i njegovi potomci su uglavnom alfa emiteri i kao takvi štetno dejstvo imaju tek unošenjem u organizam čoveka. Treba naglasiti da, pored štetnog radijacionog dejstva, uranijum ima toksična svojstva koja zavise od načina unošenja uranijuma u organizam, kao i od vrste jedinjenja uranijuma, odnosno da li je ono lakorastvorno ( $\text{U}^{6+}$ ) ili slaborastvorno ( $\text{U}^{4+}$ ). Približno 70% rastvornog oblika uranijuma izluči se preko urina u toku prvih 24 sata od unošenja. Ostatak se deponuje u bubrezima i kostima.

Najvažni članovi uranijumovog radioaktivnog niza, sa stanovišta izloženosti ljudi radionuklidima unetim putem hrane, su  $^{210}\text{Po}$  i  $^{210}\text{Pb}$  koji najviše doprinose ukupnoj dozi što je posledica dužine njihovog prisustva u ljudskom organizmu.  $^{210}\text{Pb}$  najviše se deponuje u kostima, dok se  $^{210}\text{Po}$  uglavnom raspoređuje u mekim tkivima.

Koncentracije aktivnosti radionuklida se izražavaju u Bq po jedinici mase ili zapremine, Bq/kg ili bq/l. Tipične koncentracije prirodnih radionuklida u hrani na globalnom nivou mogu se naći u literaturi [4, 8]. U tabeli 2 su sumarno prikazani opsezi izmerenih sadržaja pojedinih prirodnih radionuklida u svetu, po tipovima hrane.

Tabela 2. Koncentracije prirodnih radionuklida u hrani [4, 8]

	Koncentracija						
	[mBq/kg]						[Bq/kg]
	$^{238}\text{U}$	$^{226}\text{Ra}$	$^{210}\text{Pb}$	$^{210}\text{Po}$	$^{232}\text{Th}$	$^{235}\text{U}$	$^{40}\text{K}$
<b>Mleko i mlečni proizvodi</b>	0.1-17	0.4-200	5-280	2-220	0.27-1.2	0.05-0.6	1.7-109
<b>Meso i proizvodi od mesa</b>	0.8-20	2-220	15-1000	37-67000	0.3-4.3	0.02-0.5	54-200
<b>Žitarice</b>	1.2-400	0.7-5200	33-4000	15-1900	0.1-33	0.1-1.3	87-246

<i>Lisnato povrće</i>	6-2200	6-1150	4-4100	4-7400	4-23	0.7-1.2	10-448
<i>Korenasto povrće i voće</i>	0.4-2900	5-9400	8-4900	12-5200	0.08-7.1	0.1-0.6	72-194
<i>Riba</i>	2.5-1900	8.5-7400	14-4400	60-120000	1.2-30	0.4-90	80-618

Tipično, izmerene koncentracije aktivnosti pojedinih radionuklida se značajno razlikuju od države do države, i zavise kako od radioloških karakteristika datog podneblja, tako i od metodologija uzorkovanja i merenja.

U sušenoj hrani, zbog efekta koncentrisanja, koncentracije aktivnosti su veće nego u svežoj hrani, tipično za faktor 5-10. Termička obrada hrane značajno smanjuje sadržaj radionuklida na primer u mesu, dok se kod voća i povrća ovaj efekat postiže i pranjem i/ili guljenjem.

Kao što je već bilo reči, u uzorcima hrane mogu se naći i proizvedeni radionuklidi (tabela 1) čije je prisustvo posledica različitih ljudskih aktivnosti:  $^{90}\text{Sr}$  i  $^{137}\text{Cs}$  uglavnom kao posledica černobiljskog akcidenta, ali i izotopi transuranskih elemenata. U uzorcima hrane mogu se naći i izotopi joda koji (osim  $^{129}\text{I}$ ) imaju kratka vremena poluraspada i njihovo prisustvo ukazuje na neko aktuelno ispuštanje u životnu sredinu.

## Metode merenja

Određivanje sadržaja radionuklida, odnosno merenje koncentracije prisutnih radionuklida u hrani je veoma važno zbog toga što to predstavlja ulazni podatak u postupku izračunavanja efektivne ekvivalentne doze usled ingestije za stanovništvo. Prikupljanje reprezentativnih uzoraka u kampanjama radiološkog monitoringa hrane je takođe veoma važno. Priprema uzoraka hrane mora biti adekvatna izabranoj metodologiji merenja. Da bi rezultati dobijeni u različitim kampanjama merenja bili poredivi potrebno je slediti međunarodne preporuke prilikom uzorkovanja, pripreme i čuvanja uzoraka, a zatim koristiti standardne metode merenja. Priprema uzoraka hrane uglavnom podrazumeva više koraka, u zavisnosti od tipa hrane i merne tehnike [10]. Tretman uzoraka prilikom pripreme može biti sušenje, sitnjenje/mlevenje, prosejavanje, mineralizacija, mokro spaljivanje, homogenizacija i dr.

Odabir metode merenja zavisi od vrste radionuklida čija se aktivnost meri, vrste hrane, kao i od raspoložive opreme i vremena. Najčešće korišćena je metoda poluprovodničke gama spektrometrije visoke rezolucije. Ova metoda zahteva jednostavnu mehaničku pripremu uzoraka i omogućava jednovremenu kvalitativnu i kvantitativnu karakterizaciju merenog uzorka, odnosno daje odgovor na pitanje koji su radionuklidi gama emiteri prisutni u uzorku i u kojim koncentracijama. Mnogi prirodni radionuklidi su alfa emiteri i mogu se određivati alfa spektrometrijskom metodom koja je veoma osetljiva, odnosno njome je moguće izmeriti i za tri reda veličine niže aktivnosti u odnosu na gama spektrometriju. Međutim, ova metoda zahteva veoma komplikovanu pripremu uzoraka koja podrazumeva radiohemijsku separaciju radionuklida od interesa, pripremu spektroskopski tankog izvora kao i veoma dugo vreme merenja. Nakon separacije radionuklida od interesa, za merenje uzoraka hrane mogu se koristiti i brojačke metode sa masenim spektrometrima, tačnim scintilacionim detektorima, gasnim proporcionalnim brojačem i dr.

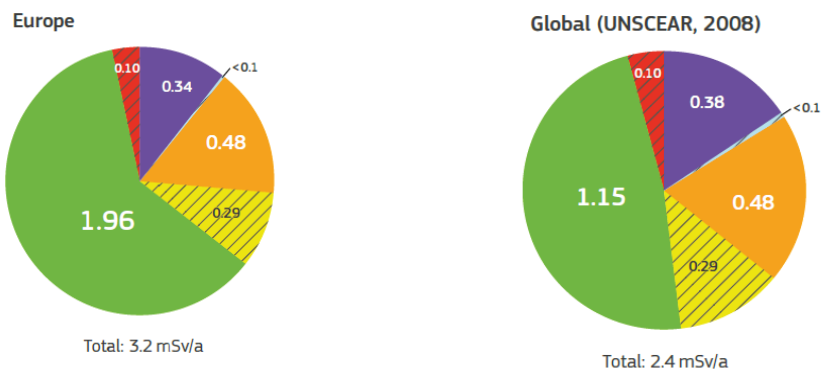


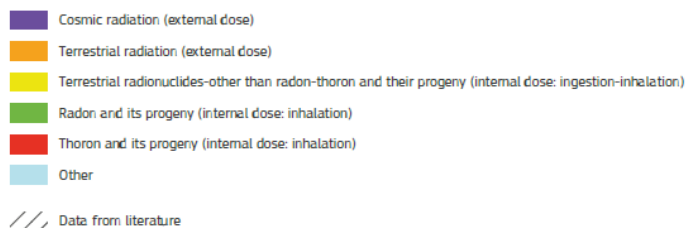
## Procena doze

Štetno dejstvo radioaktivnog zračenja zasniva se na jonizujućem efektu koje zračenje ima pri prolasku kroz materiju. Mera za štetno dejstvo jonizujućeg zračenja na čoveka je ekvivalentna doza, koja se izražava u jedinicama sivert (Sv). Prema dosadašnjim saznanjima, svi izvori zračenja kojima je čovek izložen, uzrokuju godišnju ekvivalentnu dozu od približno 3 mSv. Na slici 2 su grafički prikazani udeli pojedinačnih izvora u godišnjoj efektivnoj dozi koju primi stanovništvo.

Sa slike se može zaključiti da unutrašnje izlaganje doprinosi sa oko 10 % ukupnoj primljenoj efektivnoj dozi na godišnjem nivou. Kada se izuzmu radon i njegovi kratkoživeći potomci, unutrašnje izlaganje potiče od terestijalnih radionuklida (radionuklida poreklom iz Zemljine kore) koji se u organizam unose ingestijom i inhalacijom. Unos radionuklida ingestijom zavisi od potrošnje hrane i vode kao i od sadržaja radionuklida u njima. Potrošnja hrane je različita u različitim delovima sveta, a procene unosa hrane dobijaju se na osnovu analize tržišta hrane u nekom regionu ili pomoću raspoloživih statističkih podataka. Na osnovu količine unešene hrane i izmerenih koncentracija pojedinačnih radionuklida vrši se procena efektivne doze. Pri tome se mora voditi računa o energiji zračenja deponovanoj po gramu tkiva, vrsti radioaktivnog zračenja (alfa, beta, gama), raspodeli određenog radionuklida u telu i brzini njegovog izlučivanja (uglavnom kroz urin), odnosno o njegovim biološkim i hemijskim karakteristikama, kao i o različitoj osetljivosti na zračenje različitih tkiva i organa. Izračunata efektivna doza predstavlja meru rizika za stvaranje genetskih i somatskih radijacionih oštećenja. Procena rizika po zdravlje zavisi i od starosti pojedinca.

U slučaju unošenja radionuklida u ljudski organizam, odnosno u slučaju interne konataminacije, ozračavanje tkiva će biti kontinualno do momenta kada se radionuklid odstrani iz organizma. Angažovana efektivna doza je ona doza koju organizam, odnosno određeno tkivo, primi u ovom periodu i računa se kao proizvod unete aktivnosti, efektivnog doznog koeficijenta za ingestiju i vremena tokom kojeg je tkivo izloženo – 50 godina za odrasle i 70 godina za decu. Vrednosti efektivnih doznih koeficijenata određuju se na osnovu teorijskih modela i eksperimentalnih saznanja [12].





Slika 2. Grafički prikaz srednje godišnje efektivne doze [8, 11]

Godišnja efektivna doza usled ingestije,  $E$ , koju primi pojedinac, računa se po formuli [8]:

$$E = \sum_j \sum_i A_i * B_j * e_{i,ing},$$

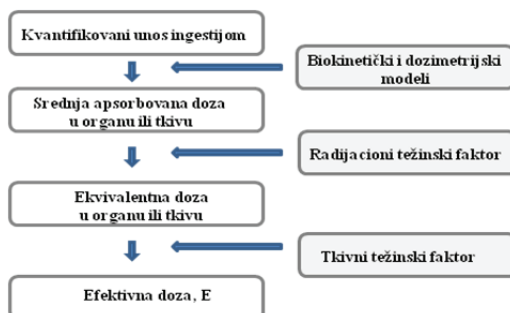
gde je

$A_i$  srednja vrednost specifične aktivnosti radionuklida  $i$  u unešenoj hrani (u Bq/kg),

$B_j$  količina hrane  $j$  koju pojedinac unese u organizam (u kg),

$e_{i,ing}$  efektivni dozni koeficijent za ingestiju za radionuklid  $i$  (u Sv/Bq).

Doza se posebno računa za svaki radionuklid ponaosob i za svaku vrstu hrane, a dozni koeficijenti (u jedinicama  $\mu\text{Sv/Bq}$ ) se mogu preuzeti iz dostupne literature [13]. Princip proračuna efektivne doze prikazan je algoritmom na slici 3.



Slika 3. Princip proračuna ekvivalentne i efektivne doze usled ingestije radionuklida [14]

U tabeli 3. dati su godišnji unosi hrane za različite kategorije stanovništva. Pri proračunu srednja godišnje efektivne doze podrazumeva se distribucija stanovništva od 5 % za bebe, 30 % za decu i 65 % za odrasle. Srednja godišnja efektivna doza od radionuklida uranijumove i torijumove serije unetih putem ishrane iznosi 0.12 mSv [11], od čega najveći deo potiče od  $^{210}\text{Po}$ , dok od  $^{40}\text{K}$  potiče približno 0.17 mSv. Kako ukupna godišnja doza koja potiče od unošenja radionuklida u organizam nije visoka (reda 0.3 mSv) tako ni rasponi u kojima se ona menja na globalnom nivou nisu značajni (od 0.2 mSv do 0.8 mSv po godini).

Tabela 3. Referentni godišnji unos hrane [4]

	Potrošnja hrane [kg po godini]		
	<i>Bebe (do 1 godine)</i>	<i>Deca (do 10 godina)</i>	<i>Odrasli</i>
<i>Mleko i mlečni proizvodi</i>	120	110	105
<i>Meso i proizvodi od mesa</i>	15	35	50
<i>Žitarice</i>	45	90	140
<i>Lisnato povrće</i>	20	40	60
<i>Korenasto povrće i voće</i>	60	110	170
<i>Riba</i>	5	10	15

### Zakonski okvir

Oblast zaštite od jonizujućih zračenja veoma je važna i regulisana je nacionalnim zakonima i podzakonskim aktima, ali i međunarodnim standardima i preporukama. Osnovni principi zaštite od zračenja dati su u dokumentu Evropske Unije - Council Directive 2013/59/Euratom [5], kao i u dokumentu izdatom od strane Međunarodne Agencije za Atomsku Energiju (MAAE) –International Basic Safety Standards, IAEA SSGSR Part 3 [6]. Oba dokumenta bazirana su na dokumentu Međunarodnog Komiteta za zaštitu od zračenja – ICRP 103 [15] u kome su definisane tri situacije izlaganja (planirane, vanredne i postojeće). Takođe, definisani principi zaštite od jonizujućih zračenja odnose se i na druge žive organizme u prirodi, ne samo na ljude, kao i na ljudske delatnosti kojima bi moglo da se izvrši uvećanje radiološkog opterećenja životne sredine.

U ovim dokumentima date su osnovne preporuke koje se tiču kontrole i ograničavanja interne izloženosti ljudi radionuklidima prisutnim u hrani, kako u postojećim tako i u vanrednim situacijama. Regulatorno telo jedne države dužno je da definiše specifične referentne nivoe izlaganja za pojedinačne izvore izlaganja i da ih kvantifikuje pomoću godišnje efektivne doze koja ne bi trebalo da prelazi 1 mSv.

Na primer, u Republici Srbiji na snazi je *Zakon o radijacionoj i nuklearnoj sigurnosti i bezbednosti*, koji je usvojen krajem 2018. godine i u potpunosti je usklađen sa aktuelnim međunarodnim preporukama [16]. Takođe, u praksi se koriste i tri pravilnika koja se odnose na ovu oblast. U *Pravilniku o granicama izlaganja jonizujućim zračenjima i merenjima radi procene nivoa izlaganja jonizujućim zračenjima* [17] definisana je metodologija određivanja efektivne doze kod unutrašnjeg izlaganja i date su očekivane efektivne doze po jediničnom unosu određenog radionuklida unetog hranom. Vrednosti doznih koeficijenata i očekivane efektivne doze po jediničnom unosu radionuklida ingestijom za stanovništvo po starosnim grupama dati su u *Pravilniku o granicama radioaktivne kontaminacije lica, radne i životne sredine i načinu sprovođenja dekontaminacije* [18].

U praksi ispitnih laboratorija u Republici Srbiji najčešće se koristi *Pravilnik o granicama sadržaja radionuklida u vodi za piće, životnim namirnicama, stočnoj hrani, lekovima, predmetima opšte upotrebe, građevinskom materijalu i drugoj robi koja se stavlja u promet* [19] u kojem su granice sadržaja radionuklida u životnim namirnicama određene granicom

izlaganja jonizujućim zračenjima i količinama koje se konzumiraju u toku godine i jednake su izvedenim koncentracijama radionuklida.

Izvedena koncentracija radionuklida u hrani (*IK<sub>h</sub>*) za stanovništvo se izračunava po formuli:

$$IK_h = \frac{GD}{e(g)_{n,ing} * m},$$

gde je:

*GD* – granična vrednost efektivne doze koja za pojedinca iznosi **0.1 mSv** po jednoj godini;

*e(g)<sub>n,ing</sub>* [Sv/Bq] – primljena efektivna doza pri jediničnom unosu radionuklida **n ingestijom**;

*m* [kg] – količina hrane koju pojedinac godišnje unese.

U ovom Pravilniku su definisane i granice sadržaja <sup>137</sup>Cs u pojedinim uzorcima hrane, kao i granice sadržaja radionuklida u stočnoj i hrani za ljudsku upotrebu nakon akcidenta.

### Zaključak

Pri ispitivanju bezbednosti hrane mora se uzeti u obzir i radiološka ispravnost hrane koju konzumira stanovništvo. Unos radionuklida u organizam rezultira internom izloženosti i efektivnom dozom koja u nekim slučajevima ne može biti zanemarena, pa iako se ne može izbeći, količina unešene radioaktivnosti u ljudski organizam mora biti kontrolisana i ograničena kako u slučajevima postojećeg izlaganja, tako i u slučajevima radioloških akcidenata.

Regulatorno telo u jednoj državi mora da uspostavi referentne vrednosti koncentracije pojedinih radionuklida u hrani; mora da izvrši planiranje mera kontrole hrane u redovnim i u slučajevima nuklearnih i/ili radioloških akcidentalnih situacija; mora da posveti posebnu pažnju određenim vrstama hrane kod kojih se očekuje povećana koncentracija nekog radionuklida u dužem vremenskom periodu (napr. prisustvo <sup>137</sup>Cs u divljem šumskom voću, pečurkama i slično).

### Zahvalnica

Rad je finansijski podržan od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije (Aneks ugovora, evidencioni broj: 451-03-68/2022-14/ 200017).

## Reference

- [1] Kathreen, R., 1984. Radionuclides in the Environment: Sources, Distribution and Surveillance, Harwood Academic Press, New York.
- [2] DDEP, 2017. [http://www.nucleide.org/DDEP\\_WG/DDEPdata.htm](http://www.nucleide.org/DDEP_WG/DDEPdata.htm)
- [3] IAEA, 2010. Handbook of Parameter Values for the Prediction of Radionuclide Transfer in Terrestrial and Freshwater Environments, Technical Reports Series No. 472, INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY VIENNA, 2010.
- [4] UNSCEAR, 2000. Report to the General Assembly, with Scientific Annexes, SOURCES AND EFFECTS OF IONIZING RADIATION, United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, Vol 1, UN, New York, 2000.
- [5] EU, Council Directive 2013/59/Euratom, 2014 laying down basic safety standards for protection against the danger arising from exposure to ionizing radiation, and repealing Directives 89/618, 90/641, 96/29,97/43 and 2003/122/Euratom, Official Journal of the European Union.
- [6] IAEA, 2014. Safety Standards Series for protecting people and the environment, Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards, General Safety Requirements No. GSR Part 3, INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY VIENNA, 2014.
- [7] Borbala Mate, Katarzyna Sobiech-Matura, Timotheos Altitzoglou, 2015. Radionuclide monitoring in foodstuff: overview of the current implementation in the EU countries, J Radioanal Nucl Chem (2015) 303:2547–2552.
- [8] European Commission, Joint Research Centre, *European atlas of natural radiation*, De Cort, M.(editor), Cinelli, G.(editor), Tollefsen, T.(editor), Publications Office, 2020, <https://data.europa.eu/doi/10.2760/520053>
- [9] Maria Assunta Meli, Donatella Desideri, Carla Roselli, Laura Feduzi, Claudio Benedetti, 2016. Radioactivity in honey of the central Italy, Food Chemistry 202 (2016) 349–355.
- [10] IAEA, 1989. Measurement of Radionuclides in Food and Environment, A Guidebook. Technical Reports Series No. 295, INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY VIENNA, 1989.
- [11] UNSCEAR, 2008. United Nations Scientific committee of effects of atomic radiation – exposure from natural radiation sources, UN, New York, 2008.
- [12] ICRP, 2009. Adult Reference Computational Phantoms. ICRP Publication 110. Ann. ICRP 39 (2).
- [13] ICRP, 2012. Compendium of Dose Coefficients based on ICRP Publication 60. ICRP Publication 119. Ann. ICRP 41 (Suppl.).
- [14] ICRP, 2015. Occupational Intakes of Radionuclides: Part 1. ICRP Publication 130: Ann ICRP 44(2):5-188.
- [15] ICRP, 2007. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103. Ann. ICRP 37 (2-4).
- [16] Zakon o radijacionoj i nuklearnoj sigurnosti i bezbednosti (Sl. gl. RS br. 95/18 i Sl. gl. RS br. 10/19).
- [17] Pravilnik o granicama izlaganja jonizujućim zračenjima i merenjima radi procene nivoa izlaganja jonizujućim zračenjima (Sl. gl. RS 86/11 i Sl. gl. RS 50/18).

- [18] Pravilnik o granicama radioaktivne kontaminacije lica, radne i životne sredine i načinu sprovođenja dekontaminacije (Sl. gl. RS 38/11).
- [19] Pravilnik o granicama sadržaja radionuklida u vodi za piće, životnim namirnicama, stočnoj hrani, lekovima, premetima opšte upotrebe, građevinskom materijalu i drugoj robi koja se stavlja u promet (Sl. gl. RS 36/18).

## APLIKACIJA ZA SIGURNOST I KVALITET HRANE U SDK NOX PLAYER RAZVOJNOM OKRUŽENJU ZA ANDROID UREĐAJE

### Sažetak

Cilj ovog rada je predstavljanje mogućnosti razvojnih aplikacija za provjeru i kvalitet hrane koja se koristi u zemljama u okruženju a sadrži i informacije za kvalitet hrane naših proizvoda. Na aplikacijama za hranu razvojnog okruženja Nox Player for Windows ili upotrebom Visual Studio- Net Framework asp te sdk tehnologija moguć je razvoj gotovo svih aplikacija koje se koriste pored mobilnih uređaja već sada i na pametnim satovima, tabletima te desktop računarima i laptopima. Za razvoj ovih aplikacija potrebno je poznavanje jednog od familije programskih jezika pretežno C# te mogućnosti objektno orijentisanog programiranja sa programiranjem u net okolini ili veza web programiranja sa net programiranjem. Rad predstavlja skromni doprinos razvoja aplikacija te vrste za provjeru kvaliteta hrane. Svjesni smo činjenice da u hrani pored bakterija i gmo proizvoda postoje raznovrsne supstance koje mogu da ugroze zdravlje čovjeka. Ovdje je pogotovo važno istaći grupe ljudi koji imaju neki vid intolerancije na hranu poput alergičara, dijabetičara, gojaznih ljudi kojima hrana može biti uzrok ogromnih zdravstvenih problema te je svaka informacija za detekciju kvaliteta veoma važna za takve ljude. U razvijenim zemljama postoje raznovrsne aplikacije koje su namjenjene određenim selekcijama ljudi od voća, povrća do karakteristika masti, ugljikohidrata bjelančevina, glutena, mliječnih proizvoda te orašastih plodova koji su jaki alergeni. Takve aplikacije su za život važne tim ljudima, te ćemo predstaviti sistemski njihovu upotrebu.

**Ključne riječi:** Programiranje u net okolini, razvoj mobilnih aplikacija, aplikacije za hranu kvalitet i sigurnost

## FOOD SAFETY AND QUALITY APPLICATION IN SDK NOX PLAYER DEVELOPMENT ENVIRONMENT FOR ANDROID DEVICES

### Abstract

The aim of this paper is to present the possibilities of development applications for checking and quality of food used in the surrounding countries and it also contains information for the quality of food of our products. On food applications of the development environment Nox Player for Windows or using Visual Studio-Net Framework asp and sdk technology, it is possible to develop almost all applications used in addition to mobile devices already now on smartphones, tablets and desktops and laptops. The development of these applications requires knowledge of one of the family of programming languages, mostly C #, and the possibility of object-oriented programming with net programming or the connection of web programming with net programming. The paper represents a modest contribution to the development of

<sup>1</sup>Prof. dr Zvezdan Stojanović, Evropski univerzitet, Brčko distrikt, [z.stojanovic@eukallos.edu.ba](mailto:z.stojanovic@eukallos.edu.ba)

<sup>2</sup>Mr Elvir Čajić FINRA Tuzla, Elektrotehnička škola Tuzla, [ecajic86@gmail.com](mailto:ecajic86@gmail.com)

applications of this type for food quality control. We are aware of the fact that in addition to bacteria and GMO products, there are various substances in food that can endanger human health. Here it is especially important to point out groups of people who have some kind of food intolerance such as allergy sufferers, diabetics, obese people for whom food can cause huge health problems and any information for quality detection is very important for such people. intended for certain selections of people from fruits, vegetables to the characteristics of fats, carbohydrates, proteins, gluten, dairy products and nuts that are strong allergens. Such applications are important for the lives of these people, and we will systematically present their use

**Keywords:** Net programming, mobile application development, food quality and security applications

## 1. Uvod

C# je potpuno objektno orijentirani programski jezik, što znači da svi elementi koji se nalaze unutar C# aplikacije, predstavljaju objekt, dok objekt predstavlja strukturu sa svojim metodama, interakcijama i podatkovnim elementima koristeći .NET platformu. Kada pokrećemo napisani C# kôd, tada C# kompajler uzima napisani kôd kao ulaz i na njemu vrši obradu te ga prikazuje na izlazu kao IL (eng. Intermediate language) kôd koji se sprema u \*.exe ili \*.dll datoteku. No kako i dalje procesor ne razumije taj kôd, potreban nam je CLR (eng. Common Language Runtime) kako bi taj kôd pretvorio u mašinski, kojeg procesor razumije. To se sve odvija preko JIT (eng. just-in-time) kompajlera, koji pretvara IL kôd u trenutku kada ga želimo pokrenuti (npr. kada dvostruko kliknemo na .exe datoteku), te taj kôd procesor može izvršiti. Tijekom ovoga procesa, napisani program ima dvije vrste grešaka: greške u sintaksi (eng. compile time errors) i greške izvršavanja (eng. runtime errors). Greške u sintaksi otkriva C# kompajler i on sprječava da se napisani kod pretvori u .exe. Primjer ovakve greške je:" pogrešno napisana funkcija ili izostanak ,,;" "

Greške izvršavanja su puno ozbiljnije greške koje se javljaju pri izvođenju programa, odnosno tokom JIT prevođenja i kod njih se izvršavanje programa zaustavlja, jer bi nastavak mogao utjecati na druge datoteke ili operativni sistem. Primjer ovakve greške je:" pokušaj dijeljenja s nulom ili pokušaj upisivanja podataka u read-only datoteku" [1]. C# se koristi za izradu raznih vrsta aplikacija poput baze podataka, XML web servisa, Windows aplikacija i drugo. Nastao je s ciljem da bude siguran, pouzdan, jednostavan i moderan objektno-orijentiran jezik visokih performansi za .NET platformu temeljen na C++, Visual Basic-u i Javi. Nije neovisan o operativnom sistemu, a glavna primjena, zbog čega je i stvoren, je izrada desktop aplikacija i internet aplikacija u .NET okruženju. Objektno-orijentiranim programiranjem kôd koji programiramo trebao bi biti izuzetno čitljiv i lako izmjenjiv, uz mogućnost jednostavne nadogradnje i ponovnog korištenja. Osobine koje se smatraju osnovnim načelima su:

- Nasljeđivanje – prilikom stvaranja nove klase, ta nova klasa sadrži sve članove 5 „nadklase“ koju je naslijedila tj. nasljeđuje njezine članove i metode [2]
- Polimorfizam – omogućava funkcijama da imaju isto ime, no s različitom funkcionalnostima [3]
- Enkapsulacija – omogućavanje određivanja prava pristupa ostalim klasama ili metodama [4]. Iz objektno-orijentiranoga jezika Java je dobrim dijelom preuzeta sintaksa i semantika, te zahvaljujući .NET platformi omogućava kreiranje vizualnih aplikacija čak i onim korisnicima koji nemaju programerskoga iskustva. C# koristi na desetke ugrađenih tipova podataka i samo osamdeset ključnih riječi. Pri pokretanju, Windows komponenta na .NET platformi pokreće Common Language Runtime (CLR)



tj. aplikacijski virtualni stroj i zbirku razređenih biblioteka, a to je osnova kako bi se kreiralo izvršno okruženje u kojima zajedno rade biblioteke i jezici [5].

## 2. Arhitektura .NET platforme

Arhitektura .Net platforme se sastoji iz sledećih dijelova:

- Common Language Specification (CLS) je skup specifikacija ili smjernica koje definišu .NET jezike. CLS je podskup objekata i definiše uobičajene tipove upravljanih jezika te pruža tri nivoa sukladnosti
- Common Type System (CTS) sprečava pogrešno emitiranje, određuje pravila povezana s tipovima parametara koje jezici moraju slijediti. CTS je knjižnica podataka .NET tipova
- .NET Framework Class Library (FCL) je skup upravljanih klasa koje pružaju pristup sistemskim uslugama koji se mogu koristiti za razvoj UI ili web aplikacija
- Korisničko i programsko sučelje (ASP.NET, Windows Forms, Console) sadrže Windows obrasce koji pružaju korisničko sučelje za web
- Standardne usluge sistema (ADO.NET, .NET Remoting) univerzalno su dostupne i standardizirane na svim jezicima dovodeći ih pod kontrolu .Net framework-a
- Common Language Runtime (CLR) nadzire izvršenje .NET aplikacija, upravlja kodom u vrijeme izvršenja, pruža osnovne usluge kao što su daljinsko upravljanje memorijom te upravlja nitima i ekvivalentan je JVM (Java Virtual Machine-u).

## 3. Nox Player

Emulator omogućava korisnicima instaliranje i korištenje Androidovih aplikacija na Windows PC ili prenosivim računalima. Pomoću Android emulatora na računalo možete instalirati bilo koju Android aplikaciju. Bluestacks je sada jedan od najpopularnijih emulatora za Android, ali postoji još jedna aplikacija pod nazivom Nox App Player koja je baš poput Bluestacks-a. Na uređaju možete preuzeti i instalirati bilo koji Android program pomoću Nox App Player-a. Nox App Player dostupan je za Windows.

Aplikacija Nox uvela je neke važne nove funkcije koje ga čine puno integriranijim i jednostavnijim za korištenje Android emulatora. Organiziranje datoteka u Nox App Playeru je jednostavno. Srećom, APK datoteka za većinu ovih aplikacija dostupna je na Internetu. Također, postoji nekoliko veza koje se mogu koristiti kao način za preuzimanje igrača iz Nox aplikacije. Prvo trebata posjetiti službenu web stranicu Nox-a.

### *ZAHTEVI*

- Najmanje 2 GB RAM-a
- 2,2GHz procesor
- 1GB Grafičke kartice.

Koraci instalacije

- Preuzmite Nox App Player Exe datoteka za Windows ili Mac.
- Pronađite preuzetu datoteku na računalo i zatim pokrenite instalacijski program.

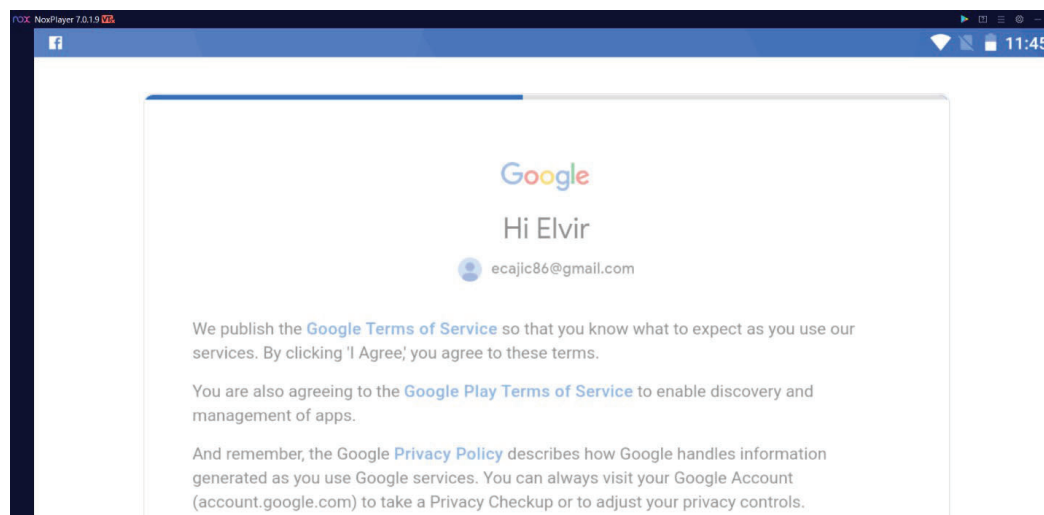
- Nakon instaliranja otvorite aplikaciju, a zatim se prijavite sa svojim ID-om i zaporkom. Sada otvoreno Google Play Store App, a zatim možete preuzimati i instalirati aplikacije izravno iz App Store-a.

Trebate osigurati pouzdanu i brzu internetsku vezu za instalaciju interneta. Ako uspostavite brzu internetsku vezu, instalacija aplikacije neće trebati nekoliko minuta.

Instalacija na računar je vrlo jednostavna. Neki se mogu odlučiti za instalaciju s Interneta. Umjesto toga možete koristiti offline instalacijski program. Način postavljanja također je prilično sličan. Instaliranje programa za reprodukciju Nox-a brzo je i jednostavno uz samo nekoliko radnji.

Ukratko, to je izvanredan emulator koji pokreće bilo koju jednostavnu aplikaciju na računaru. Emulator ima i aplikaciju Google postavke gdje možete dodatno prilagoditi postavke računara. Android emulatori samo su digitalni Android uređaj koji predstavlja pravi Android uređaj. To je vjerovatno **najbolji android emulator** koji može pokrenuti široku paletu igara i aplikacija s brzom i učinkovitom oponašanjem. Nox Android Emulator postao je popularan emulator za Mac računare.

Sada kada smo preuzeli i instalirali **Android emulator Android Player Nox** možemo otpočeti i njegovu primjenu.



*Slika 1. Prikaz instalacije i podešavanja parametara na PC aplikaciji*

## 4. APLIKACIJE ZA HRANU

### 4.1. Aplikacija “HRANA”

Mobilna aplikacija Hrana namijenjena je plasiranju informacija o povlačenjima prehrambenih proizvoda s tržišta za koje se ustanovilo da nisu sigurni za konzumaciju, odnosno da proizvod predstavlja određeni rizik za zdravlje ljudi i životinja ili može štetno utjecati na okoliš. Sve informacije o povlačenjima proizvoda Ministarstvo poljoprivrede redovno ažurira tako da svi korisnici u realnom vremenu dobivaju obavijesti s upozorenjem o hrani koja se povlači iz

trgovina, uz dodatne informacije koje uključuju naziv i fotografiju samog artikla, rok trajanja, informacije o riziku za zdravlje, status distribucije, podatke o proizvođaču koji je taj proizvod plasirao na tržište.

#### 4.2. Yummly

Vrlo popularna aplikacija Yummly prvenstveno je namijenjena ljudima koji su alergični na pojedine vrste namirnica, ali mogu je koristiti svi koji žele uspostaviti uravnoteženiji i zdraviji režim prehrane i planiranje obroka. Aplikacija Yummly u svojoj bazi ima na milijune recepata iz različitih dijelova svijeta, a glavna prednost Yummly aplikacije je što se može personalizirati tako da u postavkama navedete na koju ste hranu i dodatke prehrani alergični pa će vam aplikacija predlagati samo recepte za jela koja ne sadrže navedene alergene.

Aplikacija Yummly nudi mogućnost pretraživanja prema cijeni i vremenu potrebnom za pripremu pojedinih jela. Aplikacija ima i mnoštvo praktičnih funkcija, a jedna od njih vam omogućava da spremite recepte koje ste odabrali i popis potrebnih sastojaka na listu za kupovinu. Velika prednost aplikacije je što njezini algoritmi „pamte“ vaše preferencije u kuhinji, kakvu hranu ili namirnice volite ili ne volite, tako da što je više koristite, aplikacija postaje sve pametnija i predlaže vam recepte u kojima ćete uživati i vi i vaši najbliži.

#### 4.3. ShopWell

Aplikacija ShopWell također je stvorena po mjeri ljudi koji imaju alergije na određene prehrambene proizvode, ali je i izvršni digitalni pomagač za sve one koji žele jesti zdravo i posložiti uravnotežene prehrambene navike prema vlastitim potrebama. Aplikacija omogućava personalizaciju tako da u postavkama navedete hranu na koju ste alergični, a osim toga ima opcije u kojima možete navesti svoje prehrambene preferencije ili ciljeve koje želite postići s vlastitim prehrambenim navikama (primjerice, pojačati unos namirnica bogatih željezom ili smanjiti unos laktoze).

Ključni dio aplikacije je formiranje liste za kupovinu prehrambenih proizvoda u skladu sa svim podacima za personalizaciju koje ste sami naveli, pa aplikacija ShopWell u skladu s tim podacima djeluje kao vaš osobni nutricionist i daje preporuke koje biste namirnice i proizvode trebali izbjegavati. Također, aplikacija je izvrstan izbor za ljude koji boluju od kroničnih bolesti, primjerice imaju visok tlak, visoku razinu kolesterola ili su skloni dijabetesu, jer prilikom slaganja shopping liste odabire namirnice optimalne za vaše zdravlje.

#### 4.4. Open Food Facts

Mobilna aplikacija za pametne telefone Open Food Facts također je izvrstan alat namijenjen svima koji paze na prehranu, moraju izbjegavati određene alergene i aditive u hrani. Putem skeniranja bar koda otisnutog na ambalaži samog proizvoda, aplikacija će prikazati informacije o sastojcima, aditivima, nutritivnim vrijednostima namirnica, podatak o ugljičnom otisku (CO<sub>2</sub>), informacije o samoj ambalaži i uputu za recikliranje te ocjenu kvalitete proizvoda. Osim toga, postoji i opcija putem koje možete usporediti dva ista proizvoda različitih proizvođača. Funkcija Nutriscore u aplikaciji prikazat će vam hranjive tvari koje se nalaze u proizvodu, sadržaj masnoća, zasićenih masnih kiselina te prisutnost i udjele ugljikohidrata, šećera, vlakna, bjelanjčevina, soli i natrija

#### 4.5. NxtNutrio

Još jedna vrlo korisna aplikacija stvorena za one koji žele znati što jedu jest NxtNutrio. Aplikacija vam pomaže provjeriti svaki prehrambeni proizvod koji kupujete kako biste se uvjerali da u njemu nema alergena, aditiva i ostalih sastojaka koji mogu naštetiti vašem zdravlju. Aplikacija također omogućava personalizaciju tako što ćete u postavkama navesti alergene i ostale sastojke na koje ste osjetljivi, pa će vas aplikacija na temelju toga upozoriti kako pojedini sastojak može djelovati na vaše zdravlje.

Kao i kod sličnih aplikacija, NxtNutrio ima ugrađen čitač barkoda na temelju kojeg će aplikacija prikazati popis sastojaka svakog proizvoda koji vas zanima s preciznim objašnjenjem kako pojedini sastojak utječe na zdravstveno stanje, a aplikacija vam omogućava da lakše otkrijete potencijalno skrivene sastojke, poput umjetnih zaslađivača, pojačivača okusa, aditiva i tome slično.

### 5. SIGURNOST HRANE

UN i Svjetska zdravstvena organizacija u ovogodišnjoj kampanji podizanja svijesti o sigurnosti hrane ističu važnost svih sudionika u sistemu, pri čemu je zadaća vlada i državnih institucija osigurati sigurnu i nutritivno vrijednu hranu za sve svoje građane, poljoprivredni proizvođači odgovorni su za usvajanje dobrih praksi i sigurnog uzgoja, sudionici u poslovnom procesu dostave hrane do krajnjih potrošača dužni su osigurati hranu u svakoj fazi procesa, dok svi potrošači imaju pravo na odluku o izboru sigurne, zdrave i nutritivno vrijedne hrane, pri čemu je sigurnost hrane i aktivna suradnja na tom pitanju zajednička odgovornost i obaveza svih uključenih strana.

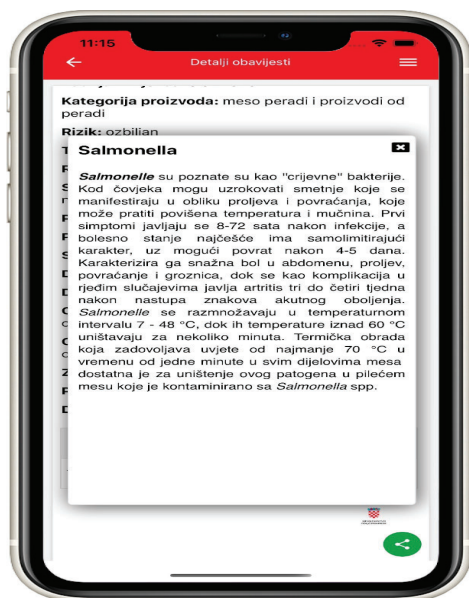
Izvanredne okolnosti izazvane širenjem epidemije COVID-19 su više nego ikada kod građana probudile svijest o važnosti osiguranja lanaca opskrbe hranom te sigurnosti i ispravnosti hrane. Doista je riječ o zajedničkoj odgovornosti, obavezi i dužnosti svih uključenih strana, a aktivna i intenzivna međusobna suradnja jedini je način za osiguranje kontinuirane neometane opskrbe zdravom i sigurnom hranom svih naših građana. Smatramo da svi mi, kao kupci i potrošači, imamo pravo na izbor hrane za sebe i svoje obitelji odnosno bez odgode dobiti informaciju da se na tržištu nalazi neispravna hrana.

U aplikaciji koju građani besplatno koriste na svojim mobilnim uređajima nalaze se informacije o nesukladnim proizvodima za koje se radi opoziv s tržišta, a nalaze se na tržištu i u roku trajanja, uz niz drugih edukativnih informacija za potrošače. Informacije koje Ministarstvo poljoprivrede ažurira u realnom vremenu građani primaju putem obavijesti od strane aplikacije, a obavijest sadržava prikaz upozorenja o hrani i dodatne informacije o nesukladnom proizvodu (naziv proizvoda i sliku, rok trajanja, vrstu rizika za zdravlje, izvršenu radnju nadležnih institucija, status distribucije i sl.) te podatke o subjektu o poslovanja hranom koji je taj proizvod stavio na tržište. Aplikacija kroz dva izbornika nudi sve obavijesti na razini EU na engleskom jeziku te informacije na našem jeziku koje se odnose samo za naše tržište u okruženju.

### 6. APLIKACIJA HRANA

HRana je besplatna aplikacija koja građanima tokom 24 sata svih dana u godini omogućava informacije o povlačenju proizvoda ili opozivu proizvoda s tržišta za koje postoji rizik ili opasnost za zdravlje ljudi i životinja ili mogu štetno utjecati na okoliš, a nalaze se na tržištu i u roku trajanja. Namijenjena je svim građanima kako bi pružala jednostavne i pravovremene informacije o nesukladnim proizvodima za koje se radi opoziv s tržišta, a nalaze se na tržištu i u roku trajanja. Aplikacija sadrži i edukativne informacije poput toga što znači povećana

količina olova u ribi i kako to utječe na zdravlje ljudi, što učiniti ako je meso zaraženo *Salmonellom*, te slične informacije koje zanimaju građane.



Slika 2. Prikaz aplikacije na androidu

Korištene tehnologije za uspješno stvaranje mobilne aplikacije su operacijski sistem Android te Android Studio, program u kojem su nastale aplikacije. Aplikacije su pisane Java programskim jezikom i jezikom za označavanje podataka (engl. EXtensible Markup Language, XML), a za korištenje baze upotrebljavana je Firebase platforma i Structured Query Language Lite, SQLite baza podataka. Mobilni operacijski sistem Android u vrlo je kratkom vremenu postao popularan, a broj korisnika, jednako kao i nove verzije, stalno rastu. Danas je operacijski sistem Android najrasprostranjeniji operacijski sistem za pametne uređaje. Temeljen je na Linux jezgri i napisan u C/C++ programskom jeziku, a namijenjen je mobilnim uređajima kao što su mobiteli, tableti, netbook računari. Iako je napisan u C/C++ programskom jeziku, većina aplikacija napisana je Java programskim jezikom upotrebom Android razvojnog programsko okruženje (engl. Android Software Development Kit, SDK). Funkcije koje pruža uključuju osnovne funkcije mobilnih uređaja poput slanja SMS i MMS poruka te dodatne funkcije poput WiFi povezivanja, videotelefonije i slično. Android sadrži mrežnu trgovinu Google Play Store u kojoj je moguće pronaći muziku, filmove, razni digitalni sadržaj te aplikacije. Trgovina sadrži razne vrste mobilnih aplikacija te ih korisnik može preuzeti i instalirati, a potom i koristiti na svojem mobilnom uređaju. Osim besplatnih aplikacija, postoje i one koje zahtijevaju kupnju prije preuzimanja.

U prilogu je programski kod za aplikaciju Hrana koja se koristi da se provjeri njena sigurnost za kupovinu putem interneta

```

<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<LinearLayout
    xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"
    android:layout_width="match_parent"
    android:layout_height="match_parent"
    android:orientation="vertical"
    android:layout_margin="5dp">

    <EditText
        android:layout_width="match_parent"
        android:layout_height="wrap_content"
        android:hint="Ime"
        android:id="@+id/name"/>

    <EditText
        android:layout_width="match_parent"
        android:layout_height="wrap_content"
        android:id="@+id/surname"
        android:hint="Prezime"/>

    <EditText
        android:layout_width="match_parent"
        android:layout_height="wrap_content"
        android:id="@+id/address"
        android:clickable="true"
        android:inputType="none"
        android:focusable="false"
        android:hint="Adresa"/>

    <EditText
        android:layout_width="match_parent"
        android:layout_height="wrap_content"
        android:id="@+id/phone"
        android:hint="Telefon"/>

</LinearLayout>

```

Slika 3. Kod xml za aplikaciju

### Zaključak

U današnje vrijeme, programiranje je jedno od zanimanja koje od programera zahtijeva da konstantno razvija svoje znanje i uči nove tehnologije. Zbog stalnog dolaska novih tehnologija na tržište, programeru se pruža mogućnost da unaprjeđuje aplikaciju implementacijom novih, dosad možda neizvedivih, mogućnosti. Analiza i planiranje su prvi korak u razvoju aplikacije, a ujedno se pokazao kao jedan od najbitnijih u cijelom procesu. Dobro isplanirana aplikacija u početku omogućuje praćenje dostizanja unaprijed definiranih ciljeva. Prilikom razvoja

aplikacije, ukoliko je planiranje i analiza bila dobra, ne bi trebalo biti puno odstupanja u vremenu potrebnom za razvoj niti u samoj implementaciji. Kod lošeg ili neisplaniranog razvoja aplikacije javlja se problem o nepoznavanju opsega aplikacije. Programer u toku razvoja isprobava mogućnosti i razvija funkcionalnosti koje prije nisu bile definirane, ne zna se jasni cilj aplikacije te se ne može pratiti koliko je zapravo stvarnog posla napravljeno. Dobro isplanirani model baze podataka, klase unutar aplikacije te željene funkcionalnosti određenog modela u aplikaciji programeru daju jasniju sliku o samoj aplikaciji. Izbor prave arhitekture i raspodjela aplikacije na slojeve omogućuje lakše održavanje koda, jasniju raspodjelu zadataka aplikacije te su kasnija proširivanje aplikacije puno jednostavnije.

### Literatura

- [1] Z. Stojanović, “Jezicizaobilježavanjeteksta”, Evropski Univerzitet, Brčko, 2017
- [2] M. Young, “XML, Step By Step”, Microsoft Press, 2003.
- [3]E.Castro, “HTML, XHTML &CSS”, Peachpit Press, 2006
- [4]S.MAngano, “XSLT Cookbook”, O’Reilly Media, 2009
- [5]<https://www.w3schools.com/>
- [6] A Perteiraistali, “ebXMLoverview, initiatives, and applications”, IFIP International Federation for Information Processing, 2008.
- [7] V. Damjanović, “Web inteligencija u e-bankarstvu”, 2005

## TRANSPORT KAO ČIMBENIK GUBITKA HRANE

### Sažetak

Globalizacija tržišta hranom predstavlja nove izazove u procesu koji počinje od mjesta proizvodnje do mjesta potrošnje. Sigurnost hrane se vremenom razvila u znanstvenu disciplinu koja se bavi rukovanjem, pripremom i pohranom hrane radi sprječavanja pojava bolesti koje se njome prenose. Problem gubitka hrane moguć je u svakom dijelu lanca od proizvođača do potrošača a razmjeri gubitka različiti su ovisno u kojem dijelu lanca nastaju. Cilj rada je identificirati i ukazati na mjesta (pokretače) gdje su mogući gubici hrane u transportnom procesu. Analiza uzroka gubitka hrane sagledana je kroz procese u transportnom lancu i kroz čimbenike sigurnosti. Hrana (teret) mora biti zaštićena od biološkog, kemijskog, biokemijskog i fizičkog oštećenja tijekom utovara, prijevoza i istovara. Cilj transporta u bilo kojem dijelu lanca sigurnosti hrane je isporuka u odgovarajuće vrijeme i odgovarajuće kvalitete. Neadekvatna transportna sredstva, neprimjereni održavanje i nedovoljna higijena stvaraju uvjete da vozilo postane pokretač kontaminacije hrane tijekom transporta. Problem mobilnih radnika pri transportu hrane svodi se na ljudske pogreške i needuciranost. Mobilni radnici u transportu moraju biti educirani o osnovnim principima sigurnosti hrane na njihovoj razini sudjelovanja u lancu. Formalno osposobljavanje vozača te neformalna obuka u tvrtkama svode se na predstavljanje i prepoznavanje zakonskih propisa koji ne dovode do razine samokontrole i rješavanja problema u konkretnim situacijama.

**Ključne riječi:** sigurnost hrane, transport, mobilni radnici, edukacija

## TRANSPORT AS A FACTOR IN FOOD LOSS

### Abstract

The globalization of the food market presents new challenges in the process that starts from the place of production to the place of consumption. Food safety has evolved over time into a scientific discipline that deals with the handling, preparation and storage of food in order to prevent the occurrence of diseases that are transmitted by it. The problem of food loss is possible in every part of the chain from producer to consumer and the scale of the loss is different depending on which part of the chain they occur. The aim of this paper is to identify and point out the places (drivers) where food losses in the transport process are possible. Analysis of the causes of food loss was viewed through processes in the transport chain and through safety factors. Food (cargo) must be protected from biological, chemical, biochemical and physical damage during loading, transport and unloading. The goal of transportation in any part of the food safety chain is delivery at the right time and the right quality. Inadequate means of transport, inadequate maintenance and inadequate hygiene create the conditions for the vehicle to become a driver of food contamination during transport. The problem of mobile workers in transporting food comes down to human error and lack of education. Mobile

<sup>1</sup>Centar za obrazovanje Novak, Osijek



transport workers need to be educated on the basic principles of food safety at their level of participation in the chain. Formal driver training and informal training in companies are reduced to the presentation and recognition of legal regulations that do not lead to a level of self-control and problem solving in specific situations.

**Key words:** food safety, transport, mobile workers, education

## 1. UVOD

Transport kao dio distributivnog lanca hrane značajan je i prepoznat čimbenik sigurnosti hrane. Tijekom transportnog procesa hrane može doći do bioloških, kemijskih, mehaničkih ili organoleptičkih promjena pri čemu se kakvoća i upotrebljivost hrane može i značajnije smanjiti. U Republici Hrvatskoj je najzastupljeniji cestovni prijevoz hrane (poljoprivredni proizvodi, meso, mesne prerađevine ...). Cijeli sustav transporta uključen je u tzv. hladni lanac. Transport uključuje niz nepredvidljivih čimbenika koji utječu na očuvanje hrane i sigurnost dostave na željeno odredište. Nadzor nad hladnim lancem ima za cilj osigurati kakvoću i sigurnost proizvoda kroz cijeli distributivni lanac. Jednostavno poimanje takvog lanca je da samo i jedino stalno provjeravanje transportnih vozila i pomoćnih transportnih sredstava u kojima se tereti prevoze kao što su nadzor čistoće i stanja unutrašnjosti transportnog sredstva, kemijska onečišćenja, jakih mirisa, zagađenost mikroorganizmima (insektima, gljivicama ili plijesnima), zaštitu transportirane hrane od vremenskih neprilika ili drugih čimbenika te pogodnost vozila za prijevoz takve hrane predstavlja neprihvatljivi dominaciju jednog čimbenika (vozila) i zanemarivanje drugih osnovnih i dopunskih čimbenika sigurnosti transporta. Za obavljanje djelatnosti transporta potrebno je posjedovati zakonski propisane licencije. Razlikuju se licencije za tvrtke, prijevozna sredstva i osobe koje sudjeluju u transportu. Čestim navođenjem slogana „Od polja do stola“ i „Od farme do vilice“ želi se istaknuti potreba i želja da se potrošaču osigura zdravstveno ispravna hrana i hrana visoke nepromijenjene kakvoće, uz nužno upravljanje i nadzor nad svim koracima u proizvodnji i distribuciji hrane.

Svrha i osnovni cilj istraživanja je ukazati na mjesta (pokretače) u transportnom procesu koji mogu uzrokovati gubitak hrane (tereta). Dimenzije istraživanja su ograničene ljudskim, materijalnim i voljnim odnosom prijevoznika (odgovornih osoba). U istraživanju je posebno istaknut ljudski čimbenik (mobilni radnik) i njegova mogućnost i spremnost izvršavanja specifičnih zadataka u transportu hrane. Osnovna hipoteza rada je da je moguće poboljšati sustav edukacije mobilnih radnika uz primjenu suvremenih nastavnih sredstava i pomagala za specifične vrste transporta. Korištene su sljedeće metode i tehnike istraživačkog rada:

- deskriptivna metoda za proučavanje domaće i strane literature iz područja teme - analiza objavljenih članaka, stručnih knjiga, izvještaja i druge literature radi pregleda područja transporta hrane. Poseban naglasak stavljen je na analizu ljudskog čimbenika koji utječe na moguće pogreške u procesu;
- kvalitetnom metodom spoznati su stavovi i mišljenja neposrednih rukovoditelja o transportnom procesu prijevoza hrane te problemi s kojima se svakodnevno susreću.

## 2. SIGURNOST HRANE I TRANSPORT

Za područje sigurnosti hrane temeljni pravni dokument je Uredba (EZ) br. 178/2002 koja čini glavnu horizontalnu okosnicu u smislu zakonske obligacije u osiguranju sigurnosti hrane u svim zemljama članicama EU. Vertikalne propise definiraju specifične obveze u poslovanju s hranom za pojedine sektore, djelatnosti, zemlju, etc. Cilj propisa o hrani jest osigurati slobodno kretanje sigurne i zdrave hrane. Sigurnost hrane podrazumijeva sigurnu i zdravstveno ispravnu hranu duž cjelokupnog lanca prehrane „od polja do stola“ koji uključuje proizvodnju, preradu i skladištenje hrane, te transport i stavljanje na tržište. Subjekti u poslovanju s hranom (SPH) imaju primarnu odgovornost za osiguranje sigurnosti hrane što je potpomognuto uvođenjem procedura temeljenim na HACCP (engl. Hazard Analysis and Critical Control Point) principima čija je osnova procjena opasnosti. Sustav HACCP<sup>2</sup> je preventivan, ne reaktivan, odnosno usredotočen je na prevenciju, a ne oslanjanja se na ispitivanje konačnog proizvoda. Smisao sustava je da se opasnosti za sigurnost hrane svedu na najmanju moguću mjeru, ali koji nije sustav nultog rizika.

Uredba (EZ) br. 852/2004 definira opće higijenske zahtjeve za subjekte u poslovanju hranom, primarnu odgovornost SPH za sigurnost hrane, tehničke zahtjeve, HACCP, registraciju subjekata koji posluju hranom, nacionalne vodiče za dobru praksu, uspostavu mikrobioloških kriterija i zahtjeve za kontrolom temperatura na temelju znanstvene procjene rizika.

Radi konkurentnosti na tržištu transportnih usluga tvrtke uvode međunarodne norme (certifikate kvalitete). Certifikacijom je potvrđena kvaliteta organizacije, radnih procesa, pisanih procedura, programa edukacije zaposlenika i definicije odgovornosti svih zaposlenika koji osiguravaju poštivanje najviših standarda kvalitete rada i sigurnosti proizvoda. ISO 22000 je međunarodna norma koja postavlja zahtjeve za uspostavu i održavanje cjelovitog i učinkovitog sustava upravljanja sigurnošću hrane. ISO 22000 definira zahtjeve za upravljanjem sigurnosti hrane koje moraju zadovoljiti sve organizacije u lancu opskrbe hranom kako bi pokazali svoju sposobnost kontroliranja rizika i osigurali da je hrana sigurna za konzumiranje. ISO 9001:2008 za transport, skladištenje i distribuciju robe u kontroliranom temperaturnom režimu. Standard „IFS Logistics“ (International Featured Standard) usmjeren je na zaštitu potrošača i standard za tvrtke koje nude logističke usluge poput transporta i skladištenja. IFS Logistics označava zajednički cilj trgovine i industrije za stvaranje transparentnosti i povjerenja u cijelom opskrbnom lancu. IFS standard, posebno razvijen za skladištenje, distribuciju i transport, kao i aktivnosti utovara i istovara, može se implementirati u okruženjima koja upravljaju prehrambenim i neprehrambenim proizvodima. Organizacija IFS (*International Featured Standards*) je objavila novu verziju standarda za hranu (*IFS Food Version 7*) prema kojemu je za tvrtke koje se certificiraju obvezna upotreba GLN-a kao identifikatora tvrtke od 31. ožujka 2021. godine. Sljedivost je važan faktor za upravljanje sigurnošću i kvalitetom hrane, a ista se može pratiti LOT-brojem, po kojemu se može ući u trag cijeloj povijesti proizvodnje hrane, ako dođe do neželjene situacije odnosno smanjenje kakvoće hrane.

Opskrbni lanac se može definirati kao skup mjera i aktivnosti kojima se omogućuje učinkovito povezivanje dobavljača, proizvodnje, skladištenja i trgovine s ciljem da se roba dostavi na pravo mjesto u pravo vrijeme i u traženim količinama uz minimalne troškove sustava i zadovoljavajuću razinu usluge. Prijevozna sredstva i/ili spremnici (pomoćna transportna oprema) koji se upotrebljavaju za prijevoz hrane koja zahtijeva poseban temperaturni režim (hladni lanac), poput mesa, ribe, kolača, sladoleda itd., moraju biti takvi da se hrana u njima može održavati na odgovarajućoj temperaturi i koja se može pratiti.

<sup>2</sup> Pravilnik o pravilima uspostave sustava i postupaka temeljenih na načelima HACCP sustava (“Narodne novine”, broj 68/15

Distribucija hrane mora se provoditi prijevoznim sredstvima i u spremnicima koji se upotrebljavaju isključivo za prijevoz hrane, a moraju se redovito čistiti, prati i održavati u dobrom higijenskom stanju. Posude u vozilima i spremnici ne smiju se upotrebljavati za prijevoz bilo čega drugoga osim hrane. Hladni lanac je postupak u kojem se rashlađena i zamrznuta hrana od proizvodnje do potrošača kontinuirano transportira i skladišti na ispravnoj temperaturi. Za održavanje hladnog lanca tijekom transporta i skladištenja hrane nužni su prikladni skladišni i transportni uvjeti vezani uz uređenje i opremljenost prostora i transportnih sredstava, a u skladu sa zahtjevima dobre skladišne prakse (DSP). Skladišni prostori moraju biti prikladno održavani i dostatni za uredno skladištenje raznih vrsta proizvoda. Temperaturu treba redovito pratiti na mjestima gdje se mogu zamijetiti njene promjene, pratiti ih i evidentirati. U slučaju neodgovarajuće temperature potrebno je propisati radnje koje se imaju poduzimati kako bi se zaštitila kakvoća i zdravstvena ispravnost poljoprivredno prehrambenih proizvoda. Hladni lanac je put temperaturno osjetljivih proizvoda od proizvođača do potrošača. Prekid jedne karike prekida cijeli lanac, a šteta nastala tim prekidom je nepovratna. Zato sudionici u hladnom lancu moraju međusobno surađivati te imati uvid u praksu prethodnih i budućih sudionika, što uključuje dokumentiranje postupaka skladištenja i distribucije, propisivanje mikroklimatskih uvjeta te zahtjeva vezanih uz uređenje skladišnih prostora (opremljenost transportnih sredstava, nadzor, upravljanje i evidentiranje temperature i/ili relativne vlage, praćenje higijene prostora i djelatnika uključenih u ove postupke, i dr.). Rashladne poluprikolice koriste se za prijevoz svih vrsta tereta pod bilo kojim temperaturnim režimom. Prednost takvih vrsta vozila je da u sebi sadrži dualni temperaturni sistem koji omogućava dvije neovisne temperaturne zone što znači da se u istom trenutku prevoze različite vrste hrane kojima je potrebna drugačija temperatura. Dodatak vozilima s rashladnim uređajima je Global Positioning System (GPS), u EU Globalni navigacijski satelitski sustavi (GNSS), koji prati promjenu temperature tijekom transporta i obavještava o mogućem kvaru. „Inteligentni kontejner“ može se koristiti za transportne procese kako bi se izbjegli nepovoljni i pogrešni uvjeti tijekom prijevoza lako pokvarljive robe. „Inteligentni kontejneri“ su opremljeni tehnologijama koje omogućuju „on-line praćenje stanja lako pokvarljive robe i samostalno mijenjanje postavki tijekom transporta. Promjene stanja lakokvarljive robe šalju se korisniku putem aplikacijskog sloja (middleware). Referentni model za provedbu IC (intelligent container) u okviru IoT (internet of things - interneta stvari) je realno moguć i stvara novi koncept za COPD - koridor namijenjen brzim slučajnim nadzorima stanja i poslovanja. Inteligentni će kontejner povećati transparentnost opskrbnog (hladnog) lanca hrane te praćenje i pružanje informacija o roku trajanja svakog proizvoda. Nadalje, nakon pristupa autonomnoj suradnji, IC će povećati fleksibilnost sustava, a primjenom dinamičkog modela FEFO smanjit će se gubitci mesa i mesnih prerađevina u transportu, manipulaciji i skladištenju. Za kontinuirano praćenje cjelokupnog opskrbnog lanca razvijen je i off-line koncept. U tom slučaju bežični osjetnici (senzori) moraju biti integrirani u lako pokvarljivu robu, primjerice u i/ili na kutijama ili paletama. Tijekom transporta ili skladištenja procesi koji nisu povezani s jedinicom tereta (FSU), jedinice osjetnika moraju biti u mogućnosti prijaviti relevantne off-line podatke.

Pokretači (moguća mjesta nastanka gubitka hrane) u procesu distribucije su:

- povezani s logistikom (pakiranje, zaštita proizvoda, skladištenje, upravljanje, ...)
- povezani s prodajom i marketingom (potražnja, promocije, ...)
- povezani sa standardima (normativne odrednice za postupanje za različite vrste hrane)
- povezani s upravljanjem cjelokupnog procesa distribucije
- povezani s ljudskim čimbenikom ( ljudski potencijali, nedostaci i edukacija osoblja)

Neodgovarajući uvjeti transporta uzrokuju kvarenje proizvoda. Prekomjerno punjenje spremnika za hranu (transportne opreme) moglo bi biti uzrokom kvarenja jer se prepunjeno

voće i povrće može nagnječiti, zgnječiti i uništiti. U tom slučaju potrošač neće kupovati te proizvode jer njihov izgled postaje nepravilan a proizvodi neprodani. Svježe ubrane proizvode treba odmah isporučiti potrošačima. Kašnjenja u transportu (prometni i organizacijski uvjeti) će smanjiti kvalitetu ubranih proizvoda, a budući da potrošači ne preferiraju proizvode sa skraćenim rokom trajanja, oni se pretvaraju u otpad. Ako se tijekom transporta pojavi nedostatak u hladnom lancu, to znači da je transportirani proizvod pokvaren ili da će rok trajanja biti puno kraći nego što bi trebao. Neučinkovitost hladnog lanca uzrokuje gubitak hrane u fazi distribucije. Pogrešne aplikacije za skladištenje, netočno upravljanje potražnjom, pogrešne primjene u pakiranju i označavanju, loše upravljanje narudžbama i problemi s transportom podfaktori su koji se sastoje od pokretača gubitka hrane u fazi distribucije i maloprodaje. Potražnja varira zbog različitih razloga kao što su vremenske prilike, tržišne kampanje, sezonalnost, lansiranje proizvoda, promocije i posebne prilike. Međutim, nestabilna potražnja čini predviđanje izazovnijim i to može uzrokovati netočne prognoze. Ako se zbog netočnog predviđanja isporuči više proizvoda, dolazi do rasipanja hrane zbog neravnoteže ponude i potražnje.

Marketinške odluke veletrgovaca i trgovaca utječu na količinu izgubljene hrane. Čak i primijenjene promocije mogu biti izvor otpada Trgovine pokušavaju dovršiti svoje proizvode korištenjem različitih tipova kampanja kao što su promocije „plati jedan proizvod, drugi je gratis“, trenutne rasprodaje ili kuponi. Navedena situacija će debalansirati potražnju i dovesti do destabilizacije tržišta.

Pokretače vezane uz standarde moguće je sagledati sa sljedećim podfaktorima: nutritivni standardi, standardi sigurnosti hrane i standardi izgleda. Ako proizvod ne ispunjava minimalne sigurnosne standarde, ne može se prodati u trgovini

Pokretače povezanih s upravljanjem može se sagledati kroz podfaktore neravnoteže tržišne moći i neprimjerene odmazde među partnerima. Situacija ne pomaže u poboljšanju odnosa unutar opskrbnog lanca jer partneri koji imaju tržišnu moć ne osjećaju potrebu da točno naručuju i upravljaju zalihama, a to dovodi do povećanja rasipanja hrane partnera u lancu opskrbe slabijeg partnera.

Pokretači povezani s ljudima (ljudske pogreške) još su jedan od značajnih razloga gubitka hrane. Mogu se sagledati kao niska motiviranost zaposlenika, nedovoljan broj zaposlenika, nedostatak iskustva te nedovoljno vodstvo i predanost radnim obvezama. Nedostatak obuke još je jedan podfaktor koji ima značajno mjesto u gubitku hrane. Primjer nedostataka obuke skladišnih djelatnika za skladištenje može uzrokovati gubitak hrane ako zaposlenik koristi pogrešnu metodu upravljanja skladištem tvrtke – FIFO/FILO -, rokovi valjanosti proizvoda će proći dok proizvodi još čekaju u skladištu ili će skratiti rok trajanja proizvoda.

Čimbenici iz grupe "ljudskog faktora" predmetom su istraživanja u svakom sustavu jer čovjek nije sposoban pravilno percipirati dinamički radni okoliš, odnosno ograničen je utjecajem umora i svojom sposobnošću koja se odnosi na senzorne i percepcijske kognitivne procese. Navedeno definira područje rada vozača u sustavu čovjek – stroj - okoliš u kojemu je moguće odrediti utjecajne čimbenike kao što su stres ili radno opterećenje, a koji mogu utjecati na radnu sposobnost i razinu izvedbe radnog zadatka. Potrebno je održavanje utjecajnih čimbenika "ljudskog faktora" unutar njihovih preporučenih raspona koji rezultiraju optimizacijom rada, smanjenjem broja krivih reakcija, a sve s ciljem potpune eliminacije negativnih posljedica u smislu gubitka kontrole i nadzora nad radnim procesom.

Velik i neprekidni tehnološki zamah ima i negativnu stranu (dolazi do pojave obrnutog napretka) jer uvođenje suvremene opreme povlači i višu razinu psihičkog opterećenja vozača. Rad vozača odvija se u specifičnom radnom okruženju koje karakterizira visok stupanj odgovornosti, profesionalnosti i pozornosti. Prepoznavanjem i adresiranjem utjecajnih čimbenika moguće je opisati i razumjeti problematiku radnog okruženja, te utvrditi korelaciju tih utjecajnih čimbenika na radnu sposobnost i kvalitetu izvedbe radnog zadatka vozača.

Tipična pitanja koja se pojavljuju na ovoj razini vezana uz čimbenike "ljudskog faktora" su:

- Kako stres utječe na donošenje odluka i upravljanje?
- Kako bi se trebala koristiti napredna automatizacija u vozačkoj kabini?
- Kako poboljšati donošenje odluka i sustave kontrole?
- Na koji način i u kojem opsegu obavljati radnje školovanja i obuke?
- Koje kriterije postaviti prilikom selekcije kandidata?
- Koje se koristi mogu izvući iz novih tehnologija?
- Je li osoblje u stanju koristiti suvremena sredstva i pomagala?
- Koje su potrebne mjere obuke za rad?
- Koji je potrebnii kriterij selekcije vozača za pojedine vrste transporta?

### 3. ISTRAŽIVANJE I PRIJEDLOZI

Istraživanje je prvobitno zamišljeno kao obrada niza kvantitativnih podataka. Međutim, statistički podaci Državnog zavoda za statistiku za cestovni prijevoz daju prikaz ukupno prevezenog tereta i ostvarenih tonskih kilometara, podatke o prijevozu za javne potrebe i prijevoz za vlastite potrebe te prijevoz opasnih tereta. Specifičnost transporta hrane te mogući kalo tereta (hrane) statistički se ne vodi na razini države.

Pri izboru prijevoznika iz Registra prijevoznika koji posjeduju licencije za prijevoz hrane za realizaciju ankete izabrani su prijevoznici različitih veličina (mikro, mali, srednji i veliki). Na dva dopisa (zamolba za sudjelovanje) dobiveni su odgovori koji su ekonomski pokazatelji poslovanja poduzeća općenito i izvještaji osnova izračuna pokazatelja poslovanja poduzeća poput pokazatelja likvidnosti, zaduženosti, aktivnosti, ekonomičnosti i profitabilnosti te su proglašeni poslovnom tajnom. Evidencije o stanja i povratu hrane tijekom faza utovara, prijevoza i istovara nisu dostupne za javnu obradu. Čak i razlozi za nepravodobnu isporuku hrane na odredište, prometne nesreće, kvar na vozilu, ..) nisu dostupni iako mogu utjecati na komercijalnu kvalitetu.

Promjena pristupa metodi istraživanja iz kvantitativnog u kvalitativno posljedica je nepoznavanja odgovora na problem istraživanja, složenost problema i dobivanje cjelovitog i što je moguće šireg obuhvata problema. Odabrana je metoda fokus grupe. Grupu su činili odgovorne osobe (posjeduju licenciju za upravitelja prijevoza) neposredno zadužene za rad s vozačima. Kroz niz indirektnih materijala, situacija i pitanja poticani su sudionici da iskažu svoje stavove i mišljenja o problemu. Usmjerenje je bilo na pojašnjenima rješavanja problema transporta hrane u stvarnim situacijama bez kvantifikacije istih. Spoznaje „što se priča“ mogu dovesti do novih ideja za strateško pozicioniranje problema uz zadovoljavajuću komunikaciju. Glavni rezultat istraživanja je problem je normativno i administrativno predimenzioniran te izlazi izvan okvira prometne struke. Svakodnevni problemi u transportu rješavaju se neposrednim odlučivanjem rukovoditelja i vozača. Rezultati istraživanja podijeljeni su u grupe organizacija transporta, prijevozna sredstva i mobilni radnici.

Većinom se radi o centraliziranom transportu hrane između mjesta skladištenja radi daljnje prerade ili dostave kupcu (poznati itinerari). Vremenski slijed transporta je ritmičan, ponavljajući, tijekom tjedna, mjeseca ili tijekom sezonskog uzgoja voća i povrća. Dodjeljivanje istih radnih zadataka istim vozačima ima prednosti (poznavanje procesa) ali i moguće nedostatke zbog učestalosti i monotonije ponavljanja istog ili sličnog posla. Plan utovara rade ne prometne službe s ciljem smanjenja troškova. Razdvajanje upakirane i neupakirane hrane (hranu ne prevoziti istodobno u istom vozilu) stalnom pregradom ili nepropusnim prekrivačem, te sprječavanje neupakirane hrane pri transportu da dođe u dodir s podom i zidovima prijevoznog sredstva. Pri uzastopnim prijevozima tovarni prostor vozila,

pregrade, prekrivači i kontejneri (transportna oprema) obavezno se peru i dezinficiraju poslije svake ture. Osiguranje tereta u skladu je preporukama za navedena vrsta vozila.

Vozila su specijalizirana za prijevoz hrane i posjeduju sve potrebne licencije i certifikate u skladu sa zakonskim i inim normama. Propisanu opremu koja uključuje učinkovitu izolaciju, unutarnju oblogu pogodnu za održavanje higijene, vodootporni pod, za zrak nepropusna vrata, jaku rashladnu jedinicu i mogućnost praćenja i bilježenja temperature tijekom transporta redovito se kontroliraju i održavaju. Transportna sredstva se peru i dezinficiraju u krugu skladišnog objekta ili u ovlaštenom servisu (prostoru tvrtke). Potrebna su višekratna upozorenja o vratima vozila koja se do novog utovara ne smiju otvarati. Problem je radno vrijeme mobilnog radnika jer svaka nemarnost, nedovoljno očišćena i loše održavana transportna sredstva i kontejneri (transportna oprema) stvaraju preduvjete za kontaminaciju hrane tijekom transporta. Za navedenu tvrdnju nema pisanih tvrdnji već usmenih upozorenja pošiljatelja.

Podaci o razini vještina mobilnih radnika nisu dostupne neposrednim rukovoditeljima izuzev kod mikro poduzetnika koji sve poslove oko mobilnih radnika (kadrova) obavljaju osobnim kontaktom. Problem fluktuacije mobilnih radnika čini temelj drugim mjerama i postupanjima. Najčešći razlozi fluktuacije su nezadovoljstvo plaćom, stres, loši odnosi s nadređenima i nemogućnost napredovanja (upitno kod mobilnih radnika osim ako nije vezano uz vrstu poslova). Probleme izostanka mobilnih radnika svojom umješnosti prilagođavanja radnog vremena rješavaju neposredni rukovoditelji. Regrutiranje i selekcija mobilnih radnika većinom se provodi kod srednje velikih prijevoznika. Obuku i razvoj mobilnih radnika provode osobe izvan tvrtke osim neposrednih i univerzalnih priprema kako bi pripremili osobu za učinkovito i uniformno obavljanje zadataka. Osposobljavanje mobilnih radnika o transportu hrane obuhvaćaju znanja o osnovnim HACCP principima sigurnosti hrane, što podrazumijeva pravilnu provedbu postupaka čišćenja, odvajanja čistog od nečistog tovarnog prostora, upakirane od neupakirane hrane, kao i pridržavanje uputa o pravovremenoj prijavi bilo kakvog odstupanja koje može utjecati na zdravstvenu ispravnost hrane. Prikupljanje informacija (procjena performansi) o tome koliko dobro svaki zaposlenik obavlja svoj posao, s ciljem dodjele nagrade uspješnima, poboljšanje rada neučinkovitih ili pripremi pismenog obrazloženja za kažnjavanje onih koji loše rade zanemariva je i nepoznata karakteristika mobilnih radnika za neposredne rukovoditelje. Za obavljanje posla u otežanim ili nestandardnim uvjetima rada (kompenzacijski sustav) ne postoje dodatci na plaću. Mjere zaštite na radu provode se u skladu s mjestom i uvjetima rada uz propisana sredstva zaštite pri radu.

Edukacija mobilnih radnika mora sadržavati nove tehnologije rada i osposobljavanje za korištenje suvremene opreme. Poboļšani koncept edukacije mobilnih radnika (trener mobilnih radnika) za bolji učinak školovanja i osposobljavanja koristi simulacije te je centraliziran i specijaliziran za edukaciju. Projekt Trener vozač promovira inovativan i interaktivan pedagoški pristup u cjeloživotnom obrazovanju mobilnih radnika, a istodobno istražuje nove strategije treninga i edukacije u području profesionalnih kvalifikacija mobilnih radnika u cestovnom prijevozu. Svaka razina edukacije mobilnih radnika mora biti mjerljiva zbog individualne evaluacije i agregatnog utjecaja odstupanja od dosadašnje radne i selekcijske politike. Potreba proširenja kriterija selekcije mobilnih radnika (kognitivne sposobnosti, rješavanja složenih zadataka, osobnost, ...) je nužan preduvjet za kvalitetnu evaluaciju za samostalni i timski rad. Kada su svi čimbenici mogućih pogrešaka spoznati, do nesreće ipak može doći. Pogreška je samo podskupina iz skupa pogrešnih (krivih) reakcija. Osnova modela uklanjanja krivih reakcija je povećanje svijesti mobilnih radnika da mogućnost krivih reakcija neprestano postoji. Modeli objedinjuju cjelokupno područje mobilnom radniku orijentirane radne okoline te izučava međusobne veze koje potencijalno dovode do zadnje karike a to je nesreća. Organizacija rada i upravljanje prijevoznika jedan su

od alata upravljanja krivim reakcijama jer utječu na promjenu u strukturi ponašanja pojedinca. Možemo ih spoznati kroz izvore podataka (ako postoje) formalne evaluacije radnog učinka i obuke, obavještajnog sustava incidenata, anketiranja i pripreme, analize kvalitete realizacije zadataka i upitnika o sigurnosti rada. Ciljevi sustava ogledaju se kroz povećanje svijesti o sigurnosti, dobivanju uvida u kvalitetu ponašanja za vrijeme prijetnji i pogrešaka, procjenu kvalitete sadašnje prakse, dobivanje informacije za unapređenje sustava i obavještavanje i edukaciju svih sudionika o promjenama. Sa stajališta mobilnih radnika model upravljanja prijetnji i krivih reakcija ima tri komponente: prijetnje, krive reakcije i nepoželjna stanja. Prijetnje su događaji izvan utjecaja mobilnih radnika. To su najčešće predvidive i nepredvidive situacije koje zahtijevaju primjenu reaktivne odluke temeljenu na iskustvu i znanju mobilnog radnika. Očekivane situacije zahtijevaju kvalitetnu praksu pripreme, dostatne informacije, širok obujam znanja, snalažljivost i uvježbanost mobilnog radnika. Specifičnost sudjelovanja u prometu ne pruža mnogo prostora krivim (pogrešnim) reakcijama jer iste u kratkom vremenu rezultiraju fatalnim posljedicama. Koje su to kritične faze rada i postoji li mogućnost automatizacije pojedinih postupaka mobilnih radnika? Uvođenje modernije i sofisticiranije opreme mora biti prilagođeno ergonomskim čimbenicima čovjeka kako bi doprinijeli kvaliteti i sigurnosti. Primjer izbacivanja analognih prikaznika tj. zamjena s digitalnim LCD prikaznicama smanjuju mogućnost pogrešnog očitavanja (efekt paralakse). Nove tehnologije mogu dovesti do nastajanja novih konflikata koji potenciraju nastajanje krivih reakcija, kao što je to slučaj kod prikaznika koji omogućuje istodobno pokazuje dvije vrijednosti. Svaki se čovjek razlikuje po fizičkim i kognitivnim značajkama. Nije moguće prilagoditi proizvod ili sredstvo prema svakom pojedinom korisniku, već se uzimaju antropometrijske mjere raspona u središnjih 90% iz ciljane populacije korisnika. Pri tome treba voditi računa o budućim trendovima antropometrijskih varijabli.

Prepoznavanjem tipičnih konflikata i situacija koje pogoduju nastajanju krivih reakcija, drugih negativnih događaja i stanja koji se identificiraju kao greške moguće je iste proaktivnim mjerama definirati i spriječiti ponavljanje istih u budućnosti. Važno je shvatiti da postoji još velika mogućnost za poboljšanje, pogotovo kada se govori o ostvarivanju dobre kulture sigurnosti u kojima se začeci potencijalne greške neće ignorirati već svaki incident primjereno obraditi koristeći modele i alate koji pogoduju cjelokupnom prometnom procesu.

#### 4. ZAKLJUČAK

Suvremene tehnologije transporta trebaju osigurati brzu i sigurnu distribuciju robe od proizvođača do krajnjeg korisnika. Kako bi transport bio siguran potrebno je pravilno skladištenje i transport radi osiguranja kvalitete i zdravstvene ispravnosti hrane. Za transport hrane najviše se koristi cestovni promet radi prednosti u cijeni i brzini dostave u odnosu na druge načine transporta. Distribucija hrane cestovnim putem odvija se u vozilima koja imaju rashladne uređaje s obzirom na to da je većina hrane temperaturno osjetljiva i lako pokvarljiva. Veliku ulogu u logističkom lancu su skladišta koja imaju propise kojih se trebaju pridržavati kako bi hrana bila osigurana od vanjskih utjecaja kao što su prašina, plijesni na zidovima i ostala onečišćenja. U skladištima distribucijskih centara se koriste transportna sredstva kao jedan od važnijih čimbenika u obavljanju procesa skladištenja. Velike početne investicije su potrebne da bi se osigurala odgovarajuća sredstva za transport kao što su viličari, pokretne trake, spremnici, kamioni s hladnjacima, etc. Suvremena rješenja kao inteligentni kontejner omogućuje nove procese, postupke i politike u logistici posebice dinamičkog modela FEFO (First Expired First Out) primijenjenog na meso i mesne prerađevine.

Članak ne daje detaljnu analizu uzroka gubitaka hrane u fazi transporta ali ukazuje na potrebu daljnjeg istraživanja značaja ljudskog čimbenika u transportnom procesu. Nije prihvatljivo da

se samonadzor svodi samo na dobru higijensku praksu (osobna higijena, radna odjeća, zdravstveno stanje, vođenje propisane evidencije, radni postupci, početna educiranost za rad s hranom). Ključno je razumjeti da su promjene moguće samo ako se odaberu najkvalitetniji ljudski resursi, da im se mora podariti moć provođenja promjena i nužna sredstva, podrška i dodatno znanje koje je za to potrebno. Predložen je model Trener mobilnih radnika. Trener je osoba koja podučava druge osobe za određeni posao ili stjecanje vještina. Realizatori modula edukacije mobilnih radnika (vozača profesionalaca) moraju pronaći adekvatan način kako premostiti put od informacija do promjene ponašanja u prometu. Znanje i vještine potrebno je neprekidno podizati na više razine kako bi se promijenili stavovi i ponašanje u prometu. Tradicionalno osposobljavanje i ocjenjivanje mobilnih radnika potrebno je nadograđivati do stupnja samovrednovanja i samosvijesti o potrebi stalne izobrazbe. Brojnost modula Trenera mobilnih radnika zasniva se na ključnim poslovima vozača, kompetencijama i ishodima učenja. Pojedini standardi (ISO) nisu i ne smiju biti nadomjestak za obrazovanje vozača jer su to međunarodne norme formalizacije sustava.

Primjenom odabranih metoda istraživanja predmeta rada dokazane su osnovne hipoteze rada. Sadašnji model osposobljavanja mobilnih radnika nije dostatna razina izobrazbe za radne zadatke koji se postavljaju pred mobilne radnike. Kruti zakonski propisi i formalni pristup osposobljavanju mobilnih radnika sprečavaju kreativnost i prilagodbu edukaciju vozača potrebama realnog sektora u području prijevoza tereta. Predložen novi stupnjevani model obrazovanja vozača profesionalaca koji bi približio formalno obrazovanje vozača realnim zahtjevima i potrebama u realizaciji svakodnevnih radnih zadataka. Uspješna suradnja sudionika prometa ukupno posljedično dovodi do povećanja sigurnosti, ugodnosti i atraktivnosti transporta te postavljanje prometa kao znanosti na dominantno mjesto u društvu koje mu nedvojbeno pripada.



## 5. LITERATURA

1. Božičević, D., Kovačević, D.: *Suvremene transportne tehnologije*. Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 2002.
2. Ivaković, Č., Stanković, R., Šafran, M.: *Špedicija i logistički procesi*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2010.
3. Matijević, M.: *Alternativne škole: didaktičke i pedagoške koncepcije*, Tipex, Zagreb, 2001.
4. Matijević, M.: *Od reproduktivnog prema kreativnom učitelju, Poticanje stvaralaštva u odgoju i obrazovanju*, Priručnik za sadašnje i buduće učiteljice i učitelje, Profil, Zagreb, 2009.
5. Novak, V.: *Obrazovanje i rad profesionalnih vozača nakon stjecanja vozačke dozvole*. Doktorska disertacija, Evropski univerzitet Brčko distrikt, Brčko, 2014.
6. Poljak, V.: *Didaktika, Školska knjiga*, Zagreb, 1991.
7. *Pravilnik o pravilima uspostave sustava i postupaka temeljenih na načelima HACCP sustava*, Narodne novine broj 68/2015.
8. Vidović, M., Radivojević, G., Ratković, B.: *Roba u logističkim procesima*, SFB, format CD, autorizirana skripta. Beograd, 2019.
9. Vukobrat, S., Mitrović, D., *Osobine ličnosti i ponašanje vozača u saobraćaju*, Primijenjena psihologija, 2008, Vol. 2, str. 25-42
10. Županović, I.: *Tehnologija cestovnog prijevoza*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2002.

## STANDARDI I NJIHOV ZNAČAJ ZA ROBE U PROMETU

### Sažetak

Razvoj ljudskog društva zavisi od proizvodnje dobara. Zalihe zavise od proizvodnje, od njih potrošnja, a od potrošnje životni standard čovjeka. Naravno, roba nije jedina bitna stvar ali sve to utiče na njen kvalitet i upotrebljivost kao i njene zalihe na tržištu. Posredovanjem trgovine mnogi proizvodi stječu karakter robe, što inače ne bi mogli, jer bez trgovine oni ne bi došli do kupca. Trgovina kao prometna grana proučava potrebe kupaca, a time i potrebe tržišta. Njena glavna svrha je kupovina i prodaja robe prema potražnji i ponudi tržišta. Čovjek od davnina nastoji poboljšati svoje alate i metode rada. Međutim, osmišljene aktivnosti grupa i pojedinaca su fokusirane na iznalaženje nečeg novog i boljeg. Čovjek koji razmišlja, pretražuje radne procedure koje će mu dati optimalne rezultate uz najmanji napor i najmanje troškove. Nemirni ljudski duh istražuje i otkriva, da ništa nije statično, već je sve u pokretu i generalno teži ka boljem i novijem.

**Ključne riječi:** Roba, promet, standardi, kvalitet, testiranje.

## STANDARDS AND THEIR IMPORTANCE FOR GOODS IN TRAFFIC

### Abstrakt

The development of human society depends on the production of goods. Stocks depend on production, of them consumption, and of consumption the standard of living of man. Of course, goods are not the only important thing, but all that affects their quality and usability, as well as their stocks on the market. Through trade, many products acquire the character of goods, which they would not be able to do otherwise, because without trade they would not reach the customer. Trade as a transport industry studies the needs of customers, and thus the needs of the market. Its main purpose is to buy and sell goods according to market demand and supply. Man has long sought to improve his tools and methods of work. However, the designed activities of groups and individuals are focused on finding something new, better. A thinking person searches for work procedures that will give him optimal results with the least effort and the least cost. The restless human spirit explores and discovers that nothing is static, but everything is in motion and generally strives for the better and newer.

**Keywords:** Goods, traffic, standards, quality, testing.

### 1. UVOD

Čovjek kao živo biće za zadovoljenje svojih fizioloških i psiholoških potreba koristi brojne dobrine. Ipak tih dobrina je u prirodi nedovoljno za zadovoljenje svih ljudskih potreba. Vrlo često ih i nema, te ih je radi toga potrebno proizvesti. Imajući u vidu izuzetno veliki broj dobrina iste je neophodno adekvatno i sistemski označiti, klasirati i evidentirati.

<sup>1</sup> Tehnički fakultet Evropskog univerziteta Brčko

U današnje vrijeme skoro da nema proizvoda koji ne bi bio označen po tzv. EAN istemu. (European Article Numbering - Evropsko numerisanje proizvoda). Ovaj sistem označavanja i identifikacije robe ima brojne prednosti, između kojih su svakako vrlo značajne: veća brzina rada na blagajni, manji broj grešaka, jednostavna kontrola zaliha brža razmjena podataka između proizvođača i kupaca prilikom narudžbe robe isl. Stoga se smatra da je EAN – sistem univerzalan međunarodni sistem označavanja, simbolizacije i identifikacije proizvoda široke potrošnje. Za identifikaciju proizvoda koristimo EAN – simbole, koji su sastavljeni iz EAN – broja i EAN – crtnog koda. Standardni identifikacijski broj sastavljen je od 13 brojevanih oznaka, od kojih prva tri broja označavaju državu proizvođača, a ostalih devet brojeva označava proizvođača i proizvod, dok je zadnji tj. trinaesti broj kontrolni. Ukoliko je nedovoljno prostora na ambalaži, proizvođač može zahtijevati skraćenu verziju EAN od osam brojeva. Da se dodijeli simbol EAN – 8 mora zaista postojati opravdan razlog, radi čega isto mora proizvođač temeljito obrazložiti, jer je broj mogućih EAN osam (8) ograničen. Za takav proizvod odnosno robu mora se priložiti primjerak ambalaže, iz čega je vidljivo, da je zahtjev po skraćenom kodu zaista opravdan. Za robu, koja nema stalne težine i cijene kao što su mesni proizvodi, sirevi, voće, povrće i sl. kao potrošne jedinice sa promjenljivim sadržajem), primjenjuje se poseban način označavanja. Prodajne jedinice često se evidentiraju također i sa simbolom EAN 128. Transportne jedinice (kontejnerji, palete, sanduci) se označavaju sa rednim brojem SSCC (Serial Shipping Container Code). Kod SSCC je vrlo uspješno sredstvo za praćenje robe u transportu ukupnog lanca snadbijevanja robom.

Međutim, u ovom radu se nastoje istaknuti opasnosti upravljanja robom u prometu, osnovna pravila i standardi za robu kao proizvod. Pored brojnih domaćih i međunarodnih propisa koji regulišu promet roba jedan od najvažnijih dokumenata je svakako Konvencija UN o ugovorima o međunarodnoj prodaji roba iz 1980 g. Ova se Konvencija primjenjuje na ugovore o prodaji robe, sklopljene između strana koje imaju svoja sjedišta na teritorijima različitih država kad su te države države ugovornice odnosno kad pravila međunarodnog privatnog prava upućuju na primjenu prava jedne države ugovornice. Činjenica da ugovorne strane imaju svoja sjedišta u raznim državama, ne uzima se u obzir kad god to ne proističe iz ugovora ili prijašnjeg poslovanja između strana ili iz obavijesti što su ih one dale, bilo u koje vrijeme prije ili za vrijeme sklapanja ugovora. Također, ni državljanstvo ugovornih strana kao ni građanski ili trgovački karakter ugovornih strana ili ugovora ne uzimaju se u obzir pri primjeni pomenute Konvencije.

Prema ovoj Konvenciji prodavač je dužan, na način predviđen ugovorom i ovom Konvencijom, isporučiti robu, u dogovorenom stanju, predati dokumente koji se na robu odnose i prenijeti vlasništvo na robu. Prodavač je dužan isporučiti robu u količini, kvalitetu i vrsti te zapakovanu i zaštićenu kako je to predviđeno ugovorom. Prodavač odgovara u skladu s ugovorom i ovom Konvencijom za svaki nedostatak usklađenosti koji je postojao u trenutku prelaska rizika na kupca, čak i ako je nedostatak usklađenosti postao očit nešto kasnije. Također prije stavljanja robe na tržište EU-a prodavač mora osigurati da njegovi proizvodi ispunjavaju zahtjeve EU-a kako bi se zaštitilo zdravlje ljudi i životinja te okoliš uključujući i prava potrošača. To su pravila i specifikacije usklađene u EU ili ona kojima pojedinačno upravlja svaka članica EU-a, a koje EU priznaje, radi čega se to I naziva uzajamno priznavanje. Ukoliko se nude usluge neophodno je iste osigurati da kupci sa sjedištem u članicama EU-a u kojima se ne nude usluge dostave, imaju pravo naručiti proizvode s internetske stranice i sami organizirati dostavu ili preuzimanje skladno važećim i naznačenim standardima.

## 2. STANDARDI ZA ROBE U PROMETU

Standardizacija u današnje vrijeme je vrlo važna i značajna, jer ne postoji oblast u kojoj se standardi ne bi koristili. Naime standardi omogućavaju zamjenu dijelova, razvoj jedinstvenih mjernih i ispitnih postupaka, osiguranje određenog nivoa kvaliteta i prenošenje najboljih tehničkih i ekonomskih rješenja u praksu. Svakako, standardizacija je sredstvo za stvaranje optimalnog reda u datoj oblasti. Time se eliminišu ili smanjuju uzroci koji bi mogli ili čine sporove između proizvođača, kupaca i trgovaca, a ujedno uklanjaju i prepreke međunarodnoj trgovini robom. Važan zadatak standarda je i povećanje sigurnosti čovjeka i njegovih ljudi, imovine i podizanje nivoa zaštite životne sredine. Definicije, koncepti, proizvodi, a sve više su i usluge standardizirane.

Standardi su dokumenti usvojeni konsenzusom i odobreni od strane nadležnog organa. Oni navode opća i često primjenjiva pravila, uputstva ili karakteristike proizvoda, usluga i povezanih proizvodnih procesa i procesa. Upotreba standarda je dobrovoljna izuzev ako se na njih pozivaju tehnički propisi. Standard je tehničko-pravni dokument koji omogućava ujednačavanje tehničko-tehnoloških zahtjeva i pravila, koja definišu proizvode, djela i usluge, proizvodne radne procese; procedure, metode i tehnike za ispitivanje karakteristika i kvaliteta proizvoda, djela i usluga kao i jedinstvene pojmove, definicije, simbole, oznake, šifre, količine (brojeve) i jedinice. Međutim, standardi nisu dokumenti trajne vrijednosti, iz razloga što ih je potrebno stalno prilagođavati kretanjima na tržištu. Značaj standardizacije je veoma važan za privredu, jer obezbjeđuje najbolja tehnička i ekonomska rješenja za proizvode, tj. robu i procese, omogućava uvođenje specijalizacije u proizvodnju, utvrđuje metode ispitivanja kvaliteta proizvoda, omogućava racionalizaciju u proizvodnji, dovodi do niže cijene vlastite proizvodnje, olakšava međunarodnu trgovinu, povećava konkurentnost radnih jedinica itd. Učinkovito kontrolirani standardi sprečavaju proizvodnju i plasman nekvalitetnih proizvoda koji ne zadovoljavaju traženi minimum.

### 2.1. NIVOI STANDARDIZACIJE

Termin nivo (pojašnjava kvalitativnu i kvantitativnu vrijednost fenomena), standardiza-cije definiše oblast za koju je određeni standard obavezan ili važeći. Tako u zavisnosti od nivoa standardi se razlikuju i dijele:

**Međunarodni standardi** su standardi radi čega su ih kompanije i usvojile, u cilju unapređenja njihova tehničkog, tehnološkog, organizacijskog i finansijskog poslovanja.

**Međunarodne standarde** su razvile međunarodne organizacije za standarde kako bi bili dostupni za razmatranje i upotrebu širom svijeta. Najistaknutija takva organizacija je Međunarodna organizacija za standardizaciju (ISO). Druge istaknute međunarodne organizacije za standardizaciju uključuju Međunarodnu uniju za telekomunikacije (ITU) i Međunarodnu elektrotehničku komisiju (IEC). Ove tri organizacije zajedno su osnovale savez za saradnju u oblasti. Međunarodne standarde donosi međunarodna organiza-cija za standardizaciju te su kao takvi dostupni najširoj javnosti. U međunarodnu standardizaciju se mogu uključiti odgovarajući organi svih država. Međunarodni standardi usklađuju različite nacionalne standarde i time omogućavaju otklanjanje tehničkih smetnji u međunarodnoj robnoj razmjeni kao i podjeli rada. Standardi serije ISO (od 9000 do 9004) su međunarodni standardi, koji propisuju minimum zahtjeva, koji moraju zadovoljiti sistem kvaliteta u konstrukciji, cjelokupnom proizvodnom procesu, završnoj kontroli, servisiranju i upotrebi. Također proizvođač ne smije izvoziti svoj proizvod kao robu, ukoliko on ne odgovara standardima države uvoznice. Standardi ISO postaju u vrijeme globalizacije sve značajniji i praktično

obavezni za sve države. Posebno je važan međunarodni standard za upravljanje okolišem **ISO 14000**. U okviru međunarodnih standarda posebno se ističe **regionalni** (regija – područje) standard, i to za oblik međunarodnih standarda, koji nisu dostupni svim državama, već je članstvo ograničeno ipak na određene države, koje su već međusobno povezane u politicko-privrednoj saradnji. Standardi nižeg nivoa moraju biti u skladu sa standardima višeg nivoa. Oni ipak mogu određivati i strožije zahtjeve od onih, koje određuju viši nivoi.

Područje Evropske Unije donosi i svoje regionale standarde u okviru Evropskog komiteta za standardizaciju **CEN** u kojeg su učlanjene sve države EU kao i Evropskog slobodnog tržišta (EFTA). Njegov zadatak je usklađivanje nacionalnih standarda država članica i time unapređenje njihove međusobne robne razmjene. **CEN** donosi evropske standarde tzv. **EN** za sva područja tehnike izuzev elektrotehnike.

Evropski komitet za standardizaciju u elektrotehnici poznatiji je kao **CENELEC** brine se za područje elektrotehnike. Evropski institut za telekomunikacijske standarde je poznat pod imenom **ETSI**.

Obzirom na predmete, standardi su poznati kao:

- osnovni,
- terminološki,
- probni,
- procesni,
- uslužni standardi,
- standardi za proizvode i
- standardi za usklađenost.

Tehnički propis sadrži sigurnostne, zdravstvene, okolinske kao i druge zahtjeve za proizvode, usluge uključujući i proizvodne postupke. Sve spomenute pripremaju i donose nadležna ministarstva.

**Njihova upotreba i primjena su obavezni.** Propisi kao takvi ukazuju, koje radnje se moraju obavezno provoditi i primjenjivati. Zasnivaju se na provjerenim rezultatima i dostignućima znanosti, tehnike i praktičnih iskustava. Kod tehničkih propisa se određuju proizvodi, koji moraju biti opremljeni s tehničkim uputstvima ili uputama za upotrebu u lokalnom jeziku. Tehnički propisi se mogu pozivati isključivo na lokalne standarde kao npr. (BAS). Tehnički propisi kod država članica EU moraju biti usklađeni s direktivama Evropske Unije.

**Nacionalni/državni standardi:** (nacija-narod) su standardi koji se usvajaju na nekom području neke države te obuhvataju određena stručna područja. Usvajaju ih nacionalni organi za standarde te su kao takvi dostupni javnosti.

**Regionalni standardi:** su standardi koji se usvajaju na nivou određenog područja u državi te su dostupni javnosti.

**Granski standardi:** su standardi koji za svoje potrebe zajednički usvajaju dva privredna društva ili čak više društava, a u okviru iste grane (npr. stočarstvo) i obavljaju proizvodnju odn. uslužne djelatnosti. Primjenjuju se na sve oblasti koje obavljaju istu djelatnost. Granske standarde usvajaju privredna društva u okviru iste grane kako bi mogli da posluju kao tehnološki jedinstven sistem koji je važan za cijelu državu: npr. RTV, pošta, cestovni, željeznički i zračni transport itd. Međutim, vrlo često je primjena ovih standarda geografski proširena na nekoliko država pa i šire.

**Interni standardi** daju specifična uputstva za rad i utiču na svaku fazu proizvodnje: razvoj i izgradnju, tehnološku pripremu rada, proizvodnju, nabavku materijala, pakovanje, skladištenje i transport. Od svih standarda, ovi su najprecizniji. Razumljivo je, da se interni

standardi u privrednim društvima generalno moraju poštovati. Zahtjevi iz internih standarda obično su sastavni dio većine ugovora o kupovini sa dobavljačima dijelova ili materijala.

## 2.2.KAKVU KORIST NUDE STANDARDI

Kroz rad u današnje vrijeme, i u svakodnevnom životu još uvijek se nedovoljno shvata da na svim područjima života i rada postoje standardi - iako mnogi od njih imaju veliki utjecaj na nas. Zamislimo samo ako vijak ne odgovara navoju, kreditna kartica se ne može koristiti u bankama i na bankomatima kada smo u inostranstvu, USB priključak odgovara samo nekim računarima, svjetiljka ne odgovara grlu, različiti elektroutikači i sl. Niti bi društvo kao takvo bilo efikasno niti efektivno. Ipak standardi postavljaju zahtjeve za oblik proizvoda ili opis tehničkih pojmova u određenom području. Standardi također mogu ukazivati na metode kao što su npr. ispitivanje čvrstoće proizvoda i sl. Iz svega ovoga može se zaključiti da standardi:

- olakšavaju trgovinu;
- doprinose unapređenju sigurnosti, zdravlja i kvaliteta proizvoda, zaštiti okoline i zaštiti potrošača;
- podržavaju privredu i daju tehničku podršku primjeni savremenog zakonodavstva;
- donose najbolja tehnička rješenja;
- omogućavaju brz prijenos tehnologija;
- povećavaju konkurenost domaće privrede, te su
- dobrovoljni za primjenu.

## 2.3. STANDARDIZACIJA U BOSNI I HERCEGOVINI

Institut za standardizaciju Bosne i Hercegovine, kao državna naučno-stručna institucija, priprema i izdaje bosanskohercegovačke standarde, zastupa i predstavlja Bosnu i Hercegovinu u međunarodnim i drugim međudržavnim organizacijama za standardizaciju, te obavlja poslove koji proizilaze iz međunarodnih sporazuma i članstva u tim organizacijama, učestvuje u pripremanju tehničkih propisa, razvija i uspostavlja informacijski sistem o standardima i drugim srodnim dokumentima te proglašava standarde BiH. U području ocjenjivanja usklađenosti učestvuje u uspostavi i održavanju sistema certificiranja i homologizacije u skladu s evropskim modelom. Zastupa Bosnu i Hercegovinu u evropskim i međunarodnim organizacijama za ocjenjivanje usklađenosti (EOTC i EUROLAB, itd) do formiranja asocijacije ispitnih laboratorija i asocijacije kalibracionih laboratorija i organizira obrazovanje iz područja ocjenjivanja usklađenosti. Bosna i Hercegovina od 2009 godine posjeduje sopstveni 5.1.) osnovni standard kojim se pokriva široko područje primjene, zatim 5.2.) terminološki standard, 5.3.) standard za ispitivanje, 5.4.) standard za proizvod, 5.5.) standard za proces, 5.6.) standard za uslugu, 5.7.) standard za interfejs te 5.8.) standard o potrebnim podacima s onakom BAS EN 45020.

## 2.4.STANDARDIZACIJA U SLOVENIJI

Slovenačka nacionalna standardizacija je sastavni dio evropske i međunarodne standardizacije, te je iz tih razloga prisiljena prilagođavati svoja pravila djelovanja pravilima evropske i međunarodne standardizacije. Slovenski standardi se označavaju s oznakom (SIST) te s dodatnom (uobičajeno petznakovnom) broječanom oznakom (SIST XXXXX). Ukoliko je

standard preuzet po međunarodnom standardu, dodatna oznaka je izvorna oznaka preuzetog međunarodnog standarda, i to bez obzira na broj mjesta (SIST ISO 10011-1).

S postupcima se utvrđuju usklađenosti neposredno ali posredno, da li proizvod ispunjava propisane zahtjeve. Ti postupci su: testiranje, certificiranje i kontrola. Proizvodi, usluge i procesi, koji u fazi certificiranja odgovaraju tehničkim propisima, određenim standardima, tehničkim specifikacijama ili drugim propisima, dobivaju certifikat o usklađenosti, a sami proizvodi se označavaju sa znakom usklađenosti.

## 2.5.STANDARDIZACIJA U SRBIJI

Srpski standardi u svome nastanku i razvoju u cjelosti su identični međunarodnim, evropskim i drugim regionalnim standardima i srodnim dokumentima, kao i nacionalnim standardima drugih država u skladu sa ugovorima potpisanim sa nacionalnim tijelima za standardizaciju tih država. Na izradi srpskih standarda rade stručna tijela Instituta, komisije za standarde i stručni savjeti. Stručni rad u užim oblastima standardizacije odvija se u komisijama za standarde (KS), koje predstavljaju grupe stručnjaka iz različitih sektora koji razumiju i predviđaju izazove svog sektora, a standardizaciju koriste kao alat za stvaranje jednakih uslova koji će svima biti od koristi. U slučajevima kada iz objektivnih razloga nije moguće formirati komisiju za standarde, nadležni stručni savjet obavlja poslove komisije za standarde u procesu donošenja srpskih standarda i srodnih dokumenata u određenoj užoj oblasti standardizacije. Institut za standardizaciju Srbije je jedino državno tijelo za standardizaciju u Republici Srbiji. Oznaka standarda je SRPS EN 50288 sa više podznaka.

Standardizacija, koja se provodi na području određenih država.

DIN – Njemački institut za standardizaciju ; ANSI – Američki institut za standardizaciju; ON – Austrijski standardi; BSI – Britanski institut za standardizaciju; DZM – Državni zavod za mjeriteljstvo Hrvatska; UNI – Italija

## 3. KVALITET ROBE

Kvalitet robe je zbir svih karakteristika odnosno specifičnosti, koje su važne za neku vrstu robe te u velikoj mjeri utječu na njenu upotrebnu i prodajnu vrijednost. **Nedostatak samo jedne od osnovnih karakteristika smanjuje njenu namjenu, radi čega se kao takva ne može svrstati pod kvalitetnu robu.** Pri određivanju kvaliteta robe postoje mjerljivi (objektivni) postupci kao i nemjerljivi (subjektivni) organoleptički postupci kontrole. Kvalitet robe se prikazuje u različitim oblicima, i u odvisnosti posmatranja sa različitih aspekata:

- Korisnik robe mjeri kvalitet sa aspekta najbolje i najjeftinije kupovine.
- Proizvođač robe dijeli kvalitet robe u industrijskoj proizvodnji kao zbir svih karakteristika, koje određuju upotrebnu vrijednost robe, kao i korisničke namjene.
- Kod tehničkih sistema i robe dugoročne upotrebe mjerilo kvaliteta je pouzdanost koja znači vjerovatnoću da će roba biti u skladu sa njenom namjenom i da će u određenom vremenskom roku očuvati svoje karakteristike.

### 3.1. KRITERIJI ZA OCJENU STEPENA KVALITETA

Kod ocjene kvaliteta vrednuju se prije svega one karakteristike koje utječu na kvalitet robe i određuju njen stepen. Obzirom da apsolutni kvalitet ne postoji, može se govoriti samo o određenom stepenu kvaliteta. Upravo taj podatak ukazuje do kojeg stepena roba zadovoljava potrebe korisnika. Uobičajeno to govori o odgovarajućem ili neodgovarajućem kvalitetu. Kriteriji za ocjenu stepena kvaliteta robe kao proizvoda su slijedeći:

- Usklađenost tehničkim propisima i standardima;
- Usklađenost označenim specifičnostima robe, koje su prilagođene zahtjevima tržišta i cijeni, te su naznačene u specifičnostima koje prate robu (uputstvo za upotrebu, prospekt);
- Pouzdanost;
- Ekološka usklađenost;
- Održavanje i snadbijevanje rezervnim dijelovima;
- Estetski izgled prodajne ambalaže i
- Efikasnost transportne ambalaže.

### 3.2. OSIGURANJE KVALITETA

Kod preciznijeg određivanja kvaliteta neophodno je izmjeriti i ocijeniti veći broj specifičnosti kod određene robe. Potpuna kontrola kvaliteta se osigurava na način da kontrola kvaliteta obuhvata sve faze, od razvoja do tehnološkog procesa, pri čemu je neophodno osigurati kvalitet sirovine, poluproizvoda kao i proizvoda, do otpreme istih na tržište.

### 3.3. POSTUPCI PRI KONTROLI KVALITETA ROBE

Kvalitet se utvrđuje i provjerava s mjerljivim postupcima i odgovarajućim elektronskim analizama. Kod mjerljivih postupaka riječ je o preciznim mjernim veličinama kao što su dužina, masa, volumen, tvrdoća, elastičnost, rastezljivost i sl. Kod određenih vrsta robe neke specifičnosti je teže izmjeriti, te se u tim slučajevima primjenjuju elektronski postupci utvrđivanja kvaliteta. Vrlo često, nisu samo mjerljivi postupci dovoljni za ocjenu kvaliteta, već je za konačnu ocjenu kvaliteta potrebna i elektronska analiza. Ona je vrlo važna i nepogrešljiva kod ocjene kvaliteta hrane. Postupci se dijele po namjeni i načinu.

Postupci provjere kvaliteta robe po namjeni:

- Identifikacijska provjera znači utvrđivanje identičnosti između više jednakih proizvoda na osnovu izabranog uzorka;
- Tipska provjera znači provjeru nekog proizvoda, obzirom na sve ili samo neke njegove specifičnosti, koje propisuju standardi i druge norme;
- Kontrolna provjera se provodi u cilju utvrđivanja kvaliteta u toku proizvodnje.

Provjera kvaliteta robe po načinu podrazumijeva:

- Nemjerljive postupke gdje se vrši provjera organoleptički (utvrđivanje vidom, sluhom, ukusom, mirisom, pipanjem i sl.), što znači, da se primjenjuju čula te su stoga ti postupci subjektivni (proizilaze od osoba, osobni i pristrasni).
- Mjerljive postupke gdje se utvrđuju različite karakteristike i upotrebna vrijednost robe, a rezultati se očituju u brojčanim vrijednostima. Ovi postupci su objektivni jer se pri provjerama ne odnosi prema viđenju, mišljenju i osjećajima, već po dejstvima nepristrasno, pravedno i neovisno od čovjeka. Ovi postupci se dijele na fizikalne, hemijske, biohemijske, biološke i mikrobiološke.



- Kompleksne odnosno svestrane ili cjelovite postupke koji se odnose na većinu karakteristika robe. Ovaj način omogućava prikaz ponašanja proizvoda u različitim okolnostima.
- Postupke pouzdanosti robe u upotrebi koji se mjere u cilju utvrđivanja njegove pouzdanosti tj. sigurnosti, stepena pouzdanosti, što može biti djelimično ili potpuno, uključujući i brzinu pouzdanosti koja može biti postepena ili iznenadna.

Radi velikog broja proizvoda i načina provjere nemoguće je izvršiti provjeru svih proizvoda, te se upravo radi toga uzimaju samo uzorci za analizu kvaliteta. Kao uzorak za analizu smatra se određena količina robe koja se uzima iz proizvodnje, skladišta ili bilo kojeg drugog mjesta prema određenim tehničkim postupcima što osigurava odgovarajuću reprezentativnost. Dakle, da bi bio uzorak odgovarajući koji bi u svim karakteristikama odgovarao ostaloj količini robe, iz koje je uzet, moraju se uvažavati priroda i karakteristike materijala.

### 3.4. OZNAČAVANJE KVALITETA ROBE

Na robi odnosno proizvodima se mogu pojaviti različite oznake njihova kvaliteta, međutim, najznačajnije među njima su:

- nacionalni znak za kvalitet,
- znak kvaliteta,
- robna marka,
- znak usklađenosti,
- oznaka porijekla,
- oznaka ekološke prihvatljivosti robe,
- znak zaštitni prehrambeni dodatak,
- znak sigurnosti.

**Nacionalni znak za kvalitet.** Mnoge države imaju svoj nacionalni/državni znak kvaliteta robe koji dostižu vrhunski nivo.

**Znak kvaliteta** se u velikoj mjeri razlikuje od zaštitnog znaka. Znakom kvaliteta se mogu ocijeniti ipak samo proizvodi čije karakteristike ispunjavaju kriterije kvaliteta, tehničke zahtjeve i upotrebe. Robu koja dostiže kriterije višeg nivoa kvaliteta proizvođači mogu opremiti oznakom kvaliteta. Tako mogu označiti samo onu robu koja ispunjava propisane kriterije u pogledu karakteristika. Ti kriteriji se u većini oslanjaju na sirovinski sastav, konstrukciju sastava i dijelova, namjenu, preciznost izrade te pogonske, bezbjednostne i servisne karakteristike. Značajni kriteriji su također funkcionalnost, ekonomičnost, održavanje te samo oblikovanje.

Tako su poznati neki od znakova kvaliteta:

- **Plavi/modri znak SQ** je znak kojeg može dobiti proizvođač, roba ili usluga, koja sadrži najmanje 50% domaćeg materijala i znanja.
- **Zlatni znak** može dobiti roba koja ispunjava sve uslove za plavi/modri znak i ima potvrdu o međunarodnoj provjeri kvaliteta (ISO 9000).
- **Zeleni znak** mogu dobiti proizvodi koji su vredovani sa zahtjevinijim kriterijima i prevazilaze kvalitet proizvoda koji je označen zlatnim znakom.
- **Robna marka** može biti ime proizvođača, ili je kolektivna robna marka udruženja proizvođača, koji sami sebi odrede normu kvaliteta kao npr. proizvođači sokova, vina, začina i sl.
- **Kolektivne robne** marke posjeduju robe različitih proizvođača, a dodjeljuju se po posebno utvrđenim mjerilima.
- **Znak usklađenosti** ukazuje da roba posjeduje određeni tehnički nivo, a ne ukazuje za koliko ga kvalitativno prevazilazi.

- **Oznaka porijekla** je označena s “Made in isl.” te ukazuje iz koje države je roba, pri čemu ta oznaka ništa ne govori o njenom kvalitetu. Obzirom da se neke države smatraju kvalitetnim proizvođačima oznaka porijekla je ipak mjerilo za veći stepen kvaliteta.
- **Zaštitni znak** može uvesti svako proizvodno, trgovačko ili uslužno privredno društvo, da na tržištu zaštiti svoje proizvode u odnosu na proizvode iste vrste drugih proizvođača. Zaštitni znak može biti u obliku pečata, amblema ili monograma.

Na određenim proizvodima je moguće uočiti oznake za određene ekološke doprinose, kao što su energijska štedljivost uređaja, uređaji koji štede vodu ili sadrže niži postotak upotrijebljenih hemikalija, odnosno štede sirovine i sl.

**Znak zaštitni prehrambeni dodatak** dobivaju oni proizvodi, koji radi svoje strukture pozitivno djeluju na ljudski organizam. Proizvod mora pored važećih zahtjeva o kvalitetu i zdarstvenoj ispravnosti ispunjavati i dodatne zahtjeve propisane pravilnikom. Karakteristike proizvoda moraju biti obavezno usklađene s preporukama Svjetske zdrav-stvene organizacije i Svjetske organizacije za prehranu i poljoprivredu.

### 3.5. DOKUMENTI KOJI PRATE ROBU U PROMETU

Dokumente koji prate robu u prometu može izdati neodvisna institucija kao npr. državni Ured za standarde i mjeriteljstvo ili sam proizvođač.

#### 3.5.1. Certifikat o usklađenosti

To je dokument odnosno listina, koja potvrđuje, da roba u prometu odgovara propisanim nacionalnim ili međunarodnim standardima, te da je bila provjerena. Zamjena tom dokumentu je atest. Podaci, koji prate robu, kupca poučavaju o njegovim bitnim elementima, a navedeni su na deklaraciji, znaku kvaliteta, zaštitnom znaku i garantnom listu.

#### 3.5.2. Deklaracija

Deklaracija robe je oznaka, koja prati sve proizvode. Mogu biti samostalni dokumenti kao etikete, mogu biti kao dio ambalaže ili su zapisane na proizvodu. Sadržaj deklaracije je odvisan od vrste robe i uvijek je obavezan, dok za uvoznu robu mora biti prevedena na jezik prodajnog područja. Postoji više vrsta oznaka na deklaraciji: oznaka proizvođača, standard, oznaku kvaliteta isl. U želji, da bi zaštitili nivo kvaliteta robe i time također kupca, u svim državama usvojili su propise, koji određuju i regulišu kvalitet robe. Standardi su tehničko privredni propisi, sa kojim se određuju vrste i karakteristike proizvoda, koji su na tržištu. Neki od najznačajnijih podataka koje sadrži deklaracija su:

- vrsta i ime proizvoda,
- ime i adresa proizvođača, koji je proizveo proizvod ili ga ambalirao,
- osnovni sastojci u procentima ili drugim mjerskim jedinicama,
- bruto i neto težina (tara – težina ambalaže), za neke proizvode i volume u ml.,
- način održavanja tekstilnih proizvoda,
- porijeklo (pamuk, cigarete),
- datum proizvodnje,
- broj serije,
- broj i datum registracije,

- kratak opis obrade, dorade i upotrebe proizvoda.

Netačno deklariranje proizvoda je po zakonu kaznjivo, a po zakonu o tržnoj inspekciji distributer i proizvođač mogu snositi kaznene sankcije (cf. fotografija 1).

Fotografija 1: Biskvit reklama i stvarno pakovanje



### 3.5.3 Garantni list

Garantnim listom proizvođač ili uvoznik daje garanciju da će roba odnosno proizvod u garantnom roku ispravno djelovati pod uslovom, ukoliko ga kupac bude koristio u skladu sa tehničkim uputstvima.

Kupac može u slučaju greške ili nepravilnosti zahtijevati:

- zamjenu proizvoda novim ili ispravnim,
- povrat kupnine u cjelosti,
- uklanjanje greške na proizvodu u razumnom roku,
- srazmjerno smanjenje cijene ukoliko je greška npr. estetska i ne utiče na upotrebu proizvoda.

Određeni proizvodi imaju jednogodišnju garanciju bez garantnog lista. Kod takvih proizvoda se može ostvarivati garancija isključivo na osnovu računa. Uz garantni list uvijek je priloženo uputstvo koje sadrži tehničke podatke i uputstvo za upotrebu proizvoda.

## 4. ZAKLJUČAK

U zaključku ovog rada treba naglasiti da se u današnjoj globalnoj proizvodnji kao i prometu mora posvetiti još pažnja i značaj standardima kao dokumentima, koji propisuju neophodne zahtjeve, specifikacije, smjernice i karakteristike, koje se trebaju dosljedno primjenjivati, kako bi se osigurao kvalitetan međunarodni promet. Standardi kao takvi namjenski su pripremljeni za ostvarenje optimalnih koristi za društvo. Jedino njihovom primjenom je moguće ukloniti brojne i nepotrebne smetnje kao i pogreške u poslovanju, racionalizaciji proizvodnje i usluge te omogućiti veću kompatibilnost proizvoda i usluga. Također je važno naglasiti da je primjena standarda dobrovoljna, i da je potrebno upozoriti, da standardi predstavljaju najjednostavniji odgovor na pitanja proizvođača, kako ispuniti brojne zahtjeve usvojenih domaćih i međunarodnih propisa. Zato, standardi nisu i nesmiju biti teret za proizvođača, već su prije svega efikasan i prihvatljiv alat za pravilan rad u fazi planiranja proizvoda, kao i same proizvodnje, odnosno usluge.

## LITERATURA

- [1] Hartman, M.J: Naravoslovje s poznavanjem Blaga, UL Ljubljana,1998.
- [2] Jagodić,Z.: Osnove saobraćaja, Evropski univerzitet Tuzla, Tuzla, 2017.
- [3] Lebinger, M., Požar S.: Poznavanje blaga 1. Skupne osnove za vsa področja. DZS Slovenije,1989.
- [4] Šfiligoj,Z.:Živilsko področje, DZS,2006.
- [6] Snoj,B.: Embalaža, Gospodarski vestnik, Ljubljana, 1989.
- [7] Pregrad B., Musil, V., Žerjal, B.: Blago in tehnološki razvoj. Maribor, EPF, 1996.
- [8] <https://europa.eu/youreurope/business/selling>
- [9] <https://met.gov.ba/bs-Latn-BA/>
- [10] [https://iss.rs/sr\\_Cyrl/](https://iss.rs/sr_Cyrl/)
- [12] <https://www.sist.si/>
- [13] <https://dict.leo.org/englisch-deutsch/standard>
- [14] <https://www.iso.org/member/1823.html>

## UPRAVLJANJE RESURSIMA U SLIVU REKE DRINE - NEXUS INICIJATIVA

### Rezime

Klimatske promene predstavljaju rizik za ljudsko društvo na mnogo isprepletanih načina, uključujući dugotrajne promene srednjih temperatura, padavina i drugih klimatskih parametara, ali i sekundarne efekte - porast nivoa mora, vremenskih pomeranja sezonalnosti koji kulminiraju u ekstremne na lokalnom nivou, kao i povećani klimatski ekstremi koji mogu izazvati poplave, ciklone, požare i druge prirodne katastrofe. Otpornost na lokalne uticaje globalnih klimatskih promena je od prioritnog značaja, jer svi socijalni, kulturni, ekonomski, politički, etnički i ekološki rizici i mogućnosti određuju dobrobit čoveka. Otpornost na nivou zajednice stvara se stalnom organizacijom, dezorganizacijom i reorganizacijom resursa i kapitala zajednice.

NEXUS inicijativa voda-hrana-energija omogućava da se shvati međuzavisnost u vodnom, energetskom i prehrambenom sektoru i utiče na politike u drugim povezanim oblastima od značaja, kao što su klima i biodiverzitet. Ovaj pristup će omogućiti donosiocima odluka da razviju odgovarajuće politike, strategije i investicije, da istraže i iskoriste sinergije i da identifikuju i ublaže kompromise među razvojnim ciljevima koji se odnose na dostupnost vode, energije i hrane. U radu je razmotrena inicijativa NEXUS za sliv reke Drine.

**Ključne reči:** Klimatske promene, NEXUS inicijativa, voda-hrana-energija, sliv reke Drine.

## RESOURCES MANAGEMENT IN THE DRINA RIVER BASIN – NEXUS INITIATIVE

### Abstract

Climate change poses a risk to human society in many intertwined ways, including long-term changes in mean temperatures, precipitation and other climate parameters, but also side effects - rising sea levels, weather shifts that seasonal culminate in extremes at the local level, and increased climate extremes. can cause floods, cyclones, fires and other natural disasters. Resilience to local impacts of global climate change is a priority, as all social, cultural, economic, political, ethnic and environmental risks and opportunities determine human well-being. Resilience at the community level is created by constant organization, disorganization and reorganization of community resources and capital.

<sup>1</sup> Tehnički fakultet „Mihajlo Pupin“, Univerzitet u Novom Sadu, Zrenjanin, Srbija

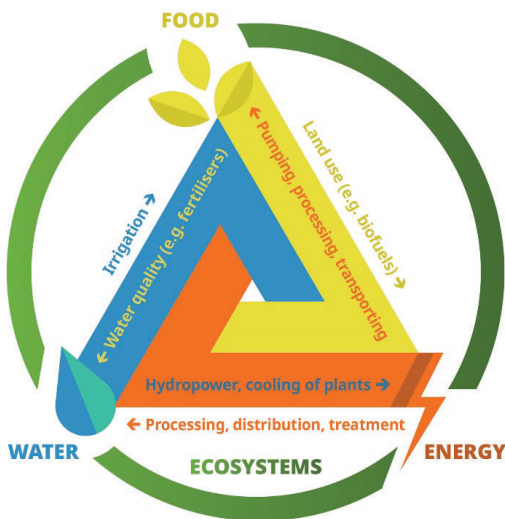
<sup>2</sup> Asocijacija geofizičara i ekologa Srbije (AGES), Beograd, Srbija

The NEXUS initiative water-food-energy makes it possible to understand the interdependence in the water, energy and food sectors and to influence policies in other related areas of importance, such as climate and biodiversity. This approach will enable decision-makers to develop appropriate policies, strategies and investments, to explore and exploit synergies, and to identify and mitigate trade-offs among development goals related to water, energy and food availability. In the paper, the NEXUS initiative for the Drina River Basin is discussed.

**Key words:** Climate change, NEXUS initiative, water-food-energy, the river Drina basin.

## UVOD

Poznato je da će do 2030. godine oko 47% svetske populacije živeti u područjima sa nedovoljno vode. Uz to, 2050. godine očekuje se da će biti potrebno 70% više hrane nego sada. Takođe znamo i da hidroenergija obezbeđuje 20% svetske električne energije i glavni je izvor energije za više od 30 zemalja. Znači, do 2030. godine biće nam potrebno 30% više vode, 40% više energije i 10% postojećih prinosa za biogoriva. Kako se svetska populacija približava cifri od osam milijardi, sa sve većim zahtevima za osnovnim uslugama i rastućim željama za višim životnim standardom, potreba za svesnijim upravljanjem vitalnim resursima potrebnim za njihovo postizanje postala je sve očiglednija i hitnija. Zato NEXUS inicijativa ukazuje na činjenicu da su dostupnost vode, energetska sigurnost i sigurnost hrane povezane i da akcije u bilo kojoj od pomenutih oblasti obično imaju uticaja na još jednu ili obe (Slika 1).



Slika 1. Pristup NEXUS.

NEXUS inicijativa omogućava da se shvati međuzavisnost u vodnom, energetskom i prehrambenom sektoru i da utiče na politike u drugim povezanim oblastima od značaja, kao što su klima i biodiverzitet. Ovaj pristup će omogućiti donosiocima odluka da razviju odgovarajuće politike, strategije i investicije, da istraže i iskoriste sinergije i da identifikuju i ublaže kompromise među razvojnim ciljevima koji se odnose na dostupnost vode, energije i hrane. Aktivno učešće vladinih agencija, privatnog sektora i civilnog društva među njima je presudno za prevazilaženje neželjenih negativnih posledica. Pravi NEXUS pristup može se postići samo uskom saradnjom svih aktera iz svih sektora.

## **NEXUS inicijativa hrana-voda-energija**

NEXUS pristup proizilazi iz zaključka da su voda, energija, poljoprivreda i prirodni ekosistemi međusobno povezani (Tabela 1) i da tradicionalni sektorski pristup predstavlja ugrožavanje ravnoteže među njima - pokušaj da se samostalno postigne bezbednost resursa često ugrožava održivost i bezbednost u jednom ili više drugih sektora. U okviru NEXUS pristupa, analiziraju se međusobne veze, sinergije i kompromisi, radi održavanja bezbednosti i dostupnosti vode, hrane i energije, kao i smanjenja uticaja i rizika na ekosisteme zavisne od vode (Gyawali D., 2015).

Kao primer možemo navesti koristi od hidroelektrane, koja proizvodi električnu energiju, obezbeđivanjem skladištenja vode za navodnjavanje i za ublažavanje efekata poplava. Međutim, moraju se uzeti u obzir i negativni efekti na nizvodne ekosisteme i priobalne zone, uključujući poplave poljoprivrednog zemljišta ili raseljavanje stanovništva. Slično tome, primena navodnjavanja za uzgoj useva za biogorivo može pomoći u poboljšanju energetske situacije, ali istovremeno može uticati na poljoprivredno zemljište i vodne resurse, a što se negativno odražava na bezbednost hrane.

**Tabela 1.** *Kompleksne međusobne veze između vode, energije, hrane i ekosistema (UNECE, 2017).*

<b>Voda - Energija</b>
Voda igra ključnu ulogu u proizvodnji energije, npr. u hidroelektranama, za hlađenje termoelektrana (fosilna goriva ili nuklearna) i u pogonima za uzgoj biogoriva. Nasuprot tome, energija je potrebna za obradu i distribuciju vode, za prečišćavanje otpadnih voda, za pumpanje podzemnih voda i za desalinizaciju morske vode.
<b>Voda - Hrana</b>
Voda je ključni činilac za ceo lanac snabdevanja poljoprivredno-prehrambenim proizvodima. Nasuprot tome, intenziviranje poljoprivrede utiče na kvalitet vode.
<b>Hrana - Energija</b>

Energija je neophodan činilac u celom lancu snabdevanja hranom, od pumpanja vode do obrade, transporta i hlađenja hrane. Konflikti oko korišćenja zemljišta za proizvodnju hrane mogu nastati u slučaju biogoriva ili većih solarnih instalacija.

**Zdravi ekosistemi** su suštinski uslov za održivost svega navedenog i na njih negativno utiče ako se voda, energija ili hrana koriste na neodrživ način.

### *Voda - energija*

Razni vidovi proizvodnje energije fosilnim gorivima izrazito zagađuju životnu sredinu. Uz to, otpadne vode iz elektrana koje se usmeravaju u reke, toplije su od rečne vode i često veoma zagađene, pa tako ugrožavaju ekosisteme nizvodno. Istovremeno, energija je potrebna za zahvatanje, transport, distribuciju i prečišćavanje vode. Zahvatanje površinske vode zahteva manje energije od ispumpavanja podzemne vode, uklanjanje otpadnih voda ili desalinizaciju morske vode. Navodnjavanje zahteva više energije od poljoprivrede gde se za te namene isključivo koristi kiša, dok je navodnjavanje *kap po kap* još zahtevnije, jer voda mora biti pod pritiskom (WB Group Water, Water Partnership Program, Trust Fund for Environmentally & Socially Sustainable Development, 2015).

Voda je uključena u mnoge faze procesa proizvodnje i korišćenja električne energije:

- *Proizvodnja električne energije:* Oko 65 procenata električne energije u SAD dolazi iz generatora električne energije kojima je potrebno hlađenje. Ove vrste elektrana, tzv. termoelektrane, zagrevaju vodu do ključanja, da bi stvorile paru za proizvodnju električne energije. Voda je takođe od centralnog značaja za hidroelektrane, koje koriste brane i druge pristupe za zahvatanje energije u vodi koja se kreće.
- *Eksploatacija i proizvodnja goriva:* Voda je ključni resurs za bušenje i eksploataciju prirodnog gasa, uglja, nafte i uranijuma. U mnogim slučajevima, pri eksploataciji goriva nastaju otpadne vode, kao što se to dešava u bunarima sa prirodnim gasom i naftom.
- *Rafinisanje i prerada goriva:* nafta, uranijum i prirodni gas zahtevaju preradu pre nego što se mogu upotrebiti kao gorivo, pri čemu se koriste značajne količine vode.
- *Transport goriva:* Voda se koristi za transport nafte i gasa kroz cevovode.
- *Kontrola emisija:* Mnoge termoelektrane emituju sumpor, živu, čestice, ugljen-dioksid i druge zagađivače i zahtevaju tehnologije za kontrolu zagađenja. Za ove tehnologije takođe su potrebne značajne količine vode za rad.

Neke elektrane koriste rashladne sisteme koji zahvataju vodu iz jezera, reke, vodonosnog sloja ili okeana za hlađenje pare, a zatim se gotovo sve - iako na višim temperaturama - vraćaju u izvor (Pantić O., 2019). Takvi sistemi, poznati kao *prolazni rashladni sistemi*, imaju veliko povlačenje, ali malu potrošnju. Na primer, elektrane na ugalj i nuklearke mogu da iskoriste 20 do 60 litara vode za svaki kilovat-sat električne energije koju proizvode, u zavisnosti od toga kako se hlade. Tako je zbog starijih elektrana koje koriste ovaj pristup, proizvodnja električne



energije odgovorna za skoro 40 procenata eksploatacije slatkovodnih voda u Sjedinjenim Državama - oko 100 milijardi galona dnevno u 2008. godini - od kojih se većina koristi za hlađenje. Izvlačenje vode iz elektrana može postati glavni izazov tokom suše, kada vode jednostavno nema u potrebnim količinama ili na traženim temperaturama. Izvlačenje ogromnih količina vode za hlađenje sistemima pumpi i cevi takođe može zarobiti i uništiti ribu, larve insekata i druge organizme.

Elektrane koje koriste druge sisteme za hlađenje, poznate kao *recirkulacioni ili zatvoreni sistemi*, povlače samo delić količine koju prolaze prolazni sistemi, ali troše većinu ili sve. Potrošnja vode u elektranama postaje veliki problem u regionima sa ograničenom količinom vode, gde je konkurencija među korisnicima velika.

#### *Hrana - Voda*

Proizvodnja hrane je ubedljivo najveći potrošač svetskih zaliha slatke vode. Globalno, poljoprivreda je odgovorna za prosečno 70% potrošnje slatke vode, u nekim zemljama iznosi i 80% - 90%. Zbog toga je poljoprivreda takođe odgovorna za preterano iskorišćavanje slatke vode. Proizvodnja hrane utiče na sektor voda i kroz degradaciju zemljišta, promene oticanja vode, poremećaje ispuštanja podzemnih voda, kvalitet vode i dostupnost vode i zemljišta (GIZ, 2019). Povećani prinosi, koji su rezultat mehanizacije i drugih savremenih mera, podrazumevaju visoke troškove u obezbeđivanju dovoljnih količina energije. Što se tiče hrane, obim potražnje raste sa porastom stanovništva, a vidimo da se značajan globalni prelazak sa ishrane zasnovane na skrobu, uvećao u potražnji za mesom i mlečnim proizvodima koji zahtevaju više vode, imajući u vidu da prihvodi značajno rastu u mnogim zemljama (WWF, CCA Forum, 2012).

Mere efikasnosti duž čitavog lanca proizvodnje hrane mogu pomoći u uštedi vode i energije, poput kontrolisanog navodnjavanja na osnovu informacija koje pružaju dobavljači vode, što može motivisati poljoprivrednike da ulažu u svoje sisteme kako bi osigurali najbolji povraćaj od ulaganja u vodu (Komatina M., 2017). Konvencionalni poljoprivredni pristup uglavnom se fokusira na povećanje zarade upotrebom kompozitnih pesticida i komposta. Dobro je poznato da proces isparavanja azota na loš način utiče na životnu sredinu, povećavajući efekat staklene bašte (Stričević R., i dr., 2019).

Poljoprivreda je ubedljivo najveći potrošač dostupne slatke vode na Zemlji: 70% povlačenja vode iz vodotoka i podzemnih voda je za poljoprivrednu upotrebu, tri puta više nego pre 50 godina (Agencija za zaštitu životne sredine, 2015). Do 2050. godine, procenjuje se da će se globalna potražnja za vodom u poljoprivredi povećati za dodatnih 19% zbog irigacionih potreba. Oko 40% svetske hrane trenutno se uzgaja u područjima sa veštačkim navodnjavanjem. Naročito u gusto naseljenim regionima jugoistočne Azije, glavni faktor povećanja prinosa bile su ogromne investicije u dodatne sisteme za navodnjavanje između 1960-ih i 1980-ih. Treba imati u vidu da će u narednim godinama klimatske promene doneti ogromne i delimično nepredvidive probleme po pitanju dostupnosti vode (Dorfer A., i dr., 2018).

Na globalnom nivou, ima dovoljno vode za proizvodnju hrane za sve, ali strah da li će hranrđe biti dovoljno ostaje široko rasprostranjena. Tamo gde su ljudi ograničeni ili nemaju pristup bezbednoj vodi ili sanitarijama, prevalencija dijareje je glavni faktor visoke stope smrtnosti dece, nehranjenosti i gubitka produktivnosti. U regijama sa oskudnim vodnim resursima moraju se definisati ozbiljne strategije za zaštitu dostupnosti vode, kako bi se održala poljoprivredna proizvodnja i izbegla nestalnost cena hrane. Napredak u genetici i tehnologijama

koje omogućavaju održivo tretiranje useva, stoke i proizvodnje ribe, mogu pomoći da se što efikasnije udovolji potražnji.

Tokom 20. veka, prosečna temperatura površine planete porasla je za 0.6<sup>o</sup> C, a taj rast se može pripisati porastu koncentracije štetnih gasova u atmosferi. Na primer, količina CO<sub>2</sub> porasla je za oko 30% od predindustrijskog doba, a trenutno raste vrlo brzo, sa 0.4% godišnje, uglavnom zbog sagorevanja fosilnih goriva i krčenja šuma. Doprinos poljoprivrednih aktivnosti emisiji izduvnih gasova staklene bašte iznosi 19-29%. Koncentracija metana (CH<sub>4</sub>) i pare (N<sub>2</sub>O) se uvećava, zbog poljoprivrednih, industrijskih i drugih aktivnosti. Koncentracija azot monoksida (NO), azot dioksida (NO<sub>2</sub>), (CO) i isparljivih organskih jedinjenja takođe raste kao rezultat antropogenih aktivnosti.

Prema predviđanjima UN, svetska populacija će dostići devet milijardi do polovine veka. Iz tog razloga se očekuje da ćemo morati da udvostručimo poljoprivrednu proizvodnju. Trenutni potencijal naše planete može da nahrani 3.5 milijarde ljudi kojima je potrebna stoka. Jednostavno rečeno, nemamo dovoljno polja da prehranimo sve veću populaciju „ljubitelja mesa“. Osim toga, 800 miliona ljudi nema pristup hrani, dok se oni koji je imaju, ponašaju rasipnički. Sa bačenom namirnicom smo bacili i vodu, struju i sve ono što je korišćeno za njenu izradu, kao i fosilno gorivo potrošeno za prevoz do pekare ili supermarketa gde smo je kupili.

### *Hrana – energija*

Energija se koristi i za pripremu zemljišta, proizvodnju đubriva, navodnjavanje i setvu, berbu i transport. Veza između hrane i energije postala je poslednjih godina sasvim očigledna, jer porast cena nafte vrlo brzo dovodi do povećanja cena hrane. Energetski sektor može imati i druge negativne uticaje na prehrambeni sektor, kada eksploatacija fosilnih goriva i krčenje šuma smanjuju površine zemljišta za poljoprivredu, ekosisteme i druge namene.

*Veza voda-hrana-energija* je od ključne važnosti za održivi razvoj. Potražnja za sva tri resursa se povećava, vođena sve većim brojem svetske populacije, brzom urbanizacijom, promenom načina ishrane i ekonomskim rastom. Poljoprivreda je najveći potrošač svetskih slatkovodnih resursa i više od jedne četvrtine energije koja se koristi širom sveta troši se na proizvodnju i snabdevanje hranom. Zato se insistira na integrisanom pristupu u obezbeđivanju dostupnosti vode i hrane, održivoj poljoprivredi i proizvodnji energije širom sveta.

### **Sliv reke Drine i NEXUS inicijativa**

Počev od 2014. godine, mogućnost primene NEXUS inicijative na Balkanu je razmatrana prvo za sliv reke Save (2014-2016) (ISBRC, 2015), a zatim i za sliv Drine, koju uglavnom dele Bosna i Hercegovina, Crna Gora i Srbija. Rezultat je izveštaj *Procena nekusa voda-hrana-energija-ekosistem i koristi od prekogranične saradnje u slivu reke Drine*, sprovedena 2016-2017. godine u okviru Programa rada Konvencije o vodama UNECE (Ekonomsku komisiju Organizacije ujedinjenih nacija za Evropu). Procena je imala za cilj da podstakne prekograničnu saradnju identifikovanjem međusektorske sinergije i određivanjem mera koje bi mogle da ublaže tenzije povezane sa višestrukim potrebama priobalnih zemalja za zajedničkim resursima. Proces je imao za cilj da generiše relevantne informacije koje će podržati donošenje odluka, a angažovao je različite ekspertize i ključne aktere u basenima. Projekat NEXUS koji je sproveo UNECE u slivu Drine pokazuje neiskorišćeni potencijal za saradnju u hidroenergetici. Prema integralnoj proceni resursa, usklađenost rada elektrana niz Drinu i njene pritoke mogu značajno podići proizvodnju nizvodno. Razvijen je model elektroenergetskog sistema za tri države u

slivu reke, kao deo sistematskog međusektorskog projekta povezanosti, koji pokriva vodu, energiju, hranu i životnu sredinu.

Vodni resursi sliva reke Drine omogućavaju različite aktivnosti u svakoj od zemalja koje sliv dele, a jedna od njih je proizvodnja struje. Za poboljšanje situacije u ovoj oblasti potrebne su znatne investicije u hidroelektrane i druga postrojenja za proizvodnju energije iz obnovljivih izvora, u energetske efikasnost, kao i u upravljanje vodama i ruralnu infrastrukturu.

Instalirani kapacitet hidropostrojenja u slivu je 1.72 GW, a termoelektrane upravljaju turbinama od ukupno 604 MW. Hidrocentrale u Srbiji imaju kapacitet 1.03 GW, dok BiH ima 334 MW, a Crna Gora - 360 MW. U analizi za sliv uključeno je 419 MW instaliranog hidrokapaciteta, gde osam sistema ima akumulacije od ukupno 1.85 milijardi kubnih metara. Najvećom upravlja jedinica Piva na istoimenoj reci u Crnoj Gori (880 miliona), jedina hidrocentrala u toj zemlji koja je u drinskom slivu. Sistem ima kapacitet od 360 MW - od njega je veća samo HE Bajina Bašta, u Srbiji, sa četiri megavata više, i kontroliše akumulaciju od 218 miliona kubnih metara. Višegradsko postrojenje u BiH, koje se takođe nalazi na Drini, treće je po snazi – 315 MW (161 milion kubnih metara vode), dok je druga akumulacija po veličini, sa 250 miliona, u hidrosistemu Kokin Brod na reci Uvac u Srbiji - ima dve turbine od ukupno 22 MW.

Intenziviranjem prekogranične saradnje u upravljanju hidroelektranama, tj. usklađenim upravljanjem branama hidroelektrana, može se povećati učinak za preko 600 GWh struje u periodu od 2017. do 2030. godine. Pritisak na proizvodnju u hidroelektranama može da se smanji povećanjem energetske efikasnosti – za 4.1 TWh u celom slivu Drine u periodu od 2017. do 2030. godine – što bi dovelo do znatnog pada emisije gasova sa efektom staklene baste (čak za 21% u odnosu na nivo iz 2015. godine, kao i sa 38 miliona tona u toku 2017. na 28 miliona 2030. godine). Prema scenariju savršene saradnje, proizvodnja električne energije u svim postrojenjima nizvodno znatno raste, bez negativnog efekta uzvodno, pa tako Bajina Bašta u periodu 2017-2025. može da poveća učinak za 520 GWh, što predstavlja 27 % prosečne godišnje proizvodnje. Kada su u pitanju Višegrad u BiH i Zvornik u Srbiji, dobici od povećanja saradnje mogu da dostignu 28, odnosno 26% godišnje proizvodnje. Kroz *Promovisanje održivog upravljanja prirodnim resursima u JI Evropi uz pomoć pristupa NEXUS voda-energija-hrana-ekosistemi* (2016-2021) radi obezbeđenja sigurnosti vode, energije i hrane, a uz očuvanje ekosistema i njihovih funkcija, obezbeđuje se integrisan i koordinisan pristup u svim sektorima. Sprovođenje ovog pristupa u Jugoistočnoj Evropi (SEE) jedna je od ključnih strateških akcija ekološke dimenzije Strategije regionalnog rasta JIE, u okviru Saveta za regionalnu saradnju (RCC). Cilj Faze II ovog projekta je da se pažnja usmeri na dva ključna pitanja razvoja i prekogranične saradnje - budućnost primene obnovljive energije (naročito uloga hidroenergije) u slivu i priobalnim zemljama uopšte, uz korišćenje integrisanog modela vode i energije i uzimajući u obzir politiku, klimu, životnu sredinu, resurse, ograničenja i budžet, kao i dogovor oko ključnih aspekata regulacije protoka u slivu, uzimajući u obzir sve oblasti primene i zaštite kvaliteta vode, kao i očuvanja životne sredine (Slika 2) (Republički sekretarijat za javne politike, GIZ, 2019).



Slika 2. NEXUS projekat za JI Evropu.

Kao što je već napomenuto, mere prilagođavanja na klimatske promene treba prvenstveno usmeriti na oblasti vodnih resursa, šumarstva i poljoprivrede (Tabela 2).

Tabela 2. Strateška područja i mere prilagođavanja na klimatske promene u oblasti vodnih resursa, šumarstva i u oblasti poljoprivrede (Komatina S., 2021).

Strateška oblast	Mere adaptacije	Izazovi i prepreke
Smanjenje rizika	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Detaljna procena ranjivosti na klimatske promene</li> <li>• Izraditi kartu ranjivosti i kartu rizika od poplava</li> <li>• Utvrditi potrebu za proširenjem i produbljivanjem rečnih korita i za njihovim dodatnim čišćenjem</li> <li>• Proceniti stanje brana i drugih konstrukcija, kao i gradskih kanala za kontrolu poplava</li> <li>• Poboljšati sisteme odbrane od poplava</li> <li>• Proceniti stanje sistema za navodnjavanje i odvodnjavanje i popraviti ih</li> <li>• Definisati ranjivost u području važnih reka</li> <li>• Detaljno kartiranje šuma</li> <li>• Poboljšanje sistema za zaštitu od šumskih požara</li> <li>• Pojačati zaštitu šuma od insekata i biljnih bolesti</li> <li>• Poboljšati navodnjavanje i odvodnjavanje</li> <li>• Ulagati u nove sisteme navodnjavanja i prateću infrastrukturu</li> <li>• Prilagoditi datume žetve i kalendar rada na polju novim klimatskim uslovima</li> <li>• Smanjiti udeo letnjih useva i povećati udeo zimskih useva</li> <li>• Poboljšati strukturu zemljišta odgovarajućim postupcima u cilju poboljšanja mogućnosti zadržavanja vode</li> <li>• Uvesti mere za zaštitu zemljišta od erozije</li> <li>• Promeniti praksu primene veštačkog đubriva i hemikalija</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nedovoljni fondovi</li> <li>• Nedovoljna informisanost</li> <li>• Nedovoljna tehnička i tehnološka znanja</li> <li>• Farmeri nedovoljno obrazovani i informisani</li> <li>• Nedovoljna tehnologija</li> </ul>
Politika	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sprovesti kontrolu poplava, uključujući i kontrolu finansijskih sredstava za implementaciju</li> <li>• Usvojiti poseban plan za upravljanje poplavama</li> <li>• Poboljšati međusektorsko planiranje</li> <li>• Poboljšati planiranje u integralnom upravljanju vodnim resursima</li> <li>• Poboljšati propise i direktive</li> <li>• Uključiti uticaj klimatskih promena u strategiju i akcioni plan</li> <li>• Usvojiti plan adaptacije u okviru sektora</li> <li>• Uraditi reviziju zakona i direktiva u oblasti upravljanja šumama</li> <li>• Uključiti probleme vezane za uticaj klimatskih promena na šumarstvo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nedovoljni fondovi</li> <li>• Nedovoljna tehnička i tehnološka znanja</li> <li>• Neodgovarajući tehnički kapaciteti</li> <li>• Nedovoljna informisanost o klimatskim</li> </ul>

	<p>u strategiju i akcioni plan</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Usvojiti plan adaptacije u okviru sektora, uključujući i finansijski plan</li> <li>• Poboljšati međusektorsko planiranje i integralno upravljanje vodnim resursima od značaja za poljoprivredu</li> <li>• Uvesti novi mehanizam osiguranja</li> </ul>	<p>promenama</p>
<p>Monitoring i istraživanje</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poboljšati system za praćenje klime</li> <li>• Poboljšati hidrološku osmatračku mrežu</li> <li>• Poboljšati sisteme za rano uzbunjivanje pri pojavi ekstremnih hidroloških i klimatskih situacija</li> <li>• Uspostaviti bazu podataka o ekstremnim meteorološkim i hidrološkim situacijama i nepogodama</li> <li>• Poboljšati istraživanja u oblasti numeričkog modeliranja hidroloških procesa (padavine/snežne padavine u različitim vremenskim intervalima)</li> <li>• Intenzivirati multidisciplinarna istraživanja o klimatskim promenama i njihovom uticaju</li> <li>• Intenzivirati istraživanja o uticaju klimatskih promena na vodne resurse</li> <li>• Poboljšati integralni monitoring efekata zagađivanja vazduha, vode i zemljišta i klimatskih promena na šumske ekosisteme</li> <li>• Intenzivirati multidisciplinarna istraživanja koja se odnose na uticaj klimatskih promena na šume</li> <li>• Razraditi i primeniti metode ocene strategije i mera prilagodavanja, uključujući i mere za jačanje otpornosti šuma na klimatske promene</li> <li>• Stvoriti bazu podataka koja sadrži informacije o ekstremnim vremenskim pojavama i nesrećama povezanim sa klimatskim promenama, uključujući informacije o šteti u poljoprivredi i drugim sektorima.</li> <li>• Poboljšati sisteme za osmatranje klime i rano upozoravanje na sušu i ostale klimatske pojave od značaja za poljoprivredu</li> <li>• Raditi na istraživanju i razvoju novih sorti i hibrida</li> <li>• Razvijati i primenjivati metode i modele za integralnu ocenu uticaja klimatskih promena na poljoprivredu i ekonomske parametre opcija prilagodavanja</li> <li>• Razvijati i primenjivati agroklimatske indikatore i agroekološku rejonizaciju</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nedovoljni fondovi</li> <li>• Nedovoljna tehnička i tehnološka znanja</li> <li>• Nedovoljna informisanost</li> </ul>
<p>Edukacija podizanje svesti javne</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jačanje kapaciteta odgovornih institucija</li> <li>• Jačanje kapaciteta lokalnih zajednica</li> <li>• Jačanje istraživačkih kapaciteta</li> <li>• Podizanje nivoa javne svesti i širenje informacija o uticaju klimatskih promena i mogućim merama adaptacije</li> <li>• Jačanje kapaciteta u institucijama odgovornim za upravljanje šumama</li> <li>• Edukovati šumske čuvarе</li> <li>• Ojačati ulogu lokalnih zajednica u održivom upravljanju šumama</li> <li>• Podići svest naučne zajednice i vlasnika šuma</li> <li>• Poboljšati savetodavne usluge u vezi izbora useva</li> <li>• Poboljšati način na koji se eksperti i javnost informišu o uticaju klimatskih promena i mogućim načinima prilagodavanja</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nedovoljni fondovi</li> <li>• Nedovoljna informisanost</li> </ul>

## ZAKLJUČAK

Primena NEXUS pristupa može dovesti do višestrukih i međusektorskih koristi, uključujući:

- **Ekonomске koristi**, kao što su povećana srednjoročna i dugoročna održivost privrednih aktivnosti, otpornost na klimatske promene, smanjeni rizici i povezani troškovi od poplava i suša, veća zarada u sektoru poljoprivrede i turizma, povećana efikasnost u potrošnja resursa i korišćenje infrastrukture, kao i optimizovana trgovina i inovacije.
- **Društvene i ekološke koristi**, kao što je promocija *Agende održivog razvoja 2030*, poboljšano javno zdravlje, otvaranje novih radnih mesta, poboljšane usluge vodosnabdevanja i kanalizacije, poboljšano očuvanje i oporavak ekosistema i staništa, itd.
- **Regionalna saradnja i geopolitičke koristi**, kao što je poboljšana saradnja u upravljanju zajedničkim resursima, uključujući usvajanje novih prekograničnih sporazuma, zajedničkih propisa i protokola, razvoj regionalnih tržišta roba, usluga i rada i povećanje prekograničnih investicija.

U slučaju prekograničnih vodnih tela, usvajanje NEXUS pristupa osigurava da se sinergije istraže i na međusektorskom i na nivou zemalja, poboljšavajući koordinaciju, saradnju i tako smanjujući mogućnosti da dođe do sukoba. Kod prekogranične saradnje, može se podstaći regionalna politička saradnja i obezbediti dalje ekonomske koristi kroz razvoj regionalnih tržišta i povećanu i optimizovanu trgovinu.

Sprovođenje NEXUS pristupa je od izuzetnog značaja za promovisanje društvenih pitanja koja obuhvataju različite oblasti, kao što su rodno osnaživanje, angažovanje zainteresovanih strana, ljudska prava i borba protiv siromaštva, kroz zaštitu prava socijalno i ekonomski ugroženih grupa. Ove grupe su najviše pogođene nesigurnošću resursa, jer najviše zavise – i troše najveći deo svog prihoda – na osnovne potrebe u vidu vode, hrane i energije.

Procena zaključuje da bi, uprkos razvojnim rizicima, intenzivirana međusektorska saradnja mogla povećati ekonomske koristi za zemlje prekograničnog sliva reke Drine. Koordinacija na nivou sliva radi određivanja prioriteta investicija, uzimajući u obzir kompromise između privrednih sektora i životne sredine, imala bi višestruke koristi. Konkretno, koordinacija rada postojećih brana u slivu bi omogućila bolje upravljanje poplavama, ali i poboljšala nacionalnu energetska bezbednost, povećala mogućnosti izvoza električne energije i dugoročno smanjila godišnje emisije gasova staklene bašte.

## LITERATURA

Agencija za zaštitu životne sredine, 2015. *VODE SRBIJE – U vremenu prilagođavanja na klimatske promene*. Beograd, 186 str.

Dorfer A., i dr., 2018. *Vodič za održivo upravljanje zemljištem na lokalnom nivou u Republici Srbiji*. Beograd, 154 str.

GIZ, 2019. *Upravljanje prirodnim resursima u JI Evropi: šume, zemljište i vode*. Skopje, 265 str.

ISBRC, 2015. *Water & Climate Adaptation Plan for the Sava River Basin*. Final Report. Zagreb, 151 str.

Gyawali D., 2015. *Nexus Governance: Harnessing Contending Forces at Work*. Nexus Dialogue Synthesis Papers. Gland, Switzerland, IUCN, 36 str.

Komatina M., 2017. *Podzemne vode Srbije*. Monografija. AGES, Beograd, 678 str.

Komatina S., 2021. *Otpornost lokalne zajednice na klimatske promene*. Ekspertiza. AGES, 33 str.

Lalić B., i dr., 2015. *Zagrevanje useva – kako odgovoriti?*. Beograd, 30 str.

Pantić O., 2019. *Sistem energetskog menadžmenta u gradovima i opštinama u Srbiji*. BOŠ, Beograd, 8 str.

Republički sekretarijat za javne politike, GIZ, 2019. *Srbija i Agenda 2030. Mapiranje nacionalnog strateškog okvira u odnosu na ciljeve održivog razvoja*. Vlada Republike Srbije, Beograd, 77 str.

Stričević R., Prodanović S., Đurović N., Petrović Obradović R., Đurović D., 2019. *Utjecaji promene klime na srpsku poljoprivredu*. Beograd, 56 str.

UNDP, 2020. *Smanjenje ugljeničnog otiska lokalnih zajednica primenom principa cirkularne ekonomije u Republici Srbiji*. Javni poziv, Beograd, 13 str.

UNECE, 2017. *Assessment of the water-food-energy ecosystems nexus and benefits of transboundary cooperation in the Drina Riber Basin*. New York & Geneva, 54 str.

WB Group Water, Water Partnership Program, Trust Fund for Environmentally & Socially Sustainable Development, 2015. *Water & Climate Adaptation Plan for the Sava River Basin, ANNEX 1 - Development of the Hydrologic Model for the Sava River Basin*.

WB Group, 2015a. *Podrška upravljanju vodnim resursima u slivu reke Drine*. Finalni (početni) izveštaj, Institut Jaroslav Černi, Beograd, 1-205.

WWF, CCA Forum, 2012. *Procena ranjivosti na klimatske promene – Srbija*. Beograd, 68 str.

## MIKOTOKSINI U ŽITARICAMA I PROIZVODIMA OD ŽITA

### Sažetak

Mikotoksini su sekundarni proizvodi metabolizma koje plijesni (gljive) sintetiziraju tokom rasta na supstratima biljnog i životinjskog porijekla. Mikotoksini imaju izmjenjen hemijski sastav i u pravilu su bez boje, mirisa i ukusa. Njihova proizvodnja najviše im ovisi o temperaturi, supstratu i relativnoj vlažnosti zraka. Dok, optimalni klimatski uslovi za proizvodnju mikotoksina u znu variraju u zavisnosti od roda, vrste i izolata.

Do sada je identifikovano vise od 300 različitih mikotoksina u mnogim namirnicama. Međutim, najznačajniji mikotoksini koji se nalaze u žitaricama i proizvodima od žita su: zearalenon (kukuruz, pšenica) deoksinivalenol i nivalenol (pšenica, kukuruz, ječam, zob i raž), fumonizini (kukuruz), T-2 i HT-2 toksini (zob, pšenica, ječam).

Prilikom unošenja kontaminirane hrane zahvaćene mikotoksinima u prehrambeni lanac čovjeka ili životinja, dolazi do razvoja bolesti mikotoksikoze.

Postoje različite hromatografske metode koje se koriste za kvantitativno određivanje mikotoksina uključujući gasnu hromatografiju (GC), tečnu hromatografiju visokog učinka (HPLC), a tečna hromatografija u paru sa masenom spektrometrijom (LC-MS/MS) je tehnika koja najviše odgovara za skrining, identifikaciju i kvantifikaciju mikotoksina. Enzimski imunosorbentni test (ELISA) koristi se u svrhu skrininga.

Fizičke, hemijske i biološke metode našle su svoju primjenu u uklanjanju i smanjenju količine mikotoksina u žitaricama i proizvodima od žita.

**Ključne riječi:** mikotoksini, žitarice, plijesni, mikotoksikoza, GC, HPLC, LC-MS/MS, ELISA.

<sup>1</sup> Viši asistent, Internacionalni univerzitet u Goraždu, Goražde, BiH, e-mail: [ermintanjo@gmail.com](mailto:ermintanjo@gmail.com)

<sup>2</sup> Docent, Univerzitet modernih znanosti-CKM, Mostar; Internacionalni univerzitet u Goraždu, Goražde, BiH, e-mail: [eskola000@gmail.com](mailto:eskola000@gmail.com)

<sup>3</sup> Senior assistant, International university in Gorazde, Gorazde, Bosnia & Herzegovina, e-mail: [ermintanjo@gmail.com](mailto:ermintanjo@gmail.com)

<sup>4</sup> Docent, University of modern sciences, Mostar; International university in Gorazde, Bosnia & Herzegovina, e-mail: [eskola000@gmail.com](mailto:eskola000@gmail.com)



**Ermin Tanjo, MA**  
**PhD. Cvijetin Živanović**

## **MYCOTOXINS IN CEREALS AND CEREAL PRODUCTS**

### **Abstract**

Mycotoxins are secondary products of metabolism that molds (fungi) synthesize during growth on substrates of plant and animal origin. Mycotoxins have altered chemical composition and are generally colorless, odorless, and tasteless. Their production mostly depends on temperature, substrate and relative humidity. However, the optimal climatic conditions for the production of mycotoxins in grain vary depending on the genus, species and isolate.

So far, more than 300 different mycotoxins have been identified in many foods. However, the most important mycotoxins found in cereals and cereal products are: zearalenone (maize, wheat) deoxynivalenol and nivalenol (wheat, maize, barley, oats and rye), fumonisins (maize), T-2 i HT-2 toxins oats, wheat, barley).

When contaminated food with mycotoxins is introduced into the human or animal food chain, mycotoxicosis develops.

There are various chromatographic methods used to quantify mycotoxins including gas chromatography (GC), high performance liquid chromatography (HPLC), and liquid chromatography paired with mass spectrometry (LC-MS / MS) is the technique most suitable for screening, identification and quantification of mycotoxins. Enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) is used for screening purposes.

Physical, chemical and biological methods have found their application in removing and reducing the amount of mycotoxins in cereals and cereal products.

**Keywords:** mycotoxins, cereals, molds, mycotoxicosis, GC, HPLC, LC-MS / MS, ELISA.

## UVOD

Žitarice su najvažniji izvor unosa mikotoksina. Unošenje *Fusarium* toksina, kao što su trihoteceni i fumonizini, gotovo su isključivo posljedica konzumiranja žitarica.<sup>5</sup>

Mikotoksini (*mykes* - grč. *gljiva*, *toxikon* - grč. *otrov*) su grupa sekundarnih metabolita gljivica i stoga mogu kontaminirati širok spektar prehrambenih i drugih poljoprivrednih kultura na svakom koraku u lancu ishrane. Ovi prirodni zagađivači mogu dovesti do akutnih i kroničnih efekata, kako na ljude tako i na životinje, uključujući imunosupresiju, hepatotoksičnost, nefrotoksičnost, kancerogenost i genotoksičnost.

Najčešće kontaminiraju žitarice, ali i druge namirnice kao što su voće, povrće, mahunarke, uljarice. Najčešći mikotoksini koji se nalaze u hrani i hrani za životinje uglavnom proizvode rodovi *Aspergillus*, *Penicillium* i *Fusarium*, uključujući aflatoksine, deoksinivalenol, fumonizine, zearalenon i ohratoksin A. Ova hemijska jedinjenja su izuzetno stabilna po prirodi, pa stoga, mogu se istovremeno pojaviti i u potpuno prerađenoj hrani. Zbog toga, oni predstavljaju veliku zabrinutost za zdravlje životinja i ljudi.<sup>6</sup>

Kontaminacija mikotoksinima najviše se ispoljava kod žitarica na polju i tokom skladištenja kada su izložene različitim vrstama plijesni. Osim okolišnih faktora, kao što su vlaga i temperatura, proizvodnji mikotoksina pogoduju i koncentracija kiselonika, fizička oštećenja te prisustvo spora plijesni. Mikotoksini predstavljaju veliku opasnost u prehrambenoj industriji zbog potencijalne akutne toksičnosti, ali i karcinogenosti, imunosupresije, reproduktivne i razvojne toksičnosti, itd.<sup>7</sup> Mnogi mikotoksini su prvobitno identifikovani nakon što su izazvali niz subakutnih zdravstvenih problema kod stoke kao i kod ljudi, sa zahvaćenim mnogim ciljnim organima i sistemima. U tom smislu, nekoliko mikotoksina su jako kancerogeni za životinje i klasifikovani su od strane Međunarodne agencije za istraživanje raka (*engl. IARC*) kao karcinogeni za ljude ili potencijalno (vjerovatno i moguće) karcinogeni za ljude.

Iako na proizvodnju i pojavu mikotoksina veoma utiču geografske i klimatske razlike, izloženost ovim supstancama je širom svijeta, gdje su velike svjetske zalihe hrane, koje bivaju u određenoj mjeri kontaminirane. Zato je potrebno praćenje prisustva mikotoksina, te s vremena na vrijeme prisutnost mikotoksina može učiniti prehrambenu robu nesigurnom, zahtijevajući niz mjera za smanjenje rizika.

Jednom kada je problem koji uključuje mikotoksine identificiran kao područje potencijalne zabrinutosti za zdravlje (identifikacija problema), trenutni pristup u većini zemalja jeste da koristiti okvir za donošenje odluka za analizu rizika, sličan onom koji je predložila Organizacija za prehranu i poljoprivredu (*engl. FAO*) ili Svjetska zdravstvena organizacija (*engl. WHO*). Mikotoksini mogu utjecati na mnoge različite ćelijske procese i imati širok spektar toksikoloških efekata. Ova raznolikost bioloških efekata zahtijeva evaluaciju od slučaja do slučaja i može zahtijevati razne tehnike ekstrapolacije.

Za većinu glavnih mikotoksina od ekonomskog značaja (aflatoksini, ohratoksin, fumonizini, deoksinivalenol, zearalenon, alkaloidi ergot, patulin) potrebno je pratiti njihovo

<sup>5</sup> Aldred D., Magan N., *The use of HACCP in the control of mycotoxins: the case of cereals*, Mycotoxins in food, Published by Woodhead Publishing Limited, Abington Hall, Abington, Cambridge CB1 6AH, England, ISBN 1 85573 733 7, 7, str. 139

<sup>6</sup> Wang L., Yan Z., and Wu A., *Sample Preparation and Chromatographic Analysis*, Food Safety & Mycotoxins, Springer, ISBN 978-981-32-9037-2, str. 13-14

<sup>7</sup> Grec M., *Mikotoksini u žitaricama žetve 2013. u Hrvatskoj, diplomski rad*, Prehrambeno-tehnološki fakultet u Osijeku, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera, Osijek, 2014, str.2

prisustvo i, barem u nekim dijelovima svijeta, smanjenje rizika može biti neophodno, kako bi se osiguralo da izlaganje ne predstavlja opasnost po zdravlje.<sup>8</sup>

Klasične analitičke metode za mikotoksine uključuju tankoslojnu hromatografiju (engl. TLC), tečnu hromatografiju visokog učinka (engl. HPLC), gasnu hromatografiju (engl. GC) i masenu spektrometriju (engl. MS). Posljednjih godina većina ovih tehnika koristi se u kombinaciji sa tehnikama imunoafiniteta kako bi se pojednostavila ekstrakcija, prečišćavanje i mjerenje mikotoksina iz namirnica.<sup>9</sup>

Pored toga što izloženost mikotoksinima izaziva mnoge zdravstvene probleme (oštećenje bubrega, jetre, nervnog sistema) kako kod ljudi tako i kod životinja, ulaskom u probavni trakt putem ishrane, sa druge strane žitarice (kukuruz, pšenica, ječam...) i proizvodi od žita (brašno, mekinje, palenta...) kontaminirani mikotoksinima koji nastaju kao produkti plijesni *Fusarium sp.*, *Aspergillus sp.*, *Penicillium sp.* idr., mogu imati prinos niži i do 50% (npr. kukuruz), šturo zrno i jako loš kvalitet.<sup>10</sup>

## 1. NAJZNAČAJNIJI MIKOTOKSINI U ŽITARICAMA I PROIZVODIMA OD ŽITA

Najznačajniji mikotoksini u žitaricama i proizvodima na bazi žitarica su: zearalenon (kukuruz, pšenica), deoksinivalenol i nivalenol (pšenica, kukuruz, ječam, zob i raž), fumonizini (kukuruz), T-2 i HT-2 toksin (zob, pšenica, ječam). Sintetiziraju ih plijesni iz roda *Fusarium*, a optimalna temperatura rasta im se kreće između 18 °C i 30 °C. Dok, aktivitet vode ( $a_w$ ) veći od 0,88 dovodi do rasta plijesni, a veći od 0,91 do direktne proizvodnje mikotoksina.<sup>11</sup>

Širom svijeta biljne bolesti uzrokovane *Fusarium ssp.* su raznolike, uključujući fuzarijsku palež klasa koja je vjerovatno i ekonomski najvažnija. Kao rezultat toga jeste kontrola ove bolesti i povezanih mikotoksina. Fuzarijska palež klasa je potencijalno opasna gljivična bolest žitarica kod pšenice i ječma, čiji je značaj posljednjih godina sve veći. Glavni patogeni povezani sa fuzarijskom paleži klasa su *Fusarium culmorum*, *F. graminearum* (*Gibberella zeae*), *F. avenaceum*, *F. poae* i *Microdochium nivale* (ranije *F. nivale*), iako brojne druge vrste, uključujući *F. cerealis*, *F. tricinctum* i *F. sporotrichioides* su takođe povezane sa ovom bolešću. Najosjetljivija faza za infekciju usjeva patogenima fuzarijske paleži klasa jeste u toku cvjetanja usjeva. Optimalni uslovi za razvoj bolesti su topli, vlažni periodi od 24-48 sati nakon što spore dospiju na klas.<sup>12</sup>

### 1.1. Deoksinivalenol i nivalenol

Kontaminacija zrna žitarica sa deoksinivalenolom (DON) i nivalenolom (NIV) je poseban problem u prehrambenoj industriji proizvodnje brašna i u pekarstvu, i u određenoj

<sup>8</sup> Magan N., Olsen M., *Mycotoxins in food*, CRC Press, Woodhead Publishing Limited, Cambridge, England, str. 36

<sup>9</sup> Patel P., *Mycotoxin analysis: current and emerging technologies*, *Mycotoxins in food*, CRC Press, Woodhead Publishing Limited, Cambridge, England, str. 88-89

<sup>10</sup> <https://infoera.rs/2016/10/12/mikotoksini-u-zitaricama-i-proizvodima-od-zita/> Pristup: 16.03.2022.

<sup>11</sup> Pleadin J., T-2 i HT-2 toksini u žitaricama i proizvodima na bazi žitarica proizvedenim u Hrvatskoj, XI Konferencija o sigurnosti i kvaliteti hrane, 29. – 31.05. 2017., Opatija, <https://www.hgk.hr/documents/jelka-pleadin-t-2-i-ht-2-toksini-u-zitaricama592bd03fe5c3c.pdf>

<sup>12</sup> Jennings P., Köhl J., and Gosman N., *Control of mycotoxins: raw material production*, *Mycotoxins in food*, Woodhead Publishing Limited, Abington Hall, Abington, ISBN 1 85573 733 7, str. 443-444

mjeri u pivarskoj industriji. Kod plijesni kao što su *F. culmorum*, *F. poae*, *F. avenaceum* i *F. tricinctum* optimalna temperatura za njihov rast je 20–25 °C, sa marginalnim uslovima na 5-10 i 35 °C. Sa druge strane optimalna aktivitet vode ( $a_w$ ) im je blizu 0,98–0,995, sa minimumima od 0,90–0,91  $a_w$  iznad optimalnog temperaturnog nivoa. Sojevi plijesni *F. graminearum* i tzv. *F. roseum* (*F. culmorum*) proizvode DON optimalno na 29–30, odnosno 25–26 °C na ispucanom vlažnom kukuruzu (30% sadržaj vode = 0,99  $a_w$ ). Minimalne temperature za proizvodnju DON-a su oko 11 °C, u zavisnosti od vremena inkubacije za oba soja. Međutim, inkubacija u stabilnom stanju na 25 °C tokom dvije sedmice rezultira najvišom proizvodnjom deoksinivalenola i zearalenona. Bitno je istaći da stres iz okoline ima važan uticaj na proizvodnju toksina, često nezvezano za ukupnu biomasu plijesni. Vlažni periodi tokom godine u vrijeme cvjetanja kritično mogu uticati na količinu DON-a i drugih srodnih mikotoksina proizvedenih u periodu zrenja pšenice.

## 1.2. Zearalenon

Zearalenon kao mikotoksin nastao produkcijom plijesni iz različitih pripadnika roda *Fusarium*, najviše je proučavan kao estrogeni mikotoksin, i član je grupe jedinjenja (najmanje 712) koja imaju sličnu strukturu i farmakološka svojstva. Zajedno sa drugim toksinima koje proizvode *Fusarium spp.*, zearalenon je povezan uglavnom sa žitaricama, posebno: kukuruzom, ječmom, zobi, pšenicom, rižom, i sirkom, zajedno sa srodnim proizvodima. Iako je ovaj mikotoksin vjerovatno najzastupljeniji u kukuruzu, sa vrlo visokim nivoima (11-15 mg/kg) koje se mogu naći i u drugim žitaricama, na primjer ječmu. Različiti pripadnici roda *Fusarium* (npr. palež klijanaca pšenice, trulež klipa kukuruza itd.) preovlađuju u različitim klimatskim zonama, i oni opstaju i sposobni su proizvoditi zearalenon u umjerenim i/ili tropskim zonama. *Fusarium spp.* naročito se razvijaju i proizvode mikotoksine pri optimalnom aktivitetu vode ( $a_w$ ) od 0,98. Ovo je ekvivalentno zrnju pšenice gdje je sadržaj vlage veći od 25% na 25 °C. Međutim, proizvodnja zearalenona u kukuruzu najčešće se javlja kasnije u toku razvoja jezgre. Iako se zearalenon smatra "poljskim" mikotoksinom, postoje dokazi da se može proizvoditi i u požnjevenom žitu. Ovo je posebno slučaj u zemljama u kojima se žito žanje mokro, dok se sušenje obavlja naknadno. Postoji veliki broj vrsta plijesni *Fusarium spp.* koje su sposobne preživjeti u kukuruzu nakon pet mjeseci tokom skladištenja. U područjima gdje se skladišti klip kukuruza duži vremenski period (npr. kada se koristi za ishranu životinja) bilo u korpama ili zajedno sa stabljikom, primjećeno je da se incidenca bolesti odnosi na intoksikaciju zearalenona koja je vjerovatno uzrokovana nepravilnim skladištenjem, nego li razvojem prije žetve. Na mjestima gdje se skladišti zrno sa relativno visokim sadržajem vlage na duži vremenski period (ovo se uglavnom odnosi na žitarice namijenjene za ishranu životinja), potrebno je primijeniti druge strategije da bi se održao kvalitet. Ovo obično uključuje modifikaciju okruženja za suzbijanje gljivične aktivnosti.<sup>13</sup> Osim toga, moguća je proizvodnja zearalenona na žitaricama u polju, tokom žetve, komercijalne obrade žita, i/ili tokom naknadnog skladištenja bilo koje hrane ili stočne hrane koja sadrži žitarice, pri čemu nije akutno toksičan (20.000 mg/kg oralne primjene ne izaziva smrt kod miševa i pacova), hiperestrogene kod svinja; goveda je manje, živina minimalno pogođena i slabo teratogen (svinje).<sup>14</sup>

<sup>13</sup> Alldrick A J., Hajšelová M., *Zearalenone*, Mycotoxins in food, Woodhead Publishing Limited, Abington Hall, Abington, Cambridge CB1 6AH, England, ISBN 1 85573 733 7, 15, str. 354-356

<sup>14</sup> Weidenborner M., *Encyclopedia of Food Mycotoxins*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2001, ISBN 978-3-642-08703-5, str. 267-268

### 1.3. Fumonizini

Fumonizini su prvi put izolovani iz *F. verticillioides*, a zatim su pronađeni u kulturama *F. proliferatum* i u nekoliko drugih manje ekološki važnih vrsta iz roda *Fusarium*.<sup>15</sup> Fumonizini su dobili posebnu pažnju zbog njihove povezanosti sa aktivnošću koja potiče rak i indukciju leukoencefalomalacije (LEM) kod konja. Kukuruz uzgajan u umjerenim regijama je pogodan supstrat za vrste plijesni sekcije *Fusarium Liseola* za kolonizaciju i proizvodnju fumonizina. *F. verticillioides* i *F. proliferatum* su dvije glavne vrste ove sekcije sa kapacitetom za proizvodnju ovih mikotoksina. Pokazalo se da su ove vrste važni zagađivači kukuruza u zemljama južne Evrope i u Sjevernoj i Južnoj Americi. Oni mogu kolonizirati klasove kukuruza i proizvoditi fumonizine na polju, i ukoliko se zrna kukuruza beru sa visokim sadržajem vlage, što pogoduje razvoju plijesni i proizvodnji mikotoksina, pri čemu se akumuliraju u zrnu prije nego što se uspostavi kontrola aktivnosti ovih vrsta. Većina izolata *F. verticillioides* proizvodi prvenstveno FB1 i manjim količinama FB2, FB3 i FB4. Kao što je prikazano za druge mikotoksine raspon aktiviteta vode ( $a_w$ ) i temperaturnih uslova koji pogoduju rastu bio je mnogo širi od onog za proizvodnju fumonizina B1. Rast se događa na 4–37 °C sa temperaturnim optimumom od oko 30 °C, dok se akumulacija FB1 odvija na 10–37 °C, pri čemu je 15–30 °C optimalan nivo temperature, zavisno od izolata. Akumulacija fumonizina B1 se povećava sa povećanjem nivoa aktiviteta vode ( $a_w$ ), sa minimalnim aktivitetom vode od 0,90 za rast i minimalnim aktivitetom vode ( $a_w$ ) od 0,93 za proizvodnju FB1. Bitno je napomenuti da se proizvodnja fumonizina testira i u drugim žitaricama, kao što su pšenica i ječam.<sup>16</sup>

### 1.4. T-2 i HT-2 toksini

T-2 toksin koji zajedno sa HT-2 toksinom spada u grupu trihotecena, akumulira se naročito u žitaricama, koje mogu uzrokovati mnoge bolesti. T-2 toksin je glavni toksin kojeg proizvode plijesni *Fusarium poae* i *F. sporotrichioides* u odgovarajućim sredinama, koje mogu narušiti ljudsko zdravlje. To je toksin koji je široko prisutan u prirodi i zagađuje žitarice kao što su: kukuruz, pšenica, ječam, zob i ozima raž. Ukoliko ljudi pojedu hranu koja je kontaminirana T-2 toksinom od neke plijesni, tada može doći do dijela hrskavice, gdje T-2 toksin može ometati metabolizam DNK hondrocita i inhibirati sintezu kolagena i glikozaminoglikana, što na kraju dovodi do višestruke lezije zglobove hrskavice i nekroze hondrocita. T-2 toksin pretežno uzrokuje citotoksičnost, koja smanjuje vitalnost ćelija i inducira intracelularno oslobađanje laktat dehidrogenaze (LDH). Također, može dovesti do oksidativnog stresa u ćelijama uz poboljšanje stvaranja reaktivnih vrsta kiseonika (ROS). Smatra se najpotentnijim trihotecenom koji djeluje citotoksično, imunosupresivno, te izaziva niz gastrointestinalnih, dermatoloških i neuroloških simptoma. Toksičnost HT-2 je mnogo manje istraživana, no obzirom da se T-2 in vivo brzo metabolizira u HT-2, toksični utjecaji ovih mikotoksina se razmatraju zajedno.<sup>17</sup>

Pored opisanih najznačajnijih mikotoksina u žitaricama i proizvodima od žita, bitno je istaći da se u njima još mogu pronaći i različite vrste mikotoksina iz grupe aflatoksina, trihotecena i dr., ali u manjim tragovima, ispoljavajući pri tome različite štetne učinke na ljudski organizam i životinje.

<sup>15</sup> Logrieco A. et al., Toxigenic *Fusarium* species and mycotoxins associated with maize ear rot in Europe, European Journal of Plant Pathology, MYCOTOXINS IN PLANT DISEASE, 108: 597-609, str. 599, 2002

<sup>16</sup> Sanchis V., Magan N., *Environmental conditions affecting mycotoxins*, Mycotoxins in food, Woodhead Publishing Limited, Abington Hall, Abington, ISBN 1 85573 733 7, str. 178-180

<sup>17</sup> Kovač M., *Razvoj LC-MS/MS metode za određivanje reguliranih mikotoksina te njihova supojavnost u uzorcima hrvatskih žitarica*, doktorska disertacija, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, str. 10, 2020

## 2. NEGATIVNI UČINCI MIKOTOKSINA NA ZDRAVLJE LJUDI

Mikotoksini kao jako stabilne i veoma toksične hemikalije proizvoda plijesni, ostaju dugo vremena akumulirani u biljnim i životinjskim proizvodima te predstavljaju moguću opasnost za naše zdravlje i zdravlje životinjskih vrsta u mnogim zemljama svijeta, naročito u manje razvijenim zemljama. Mikotoksine možemo unijeti u organizam konzumacijom kontaminirane hrane, udisanjem ili unosom putem kože. Među najvažnije mikotoksine, prema toksičnosti i pojavnosti, spadaju aflatoksini B1, B2, G1 i G2 (AFB1, AFB2, AFG1, AFG2), ohratoksin A (OTA), citrinin (CTN), zearalenon (ZEN), fumonizini B1, B2 i B3 (FB1, FB2, FB3), deoksinivalenol (DON) i drugi trihoteceni, patulin (PAT) i ergot alkaloidi (EA). Oštećenja zdravlja izazvana mikotoksinima nazivaju se mikotoksikoze, a radi li se o akutnim ili hroničnim mikotoksikozama, ovisi o dozi i trajanju izloženosti organizam tim toksinima. Kod akutnih mikotoksikoza organizam je izložen velikim koncentracijama mikotoksina u kratkom vremenskom razdoblju, što može uzrokovati naglo oštećenje organa, pa čak i smrtni ishod, a hronične su mikotoksikoze posljedica dugotrajne izloženosti nekom mikotoksinu.<sup>18</sup> Međutim, simptomi mikotoksikoze nisu uvijek lako uočljivi, a dijagnoza može biti teška. Izloženost niskim koncentracijama mikotoksina duže vrijeme je uobičajeno, ali ih je teško otkriti.<sup>19</sup> Zbog toga mogu na različite načine štetiti ljudskom zdravlju jer, osim bolesti uzrokovanih njihovom toksičnošću, mogu biti karcinogeni, genotoksični i mutageni.<sup>20</sup> Međutim, iako je do sada izolirano više od 300 različitih mikotoksina, samo je za nekolicinu poznat njihov toksičan, mutagen, genotoksičan, karcinogen i teratogen potencijal.<sup>21</sup>

## 3. ANALITIČKE METODE I TEHNIKE ZA MIKOTOKSINE U ŽITARICAMA I PROIZVODIMA OD ŽITARICA

U cilju zaštite zdravlja ljudi od izloženosti ovim mikotoksinima putem konzumacije hrane na bazi žitarica, Evropska komisija je utvrdila regulatorne granice za deoksinivalenol (DON), zearalenon (ZEA), fumonizini (zbir FB1 i FB2), aflatoksini (AFB1 i zbir AFB1, AFB2, AFG1 i AFG2) i ohratoksin A (OTA) u sirovim žitaricama i proizvodima od njih namijenjeno za ljudsku ishranu, dok se dozvoljeni nivoi T-2 i HT-2 toksina u žitaricama još uvijek raspravljaju. Hromatografske metode koje se obično koriste za kvantitativno određivanje mikotoksina u žitaricama uključuju tečnu hromatografiju visokog učinka (HPLC) u kombinaciji sa ultraljubičastom (UV), detektorom sa nizom dioda (DAD), fluorescentnim detektorom (FLD) ili masenom spektrometrijom (MS) i gasnom hromatografijom (GC) u kombinaciji sa hvatanjem elektrona (ECD), plameno-ionizacijskim detektorom (FID) ili MS detektorima. Osim toga, komercijalni imunometrijski testovi, kao što je enzimski imunosorbentni test (ELISA) ili imunološki testovi zasnovani na membrani često se koriste u svrhu skrininga (provjeravanja). U posljednje vrijeme, razne brze metode se predlažu za analizu mikotoksina. Baziraju se na novim tehnologijama, uključujući imunohromatografiju, fluorescentnu polarizaciju, infracrvenu spektroskopiju, polimere molekularnog otiska i biosenzore.

<sup>18</sup> Palfi M. et al., *Mikotoksini u hrani - zakonodavni okvir*, Glasilo biljne zaštite 4/20, str. 474-475

<sup>19</sup> Pettersson H., *Controlling mycotoxins in animal feed*, str. 269

<sup>20</sup> Peraica M., Rašić D., *Akutne i kronične mikotoksikoze u ljudi*, Krmiva : časopis o hranidbi životinja, proizvodnji i tehnologiji krme (0023-4850) ,2012, 3; 81-87

<sup>21</sup> Peraica M., Rašić D., *Rizik izloženosti najvažnijim mikotoksinima roda *Apergillus* za ljudsko zdravlje*, Glasilo biljne zaštite 3/20, 2020, str. 340

### 3.1. Priprema uzorka (vađenje i čišćenje)

Mikotoksini se obično ekstrahuju iz mljevenih žitarica protresanjem ili miješanjem sa mješavinom vode ili drugih polarnih rastvarača, kao što je metanol ili acetonitril. Pročišćavanje ekstrakta je bitan korak u analizi mikotoksina, posebno kada se koriste hromatografske tehnike za određivanje njihovih nivoa koji se javljaju u tragovima. Ekstrakcija na čvrstoj fazi (SPE) i imunoafinitetna kolona (IAC) se često koriste za čišćenje ekstrakata sirovih žitarica, kao i proizvoda prerađenih žitarica. Imunoafinitetne kolone (IAC) su komercijalno dostupni za AF, OTA, FB, ZEA, DON, T-2 i HT-2 toksine, a koriste se i za istovremeno detektovanje prisustva ovih toksina pomoću tečne hromatografije visokog učinka (HPLC) sa dobrom tačnošću i preciznošću. U posljednje vrijeme u oblasti analize mikotoksina dolazi do porasta interesa za potencijalnu upotrebu polimera molekularnog otiska (MIPs) kao adsorbenata za ekstrakciju čvrste faze (SPE) zbog njihove niske cijene, jednostavne pripreme, visoke hemijske stabilnosti i dugog vijeka trajanja. Polimeri sa molekularnim otiskom (MIPs) su umreženi polimeri koji su termički, fotokemijski ili elektrohemijski sintetizirani reakcijom monomera i umreženog sredstva u prisustvu analita. Nakon polimerizacije, analit se uklanja ostavljajući specifična mjesta prepoznavanja unutar polimera. Nedavno je itakonska kiselina identifikovana za molekularno modeliranje i kompjuterski dizajn kao funkcionalni monomer sa visokim afinitetom prema DON-u. Polimeri itakonske kiseline, sintetizirani bez šablona (tj. DON), uspješno se koriste kao adsorbenti za čišćenje ekstrakcije na čvrstoj fazi (SPE) i pretkoncentraciju DON-a iz ekstrakta tjestenine prije analize tečne hromatografije visokog učinka (HPLC).

### 3.2. Tradicionalne tehnike za detekciju/kvantifikaciju mikotoksina

Metode gasne hromatografije zasnovane na plameno-ionizacijskom detektoru (FID), detektoru hvatanja elektrona (ECD) i MS detektoru su najčešće korišćene metode za kvantitativno istovremeno određivanje trihotecena (uglavnom tipa A) u žitaricama i proizvodima na bazi žitarica. Glavni problemi povezani sa gasnom hromatografijom (GC) analizom uključuju nelinearnost kalibracijskih krivulja, promjenjivi rezultati, efekti prijenosa ili memorije iz prethodnih uzoraka, i velike varijacije u pogledu reproduktivnosti i ponovljivosti. Tečna hromatografija visokog učinka (HPLC) u kombinaciji sa ultraljubičastim spektrom (UV), detektorom sa nizom dioda (DAD) ili fluorescentnim detektorom (FD) je trenutno najraširenija tehnika za analizu glavnih mikotoksina koji se javljaju u žitaricama. AF, OTA, FB i ZEA se rutinski analiziraju pomoću vezanog sistema tečne hromatografije visokog učinka i fluorescentnog detektora (HPLC-FD), a DON pomoću vezanog sistema tečne hromatografije visokog učinka i ultraljubičastog spektra ili detektorom sa nizom dioda (HPLC-UV/DAD) sa dobrom preciznošću. HPLC-FD je veoma osjetljiv, selektivan i ponovljiv, tako da su razvijeni specifični reagensi za obilježavanje za derivatizaciju nefluorescentnih mikotoksina kako bi se formirali fluorescentni derivati. Nedavno su 1-antroilnitril (1-AN), 2-naftoil hlorid (2-NC) i piren-1-karbonil cijanid (PCC) korišteni kao fluorescentni reagensi za označavanje detekcije T-2 i HT-2 toksina pomoću HPLC-FD. Reakcija derivatizacije se koristi za razvoj osjetljive, ponovljive i precizne metode za simultano određivanje T-2 i HT-2 toksina nakon čišćenja imunoafinitetne kolone (IAC) u prirodno kontaminiranim žitaricama (pšenici, kukuruzu, zobi i ječmu). Osim toga, vezani sistem tečne hromatografije visokog učinka i imunoafinitetne kolone (HPLC/IAC) metode su validirane za mjerenje DON-a u žitaricama i proizvodima od žitarica, a ZEA u ječmu, kukuruzu, pšeničnom brašnu, palenti i hrana za bebe na bazi kukuruza. U ovom trenutku, tečna hromatografija u kombinaciji sa masenom spektrometrijom (LC-MS) i tečna hromatografija u paru sa masenom spektrometrijom (LC-MS/MS) su tehnike koje najviše obećavaju za istovremeni skrining (provjeravanje), identifikaciju i mjerenje velikog broja mikotoksina. Tečna hromatografija u paru sa masenom

spektrometrijom (LC-MS/MS) i hemijska ionizacija pri atmosferskom pritisku (APCI) ili elektrosprejna ionizacija (ESI) koristi se za simultano određivanje glavnih trihotecena tipa A i B i ZEA u žitaricama i proizvodima na bazi žitarica u tragovima. LC-ESI-MS/MS metoda je nedavno razvijena za istovremeno određivanje velikog broja *Fusarium* toksina (DON, T-2, HT-2, FB1, FB2, ZEA) zajedno sa aflatoksinima (AFB1, AFB2, AFG1, AFG2) i OTA u kukuruзу, na osnovu upotrebe novih multi-toksinskih imunoafinitetnih kolona. HPLC-MS/MS se također pokazala kao dobra tehnika za određivanje skrivenih mikotoksina, na primjer deoksinivalenol-glukozida u pšenici. Imunološki testovi kao što je ELISA, postali su veoma popularni još od kasnih 1970-ih godina za skrining (provjeravanje) mikotoksina. Uglavnom, ELISA ne zahtijeva postupke čišćenja, a ekstrakt koji sadrži mikotoksin se analizira direktno.

### 3.3. Nove tehnologije za analizu mikotoksina

Posljednjih godina, brzi imunološki testovi se sve više koriste za analizu mikotoksina u žitaricama i hrani na bazi žitarica. Uređaji za bočni protok (LFD), koji se nazivaju i imunohromatografski testovi na trakama, zasnovani su na interakciji između specifičnih antitijela, imobiliziranih na membranskoj traci i obojeni receptori obloženi antitijelima, npr. lateks, koje reagiraju sa analitom i formiraju kompleks analit-receptor. Koriste se za najzastupljenije mikotoksine u žitaricama i komercijalno je dostupan za određivanje AF i FB u kukuruзу, DON-a u pšenici, te OTA, ZEA, T-2 i HT-2 toksina u žitaricama. Prijenosni fotometrijski čitači traka omogućavaju kvantitativnu ili polukvantitativnu analizu. Imunotestna fluorescentna polarizacija (FPIA) je jednostavna tehnika koja mjeri interakcije između fluorescentno obilježenog antigena i specifičnog antitijela u rastvoru. FPIA su razvijeni za brzo određivanje AF, ZEA, FB i DON, iako je uočena niska preciznost i osjetljivost kada su ovi testovi korišteni na uzorcima žitarica. Infracrvena spektrometrija (FT-NIR) i analiza glavnih komponenti (PCA) nedavno su korišteni za određivanje sadržaja DON-a u tvrdog i mekoj pšenici. Razvijen je polukvantitativni model za razlikovanje praznih i prirodno kontaminiranih uzoraka pšenice na 300 mg/kg. Imunohemijski biosenzori koji koriste površinsku plazmonska rezonancu (SPR) ili ugljične elektrode sa sitotiskom se koriste za detekciju mikotoksina u žitaricama. Nedavno su opisani kompetitivni imunoeseji zasnovani na SPR-u za određivanje DON-a u pšenici, sa ili bez čišćenja ekstrakta, pokazujući dobru korelaciju između koncentracije DON-a izmjerene biosenzorom i GC-MS, ili HPLC-UV i HPLC-MS/MS kao referentnih metoda.<sup>22</sup>

## 4. METODE ZA UKLANJANJE MIKOTOKSINA IZ ŽITARICA I PROIZVODA OD ŽITA

Kada prevencija mikotoksina nije zadovoljavajuća, potrebne su neke metode dekontaminacije. Upotreba metoda detoksikacije dozvoljena je samo u slučaju hrane za životinje i komponenti hrane za životinje. Namirnice koje sadrže zagađivače koji prelaze maksimalne nivoe ne smiju se stavljati na tržište kao takve, u obliku mješavine s drugim namirnicama ili koristiti kao sastojak u drugoj hrani. Hrana kontaminirana mikotoksinima nije bezbjedna za potrošače i ne mogu se koristiti metode dekontaminacije. Prema Organizaciji za prehranu i poljoprivredu (engl. FAO), proces dekontaminacije hrane mora: uništavati, inaktivirati ili u potpunosti uklanjati mikotoksine; ne proizvodi toksične, kancerogene ili

<sup>22</sup> Michelangelo, N. P. *Detection methods for mycotoxins in cereal grains and cereal products*. Zbornik Matice srpske za prirodne nauke / Proc. Nat. Sci, Matica Srpska Novi Sad, No. 117, 15—25, 2009



mutagene ostatke u dekontaminiranim finalnim proizvodima, ne smanjuje nutritivnu vrijednost i organoleptička svojstva, uništavati sve morfološke oblike gljiva, te da ne povećava značajno troškove proizvodnje.

Metode za dekontaminaciju i detoksikaciju usjeva obično se klasificiraju kao fizičke, kemijske i biološke i ukratko će biti predstavljene.

#### 4.1. Fizičke metode

U fizičke metode dekontaminacije komponenti stočne hrane ubrajaju se: sortiranje žitarica, postupci pranja, gama zračenje i UV tretman, kao i ekstrakcija organskim rastvaračima. Fizičko uklanjanje oštećenih, pljesnivih ili izlomljenih zrna značajno smanjuje koncentraciju aflatoksina (AF) u kikirikiju. Sortiranje nije efikasna metoda za kukuruz i pamuk. Dok, pranje vodom ili otopinama natrijevog karbonata može smanjiti koncentraciju DON-a, ZEA-a i fumonizina u pšenici i kukuruzu. Visoka temperatura se ne koristi za dekontaminaciju poljoprivrednih proizvoda, zbog termostabilnosti mikotoksina.

Koncentracija mikotoksina u hrani za životinje, smanjuje se uz miješanje kontaminiranih usjeva sa serijama dobrog materijala, ali to se ne može smatrati kao postupak dekontaminacije. Ova praksa je zabranjena u zemljama EU, barem za hranu i hranu za životinje koja sadrži regulirane mikotoksine. Međutim, ona se vjerovatno koristi na nivou farmi za usjeve niskog kvaliteta, koji mogu sadržavati mikotoksine na niskim ili nepoznatim koncentracijama. Metode čišćenja žitarica mogu biti vrlo efikasne u smanjenju kontaminacije mikotoksinima, a opsežno čišćenje je u praktičnoj upotrebi za smanjenje kontaminiranih žitarica za životinje od mikotoksina. Efikasnost djelimično zavisi od stepena rasta gljivične infekcije unutar zrna. Najveća gljivična infestacija i koncentracije mikotoksina kod žitarica nalaze se u ljusci, kožici, i vanjskom sloju jezgre. Oštećena jezgra zahvaćena plijesni iz roda *Fusarium* obično bude manja od zdrave jezgre.

Proces čišćenja se često sastoji od ribanja, aspiracije, prosijavanja i odvajanja specifične težine. Prašina, ljuske, dlake i labave površinske čestice se udvajaju udaljiti ribanjem i aspiracijom. Prosijavanje i specifično gravitaciono odvajanje uklanja sitna zrna, ostatke zrna, sjemenke korova i druge nečistoće koje se razlikuju po veličini i gravitaciji u odnosu na normalna zrna. Deoksinivalenol iz pšenice se uklanja u različitom stepenu u različitim serijama i različitim metodama čišćenja, ali se obično smanjuje za 50–86%.

Nakon prosijavanja kukuruznog zrna kojim se odstranjuje oštećeno zrno, neoštećeno zrno sadrži značajno manje mikotoksina u usporedbi sa ispucalim. Čestice koje prolaze kroz sito čiji otvori imaju promjer od 3 mm, obično čine 5–20% mase uzorka.<sup>23</sup> Postupci pranja, koji se ponekad koriste za čišćenje, može, u laboratorijskim ispitivanjima, smanjiti nivo deoksinivalenola u ječmu i kukuruzu za 65–69%. Upotrebom 1 M rastvora natrijum karbonata umjesto vode može se ukloniti dodatni deoksinivalenol, kao i 80–87% kontaminacije zearalenonom. Dokazano je da ljuštenje pšenice, ječma, raži i zobi snižava deoksinivalenol, zearalenon i T-2 toksin u žitaricama za 40–100%. Poliranje i ljuštenje ječma, kojim se također uklanja ljuska, također se pokazalo da smanjuje i fuzarijske toksine: deoksinivalenol i zearalenon i ohratoksin. Normalno suho mljevenje pšenice smanjuje mikotoksine u brašnu, ali veće koncentracije će se naći u mekinjama i u frakcijama krmnog brašna.

<sup>23</sup> Pleadin J. et al, *Primjena fizikalnih i kemijskih metoda u uklanjanju mikotoksina iz hrane i hrane za životinje*, Croatian Journal of Food Technology, Biotechnology and Nutrition 13 (1-2), 24-31, 2018

## 4.2. Hemijske metode

Razne hemikalije (kiseline, baze, aldehidi, bisulfiti, oksidanti i različiti gasovi) su pokušane za detoksikaciju mikotoksina, uglavnom aflatoksina u različitim usjevima. Tretmani alkalijama smatraju se najuspješnijim u uništavanju ili snižavanju mikotoksina u kontaminiranim usjevima.

Hemijska dekontaminacija je veoma efikasna, ali su ove metode skupe i utiču na kvalitet stočne hrane. Od hemijskih metoda, za uklanjanje aflatoksina iz hrane za životinje uglavnom se koriste samo peroksid i amonijak. Amonijacija djeluje tako što nepovratno pretvara AFB1 u manje toksične proizvode kao što je AFD1. Tretmanom kontaminiranog kukuruza sa 1000 ili 2000 ppb aflatoksina sa 1% vodenog rastvora amonijaka tokom 48 sati može biti uklonjeno 98% aflatoksina. Atmosferska amonijacija kukuruza nije efikasna metoda za detoksikaciju materijala kontaminiranog od *F.moniliforme*. U nekim istraživanjima nivoi fumonizina B1 u prirodno kontaminiranom kukuružu smanjeni su za oko 45%, zbog tretmana sa amonijakom. Uprkos tome, tretman sa amonijakom nije promijenio toksičnost građe kulture kod pacova. Nedavni i obećavajući pristup zaštiti životinja od štetnih efekata hrane kontaminirane mikotoksinima je upotreba vezivanja mikotoksina (MB). Dodaju se ishrani kako bi se smanjila apsorpcija mikotoksina iz gastrointestinalnog trakta i njihova distribucija u krv i ciljne organe. Ovi dodaci hrani mogu djelovati ili vezivanjem mikotoksina na njihovu površinu (adsorpcija), ili razgradnjom ili transformacijom u manje toksične metabolite (biotransformacija). Različiti neorganski adsorbenti, kao što su hidratirani natrijum kalcijum aluminosilikat, zeoliti, bentoniti, gline i aktivni ugljik, koriste se kao veziva mikotoksina. Pokazalo se da je najbolji adsorbent aflatoksina HSCAS (hidratirani natrijum kalcijum aluminosilikat), koji brzo i prvenstveno veže aflatoksine u gastrointestinalnom traktu. HSCAS i aktivni ugljik uključeni su u ishranu brojlera koja sadrže prečišćeni aflatoksin B1 (7,5 ppm), ili prirodni aflatoksin koji proizvodi *Aspergillus parasiticus* na riži (5 ppm). HSCAS može značajno smanjiti efekte inhibicije rasta AFB1 ili AF kod pilića u razvoju, odnosno za 50 do 67%, te može modulirati toksičnost aflatoksina kod pilića. Međutim, dodavanje aktivnog ugljika u prehranu nema zaštitna svojstva protiv mikotoksikoze.

Kalcijum hidroksid monometilamin se uspješno koristi za dekontaminaciju T-2 i HT-2 toksina u kukuružu. Dok, se deoksinivalenol (4,4 mg/kg) u kontaminiranom kukuružu može smanjiti za 85% uz tretman sa rastvorom natrijum bisulfitu. Deoksinivalenol-sulfonat dovodi do formiranja konjugata, te nije toksičan prilikom ishrane svinja.

Fizičke i hemijske metode imaju dosta nedostataka, i u mnogim slučajevima ne ispunjavaju FAO zahtjeve. Stoga se razmatra upotreba drugih metoda.

## 4.3. Biološke metode

Biološke metode uključuju dekontaminaciju mikroorganizmima ili enzimima, i daju obećavajuće rezultate. U posljednje vrijeme primjećuje se porast istraživanja vezanih za detoksikaciju mikotoksina mikroorganizmima. Nekoliko studija je pokazalo da su neke bakterije, plijesni i kvasci kao što su *Flavobacterium aurantiacum*, *Corynebacterium rubrum*, bakterije mliječne kiseline (*Lactobacillus acidophilus*, *L. rhamnosus*, *L. bulgaricus*), *Aspergillus niger*, *Rhizopus nigricans*, *Candida*, itd., *Kluyveromyces sp.*, su u stanju da sprovedu detoksikaciju mikotoksina. Još 1966. godine sprovedeno je istraživanje mikroorganizama u pogledu njihove sposobnosti razgradnje aflatoksina. Utvrđeno je da kvasci, aktinomycete i alge ne ispoljavaju ovu osobinu, ali su neke plijesni, poput *Aspergillus niger*, *A. parasiticus*, *A. terreus*, *A. luchuensis* i *Penicillium reistrickii*, djelimično transformisale aflatoksin B1 u novi proizvod. Među njima, samo bakterija *Flavobacterium aurantiacum* (sada

*Nocardia corynebacterioides*) može ukloniti aflatoksin, kako iz medija tako i iz prirodnog okruženja kao što su mlijeko, ulje, kakao, puter i žitarice. Uočeno je da su kulture toksinogenog *Aspergillus flavus* i *Aspergillus parasiticus* bile u stanju da smanje kontaminaciju aflatoksinom. Aflatoksine su razgradili sojevi koji ih proizvode, ali tek nakon fragmentacije micelija. Uzrok ove pojave jeste apsorpcija u ćelijskom zidu micelija. Fumonizini se mogu ukloniti od strane većine sojeva u 100%, stopa uklanjanja za deoksinivalenol se kreće od 63 do 100%, a za ohratoksin A od 69 do 100%. Za uklanjanje ohratoksina A koriste se dva izolata vrste *Aspergillus*, i to: *Aspergillus fumigatus* i *Aspergillus niger*, koji transformišu ohratoksin A u ohratoksin  $\alpha$  i fenilalanin u roku od 7 dana od inkubacije na tečnim i čvrstim podlogama. In vitro studije pokazale su razgradnju 12 trihotecenskih mikotoksina koju su sprovele bakterije izolirane iz probavnog trakta pilića. Transformacija toksina dovela je do njihove djelimične ili potpune deacilacije i deepoksidacije. Neki sojevi anaerobnih bakterija – izolovani iz buraga, Gram pozitivni, prethodno klasifikovani u rod *Eubacterium* mogu izvršiti transformaciju trihotecena tipa A u netoksične forme. Količina ohratoksina A uklonjenog pekarskim kvascima nakon 24-satnog kontakta iznosila je od 29% do 75% za 5 mg d.m./ml i 50 mg d.m./ml, respektivno. Jedina grupa mikroorganizama, koja pored ostalih korisnih svojstava promocije zdravlja ima sposobnost uklanjanja toksina, vjerovatno su probiotske bakterije mliječne kiseline. Također, u tu svrhu se može koristiti kvasac *Saccharomyces cerevisiae* i njegova komponenta ćelijskog zida - glukan. Ovi faktori se mogu primijeniti kako kao suplementi ishrani ljudi i sastojci u ishrani životinja, tako i tokom biotehnoloških procesa.<sup>24</sup>

Razgradnja mikotoksina od strane mikroorganizama u silaži i drugoj vlažnoj hrani je atraktivna metoda za dekontaminaciju usjeva. *Flavobacterium aurantiacum* je efikasna bakterija koja ima sposobnost detoksifikacije aflatoksina. Osim *F. aurantiacum*, pronađen je niz vrsta bakterija, a posebno plijesni za detoksikaciju aflatoksina. Plijesan *Rhizopus sp.* jeste posebno pogodna za detoksikaciju većih količina hrane kontaminirane aflatoksinom. Mikroorganizmi u buragu brzo razgrađuju ohratoksin A i fenilalanin. Testiranjem bakterija, kvasaca i plijesni zbog njihove sposobnosti da detoksikuju ohratoksin, pronađena je bakterija *Acinetobacter calcoaceticus* koja bi mogla razgraditi ohratoksin u mediju koji sadrži etanol. Različiti sojevi *Lactobacillus*, *Bacillus* i *Saccharomyces* su također pogodni da razgrađuju ohratoksin in vitro u različitom stepenu, a neki sojevi su u stanju razgraditi do 94% ohratoksina. Takođe, ovi sojevi su testirani na degradaciju trihotecena, ali sa manje uspjeha. Dok, neki dodatni sojevi kvasca su također u stanju djelimično razgraditi ohratoksin, nivalenol, deoksinivalenol, zearalenon i fumonizine.

Siliranje usjeva kontaminiranih mikotoksinima radi detoksikacije predlaže se kao zanimljiva i moguća metoda za eliminaciju ili smanjenje mikotoksina. Siliranje ječma kontaminiranog ohratoksinom moglo bi smanjiti količinu toksina za približno 68%. U jednoj od studija, kukuruz kontaminiran zearalenonom je korišten za proizvodnju etanola, ali taj toksin se nije razgradio i ostao je u ostacima tokom fermentacije. Žitarice kontaminirane mikotoksinima bi se u budućnosti mogle češće koristiti u industrijskoj proizvodnji etanola. Pojačana degradacija mikotoksina uz eventualno dodavanje mikroorganizama sa sposobnošću razgradnje mikotoksina je potrebna ukoliko se ostaci fermentacije koriste za stočnu hranu.<sup>25</sup>

<sup>24</sup> Piotrowska M., Śliżewska K., and Biernasiak J., *Mycotoxins in Cereal and Soybean-Based Food and Feed*, DOI: 10.5772/54470, 2013 <https://www.intechopen.com/chapters/42603> Pristup:28.03.2022.

<sup>25</sup> Petterson H., *Controlling mycotoxins in animal feed*, Mycotoxins in food, Detection and control, Woodhead Publishing Limited, Abington Hall, Abington, Woodhead Publishing ISBN 1 85573 733 7, 2004, str. 290

## ZAKLJUČAK

Posljednjih godina klimatske promjene ostavljaju velike posljedice po poljoprivredu, dovodeći u pitanje i zdravstvenu ispravnost hrane. Okolišni faktori koji su podložni uticaju klimatskih promjena su: temperature, relativna vlažnost zraka, padavine i ugljen dioksid (CO<sub>2</sub>). Njihove promjene direktno mogu dovesti i do promjena u uzorcima proizvodnje mikotoksina, što za posljedicu ima smanjenje prinosa mnogih poljoprivrednih kultura. Bitno je naglasiti da ekstremno vremenski uslovi nastali usljed klimatskih promjena mogu promijeniti ustaljene uzorke proizvodnje mikotoksina što će postaviti izazov za poljoprivredne proizvođače kada je u pitanju zdravstvena ispravnost hrane, a to će najviše osjetiti manje razvijene zemlje.

Kontaminacija žitarica i njihovih proizvoda (pšenica, raž, ječam, zob, heljda) mikotoksinima najviše je izražena u vlažnom periodu godine tokom žetve i nepravilnog skladištenja kada su temperatura i relativna vlažnost zraka u porastu, što odgovara rastu i razvoju plijesni. Stoga je potrebno vršiti kontrolu, identifikaciju i kvantifikaciju određenih mikotoksina prisutnih u žitaricama i proizvodima od žita kako bi znali da li su te namirnice zdravstveno ispravne, da bi očuvali zdravlje potrošača a u krajnjem slučaju i ekonomske štete izazvane kontaminacijom mikotoksina bile bi svedene na minimum.

Tečna hromatografija visokog učinka (HPLC) u kombinaciji sa ultraljubičastim spektrom (UV), detektorom sa nizom dioda (DAD) ili fluorescentnim detektorom (FD) je trenutno najraširenija tehnika za analizu glavnih mikotoksina koji se javljaju u žitaricama i proizvodima od žita. Pored ove tehnike, veliku primjenu ima i enzimski imunosorbentni test (ELISA) koja se obično koristi u svrhe skrininga i dosta je jeftinija od ostalih tehnika, te ne zahtjeva čišćenje. Takođe, u novije vrijeme razvijen je veliki broj metoda zasnovanim na novim tehnologijama koje se mogu koristiti za analizu mikotoksina, a među njima su najraširenije imunohromatografija, imunistna fluorescentna polarizacija (FPIA), infracrvena spektroskopija (FT-NIR), polimeri sa molekularnim otiskom (MIPs) i optički biosenzori.

Za dekontaminaciju i deoksidaciju mikotoksina u žitaricama i proizvodima od žita najefikasnija je upotreba fizičkih, hemijskih i bioloških metoda. Od fizičkih metoda od najvećeg značaja su metode: sortiranja žitarica, postupci pranja i čišćenja, gama zračenje i UV tretman, kao i ekstrakcija organskim rastvaračima. Dok, biološke metode podrazumjevaju dekontaminaciju mikroorganizmima i enzimima, a veliki broj različitih vrsta bakterija, plijesni i kvasaca učestvuju u detoksikaciji mikotoksina. Hemijske metode uključuju primjenu raznih hemikalija (kiselina, baza, aldehida, bisulfita, itd.) za dekontaminaciju mikotoksina (aflatoksina, ohratoksina, zearalenona, fumonizina, T-2 i HT-2 toksina) u kukuruзу, ali i drugim žitaricama. Međutim, hemijska dekontaminacija iako je veoma efikasna, izbjegava se jer utiče na kvalitet stočne hrane.

Primjenjuju se i mjere za kontrolu i smanjenje količine mikotoksina u žitaricama. To su: plodored, upotreba đubriva, suzbijanje korova, kao i sadnja otpornih sorti na bolesti. Međutim, branje djelimično otpornih sorti je jako bitna mjera u prevenciji mikotoksina. Da bi se spriječio razvoj plijesni (najčešće uzročnici iz roda *Fusarium*, npr. palež klasa pšenice i trulež klipa kukuruza) potrebno je brzo i temeljno sušenje žitarica i skladištenje u suhim uslovima. U slučaju pojave mikotoksikoze najbolje je promijeniti hranu, ukoliko sadrži mikotoksine. Ipak, najbolji način da bi se spriječila pojava mikotoksikoza jeste upotreba kvalitetnih, mikrobioloških i hemijskih ispravnih sirovina.

## LITERATURA:

- ✓ Aldred D., Magan N., *The use of HACCP in the control of mycotoxins: the case of cereals*, Mycotoxins in food, Published by Woodhead Publishing Limited, Abington Hall, Abington, Cambridge CB1 6AH, England, ISBN 1 85573 733 7, 7, str. 139;
- ✓ Alldrick A J., Hajšelová M., *Zearalenone*, Mycotoxins in food, Woodhead Publishing Limited, Abington Hall, Abington, Cambridge CB1 6AH, England, ISBN 1 85573 733 7, 15, str. 354-356;
- ✓ Grec M., *Mikotoksini u žitaricama žetve 2013. u Hrvatskoj, diplomski rad*, Prehrambeno-tehnološki fakultet u Osijeku, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera, Osijek, 2014, str. 2;
- ✓ Jennings P., Köhl J., and Gosman N., *Control of mycotoxins: raw material production*, Mycotoxins in food, Woodhead Publishing Limited, Abington Hall, Abington, ISBN 1 85573 733 7, str. 443-444;
- ✓ Kovač M., *Razvoj LC-MS/MS metode za određivanje reguliranih mikotoksina te njihova supojavnost u uzorcima hrvatskih žitarica*, doktorska disertacija, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, str. 10, 2020;
- ✓ Logrieco A. et al., *Toxigenic Fusarium species and mycotoxins associated with maize ear rot in Europe*, European Journal of Plant Pathology, MYCOTOXINS IN PLANT DISEASE, 108: 597-609, 2002, str. 599;
- ✓ Magan N., Olsen M., *Mycotoxins in food*, CRC Press, Woodhead Publishing Limited, Cambridge, England, 2004, str. 36
- ✓ Michelangelo, N. P. *Detection methods for mycotoxins in cereal grains and cereal products*. Zbornik Matice srpske za prirodne nauke / Proc. Nat. Sci, Matica Srpska Novi Sad, No. 117, 15—25, 2009;
- ✓ Palfi M. et al., *Mikotoksini u hrani - zakonodavni okvir*, Glasilo biljne zaštite 4/20, str. 474-475
- ✓ Patel P., *Mycotoxin analysis: current and emerging technologies*, Mycotoxins in food, CRC Press, Woodhead Publishing Limited, Cambridge, England, str. 88-89;
- ✓ Peraica M., Rašić D., *Akutne i kronične mikotoksikoze u ljudi*, Krmiva : časopis o hranidbi životinja, proizvodnji i tehnologiji krme (0023-4850) ,2012, 3; 81-87;
- ✓ Peraica M., Rašić D., *Rizik izloženosti najvažnijim mikotoksinima roda *Apergillus* za ljudsko zdravlje*, Glasilo biljne zaštite 3/20, 2020, str. 340;
- ✓ Petterson H., *Controlling mycotoxins in animal feed*, Mycotoxins in food, Detection and control, Woodhead Publishing Limited, Abington Hall, Abington, Woodhead Publishing ISBN 1 85573 733 7, 2004, str. 290;
- ✓ Pettersson H., *Controlling mycotoxins in animal feed*, 2004, str. 269
- ✓ Pleadin J. et al, *Primjena fizikalnih i kemijskih metoda u uklanjanju mikotoksina iz hrane i hrane za životinje*, Croatian Journal of Food Technology, Biotechnology and Nutrition 13 (1-2), 24-31, 2018;
- ✓ Sanchis V., Magan N., *Environmental conditions affecting mycotoxins*, Mycotoxins in food, Woodhead Publishing Limited, Abington Hall, Abington, ISBN 1 85573 733 7, 2004, str. 178-180;

- ✓ Wang L., Yan Z., and Wu A., *Sample Preparation and Chromatographic Analysis*, Food Safety & Mycotoxins, Springer, ISBN 978-981-32-9037-2, str. 13-14;
- ✓ Weidenborner M., *Encyclopedia of Food Mycotoxins*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2001, ISBN 978-3-642-08703-5, str. 267-268.

#### **Internet izvori:**

- ✓ <https://infoera.rs/2016/10/12/mikotoksini-u-zitaricama-i-proizvodima-od-zita/> Pristup: 16.03.2022.;
- ✓ Piotrowska M., Śliżewska K., and Biernasiak J., *Mycotoxins in Cereal and Soybean-Based Food and Feed*, DOI: 10.5772/54470, 2013, <https://www.intechopen.com/chapters/42603> Pristup: 28.03.2022.;
- ✓ Pleadin J., T-2 i HT-2 toksini u žitaricama i proizvodima na bazi žitarica proizvedenim u Hrvatskoj, XI Konferencija o sigurnosti i kvaliteti hrane, 29. – 31.05. 2017., Opatija, <https://www.hgk.hr/documents/jelka-pleadin-t-2-i-ht-2-toksini-u-zitaricama592bd03fe5c3c.pdf> Pristup: 28.03.2022.

## PRIMJENA IoT TEHNOLOGIJA U PROIZVODNJI VINA

### Sažetak

Proizvodnja vina je zasnovana na postupcima koji se u različitim varijacijama koriste već najmanje 8000 godina. To je čini jednom od najstarijih ljudskih aktivnosti gdje se od početka primjenjuje gotovo isti proces proizvodnje za dobijanje željenog produkta. Milenijumi razvoja vinarstva donosili su nove tehnologije, koje su postojeće postupke unapređivale, proizvodnju ubrzavale a kvalitet proizvoda povećavale. Poseban zamajac, proizvodnja vina je doživjela industrijskom revolucijom u XIX vijeku i uvođenjem novih tehnologija u XX vijeku. Moderna vremena su otvorila potpuno nove mogućnosti za dalji razvoj. Koncept IoT (Internet of Things), koji podrazumijeva potpuno umrežavanje, cjeloviti nadzor, pristup informacijama u realnom vremenu, automatizaciju procesa i omogućava pravovremeno reagovanje u svim kritičnim trenucima procesa, daje potpuno novu dimenziju svim fazama proizvodnje vina. U ovom radu opisaćemo principe na kojima se bazira primjena IoT u ovoj oblasti, predstaviti neke primjere i mogućnosti daljeg unapređenja proizvodnje, ukazati na prednosti i moguće nedostatke te dati neke naznake daljeg razvoja.

**Ključne riječi:** Bežične senzorske mreže, IoT, Internet vina, Pametne vinarije, Pametni vinogradi

## APPLICATION OF IoT TECHNOLOGIES IN THE WINE PRODUCTION

### Abstract

Wine production is based on processes that have been used in different variations for at least 8000 years. This is one of the oldest human activities that apply almost the same production process to obtain the desired product. Millennia of winemaking development brought new technologies, which improved the existing procedures, accelerated production and increased product quality. A special momentum, wine production experienced an industrial revolution in the XIX century and the introduction of new technologies in the XX century. Modern times have opened up completely new possibilities for further development. The concept of IoT (Internet of Things), which includes full networking, complete monitoring, access to real-time information, process automation and enables timely response at all critical moments of the process, gives a whole new dimension to all stages of wine production. In this paper, we will describe the principles on which the application of IoT is based in this area, present some examples and opportunities for further improvement of production, point out the advantages and possible disadvantages and give some indications of further development.

<sup>1</sup> Evropski univerzitet "Kallos" Tuzla, popovic.goran@bk.ru

<sup>2</sup> Panevropski univerzitet „Apeiron“ Banja Luka, djukanovicg@gmail.com

**Key words:** IoT, Internet of Wines, Smart wineries, Smart vineyards, Wireless Sensor Networks

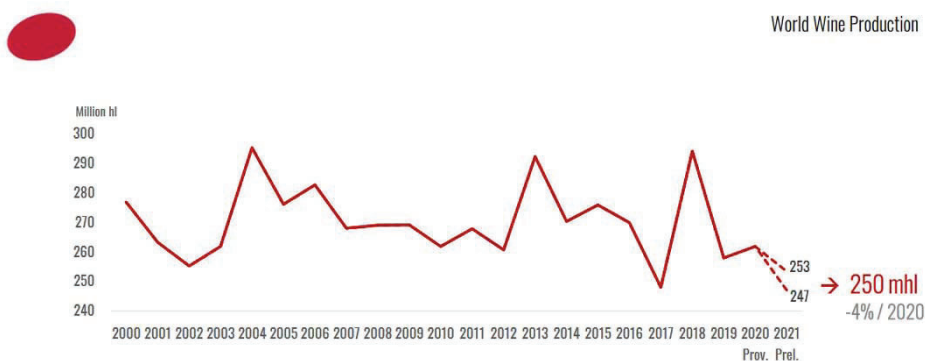
## 1. Uvod

Ideja IoT predstavlja koncept koji koristi sinergiju svih dostupnih naprednih tehnologija koje u sadejstvu treba da podignu kvalitet svakodnevnog života i rada na znatno viši nivo, te da otvore mogućnosti za izgradnju potpuno novih tehnoloških okruženja u kojima se primjenom inteligentnih sistema podižu granice daljeg razvoja do neslučenih visina. Gotovo da ne postoji oblast ljudskog djelovanja koju primjena IoT neće prevesti u sasvim nove obrasce koji suštinski mijenjaju organizaciju rada i primjenu postojećih ili novih tehnoloških procesa.

Industrija hrane i piće je jedna od oblasti gdje bi primjena IoT koncepta mogla donijeti najviše koristi, pogotovo imajući u vidu da je njen strateški značaj i važnost za opstanak ljudske vrste neuporediv sa bilo kojom drugom industrijskom granom. Može se sa sigurnošću očekivati da će ulaganja u ovaj sektor u budućnosti biti ogromna te da su pravci razvoja prije svega usmjereni prema novim tehnološkim postupcima [1].

Potpuno specifično mjesto u industriji hrane i piće pripada tehnologijama za proizvodnju vina. Ovo je tehnologija koja uspješno kombinuje veoma staru tradiciju proizvodnje i najmodernija tehnička rješenja. Tržište vina u svijetu je sve veće ali i sve zahtijevnije kada je kvalitet u pitanju. Procjenjuje se da će tržište vina u 2022. godini dostići vrijednost od 4.3 milijarde \$. Sa druge strane, klimatske promjene iz godine u godinu stvaraju potpuno novo okruženje sa kojim tradicionalni načini ne mogu izaći na kraj. Za razliku od nekih poljoprivrednih kultura koje do svog punog prinosa ne zahtijevaju veliki angažman, vinova loza i proizvodnja vina su kontinuirani posao.

Na Slici 1 je dat grafički prikaz količine proizvedenog vina u svijetu u milionima hektolitara, po godinama za period od 2000. do 2021. godine [2].



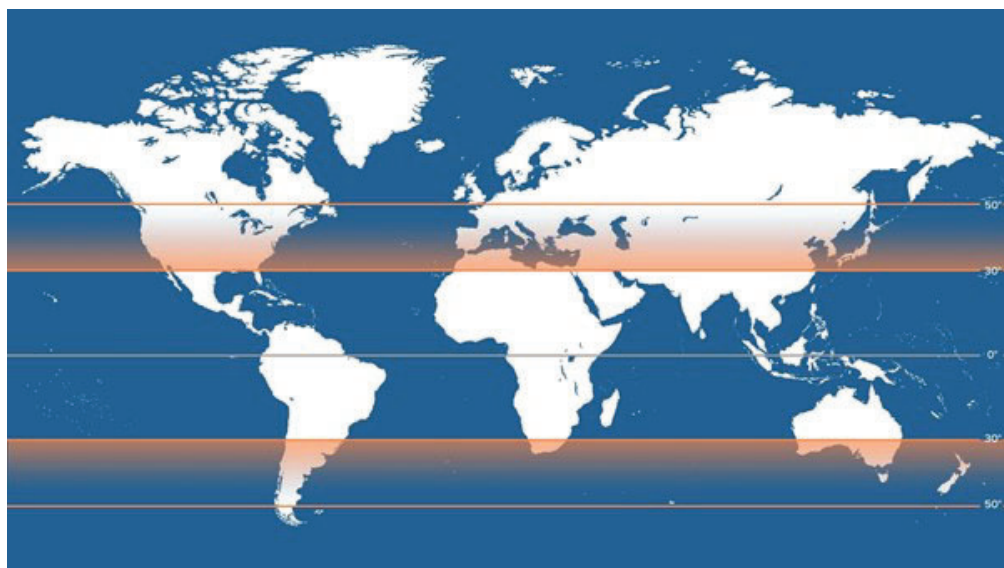
**Slika 1.** Prikaz proizvedenog vina u svijetu po godinama u milionima hektolitara



Sa slike se vidi da je proizvodnja vina u 2021. godini bila izuzetno loša, tek nešto iznad istorijskog minimuma koji je dostignut 2017. godine. Manja je za 4% od proizvodnje koja je ostvarena 2020. godine i 7% od 20-godišnjeg prosjeka. Ovo je posljedica nepovoljnih klimatskih uslova koji su vladali tokom 2021. godine u zemljama koje su najveći proizvođači vina u Evropi pa tako i u svijetu (Italija, Španija, Francuska, Grčka, Hrvatska...). 2021. je treća godina za redom gdje je proizvodnja vina u svijetu ispod višegodišnjeg prosjeka. Osim klimatskih promjena ovom padu su doprinijele razne okolnosti izazvane pandemijom Covid-19.

## 2. Pametni vinogradi

Vinogradarstvo je grana zemljoradnje koja se bavi uzgojem vinove loze i proizvodnjom grožđa i vina. Tradicionalno se vinova loza uzgaja širom svijeta, na svim kontinentima, na područjima koja su ograničena sa 30° i 50° geografske širine, sa obe strane ekvatora (Slika 2.).



**Slika 2.** Oblasti uzgoja vinove loze u svijetu<sup>3</sup>

Ako su uslovi previše hladni, grožđe neće dozreti. Ako je previše toplo, grožđe može prezreti pa vino od njega proizvedeno može biti neugodnih okusa i sa nedovoljno svježine. Pored geografske širine, mnogi drugi faktori mogu uticati na sazrijevanje grožđa. Čak i u regijama poznatim po svom grožđu, mikrolokacija i ekspozicija pojedinog vinograda mogu napraviti ogromnu razliku u kvalitetu proizvoda. Kao posebno važni ističu se smijer padine, kvalitet zemljišta, nadmorska visina itd.

<sup>3</sup> <https://www.wsetglobal.com/>

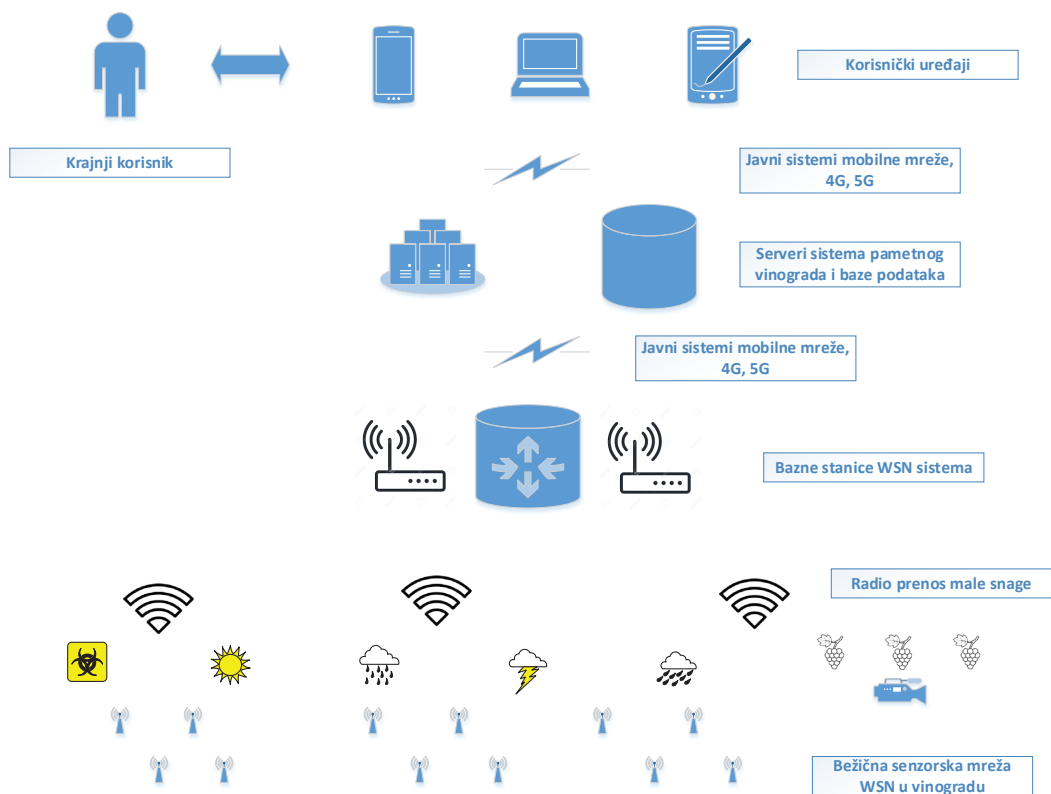
Bez obzira na navedene razloge, kako je već i rečeno, nepredvidive klimatske promjene negativno utiču na prinose i kvalitet grožđa čak i na mikrolokacijama sa idealnim uslovima. Stoga je neophodno primijeniti nove tehnologije koje na različite načine mogu preventivno ili korektivno djelovati te otkloniti uzroke koji negativno utiču na kvalitet konačnog proizvoda. Primjena savremenih tehnologija u samom vinogradu poznata je pod nazivima Pametni vinogradi (Smart vineyard) i IoV (Internet of Vine) [3]. Manualno prikupljanje podataka na velikim površinama vinograda, a zatim i proizvodnja vina, predstavljaju ograničenja koja proizvođačima uskraćuju mogućnost potpunog optimiziranog upravljanja proizvodnim procesom. Primjenom novih tehnologija vrši se brza akvizicija velike količine različitih podataka sa terena čija analiza omogućava donošenje odgovarajućih odluka u upravljanju vinogradom, kako dugoročno tako i u realnom vremenu. Na taj način se umanjuje uticaj okruženja na količinu i kvalitet prinosa u vinogradima.

Podaci čija akvizicija u vinogradima može doprinijeti uspješnosti prinosa su:

- Vlažnost vazduha
- Vlažnost zemljišta
- Temperatura vazduha
- Temperatura zemljišta
- Intenzitet sunčeve svjetlosti
- Atmosferski pritisak
- PH vrijednost zemljišta
- Hranljivost zemljišta
- Količina padavina
- Brzina i smijer vjetra
- Jačina UV zračenja
- Prisustvo štetočina

Parametri i granične vrijednosti pojedinih podataka se razlikuju zavisno od faze razvoja u kojoj se biljka nalazi. Sa druge strane uslovi u vinogradima se mijenjaju na dnevnom nivou. U različitim fazama različiti uslovi pogoduju uspješnosti uzgoja. Zbog toga je neophodno implementirati inteligentne sisteme koji se adaptiraju na određenu fazu razvoja vinove loze i uzimajući u obzir odgovarajuće granične vrijednosti parametara alarmiraju krajnjeg korisnika na potencijalnu opasnost ili djeluju proaktivno pokrećući automatski odgovarajuće aktuatore na terenu [4].

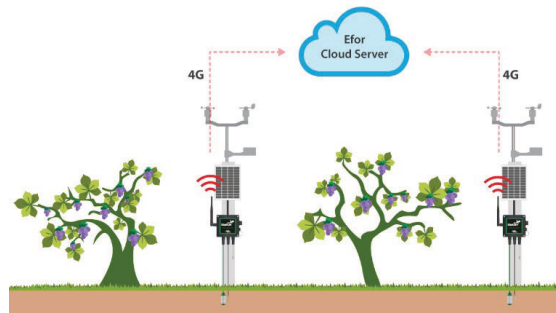
Na Slici 3 je prikazana arhitektura sistema pametnog vinograda. Osnovu sistema predstavljaju bežične senzorske mreže (WSN) kao i ostala sredstva za akviziciju podataka sa terena kao što su pametne kamere, dronovi i sateliti [5]. Senzori mogu biti postavljeni u zemljište, na stablo ili među listove vinove loze, te nezavisno između stabala loze unutar vinograda zavisno od podataka koji se prikupljaju. Lokacije postavljanja senzora, njihov broj, tip i namjena moraju biti rezultat pažljive analize vinograda i svih uslova koji u njemu vladaju kao i višegodišnjih statistika. Bežični senzori su uglavnom relativno jeftini uređaji za očitavanje nekog od gore navedenih parametara. To su autonomno napajani uređaji koji energiju troše na očitavanje fizičke veličine, obradu podataka i komunikaciju sa višim nivoima sistema. Daleko najviše energije se troši na komunikaciju, gdje potrošnja raste sa kvadratom udaljenosti do prijemnika.



Slika 3. Arhitektura pametnog vinograda

Zamjena baterija u sensorima nije uvijek jednostavna opcija, pogotovo kada se radi o velikim vinogradima pa se preporučuje upotreba obnovljivih izvora energije kao što su solarno napajanje ili piezoelektricitet ili se pak u sistem prenosa implementiraju napredni algoritmi za rutiranje saobraćaja koji na različite načine obezbjeđuju uštedu energije koju baterija troši prilikom komunikacije senzora sa okolinom primjenom nekih od radio tehnologija male snage kao što su WiFi, Bluetooth, ZigBee itd. [6-8]. Očitani podaci se periodično ili u realnom vremenu šalju do bazne stanice sistema gdje se vrši njihova agregacija i dovođenje u formu pogodnu za dalje prosleđivanje ka serveru i bazama podataka sistema. Podaci koji se dobiju akvizicijom su osnova za izvođenje što tačnijih analiza i prognoza te preduzimanje neophodnih i pravovremenih mjera za sprečavanje posljedica izazvanih negativnim uticajem pojedinih parametara. Zavisno od implementiranog sistema sam server nakon izvršene analize podataka može djelovati proaktivno šaljući odgovarajuće naloge aktuatorima na terenu kao što su: sistemi za navodnjavanje, sistemi za dogrijavanje, sistemi za povećanje vlažnosti, sistemi za aktiviranje pesticida itd. Odluka o aktiviranju aktuatora ili manuelno djelovanje na terenu može biti prepuštena i krajnjim korisnicima, tako što server prosleđuje alarme preko javne mobilne mreže na korisničke uređaje odgovornog lica koje na njih djeluje na način na koji okolnosti zahtijevaju [9].

Aktuatori na terenu mogu biti uređaji ili čitavi sistemi sa veoma različitim ulogama i načinima funkcionisanja. Primjena robota uvezanih u GPS sistem omogućava automatizaciju različitih aktivnosti kao što su suzbijanje korova, primjena pesticida, berba grožđa, zalijevanje i dogrijavanje.



**Slika 4.** Libelium remOT senzor <sup>4</sup>

Postoji veoma veliki broj sistema pametnih vinograda implementiranih od strane različitih proizvođača. Ovdje ćemo pomenuti nekoliko njih ilustracije radi.

Tracovino projekat je rezultat kooperacije nekoliko velikih kompanija koje proizvode visokotehnošku opremu (Ericsson, Intel, MyOmega System Technologies, Telenor Connexion) i implementacija sistema je izvršena na nekoliko velikih vinograda u Njemačkoj [10]. Sistem se sastoji iz solarno napajane bežične senzorske mreže, softverske platforme, komunikacionog dijela i aplikacija instalisanih na pametnim telefonima. Zahvaljujući pravovremenim informacijama o stanju zemljišta, biljke i ploda, temperature, blažnosti, UV zračenju i intenzitetu svjetlosti, uzgajivači grožđa mogu vršiti odgovarajuće analize i prognoze te donositi odluke o najboljem trenutku i intenzitetu odgovarajućeg djelovanja na terenu za suzbijanje negativnih uticaja.

Libelium sistemi preciznog vinogradarstva (Slika 4) su zasnovani na remOT tehnologijama i implementirani su u velikom broju španskih vinograda [11]. Španija je zemlja sa najvećim brojem vinograda u svijetu (pretpostavka je da ih ima preko 4000). Pored klimatskih promjena ozbiljan problem vinogradarstvu u Španiji predstavlja nedostatak radne snage zbog migracije stanovništva u gradove. Zbog toga je neophodno automatizovati što više faza u uzgoju grožđa i proizvodnji vina.

<sup>4</sup> <https://www.libelium.com/>

Prikupljeni podaci se šalju na svakih 15 minuta prema Microsoft Azure oblaku preko 4G javne mobilne mreže. Podaci sadrže informacije o temperaturi, vlažnosti, kvalitetu zemljišta, vjetru, vlažnosti lista i UV zračenju.



**Slika 5.** VINEBOT robot <sup>5</sup>

Testiraju se različita rješenja koja podrazumijevaju upotrebu robota opremljenih odgovarajućom opremom za akviziciju podataka ili aktivno djelovanje na terenu. Jedan od komercijalno raspoloživih sistema je VINBOT (*Vineyard Autonomous Mobile Robot*) [12]. Akviziciju podataka vrši mobilni robot opremljen sa open-source softverom, kamerama visoke rezolucije, 3D navigacijom, osnovnim sensorom, računarom za jednostavne funkcije, cloud-zasnovanom web aplikacijom i komunikacionim modulom (Slika 5). Roboti posjeduju autonomno napajanje koje je dovoljno za 8 sati aktivnog rada na terenu. Najvažniji podaci koji se dobijaju na ovaj način je odnos lišća i grožđa na čokotima (brzina akvizicije 1Ha/sat).

### 3. Pametne vinarije

Pametne vinarije podrazumijevaju upotrebu IoT tehnologija u svim procesima od trenutka dopremanja zrelog grožđa u vinariju do trenutka kada je vino spremno za komercijalnu upotrebu. Daljinski nadzor nad svim fazama proizvodnje vina omogućava blagovremeno reagovanje na sve nepravilnosti detektovane sensorima različitog tipa i pokretanje odgovarajućih aktuatora koji mogu u kratkom vremenu spriječiti negativne posljedice uočenih nepravilnosti i svesti mjerene parametre u željene granice [13].

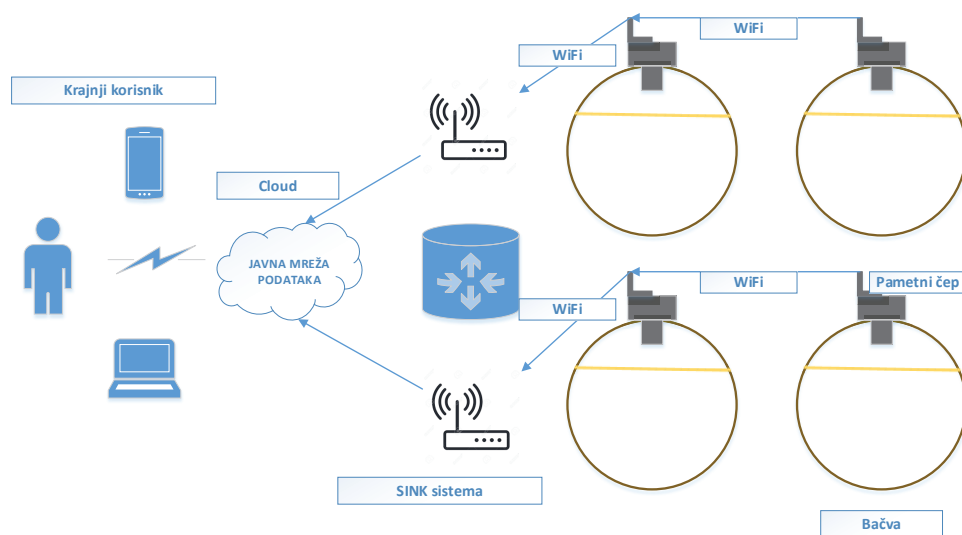
Nakon što je grožđe sazrelo, vrši se berba a potom utovar grožđa u kamione i prevoz do vinarije. IoT i u ovoj fazi ima značajnu ulogu. Čim se grožđe ubere i skine sa loze, proces propadanja počinje gotovo odmah. Kako bi se spriječilo ubrzano propadanje, grožđe se mora držati na hladnom, zbog čega se često bere noću i skladišti na mjestima zaštićenim od sunca. Nakon što je grožđe ubrano i pohranjeno u odgovarajuće posude, tovari se na kamione gdje se vrši nadzor nad uslovima pomoću senzorskih mjerenja stanja. Ako su vinogradi daleko od mjesta gdje se nalazi vinarija, što se često događa, praćenje uslova u kome se grožđe nalazi tokom transporta

<sup>5</sup> <https://www.agriculture-xprt.com/>

postaje od vitalnog značaja. Ako se pojavi bilo koji problem, senzor će to alarmirati u realnom vremenu.

Fermentacija grožđa tj. vrenje mošta je osnovna faza u procesu proizvodnje vina. To je faza koja nastupa nakon muljanja grožđa odnosno cijedenja mošta. U toku fermentacije, šećer se razlaže na razne spojeve a najviše na alkohol i ugljen dioksid (CO<sub>2</sub>). Ova dva spoja su, u stvari, najvažniji i osnovni produkti rada vinskog kvasca. Pored toga, alkohol je i osnovni sastojak vina, odnosno svakog alkoholnog pića, kroz proces alkoholne fermentacije. Pored ovih osnovnih produkata alkoholne fermentacije, stvara se, u znatno manjim količinama i čitav niz raznih drugih nepoželjnih spojeva, Konačan kvalitet vina je u dobroj mjeri određen tokom procesa fermentacije i stoga je za uspješnu proizvodnju vina visokog kvaliteta potrebno pažljivo praćenje i akvizicija informacija o procesnim uslovima i sastojcima. Temperatura fermentacije direktno utiče na kvalitet vina. Zbog toga je neophodno varijacije temperature tokom ovog procesa održavati u željenim granicama koje zavise od vrste vina koje želimo dobiti.

Oležavanje i dozrijevanje vina je faza u proizvodnji koja utiče na kvalitet i ukus konačnog proizvoda. Adekvatnim skladištenjem vina osiguravaju se uslovi koji su potrebni za dozrijevanje vina kao što su: temperatura, količina ugljen dioksida, vlaga i intenzitet svjetlosti u vinskim podrumima. Varijacija ovih parametara u vinskim podrumima je izuzetno štetna po kvalitet vina. Držanje parametara u strogim granicama osigurava nivo oksidacije neophodan za dostizanje optimalnog kvaliteta. Senzori detektuju svako i najmanje odstupanje od zadatih vrijednosti koje zavise prvenstveno od vrste uskladištenog vina. Blagovremena informacija omogućava reakciju koja će otkloniti nedostatak prije nego što dođe do oštećenja vina.



Slika 6. Sistem pametnih bačvi

Vina dozrijevaju u drvenim bačvama ili u inox posudama. Inox posude su praktičnije za upotrebu i održavanje ali drvene bačve garantuju bolji kvalitet vina, ukoliko se uslovi u njima održavaju na optimalnom nivou. Zbog toga je neophodno primijeniti neke od IoT tehnologija koje će to osigurati. Najpogodnija lokacija za postavljanje senzora je čep bureta. Ova tehnika

je poznata pod nazivom pametni čep (smart cork). Instalacijom odgovarajućeg pametnog čepa moguće je ispuniti sve bitne uslove za uspješnu primjenu IoT u fazi odležavanja vina [14]. Ni jedan dio pametnog čepa ne smije doći u fizički dodir sa vinom i svojim sjelovanjem ne smije mijenjati uslove koji vladaju u vinariji i unutar bačve. Sistem ne bi trebao svojom veličinom da zauzme više unutrašnjosti bačve nego što je to neophodno. Sistem mora biti jednostavan za instalaciju i održavanje, preferira se umrežavanje kroz bežičnu senzorsku mrežu. Bitno je da se u svakom trenutku jednostavno može provjeriti operativnost sistema.

Uobičajeno se mjere slijedeći parametri:

- Temperatura prostorije
- Vlažnost prostorije
- Intenzitet svjetlosti unutar bačve
- Nivo vina unutar bačve

Sistem mora pravovremeno detektovati i sva fizička oštećenja bačve kako bi se spriječilo curenje vina ili negativan uticaj uslova van bačve na vino. Svaka bačva bi trebalo da ima sopstveni vizuelni sistem za alarmiranje, najbolje u formi LED sijalice, pored alarmiranja u aplikaciji kojom se nadzire podrum. Na slici 6 je prikazana arhitektura sistema pametnih bačvi. Bačve su međusobno povezane WiFi ili ZigBee konekcijom a svi podaci se dostavljaju u sink gdje se vrši njihova agregacija i kroz javnu mrežu se krajnji korisnici obavještavaju o stanju u realnom vremenu. Pored toga svaka bačva ima autonomni sistem za vizuelno alarmiranje neregularnosti.

#### **4. Pametno flaširanje i distribucija vina**

Nakon što je završena faza odležavanja u bačvama potrebno je vino pretočiti u boce. Nekoliko dana prije punjenja boca vino se pretače iz drvenih bačvi u odgovarajuće posude namijenjene za punjenje boca. IoT sistem potom vrši nadzor nad brzinom punjenja boca, željenim nivoom punjenja, kvalitetom čepa, prisustvom bakterija u čepu, kvalitetom montaže čepa, postavljanjem etiketa i ako je potrebno automatskim pakovanjem boca u kutije.

Nakon flaširanja boce se mogu ponovo vratiti u skladišni prostor vinarije ili odmah pripremati za distribuciju.

Distribucija flaširanog vina do odredišta je takođe faza koja može nanijeti štetu kvalitetu vina ukoliko se ne vodi računa o uslovima prilikom transporta. Najvažniji parametri koje treba mjeriti su vlažnost i temperatura unutar prostora u kome se vino prevozi. Prevoz vina u zatvorenom prostoru, pogotovo u toku ljetnih dana kada su temperature visoke je veoma rizična faza distribucije. Preporučuje se stoga da se transport vrši u uslovima sa kontrolisanom temperaturom.

#### **5. Pametna konzumacija vina**

Ambalaža u kojoj se vino poslužuje krajnjem korisniku takođe može biti dio IoT priče. Klasične flaše se mogu nadograditi odgovarajućim tagovima koje kroz različite bežične tehnologije male snage omogućavaju povezivanje na Internet (Internet-connected wine bottles) ili se mogu

koristiti namjenske „pametne“ boce koje imaju već ugrađene tagove ili senzore. QR kodovi na bocama mogu povezivati korisnika sa aplikacijama koje daju sve potrebne informacije o vinu koje se koristi. Postoje čak i boce sa ugrađenim touch-screen dodatkom povezane na Internet [15]. Boce se preko WiFi povezuju sa globalnom mrežom a na dno boce se montira kertridž koji osigurava svježinu vina do 30 dana od otvaranja boce.

## **6. Zaključak**

Nekoliko je uzroka koje nameću potrebu za uvođenjem novih tehnologija u sve faze proizvodnje vina. Klimatske promjene, potreba za dobijanjem vina specifičnog kvaliteta i okusa, smanjenje troškova proizvodnje i udovoljavanje zahtjevima korisnika. U ovom radu su prikazane osnove pametnih vinograda i pametnih vinarije, koncepti na kojima su zasnovani i tehnologije koje se primjenjuju. Dat je pregled najvažnijih faza, od uzgoja grožđa do konzumacije vina, koje mogu imati značajne koristi od primjene novih tehnologija. Prikazani su neki primjeri iz prakse i naznačene ideje za dalji razvoj i unapređenje postojećih rješenja.



## LITERATURA

1. G. Popović, G. Đukanović, Razvoj poljoprivrede zasnovan na primjeni bežičnih senzorskih mreža, VII međunarodni naučni skup, Modeli razvoja-iskustva drugih i naše mogućnosti, EUBD, Brčko, april 2019.
2. OIV (2021) "World Wine Production Outlook", OIV First Estimates, International Organisation of Vine and Wine Intergovernmental Organisation, Report. [Online]. Available: <https://www.oiv.int>, Preuzeto: 22.03.2022.
3. A. Cravero, D. Lagos, R. Espinosa, Big Data / IoT Use in Wine Production: A Systematic Mapping Study, IEEE LATIN AMERICA TRANSACTIONS, VOL. 16, NO. 5, MAY 2018, 16(5):1476-1484
4. OECD/FAO (2021), OECD-FAO Agricultural Outlook 2021-2030, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/19428846-en>.
5. V. Bonneau, T. Ramahandry, Digital Transformation Monitor Smart vineyard: management and decision making support for wine producers, Report for the European Commission, Directorate-General Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs, October 2017.
6. G. Đukanović, G. Popović, D. Kanellopoulos, *Scaling complexity comparison of an ACO-based routing algorithm used as an IoT network core*, JITA – Journal of Information Technology and Applications 10(2020) 2:73-80, (UDC: 004.738.5:004.738.057.4), (DOI: 10.7251/JIT2002073DJ), December 2020
7. G. Popovic, G. Djukanovic, D. Kanellopoulos, *Cluster Head Relocation Based on Selfish Herd Hypothesis for Prolonging the Life Span of Wireless Sensor Networks*, Electronics 2018, Vol.7, Issue 12, 403
8. G. Đukanovic, G. Popović, *Ušteda energije u WSN upotrebom UAV i dinamičke arhitekture mreže*, XVII međunarodni naučno-stručni simpozijum INFOTEH-JAHORINA 2018, Vol.17
9. A. Medela, B. Cendon, L. Gonzalez , R. Crespo, I. Nevares, IoT Multiplatform Networking to Monitor and Control Wineries and Vineyards, Future Network & Mobile Summit 2013 Conference Proceedings Paul Cunningham and Miriam Cunningham (Eds) IIMC International Information Management Corporation, 2013.
10. Kudryashova, E. and Casetti, M. (2021) "The Internet of Things - the Nearest Future of Viticulture", AGRIS on-line Papers in Economics and Informatics, Vol. 13, No. 2, pp. 79-86.
11. New vineyard project developed with Libelium IoT platform on Agrotech, the app for crop management, powered by Efor and Ibercaja on Microsoft Azure, <https://www.libelium.com/>, Preuzeto 01.04.2022.
12. CM. Lopes, J. Graça, J. Sastre, M. Reyes, R. Guzmán, R. Braga, A. Monteiro, PA. Pinto, Vineyard yield estimation by vinbot robot - preliminary results with the white variety 'Viosinho'. In Proceedings 11th Int. Terroir Congress. Jones, G. and Doran, N.(eds.), pp. 458-463. Southern Oregon University, Ashland, USA. 2006.
13. S. Giordano, V. Verrastro, IoT TECHNOLOGIES IN VITICULTURE: INNOVATION AND SUSTAINABILITY. THE IOF PROJECT CASE STUDY, GeoProgress Journal, vol. 7, i. 1, 2020 - Ed. Geoprogess
14. E. Cañete, J. Chen, C. Martín, B. Rubio, Smart Winery: A Real-Time Monitoring System for Structural Health and Ullage in Fino Style Wine Casks. *Sensors*. 2018; 18(3):803.
15. Jacob Kastrenakes, Kuvée is trying to reinvent wine with a ridiculous Wi-Fi bottle, <https://www.theverge.com/>, Preuzeto 02.04.2022.

## AKRILAMID U HRANI

### Sažetak

Akrilamid nastaje tokom obrade hrane putem Maillardove reakcije između aminokiseline asparagina i redukujućih šećera na povišenim temperaturama u namirnicama biljnog porekla uključujući žitarice, kafu, bademe, masline i krompir. Godine 2002. akrilamid je klasifikovan kao potencijalno kancerogeno jedinjenje za ljude. Smanjenje sadržaja akrilamida moguće je kontrolisanjem sadržaja prekursora akrilamida i promenom procesa pripreme i proizvodnje. Nove Preporuke o praćenju nivoa akrilamida u hrani od strane Evropske komisije (EK) proširene su 2019. i obuhvataju revidiranu kategorizaciju prehrambenih proizvoda za potrebe praćenja.

**Ključne reči:** akrilamid u hrani, Maillard-ove reakcije

### Abstract

Acrylamide is arises during food processing via Maillard reaction between aminoacid asparagine and reducing sugars at elevated temperatures in plant-derived foods including cereals, coffees, almonds, olives and potatoes. In 2002, acrylamide was classified as a potentially carcinogenic compound for humans. Reductions in acrylamide content are possible by controlling the content of acrylamide precursors and changing the processes of preparation and production. The new Recommendation on the monitoring of acrylamide levels in food by the European Commission (EC) were extended in 2019. and includes a revised categorisation of food products for monitoring purposes.

**Key words:** acrylamide in food, Maillard reaction

### UVOD

Još je 1997. godine utvrđeno da radnici u Švedskoj koji su učestvovali na izgradnji železničkog tunela, imaju visok nivo akrilamida u krvi (0,07-17,7 nmol/g hemoglobina). Ova koncentracija akrilamida u krvi radnika je premašila najveći nivo izloženosti pri kojoj nema štetnih efekata po zdravlje [1]. Ovi rezultati su podstakli dalja istraživanja budući da je akrilamid klasifikovan kao potencijalno kancerogena supstanca od strane međunarodne Agencije za istraživanje kancera (IRAC, International Agency for Research on Cancer) [2,3]. Kako ispitivanja o poreklu akrilamida u krvi radnika nisu potvrdila korelaciju između izloženosti i koncentracije akrilamida u krvi radnika, pretpostavlja se da je hrana koju su konzumirali radnici mogući izvor akrilamida u njihovoj krvi [4,5]. Pacovi hranjeni hranom koja je tretirana prženjem pokazuju višestruki porast sadržaja akrilamida u hemoglobin, a utvrđena je i korelacija sadržaja akrilamida u prženoj hrani sa povećanjem njegovog nivoa u hemoglobinu pacova hranjenih ovako termički obrađenom hranom [6].

<sup>1</sup> Visoka škola strukovnih studija za obrazovanje vaspitača i trenera, Subotica, Srbija

## **FIZIČKO HEMIJSKE OSOBINE**

Akrilamid je organsko jedinjenje male molekulske mase (71,08 g/mol), specifičnog mirisa i visoke rastvorljivosti u vodi (216 g/100 g vode na 30°C). Posедуje amidnu grupu i vinil dvostruku vezu koja omogućava širok spektar reakcija uključujući i nukleofilne reakcije koje su od značaja u biološkim sistemima. Amidna grupa omogućava hidrolizu, dehidraciju i kondenzaciju sa aldehidima, dok vinilna dvostruka veza reaguje sa amonijakom, alifatičnim aminima, fosforom, hlorom, bromom, bisulfima, proteinima [7].

## **NASTAJANJE AKRILAMIDA**

Glavni mehanizam nastajanja akrilamida u termički tretiranoj hrani iz asparagina sa redukujućim šećerima u Maillard-ovoj reakciji, opisali su Stadler i sar. [8] i Mottram i sar. [9] tokom 2002. godine. Mottram i sar. su pokazali da akrilamid nastaje na temperaturama iznad 100°C u prisustvu amino kiseline asparagina. Osim ovog načina nastanka akrilamida, oni su prikazali i mogući put nastanka akrilamida iz akroleina i akrilne kiseline.

## **AKRILAMID U HRANI**

Akrilamid je prisutan u proizvodima od žitarica (hleb, peciva), krompira (čips, pomfrit), kafi, duvanskom dimu i dr. [10]. Procena Stručnog komiteta za aditive u hrani (JECFA, Expert Committee on Food Additives) je da prosečan unos akrilamida ne sme da prelazi 2,0 µg/kg telesne mase na dan [11].

Utvrđeno je da fruktoza povećava prinos akrilamida u odnosu na glukozu [12] i to za 50%. Učesće saharoze u sintezi akrilamida je uslovljeno hidrolizom ovog neredukujućeg disaharida kao preduslov za naknadnu reakciju njenih komponenti glukoze i fruktoze [13]. Metionin je jedina aminokiselina koja nije dala prinose akrilamida nakon zagrevanja sa redukujućim šećerima.

Kako se akrilamid stvara tokom Maillard-ove reakcije, sadržaj vlage u matriksu je veoma važan faktor [7]. Utvrđeno je da nizak nivo vode u matriksu povećava prinos akrilamida u namirnici, a da samo intenzivno zagrevanje i isparavanje vode dovodi do povećanog prinosa akrilamida. Iako pekarski proizvodi predstavljaju osnovnu hranu u većini zemalja, utvrđeno je da u njima tokom termičkih tretmana dolazi do formiranja akrilamida, hidroksimetilfurfurola i njihovih derivata [14].

Nivo referentne vrednosti prisustva akrilamida za meki hleb na bazi pšenice iznosi 50 µg/kg, a za meki hleb koji nije na bazi pšenice 100 µg/kg [15]. Količina akrilamida kod termički obrađene hrane, gde spadaju i pekarski proizvodi, zavisi od niza faktora kao što su: koncentracija prekursora, njihov odnos, kvalitet brašna (stepen izmeljavanja), uslovi fermentacije, vrsta termičkog tretmana (pečenje, prženje, tostiranje), temperatura i vreme trajanja termičkog tretmana, pH vrednost, sadržaj vode i aditiva [14].

Koncentracija asparagina kod žitarica zavisi od uslova uzgoja, genetike, kao i interakcije ova dva faktora [16]. Manje količine sumpora u zemljištu dovode do povećanja količine asparagina kod žitarica [17] pa bi izbegavanje nedostatka sumpora tokom uzgoja pšenice mogao biti ključni faktor za ublažavanje sadržaja akrilamida u krajnjim proizvodima [16]. Sadržaj asparagina koji se najvećim delom nalazi u mekinjama žitarica, predstavlja ograničavajući faktor za formiranje akrilamida u hlebu. Dakle, integralne vrste hleba, koje imaju visok udeo vlakana, imaće i viši sadržaj akrilamida. Kraće vreme fermentacije u odnosu na dužu fermentaciju dovodi do smanjenja sadržaja akrilamida za 87% kod integralnog hleba [18].

Vrsta i količina sredstva za dizanje testa takođe mogu uticati na krajnju koncentraciju akrilamida u proizvodu. Za amonijum-hidrogenkarbonat je potvrđeno da podstiče stvaranje, dok korišćenje natrijum-hidrogenkarbonata smanjuje sadržaj akrilamida prilikom proizvodnje medenjaka [19].

Dodatak limunske, mlečne ili askorbinske kiseline može smanjiti nivo akrilamida u pekarskim proizvodima, snižavanjem pH vrednosti. Upotrebom bakterija mlečnokiselinskog vrenja, u fazi fermentacije, prilikom proizvodnje hleba moguće je smanjiti sadržaj akrilamida i do 75%; ovo smanjenje je takođe rezultat snižavanja pH vrednosti [14].

U cilju smanjenja količine akrilamida u krompirovom čipsu, preporučuje se korišćenje sorti sa manjim udelom redukujućih šećera, tj. da nivo redukujućih šećera u krompiru bude niži od 0,7 g/kg. Kontrolisani uslovi skladištenja (temperatura >6°C i relativna vlažnosti 85-90%) neophodni su kako ne bi došlo do povećanja nivoa redukujućih šećera u krompiru. Namakanje blanširanih štapića krompira (75 °C, 10 min) u rastvor asparaginaze pri 40 °C tokom 20 minuta za 30% smanjuje nivo akrilamida tokom procesa prženja. Asparaginaza je enzim koji razgrađuje prekursori asparagin bez nepoželjnog uticaja na ukus i izgled krajnjeg proizvoda [17].

Kafa spada u najpopularnija pića na svetu zbog svojih senzornih karakteristika, stimulativnog dejstva kofeina, kao i prisustva bioaktivnih komponenti koje blagotvorno utiču na zdravlje ljudi. Kvalitet kafe zavisi od: izbora sirovine, procesa prženja, uslova skladištenja i metode ekstrakcije koje su drugačije u različitim podnebljima u kojima se kafa konzumira. Organoleptička svojstva konačnog proizvoda, kafe, najviše zavise od procesa prženja. Ovaj termički proces zahteva vrlo visoke temperature, što uzrokuje nastanak toksičnih komponenti, kao što je i akrilamid [20]. Prema Pravilniku o maksimalnim koncentracijama određenih kontaminanata u hrani, nivoi referentnih vrednosti prisustva akrilamida su za prženu kafu 400 µg/kg, a za instant (rastvorljivu) kafu 850 µg/kg. Zamene za kafu imaju sledeće nivoe referentnih vrednosti: zamene za kafu isključivo na bazi žitarica 500 µg/kg, zamene za kafu na bazi mešavine žitarica i cikorijske – u obzir se uzima razmera sastojaka kako bi se odredio nivo referentne vrednosti, zamena za kafu na bazi cikorijske 4000 µg/kg [15].

Dosadašnja istraživanja govore o različitim mogućim mehanizmima i prekursorima za formiranje akrilamida u prženoj kafi:

- slobodne aminokiseline i redukujući šećeri koji učestvuju u Maillard-ovim reakcijama;
- dekarboksilacija i deaminacija asparagina;
- reakcija između amonijaka i akreloina ili akrilne kiseline (razgradnja lipida);
- 5-hidroksimetilfurfural i slobodni asparagin putem Maillard-ovih reakcija;
- pirolitičke reakcije [20].

Tokom Maillard-ovih reakcija formira se i veliki broj isparljivih i neisparljivih aromatičnih jedinjenja, koja daju smeđu boju (malanoidini), a odgovorna su za identitet i kvalitet kafe zbog čega su i poželjna [21]. Pored toga, otkrivena su i jedinjenja sa antioksidativnom aktivnošću među produktima ovih reakcija [22]. Da bi se dostigao nizak nivo akrilamida, prilikom proizvodnje i pripreme kafe, potrebno je:

- odabrati kvalitetnu zelenu kafu, uklanjajući oštećena zrna;
- preferirati Arabica u odnosu na Robusta sorte ili da u mešavini bude veći procenat Arabica sorte;
- da se prži na najvišem toplotnom inputu („veoma tamni“ stepen)
- da se preferira priprema kratke kafe u odnosu na duže [20].

Ispitivanja Raters-a i Matissek-a [23] iz 2018. godine su pokazala da poluproizvodi od kakaa imaju veći nivo akrilamida (srednja vrednost 190 µg/kg), u proseku, nego kakao i čokoladni proizvodi (srednja vrednost 50 µg/kg). Kod ovih proizvoda do stvaranja akrilamida može doći putem procesa pečenja kakao zrna (na temperaturama od 100–160 °C). Nepržena kakao zrna sadrže prosečno 70 µg/kg akrilamida dok poluproizvodi koji se dobijaju nakon procesa prženja kakao zrna sadrže veće količine akrilamida (kako lom 200µg/kg, kakao prah 180 µg/kg, a kakao masa 210µg/kg), kao što je i predviđeno, dok kakao buter nije sadržao akrilamid.

Ispitivanja sadržaja akrilamida kod različitih vrsta čokolade pokazala su da mlečna čokolada ne sadrži akrilamid (tj. manje od 30 µg/kg, jer je to prag detekcije metode koja je

korištena u analizi), a čokolade sa dodatkom voća sadrže <40 µg/kg akrilamida. Ostale vrste čokolada sadržale su veće količine akrilamida, a najveće kontaminacije akrilamidom utvrđene su kod čokolada sa bademima što se može pripisati visokoj količini asparagina (980 – 6420 µg/kg) u njima.

Prema rezultatima ispitivanja koja su sproveli Nematollahi A. i sar. [24] nivo akrilamida u prženim orašastim plodovima i semenkama varira između 33,36 i 250,90 µg/kg. Najveća srednja vrednost akrilamida je pronađena u pečenom bademu u koncentraciji 176,88 µg/kg, a najmanja količina akrilamida je otkrivena u pečenom lešnika u koncentraciji 90,61 µg/kg.

Kalifornijski stil je jedan od najčešće korišćenih postupaka prerade, a masline tretirane ovom tehnikom su najkomercijalizovaniji proizvod. Tokom ovog postupka masline su podvrgnute ekstremnim temperaturama u procesu sterilizacije što podstiče stvaranje akrilamida. Utvrđene su značajne količine akrilamida, pogotovo kod crnih zrelih maslina, dok je kod zrelih zelenih maslina utvrđena niža koncentracija ovog toksičnog jedinjenja. Ispitivanjem postupaka za smanjenje količine akrilamida kod maslina Vertedor i sar. [25], su zaključili da sirove masline treba brati dok su još u zelenoj fazi, prati ih vodom temperature 25 °C najmanje 45 minuta, a najbolje 2 h pre procesa tretiranja baznim rastvorom jer se na taj način smanjuje koncentracija prekursora i može se kontrolisati dodatak aditiva poput CaCl<sub>2</sub> i NaCl jer sprečavaju difuziju akrilamida u vodeni rastvor. Masline sa košticom u odnosu na one bez koštica ili narezane, sadrže veću količinu akrilamida zbog manje dodirne površine koja smanjuje difuziju akrilamida u salamuri te se preporučuje pranje maslina pre konzumiranja.

## REGULATIVA

Evropska agencija za sigurnost hrane (EFSA) je 2015. godine objavila Izveštaj o akrilamidu u hrani u kome se navodi i koje grupe namirnica najviše doprinose unosu akrilamida kod različitih populacionih grupa. Deca i adolescenti najviše unose akrilamid konzumiranjem prženih krompira (51% od ukupnog unosa akrilamida), a populacija odraslih i starijih osoba takođe putem ove hrane unese najveću količinu akrilamida, 49%. Populacija odraslih 23% od ukupnog unosa akrilamida unese putem kafe (instant i pržene) [26].

2017. godine usvojena je Uredba Evropske komisije 2158, koja definiše mere za smanjenje rizika u kojima se primenjuje takozvani ALARA (As Low as Reasonably Possible) princip odnosno smanjenje prisustva akrilamida na najmanji mogući nivo. Subjekti u poslovanju hranom moraju da uvedu referentne vrednosti akrilamida kao i mere za smanjenje rizika u svoje HACCP planove. Uredbom je definisano na koju hranu se odnosi: pomfrit i čips, hleb, pekarski proizvodi, kafa i zamene za kafu, žitarice i hrana za bebe i decu na bazi žitarica [27].

Vodič o strategiji smanjenja udela akrilamida u određenim kategorijama hrane [28] predstavlja rezultat višegodišnje saradnje između prehrambene industrije i nacionalnih vlasti Evropske unije u cilju istraživanja puteva formiranja akrilamida kao i potencijalnih operacija u cilju smanjenja ovog toksikanta. U njegovom najnovijem izdanju iz 2019. godine svi parametri pomoću kojih se može uticati na nivo akrilamida u hrani su razvrstani u 4 grupe i posebno navedeni za različite kategorije proizvoda. Grupe parametara su sledeće: agronomski aspekt sirovine (izbor sorti sa manjim udelom asparagina i redukujućih šećera), receptura, uslovi procesa prerade i završna priprema od strane krajnjeg korisnika [28].

Najnovija preporuka Evropske Komisije (2019/1888) za praćenje namirnica sa visokim koncentracijama akrilamida sadrži spisak hrane za praćenje prisutnosti akrilamida:

- proizvodi od krompira (rosti, kroketi, zapečeni krompir i povrće, jela od krompira i mesa, jela od sira i mesa);
- pekarski proizvodi (peciva za hamburger, peciva od integralnog brašna, mlečna peciva, lepinje, meksičke tortilje, kroasani, krofne, posebne vrste hleba, palačinke, hrskavi keksi od tankih traka testa prženi u ulju, čuros);

- proizvodi od žitarica (rižini krekeri, kukuruzni krekeri, snek proizvodi od žitarica, hrskavi musli sa medom);
- ostalo (biljni čips/pomfrit, prženi orašasti plodovi, pržene uljarice, sušeno voće, prženi kakao u zrnu i proizvodi od kaka, masline u salamuri, zamene za kafu-osim na bazi cikoriije i žitarica, mlečni karamel, karamel, nugat) [29].

U Srbiji je trenutno na snazi Pravilnik o maksimalnim koncentracijama određenih kontaminanata u hrani koji je usaglašen sa propisima Evropske Unije [15].

### **UTICAJ NA ZDRAVLJE**

Zbog male molekulske mase, akrilamid se lako apsorbuje. U ćelijama se uz citohrome P 450 biotransformiše u glicidamid, koji deluje genotoksično [30]. Amesovim testom mutagenosti, dokazano je da akrilamid nema mutageno dejstvo, ali je njegovom biotransformacijom u glicinamid došlo do pozitivnog rezultata na mutagenost. Iako studije nisu pokazale korelaciju između povećanog unosa termički tretiranih namirnica i učestalosti malignih bolesti, akrilamid se i dalje nalazi na listi potencijalno kancerogenih jedinjenja. Zbog svog štetnog dejstva, potrebno je smanjiti prisustvo akrilamida u hrani koja u sirovom stanju sadrži njegove prekursore.

### **ZAKLJUČAK**

Akrilamid nastaje pri visokim temperaturama tokom procesa pripreme hrane kao što su prženje i pečenje, a nije prisutan u termički neobrađenoj hrani kao ni kod namirnica koje se kuvaju. Agrotehničkim merama kao i modifikovanjem procesa pripreme i proizvodnje određenih prehrambenih proizvoda, moguće je smanjiti nivo akrilamida u krajnjim proizvodima.

## LITERATURA

1. Hagmar L, Törnqvist M, Nordander C, Rosén I, Bruze M, Kautiainen A, et al. Health effects of occupational exposure to acrylamide using hemoglobin adducts as biomarkers of internal dose. *Scand J Work Environ Heal*. 2001;27(4):219–26.
2. IARC Monographs on the evaluation of carcinogen risk to humans [Internet]. 2011. Available from: <http://monographs.iarc.fr>
3. (SNFA) SNFA. Information about acrylamide in food [Internet]. Swedish National Food Administration (SNFA). Available from: <http://www.slv.se>
4. Tareke E, Rydberg P, Karlsson P, Eriksson S, Törnqvist M. Analysis of acrylamide, a carcinogen formed in heated foodstuffs. *J Agric Food Chem*. 2002;50(17):4998–5006.
5. Granvogl M, Wieser H, Koehler P, Von Tucher S, Schieberle P. Influence of sulfur fertilization on the amounts of free amino acids in wheat. Correlation with baking properties as well as with 3-aminopropionamide and acrylamide generation during baking. *J Agric Food Chem*. 2007;55(10):4271–7.
6. Tareke E, Rydberg P, Karlsson P, Eriksson S, Törnqvist M. Acrylamide: A cooking carcinogen? *Chem Res Toxicol*. 2000;13(6):517–22.
7. Delević V. Ispitivanje uticaja termičkog tretmana na nastajanje akrilamida u namirnicama sa visokim sadržajem skroba primenom unapređene metode gasne hromatografije. Univerzitet u Beogradu; 2015.
8. Stadler RH, Blank I, Varga N, Robert F, Hau J, Guy PA, et al. Food chemistry: Acrylamide from Maillard reaction products. *Nature*. 2002;419(6906):449–50.
9. Mottram DS, Wedzicha BL, Dodson AT. Acrylamide is formed in the Maillard reaction. *Nat* 2002 4196906 [Internet]. 2002 Oct 3 [cited 2022 Jan 23];419(6906):448–9. Available from: <https://www.nature.com/articles/419448a>
10. Update on acrylamide levels in food from monitoring years 2007 to 2010. *EFSA J*. 2012;10(10).
11. Proposed Draft Code of Practice for the Reduction of Acrylamide in Food. CX/CF 01/1/15. [Internet]. FAO/WHO. 2007. Available from: [http://www.fao.org/codex/ccc/f2/cf02\\_07e.pdf](http://www.fao.org/codex/ccc/f2/cf02_07e.pdf)
12. Biedermann M, Noti A, Biedermann-Brem S, Mozzetti V, Gob K. Experiments on acrylamide formation and possibilities to decrease the potential of acrylamide formation in potatoes. *MittLebensmHyg*. 2002;93:668–87.
13. Yaylayan VA, Wnorowski A, Perez Locas C. Why Asparagine Needs Carbohydrates To Generate Acrylamide. *J Agric Food Chem* [Internet]. 2003 Mar 12 [cited 2022 Jan 20];51(6):1753–7. Available from: <https://pubs.acs.org/doi/full/10.1021/jf0261506>
14. Sarion C, Codină GG, Dabija A. Acrylamide in bakery products: A review on health risks, legal regulations and strategies to reduce its formation. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(8).
15. Ministarstvo poljoprivrede šumarstva i vodoprivrede. Pravilnik o maksimalnim koncentracijama određenih kontaminanata u hrani. Službeni glasnik Republike Srbije; 2019.
16. Curtis TY, Halford NG. Reducing the acrylamide-forming potential of wheat. *Food Energy Secur*. 2016;5(3):153–64.
17. Badanjak Sabolović M, Rimac Brnčić S. Utjecaj procesa pripreme na udio akrilamida u prerađenoj hrani. *Hrvat časopis za prehrambenu Tehnol Biotehnol i Nutr*. 2016;11(1–2):79–84.
18. Keramat J, LeBail A, Prost C, Jafari M. Acrylamide in Baking Products: A Review Article. *Food Bioprocess Technol*. 2011;4(4):530–43.
19. Amrein TM, Schönabächler B, Escher F, Amadò R. Acrylamide in gingerbread: Critical factors for formation and possible ways for reduction. *J Agric Food Chem*. 2004;52(13):4282–8.
20. Schouten MA, Tappi S, Romani S. Acrylamide in coffee: formation and possible mitigation strategies—a review. *Crit Rev Food Sci Nutr* [Internet]. 2020;60(22):3807–21. Available from: <https://doi.org/10.1080/10408398.2019.1708264>
21. Stadler RH, Scholz G. Acrylamide: An update on current knowledge in analysis, levels in food, mechanisms of formation, and potential strategies of control. *Nutr Rev*. 2004;62(12):449–67.
22. Hečimović I, Belščak-Cvitanović A, Horžić D, Komes D. Comparative study of polyphenols and caffeine in different coffee varieties affected by the degree of roasting. *Food Chem*. 2011;129(3):991–1000.

23. Raters M, Matissek R. Acrylamide in cocoa: a survey of acrylamide levels in cocoa and cocoa products sourced from the German market. *Eur Food Res Technol* 2018 2448 [Internet]. 2018 Feb 19 [cited 2022 Jan 26];244(8):1381–8. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00217-018-3051-2>
24. Nematollahi A, Kamankesh M, Hosseini H, Hadian Z, Ghasemi J. Investigation and determination of acrylamide in 24 types of roasted nuts and seeds using microextraction method coupled with gas chromatography – mass spectrometry : central composite design. *J Food Meas Charact* [Internet]. 2020; Available from: <https://doi.org/10.1007/s11694-020-00373-9>
25. Martín-Vertedor D, Fernández A, Mesías M, Martíne M, Díaz M, Martín-Tornero E. Industrial strategies to reduce acrylamide formation in californian-style green ripe olives. *Foods*. 2020;9(9).
26. Benford D, Ceccatelli S, Cottrill B, DiNovi M, Dogliotti E, Edler L, et al. Scientific Opinion on acrylamide in food. *EFSA J* [Internet]. 2015 Jun 1 [cited 2022 Jan 21];13(6):4104. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.2903/j.efsa.2015.4104>
27. EU. Commission Regulation (EU) 2017/2158: establishing mitigation measures and benchmark levels for the reduction of the presence of acrylamide in food. *Off J Eur Union* [Internet]. 2017;L 304(315):24–44. Available from: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017R2158&from=EN>
28. Food Drink Europe Acrylamide ToolBox. Acrylamide toolbox 2019. *EFSA J*. 2019;13(6):1–68.
29. European Commission. Commission Recommendation (EU) 2019/1888 of 7 November 2019 on the monitoring of the presence of acrylamide in certain foods. *Off J Eur Union* [Internet]. 2019;(L 290):31–3. Available from: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=OJ%3AL%3A2019%3A290%3ATOC>
30. Törnqvist M. Acrylamide in food: The discovery and its implications - A historical perspective. *Adv Exp Med Biol*. 2005;561:1–19.



## OVČARSTVO I ISHRANA KRMNIM BILJEM U POLJOPRIVREDNOJ PROIZVODNJI

### Sažetak

Ovčarstvo je grana stočarstva koja se bavi uzgojem ovaca i njihovim iskorišćavanjem radi dobijanja vune, mleka i mesa. Najpoljovnjiji tereni za ovčarstvo su pašnjaci i livade, sa dosta izvora pitke vode. Glavni cilj i zadatak dugoročnog razvoja ovčarstva je povećanje usvajanja robne proizvodnje na farmama koje će po obimu i kvalitetu proizvoditi robu za domaće i inostrano tržište. Opšta tendencija promjena i razvitka ovčarstva biće usmjerena na koncentraciju zemljišta i drugih proizvodnih kapaciteta u veće proizvodne jedinice, na specijalizaciju gazdinstva, primjenu savremenih tehnoloških postupaka u cilju unaprjeđenja proizvodnje i kvaliteta mlijeka i mesa, kao i višestrukog povećanja produktivnosti instaliranih kapaciteta i rada na gazdinstvima. Rekonstrukcija i razvoj ovčarstva odvijaće se kroz znatno povećanje proizvodnje po grlu i jedinici poljoprivredne površine koje su danas na veoma niskom nivou. Za to se predviđa duže vrijeme, znatna i kvalitetna sredstva, podizanja nivoa znanja proizvođača, razvoj stručnih i naučnih službi i drugih aktivnosti. Takođe, pravilnim načinom iskorištavanja travnjaka pri proizvodnji krmnog bilja postiže se kompletnije usvajanje stvorenih hranjivih materija na travnjacima od strane stoke (ovaca), zatim se poboljšava produkcija i kvalitet krme, floristički sastav, dužina korišćenja travnjaka i dr. Osnovni problem u ishrani ovaca je da se tačno definiše namjena životinje koja će biti hranjena kao i intenzitet njenog iskorištavanja. Od namjene grla zavisi kako će ono biti hranjeno a od ishrane zavisi koliko će se planovi odgajivača ostvariti. Za svaki dio proizvodnog ciklusa ovce postoji optimalan nivo ishrane, koji obezbjeđuje održanje njenih produktivnih funkcija i omogućava proizvodnju. Od posebnog značaja kod ovaca je priprema za oplodnju. Ona se ostvaruje držanjem ovaca neposredno prije i u toku parenja na pašnjacima odličnog kvaliteta.

**Ključne riječi:** ovčarstvo, stočne farme, krmno bilje, poljoprivredna proizvodnja

## SHEPHERD AND FOOD FEEDINGS IN AGRICULTURAL PRODUCTION INTRODUCTION

### Abstract

Sheep farming is a branch of animal husbandry that deals with sheep breeding and their use for wool, milk and meat. The most cultivated terrains for sheep breeding are pastures and meadows, with many sources of drinking water. The main goal and task of the long-term development of sheep breeding is to increase the adoption of commodity production on farms that will produce goods for domestic and foreign markets in terms of volume and

<sup>1</sup> Evropski univerzitet Brčko distrikt BiH

<sup>2</sup> Evropski univerzitet Brčko distrikt BiH

<sup>3</sup> Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad Srbija

quality. The general tendency of changes and development of sheep breeding will be focused on concentration of land and other production capacities in larger production units, specialization of farms, application of modern technological procedures in order to improve production and quality of milk and meat, as well as multiple productivity of installed capacities and work on farms. Reconstruction and development of sheep breeding will take place through a significant increase in production per head and unit of agricultural area, which are at a very low level today. Long-term and high-quality funds, raising the level of knowledge of producers, development of professional and scientific services and other activities are envisaged for that. Also, the correct way of using grassland in the production of fodder plants achieves a more complete absorption of nutrients on grassland by livestock (sheep), then improves the production and quality of feed, floristic composition, length of use of grassland, etc. The main problem in sheep nutrition is to accurately define the purpose of the animal to be fed as well as the intensity of its use. The purpose of the head determines how it will be fed, and the number of breeders' plans depends on the diet. For each part of the sheep's production cycle, there is an optimal level of nutrition, which ensures the maintenance of its productive functions and enables production. Of special importance in sheep is the preparation for fertilization. It is achieved by keeping sheep just before and during mating on pastures of excellent quality.

**Key words:** sheep breeding, livestock farms, fodder plants, agricultural production

## Uvod

Livade i pašnjaci zauzimaju oko 29,764.600 km<sup>2</sup> što iznosi oko 20 % kopna Zemlje, dok je svega 14,882.200 km<sup>2</sup> pod njivskim okopavinama. U ovu površinu ulaze i minimalne površine njivskih krmnih usjeva koje čine svega oko 892.930 km<sup>2</sup> ili oko 6 % oranica. Prema ovim podacima ukupna površina za proizvodnju krmnog bilja iznosi 30,656.000 km<sup>2</sup> ili 20,60 % Zemljinog kopna (Mišković B., 1986). Pri povoljnoj poljoprivrednoj proizvodnji, ove površine bi značile postojanje ogromne i razvijene stočarske proizvodnje u svijetu, međutim ove površine sačinjavaju prirodne livade i pašnjake, vrlo niske i kvalitetno slabe proizvodnosti krmnog bilja, odnosno ispaše (Mišković B. 1986).

Prirodni travnjaci čine osnovni izvor kabaste stočne hrane, uglavnom sijena i paše. Iako se veoma mali dio poljoprivrednih površina (oko 6,53 %) koristi za proizvodnju krme u njivskim uslovima, ipak se na ovaj način obezbeđuje veliki dio kabaste stočne hrane (oko 27,0-28,0 %) od ukupnih potreba. Ukupne površine pod prirodnim travnjacima su u direktnoj zavisnosti od prirodnih faktora ( klimatskih i geografskih) gdje je prinos sijena sa livada veoma nizak (2310 kg/ha), a zasnavanjem kulturnih travnjaka postižu se prinosi preko 12.000 kg/ha kvalitetnog sijena (Mišković B. 1986). Travnjaci u svijetu obuhvataju 67 % ukupnih obradivih površina i danas pokrivaju 40 % zemljine površine (Mijatović M. 1977).

Slika br. 1. Domaća rasa ovce- Pramenka.



Prema najnovijim izvještajima površine pod travnjacima u svijetu se smanjuju i sve više opada njihova sposobnost za održavanje života biljaka, životinja i ljudi (WRI. Programme, 2004.).

Domaće životinje (ovce) odlično iskorištavaju hranu biljnog porijekla, koja je i osnov ishrane, u proizvode visoke hranjive vrijednosti. Za obezbjeđenje i dobro organizovanu ishranu, a u vezi s tim i za efikasnu stočarsku proizvodnju, neophodno je poznavanje osobina pojedinih hraniva i njihove upotrebne vrijednosti, a zatim i poznavanje potreba ovaca i njihovih mogućnosti u konzumiranju i iskorištavanju hrane (Todorović J., Božić D., 1995.). Za davanje preporuka u ishrani ovaca nije dovoljno poznavati samo hemijski sastav hrane, sastav tijela životinja i proizvoda, nego je potrebno znati i svarljivost pojedinih hraniva i materija, jer se samo svarene i resorbovane materije koriste u proizvodnji (Todorović J., Božić D., 1995.).

Uspjeh u ovčarskoj proizvodnji zavisi od niza faktora. Ekonomika proizvodnje direktno zavisi od ishrane ovaca, kvaliteta hrane, kao i od uslova u kojima se životinje odgajaju.

Pravilna ishrana i nauka o ishrani ovaca daje veliki doprinos ovčarstvu, utiče na nivo proizvodnje, ali i na smanjenje utroška hrane po jedinici proizvoda i konačno na veću produktivnost i održivost ovčarstva.

Ishrana je jedno od centralnih pitanja u ovčarstvu i direktno je povezana sa ekonomikom proizvodnje. Način ishrane i držanja ima veliki uticaj na rast, razvoj i vitalnost, a takođe i na zdravlje i produktivnost ovaca. U zavisnosti od prirodnih faktora na nekom području, postoje i različiti sistemi gajenja ovaca te proizvođačima u različitim prirodno-ekonomskim zonama ne možemo preporučiti isti sistem gajenja ovaca. Prilikom pravljenja režima držanja i ishrane treba imati na umu sve faktore koji utiču na organizam životinje (svjetlost, temperatura, vlažnost vazduha, količina padavina, promjena u pritisku i strujanje vazduha) i stepen njihovog uticaja regulisati, odnosno prilagoditi životinjama putem pravilnog držanja ( Radivojević S. 2017). Ovo je jedan od najvažnijih faktora uspjeha u ovčarstvu a posebno kod intenzivnog sistema gajenja.

## Držanje ovaca na pašnjacima

Držanje ovaca na pašnjacima i drugim vrstama ispaše, prije svega korištenje biljnih ostataka na njivama posle skidanja usjeva, može da predstavlja najrentabilniji način držanja. Naime, za ispašu se po pravilu koriste površine, koje bi se inače veoma teško iskorištavale na bilo koji drugi način, (Vučković S. 2004), dok je korištenje biljnih ostataka ili ostataka plodova na njivama jedino moguće preko ovaca. Poznato je, da ovce vrlo uspješno održavaju određene površine u pogledu biljnih populacija, prije svega sprječavanja razvoja korova.

Broj ovaca, koji se može da drži na nekoj površini pašnjaka ili ispašišta zavisi na prvom mjestu od toga, koja se količina hrane može da očekuje na toj površini. Prinos hrane izražen u hranljivim jedinicama svakako je najvažniji faktor određivanja broja grla po površini kao i stanje trave, odnosno ukupan prinos po godinama može u značajnoj mjeri da varira. Značajno je istaći da leguminoze a naročito žuti zvjezdan zahvaljujući svojim biološkim osobinama, koristi se za podizanje sijanih travnjaka u planinskom području gdje predstavlja najvažniju leptirnjaču (Vučković S. 2004), i gdje uz pravilnu agrotehniku daje dobar prinos sijena i sjemena (Stevanović P. i sar., (2015a). Takođe, kao krmna kultura može da se koristi kao čist usjev ili smješa sa drugim krmnim kulturama za ispašu stoke (ovaca) ili konzervisana u vidu sijena ili silaže (Stevanović P. i sar., (2015b).

Drugi faktor je vezan za ovce, i to za njihovu prosječnu tjelesnu masu, a zatim za prosječan broj jagnjadi po ovci. Najmanji broj jagnjadi se kreće oko 1,1 po ovci, dok je on u proseku oko 1,3. Rjeđe se sreću stada sa prosječnim brojem jagnjadi od 1,5 ili više po ovci. Na osnovu osnovnih faktora, koji utiču na broj ovaca po površini, smatra se da se po jednom hektaru livada može da drži u prosjeku između 5 i 20 ovaca, uključujući i sav podmladak. Niži pašnjaci, pogotovo oni u ravnicama, mogu da obezbjede dovoljnu količinu hrane za ispašu najmanje 12 do 15 ovaca sa podmlatkom.

Iskorištavanje hrane na pašnjacima mora da bude prilagođeno porastu trave u toku godine. Poznato je da je najveći porast hrane u toku mjeseca maja, a potom juna. U toku aprila, a zatim jula i avgusta porast trave je već značajno umanjen, dok u septembru opada na jedva 40% u odnosu na porast u toku maja. Prirast trave u oktobru je do 20%, i to samo ako ne naiđu jako niske temperature. Ipak, treba imati u vidu da zaostali stajnjak ovaca ima za posljedicu da se te površine i na neki način zagađuju. To se svakako najbolje ocjenjuje po tome što se kod sljedeće ispaše značajan dio trave ne iskoristi, pa je i dnevni prirast mesa manji.

Vještački travnjaci (jednogodišnje i višegodišnje leguminozne kulture) su značajni proizvođači lako svarljivih proteina koji su važni za ishranu ovaca, bezazotnih ekstraktivnih i masnih materija, sadrže dosta kalcijuma i fosfora, kao i vitalno stimulativnih materija (vitamina i hormona i dr.) (Mišković B. 1986.). Lako se iskorišćavaju u povoljnoj tehnološkoj zrelosti pri čemu imaju visok procenat svarljivosti krme. Najviše se koriste za ishranu rase ovaca za proizvodnju mesa, mlijeka i vune (kombinovanih sposobnosti).

#### Primjer dnevnoga obroka

KRMIVO	LJETNI OBROK (kg)	ZIMSKI OBROK (kg)
Sijeno, kvalitetno	-	2
Zelena masa, kvalitetna	5	-
Smjesa 16 % sp	1,5	1,5
Obrano mlijeko	1	1

#### Sastav smjese

KRMIVO	POSTOTAK (%)
Prekrupa kukuruznog zrna	45
Prekrupa zobi	20
Prekrupa ječma	15
Sojina sačma (44%)	17
Stočna kreda	1
Mineralno-vitaminski dodatak	2
<b>UKUPNO</b>	<b>100</b>

Tabela br. 1. Primjer dnevnoga obroka, te sastav smjese za ishranu ovaca.

## Priprema ovaca za stajski način ishrane

Prevođenje ovaca sa pašnjačkog na stajski način ishrane mora biti postepen iz razloga što je životinjski organizam navikao na svježju biljnu hranu u pašnom periodu.

Uspjeh u prezimljavanju ovaca zavisi najviše od kvaliteta pripremljene hrane i njenog pravilnog korišćenja. Najvažnije je u ovom periodu sačuvati postojeći broj ovaca u stadu i njihovu kondiciju (uhranjenost), pri racionalnom trošenju hrane. Ovce pri dobroj ishrani lako podnose hladnoću pa i veći mraz, ali su veoma osjetljive na vlagu u ovčarniku, kako u vazduhu tako i u prostirci (Radivojević S. 2017.).



Slika br. 2. Jasla za sijeno pogodna za mlada grla.

Period prilagođavanja treba da traje sedam do deset dana kako bi se organi za varenje prilagodili suvoj hrani. U periodu prilagođavanja treba praktikovati da se ovcama svakog jutra daje manja količina sijena, a onda se puštaju preko dana na ispašu. Količina sijena se postepeno povećava i pri kraju perioda prilagođavanja uvodi se i drugi obrok u sijenu koncem dana. Na kraju se sa pašom u potpunosti prestaje. Suvišno je mnogo govoriti o jelovniku za ovce jer njega uslovljava ekonomska snaga ovčara, klimatski uslovi, raspoloživo obradivo zemljišta i dr. Ipak, valja naglasiti da stručnjaci smatraju da ishrana lucerkinim sijenom, livadskim sijenom, silažom i koncentrovanom hranom zadovoljava potrebe ovaca u zimskim mjesecima. Po njihovim savjetima ovcama se preporučuje livadsko, a jaganjcima lucerkinu sijeno.

Silaža se preporučuje, ali treba je davati u ograničenim količinama i ne bi je trebalo davati ovcama mjesec dana prije jagnjenja. Međutim, teško je obezbijediti silažu od silažnog kukuruza i sl. posebno u brdsko-planinskim krajevima, pa će dobro doći i ona od travno-leguminoznih smješa. Za ovce je osnovni obrok voluminozna hrana, a manji dio obroka jesu koncentrirana krmiva – odnosno smjese (Mišković B.1986.).

Prije uzimljanja potrebno je obezbijediti dovoljne količine svih hraniva, za sve kategorije i faze proizvodnje, uzimajući u obračun dužinu stajskog perioda. Osim hraniva mora se obezbijediti dovoljna količina vode i ovcama omogućiti da je uzimaju po volji. Ukoliko takvi uslovi ne postoje, onda treba vršiti napajanje i to dva puta dnevno. Optimalna temperatura vode za ovce je 12 do 18°C, a ona mora biti higijenski ispravna. Ne zaboravimo da od dobrog načina ishrane ne zavisi samo sitost ovaca već i uspjeh ukupne proizvodnje tokom niza godina. Kao značajan pokazatelj rada farme služi cijena koštanja koja se mjeri veličinom troškova po jedinici proizvoda (meso, mlijeko, vuna).

Od visine ovih troškova zavisi i uspjeh u ovčarskom biznisu. U strukturi troškova hrana učestvuje sa oko 70 % i zato obrok koji je sastavljen za stado u najvećoj mjeri utiče na cijenu proizvoda i visinu zarade.

U tabeli broj. 2. prikazan je jedan obrok koji je sastavljen od raspoloživih hraniva kod ovaca koje su usmjerene na proizvodnju mesa:

HRANIVO	KATEGORIJA OVACA		
	ŠILJEŽAD	OVCE	OVNOVI
SIJENO ( kg )	1,7	2	1
SILAŽA ( kg )	2	2,5	1
SLAMA ( kg )	0,5	0,7	0,3
KUKURUZ ( kg )	0,2	0,2	0,3
KONCENTRAT ( kg )	0,1	0,2	-

*Tabela br. 2. Obrok sastavljen od raspoloživih hraniva kod ovaca.*

## Proizvodnja stočne hrane

Držanje ovaca, a naročito proizvodnja mesa, poživaju posljednjih godina sve više i više na proizvodnji i korišćenju kabaste stočne hrane dobrog kvaliteta. Ranijih godina, proizvodnja i potrošnja kabaste stočne hrane bila je zapostavljena, a u prvom planu je bila proizvodnja i korišćenje koncentrovane stočne hrane, čak i za potrebe preživara, iako je bilo poznato da ove vrste domaćih životinja sa uspehom iskorišćavaju i manje koncentrovana i sasvim kabasta hraniva (Gutić M. 2006.).

Proizvodnja stočne hrane, počev od postupka ubiranja pa preko konzerviranja do neposredne upotrebe, bila potpuno mehanizovana, pa su postizani izvanredno visoki rezultati u produktivnosti rada. Međutim, koncentrovana hraniva, koja su produkt biljne proizvodnje, predstavljaju veliku vrednost za neposrednu ishranu ljudi direktnim iskorišćavanjem, kao hljebna hraniva (sve vrste žita kao pšenica, kukuruz i dr.) ili kao neposredna hrana.

To je svakako osnovni razlog što se koncentrovana hraniva sve više traže i u sve većim količinama, pa im se zato i tržišna cijena povećava. Nije za podcjenjivanje ni činjenica, da se koncentrovana hraniva jednostavnije, lakše i jeftinije prenose, sa jednog mjesta na drugo, koje može da bude i vrlo udaljeno, uključujući i transport na najudaljenija geografska područja.

Time se velike količine energije u tim hranivima mogu da iskoriste sa velikim proizvodnim uspjehom i u onim regionima, koji ih ne proizvode, i to ne samo za neposrednu ishranu ljudi, već i za držanje onih vrsta domaćih životinja, koje te vrste hraniva bolje iskorišćavaju (svinje i živina). Ne treba svakako zaboraviti ni činjenicu, da upravo preživari (ovce) veoma uspešno iskorišćavaju kabastu hranu koja može da se proizvede u velikim količinama u biljnoj proizvodnji i koja može da bude vrlo različita počev od onih, koja su proizvedena namjenski, pa sve do onih koja se dobijaju kao sporedni produkti biljne proizvodnje i prerade. Kabasta hraniva se troše u velikim količinama po jedinici proizvoda (litar mlijeka ili kg mesa) ili po jednom grlu, ona imaju relativno malu zapreminsku težinu, što znači da zauzimaju veliki prostor u odnosu na sopstvenu energetska vrijednost. Rezultat tih činjenica je mogućnost rentabilnog korišćenja kabastih hraniva samo na relativno uskom prostoru u odnosu na mjesto proizvodnje i samo od strane preživara (Mioč B., Pavić V., 2007.).

Konačno, kao kabasto hranivo može da se računa i naravno da se manje ili više iskoristi i jedan dio biljne proizvodnje, koji na drugi način ne bi bio moguće iskorišten. Kabasta stočna hrana može da bude različitog kvaliteta ili energetske vrednosti. Taj različiti kvalitet kabastih hraniva posljedica je mogućnosti konzerviranja na dva osnovna načina: sušenjem u vidu sijena, ili siliranjem kao silaža. Oba načina konzerviranja su se nekada ostvarivala na jednostavan način, pri čemu je sušenje prirodnim načinom bilo više zastupljeno, iako je to značilo rizik od nepovoljnih vremenskih prilika i od negativnog uticaja dugotrajnog izlaganja travne mase prirodnim faktorima (smjene više dnevne i niže noćne temperature, povećana vlažnost vazduha i zemljišta). Postupak siliranja, ako je bio zastupljen, ostvarivan je najmanje vrijednim hranivima i način koji je bio više provizoran, nego sistematski sproveden, pa je ovim postupkom dobijena relativno niža vrijednost hraniva.

Proizvodnja kabaste stočne hrane organizovana je na prirodnim livadama i pašnjacima. Prirodni travnjaci su najviše rasprostranjeni u brdskoplaninskom regionu u kome se pod livadama i pašnjacima nalazi najveći dio od ukupne poljoprivredne površine. Neđubrene prirodne livade daju 1,1 - 2,8 t/ha sijena, a pašnjaci 0,6 - 2,0 t/ha. Đubrenjem i drugim agromerama, mogu se prinosi prirodnih travnjaka povećati na 4,8 t/ha. Sijani travnjaci u odnosu na prirodne imaju u određenim uslovima, posebno u brdsko-planinskom području, više

prednosti, kada je u pitanju proizvodnja stočne hrane. Oni daju veće prinose stočne hrane od prirodnih neđubrenih za 5-10 puta, a od prirodnih đubrenih za 2-3 puta više, a daju i kvalitetniju stočnu hranu (Vučković S. 2004).

## **Sastavljanje smješe i izbor vrsta travno- leguminoznih smješa**

Pri izboru vrsta za sastav travno-leguminoznih smeša za podsijavanje uzimaju se u obzir sljedeće činjenice:

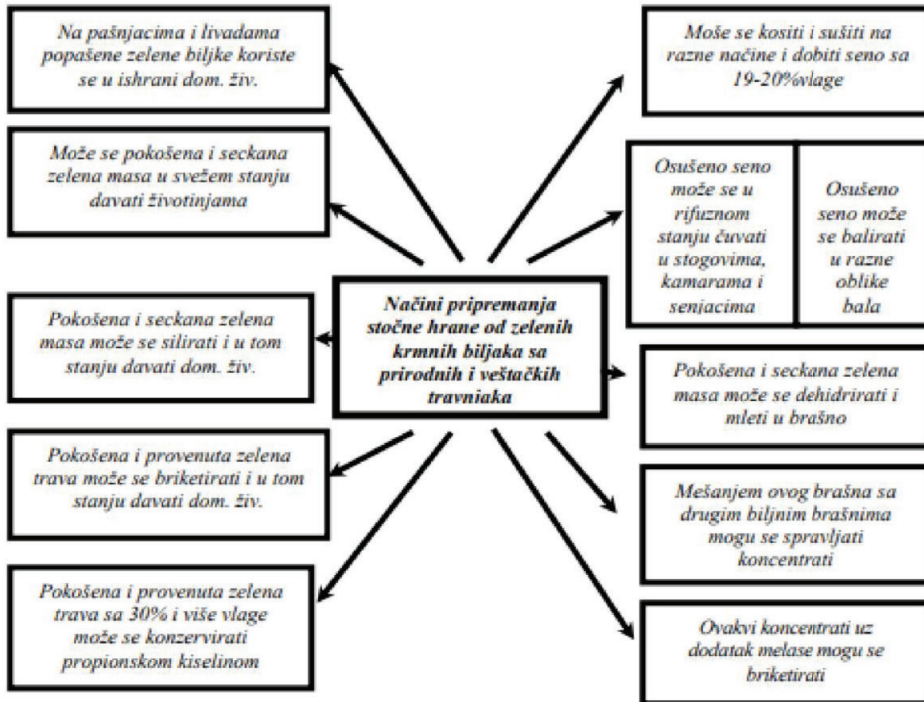
1. Prirodni uslovi sredine (zahtjevi pojedinih vrsta u pogledu reakcije zemljišta, klimatski uslovi, režim ishrane, vazdušni režim i drugi agroekološki uslovi);
2. Poljoprivredna svojstva pojedinih vrsta (visina prinosa, hranjiva vrijednost, otpornost prema bolestima i štetočinama, dinamika razvoja u toku vegetacionog perioda itd);
3. Biološka svojstva vrsta (dužina života, sposobnost obnavljanja, razmnožavanje itd.);
4. Odnosi između pojedinih vrsta (niske i visoke vrste i t.d.);
5. Dužina iskorištavanja travnjaka (problem stalnosti pojedinih vrsta u smješama i održavanje produktivnosti pri različitom trajanju u travnjaku);
6. Ekonomski cilj travnjaka (smješa pašnjačkog tipa, smješa za dobijanje sijena, kombinovano iskorištavanje travnjaka)

Na osnovu navedenih parametara jedna od mogućih smješa za podsijavanje travnjaka mogla bi biti: – crvena djetelina 6-8 kg/ha, – mačiji repak 5-6 kg/ha, – livadski vijuk 6-7 kg/ha i – bezosni vlasen 8-10 kg/ha.

## **Način iskorištavanja travnjaka**

Prirodni i vještački travnjaci se mogu na različite načine iskorištavati za pripremanje kvalitetne stočne hrane.





Šema br. 1. Načini iskorištavanja prirodnih i vještačkih travnjaka za proizvodnju stočne hrane.

Ispaša je najekonomičniji način iskorištavanja travnjaka (Volčević B. 2004.). Ovce na paši uzimaju hranu, pa su troškovi oko ubiranja i transporta nepotrebni, a gubici hranjivih materija svedeni su na ispod 5% od proizvedene suve materije. Cijena jedne hranjive jedinice pri spremanju sijena veća je za 2,57 puta nego pri korištenju ispašom, dok su troškovi za jednu hranjivu jedinicu spremanja silaže dva puta veći. Paša se do skora smatrala kao ekstenzivan način iskorištavanja travnjaka. U posljednje vrijeme, ispitivanja sprovedena u mnogim zemljama pokazala su, da se na pašnjacima može da ostvari intenzivna proizvodnja stočnih proizvoda.

Prilikom planiranja iskorištavanja pašnjaka i livada, treba uzeti u obzir određene karakteristike pašnjaka i ispuniti što je moguće bolje sljedeće zahtjeve:

- prije svega treba odrediti proizvodni potencijal pašnjaka tj. površinu potrebnu za ishranu jednog grla,
- prema postojećem broju grla, treba odrediti površinu preгона
- prema postojećim uslovima treba odrediti turnus paše, tj. posle koliko dana treba vratiti grla ponovo na prvu parcelu,

– na bazi površine pašnjaka i broja turnusa određuje se površina pojedinog pregona, – prema broju pregona i obliku pašnjaka treba isplanirati pregone – odrediti glavne i prilazne puteve, ograde i prolaze.

Prilikom ovog planiranja treba isplanirati mogućnost đubrenja i navodnjavanja pojedinih pregona,

- raspored pregona treba isplanirati tako, da se kretanje grla svede na najmanju mjeru,
- treba predvidjeti i obezbijediti sve pregone kvalitetnom pijaćom vodom.

## **Proizvodni sistemi prema intezitetu proizvodnje**

Prema načinu uzgoja i cilju proizvodnje, danas se razlikuju tri osnovna sistema proizvodnje, a to su ekstenzivni, poluintenzivni i intenzivni sistem proizvodnje (Gutić Gutić M., 2006.). Svi oni nastali su pod uticajem klime, zemljišta, hrane, smještaja, ekonomskih i finansijskih uvjeta koji utiču na obim proizvodnje, te zbog samog izbora tipa i pasmine ovaca.

**Ekstenzivni sistem proizvodnje** je onaj kojeg karakterišu mala ulaganja i niski troškovi proizvodnje, što podrazumijeva i mali broj ovaca po površini. Najčešće to znači da na 1 do 10 ha dolazi jedna ovca. Ovakav sistem proizvodnje je najčešći u brdsko-planinskom području gdje ovce veći dio godine provode na paši, osim zimi kada jeđu većinom sijeno. Pasmine koje se nalaze u ovakvom sistemu su autohtone pasmine, a s obzirom da moraju preći velike površine kako bi našle hranu, odlikuju se izdržljivošću i otpornošću. Kod ovog sistema razlikuje se i različite načine nomađenja kao što su periodična seoba stada i tipično nomadsko ovčarenje, odnosno kretanje stada u različitim pravcima tokom cijele godine.

**Poluintenzivni sistem proizvodnje** je način gdje su ovce na paši u vrijeme vegetacije dok im je zimi, kada je paša oskudna, obezbjeđena koncentrovana krmiva, voluminozna hrana i kvalitetno sijeno. U ovom sistemu na 1 ha pašnjaka dolazi 5 do 8 ovaca.

**Intenzivni sistem proizvodnje** zasniva se na visokoproduktivnim pasminama. Ovu proizvodnju karakteriše specijalizovana proizvodnja (tov – meso, mlijeko ili vuna). S obzirom na velika ulaganja u objekte, mehanizaciju, opremu, krmnu bazu, ali i u kvalitetno stado, rentabilna proizvodnja će se osigurati samo postizanjem visoke cijene proizvoda da bi se pokrili svi troškovi.

## **Zaključak**

Glavni cilj i zadatak dugoročnog razvoja ovčarstva je povećanje usvajanja robne proizvodnje na precizno profilisanim farmama koje će po obimu i kvalitetu proizvoditi robu za domaće i inostrano tržište.

Pravilna ishrana i nauka o ishrani ovaca daje veliki doprinos ovčarstvu, utiče na nivo proizvodnje, ali i na smanjenje utroška hrane po jedinici proizvoda i konačno na veću produktivnost i održivost ovčarstva.

Ishrana je jedno od centralnih pitanja u ovčarstvu i direktno je povezana sa ekonomikom proizvodnje. Način ishrane i držanja ima veliki uticaj na rast, razvoj i vitalnost, a takođe i na

zdravlje i produktivnost ovaca. U zavisnosti od prirodnih faktora na nekom području, postoje i različiti sistemi gajenja ovaca te proizvođačima u različitim prirodno-ekonomskim zonama ne možemo preporučiti isti sistem gajenja ovaca.

Držanje ovaca na pašnjacima i drugim vrstama ispaša, prije svega korištenje biljnih ostataka na njivama posle skidanja usjeva, može da predstavlja najrentabilniji način držanja. Nepravilnim korišćenjem krmnog bilja doprinosi da se manja količina prizvedene stočne hrane iskoristi i putem ovaca provede u finalne stočarske proizvode. Gubici koji nastaju od žetve (kosidbe), preko konzerviranja do same krmne ishrane ovce su često u našim uslovima veliki.

Ovce daju vrlo značajne i kvalitetne proizvode u skromnim uslovima ishrane i gajenja. Njihovo mjesto u stočarskoj proizvodnji je uslovljeno time što za ishranu mogu da koriste pašnjake koji su drugim životinjama nedostupni, kao i hraniva koja druge vrste ne mogu da iskoriste. Ovce mogu sve svoje potrebe da zadovolje pašom, dok se koncentrovanim hranivima hrane samo neke kategorije i to u uslovima intenzivne proizvodnje.

Ovčarstvo kod nas je ekstenzivno, slabo organizovano, ali uz poboljšanje pasmina, intenzivnije korištenje grla na pašnjačkim površinama i savremeniji tehničko-tehnološki pristup osiguravaju budućnost razvoja ove stočarske grane. Takođe, poljoprivredna (biljna proizvodnja) -proizvodnja krmnog bilja i proizvodnja kabaste i koncentrovane hrane koju proizvode ratari značajan je faktor uspjeha u stočarskoj proizvodnji (ovčarstvu).

## L I T E R A T U R A

1. Gutić M., Ovčarstvo- tehnologija proizvodnje, Čačak 2006. godine
2. Mišković B., Krmno bilje, Beograd 1986. godina
3. Mijatović M., Livadarstvo sa pašnjaštvom, Poljoprivredni fakultet Beograd, Beograd 1977. godina
4. Mioč B., Pavić V., Ovčarstvo- Mjekarska udruga, Zagreb 2007. godine
5. Radivojević S., Objekti i oprema za ovce, Beograd 2017. godine
6. Stevanović P., Vučković S., Popović Vera., Ikanović Jela., Živanović, Lj., Tabaković Marijetka., Vujić R., Lakić Ž., Influence of the mineral fertilization at morphological and productive characteristics of the *Lotus corniculatus* L. on pseudoglej. Wulfenia, Austria, Vol 22, No 10, 190-204. (2015a)
7. Stevanović P., Vučković S., Ikanović Jela., Popović Vera., Dražić G., Živanović, Lj., Krsmanović P., Uticaj agroekoloških uslova i setvene norme na fiziološke osobine semena žutog zvezdana *Lotus corniculatus* L. VII Simpozijum za međunarodnih Učesnika. Inovacije u ratarskoj i povrtarskoj proizvodnji, Poljoprivredni fakultet, Zemun, 11.12. 2015.; p.( 2015b)
8. Todorović J., Božić D., Opšte ratarstvo, Banja Luka-Beograd, Banja Luka 1995.godine
9. Volčević B., Ovčarstvo i kozarstvo, Zagreb 2004. godine
10. Vučković S., Travnjaci, Poljoprivredni fakultet-Univerzitet u Beogradu 2004 godine
11. WRI. Programme, United Nations Environment Programme, World Bank, World Resources Institute, 2004 godine

## METODE IMPLEMENTACIJE OGLEDNIH JEDINICA HALOMORFNIH ZEMLJIŠTA SRBIJE, OSNOV USPOSTAVLJANJA VISOKO KVALITETNE-ODRŽIVE BILJNE PROIZVODNJE

### Abstrakt

Važna mera koja treba da reši pitanje obezbeđenje hrane, po strukturi, obimu i kvalitetu, je prevođenje znatnih površina halomorfni-zaslanjenih zemljišta aridnih i semi aridnih regiona, kao i identičnih zemljišta i uslova Srbije, u obradiva zemljišta. Poljoprivredna eksploatacija zemljišta bez drenažnih sistema i intenzivno neracionalno navodnjavanje, doveli su do akumulacije soli u rizosferi zemljišta i umanjenje produktivnosti zemljišta, u suvim uslovima klime. Rezultati eksperimentalnih istraživanja, kako autora, tako i drugih istraživača u svetu, podkrepljeni rezultatima domaćih istraživača u ovoj oblasti na halomorfni zemljištima, daju značajnu osnovu da se na bazi sublimiranih rezultata predlože: Uputstva i preporuke za organizovanje oglednih jedinica primenom rezultata eksperimentalnih istraživanja, uvažavajući sledeće principe: Priprema zemljišta za inicijalno ispiranje, ispiranje soli iz zemljišta, prevođenje meliorisanog zemljišta u regularnu proizvodnju i mere unapređenja zemljišne plodnosti.

Iste metode i tehnološki postupci mogu biti primenjeni na desalinizaciju i privođenje kulturi znatnih površina halomorfni zemljišta Srbije tipa: Solončak, Solođ i Solonec, kao i svih onih zemljišta obuhvaćenih intenzivnim procesima sekundarne salinizacije, kojih u Srbiji ima više od 250.000 ha. Time se može obezbediti značajan visoko produktivan trajan zemljišni fond, koji će omogućiti visoke ekonomske potencijale države u celini. Halomorfna-zaslanjena zemljišta Srbije su najrasprostranjenija u Vojvodini, ređe na Kosovu i Metohiji. Ustanovljene su lokacije u Vojvodini označene kao "područja kompleksnih melioracija Slatina, rasprostranjene uz prirodne i veštačke vodotoke (Sava, Dunav, Tisa, sistem DTD, te neke od veštačkih akumulacija u Sremu).

Generalno, na osnovu rezultata istraživanja svojstava halomorfni zemljišta Vojvodine, proističe zaključak, da se uz primenu fundamentalnih melioracija i uz odgovarajuću agrotehniku, izbor sort i hibrida, mogu postići visoki, stabilni i ekonomsko opravdani prinosi različitih biljnih vrsta, takvog kvaliteta koji zadovoljava najviše standarde prihvaćene u razvijenim zemljama. Stoga je važno da strategija razvoja poljoprivrede i sela sadrži temu koja bi se odnosila na melioracije halomorfni zemljišta, kao potencijalno važnog proizvodnog resursa. Time bi se u narednom periodu mogao osigurati značajan ekonomske benefite na kvalitetnim i trajnim osnovama, kako na nivou lokalne zajednice, tako i države u celini.

**Ključne reči:** Halomorfna zemljišta, desalinizacija, inicijalno ispiranje, reklamativna proizvodnja, kompleksne melioracije, modeli rotacije useva, drenažni sistemi

<sup>1</sup> Ph.D. Ass.Prof. "Meling" Ltd. Comp.Owner-Manager, Marshal Tolbuhin no.13, 11080, Belgrade-Zemun, Serbia, Phone +381 64 43 39 679, E-mail: [melingzezelj@gmail.com](mailto:melingzezelj@gmail.com)

## 1. Uvod

Na osnovu rezultata istraživanja svojstava halomorfnih zemljišta na prostoru Vojvodine, proizilazi zaključak da se uz primenu fundamentalnih melioracija i uz odgovarajuću agrotehniku, te izbor sorti i hibrida, mogu postizati visoki, stabilni i ekonomski opravdani prinosi različitih biljnih vrsta i varijeteta i time visoko kvalitetna hrana, koja zadovoljava najviše zdravstvene, nutritivne i ekološke zahteve i važeće standarde razvijenih zemalja sveta. Pored toga, uz određena ulaganja na površinama koje zauzimaju halomorfnna zmljišta, mogu se formirati dobri pašnjaci, odnosno površine koje se graniče sa vodotocima (kanali, reke), pogodne za izgradnju ribnjaka, podizanje šumskih zasada u cilju uzgija kvalitetne divljači, lovnog turizma i td.

Rezultati ranijih, kao i ovde prikazanih istraživanja autora, upućuju da je primenom predloženog, usvojenog i u praksi verifikovanog koncepta kompleksnih melioracija zemljišta moguće privesti kulturi značajne površine halomorfnih zemljišta Srbije, čime će se obezbediti značajan visoko produktivni i trajan zemljišni fond i time značajan ekonomski potencijal države u celini.

Treba istaći, da se dosadašnja istraživanja u ovoj oblasti, nisu bavila primenom kompleksnih mera i meliorativnih postupaka, koja bi imala za cilj, prevođenje halomorfnih zemljišta tipa Solonec, Solončak i Solođ, u trajno visoko produktivna-“normalna” zemljišta.

Utvrđeno je, da se rezultati istraživanja na anizotropnim, zaslanjenim višeslojnim zemljištima aridnih i semi-aridnih regiona, uz primenu utvrđene metodologije i tehnoloških postupaka, mogu primeniti i na melioracije naših Slatina. Uslov obrazovanja halomorfnih zemljišta u svetu, pa i u nas, je postojanje jednog toplog perioda, kada su ascendentni tokovi podzemnih voda dominantni u odnosu na desedentna kretanja atmosferskih voda (slatine Vojvodine i Kosova).

U ovom radu su pored izdvojenih lokacija za implementaciju oglednih deonica, specificirani kompleksni tehnološki postupci i uputstva, što čini dobru osnovu, ne samo za primenu, već i nastavak istraživanja u smislu realizacije i prikupljanja rezultata koji treba da verifikuju postojeće metode desalinizacije halomorfnih zemljišta.

## 2. Opis klasa halomorfnih-zaslanjenih zemljišta Srbije

Ova zemljišta se obrazuju pod uticajem prekomernog vlaženja od podzemnih voda, ređe poplavnih, koje sadrže dominantno Na lakorastvorljive soli. Uobičajeno je da se zaslanjenom smatra ona voda, koja sadrži  $> 0,5$  g lakorastvorljive soli na litar, dok su alkalizovane one koje sadrže hidrolitički alkaline soli  $\text{NaHCO}_3$  i  $\text{NaCO}_3$ . Halomorfnna zemljišta nastaju usled pretežnog ascendentnog kretanja podzemne vode u uslovima aridne i semi aridne klime, ili u onim geografskim i prirodnim uslovima gde se aridni klimatski uslovi javljaju nekoliko meseci u godini. Lako rastvorljive soli prema tome dospevaju u zemljište iz alkalizovanih podzemnih i površinskih voda. Takođe, koncentracija soli u rastvoru može da bude minimalna, a prisustvo Na jona u adsorptivnom kompleksu znatno. Ova dva karakteristična stanja obrazuju različite pedogenetske procese i formiranje različitih tipova zemljišta.

Zemljišta ovog reda u Srbiji su najrasprostranjenija u Vojvodini, ređe na Kosovu i Metohiji. Ovaj red obuhvata tri klase zemljišta.

- Klasa zaslanjenih zemljišta, ili klasa sono-akumulativnih zemljišta, koja se odlikuju nagomilavanjem soli u koncentraciji  $> 0,7\%$  za natrijum, odnosno  $1\%$  za hidraulički neutralne soli [4].

- Klasa alkalizovanih zemljišta, ili klasa alkalnih eluvijalno-iluvijalnih zemljišta, u kojim je koncentracija soli niska. Adsorbovani Na jon zauzima >15% od ukupnog kapaciteta adsorpcije, uz izražene eluvijalno-iluvijalne procese.
- Klasa dealkalizovanih zemljišta.

## 2.1. Klasa zaslanjenih zemljišta-SOLONČAK

Naziv je ruskog porekla, od ruske reči *sol*-so i tatarske *čak*-mnogo;-*zemljište sa mnogo soli*. WRB klasifikacija označava ovo zemljište kao *Solonchaks*. Rasprostranjeni su na rečnim-lesnim terasama Vojvodine (225.000-330.000 ha), manje na Kosovu i Metohiji.

Solončak sadrži > 1% lakorastvorljivih soli hlorida i sulfata, ili sa > 0, 7% sode (NaCO<sub>3</sub>) u zemljišnom profilu. Način obrazovanja vezan je za kapilarno kretanje podzemnih voda i akumulaciju u površinskom delu zemljišnog profila. Ova pojava u literaturu poznata je kao *eflorescencija* (iscvetavanje) soli, a sam proces kao *izdansko zaslanjivanje*.

Tipični solončak ima profil A<sub>sa</sub>-A<sub>h</sub>-G tipa. Sadrži 1-3% humusa, te veliku koncentraciju vodorastvorljivih soli, od 0, -2%, (lokaliteti u okolini Sente).

Fizičke osobine ovog zemljišta uslovljena su teksturom, bogata glinom, a često variraju od peskovitog do jako glinovitog mehaničkog sastava. Na fizičke osobine značajno utiču adsorbovani Na joni, što ukazuje da su naj lošiji sodni solončaci.

Poznato je da su hemijske osobine solončaka jako nepovoljne. Tipični solončaci su bogati adsorbovanim Na jonima od 20, pa i > 75%, u zavisnosti od vrste soli. Solončaci u Vojvodini su uglavnom alkalni, reakcije sredine pH od 8, 7 do 10, 3. Naj alkalniji su sodni, a potom hloridni i sulfatni solončaci. Često sodni solončaci sadrže toksične koncentracije bora, dok je sadržaj humusa 1-2%. Solončaci u Srbiji su slabo obezbeđeni azotom i fosforom, a srednje lakopristupačnim kalijumom [1].

Klasifikacija solončaka na podtipove izvršena je prema vrsti i zastupljenosti anjona, tako da se izdvajaju: Sodni, sulfatni, hloridni, sodno-sulfatni i sodno-hloridni.

Prema dubini zaslanjenosti horizonata izdvajaju se tri varijante i to: Površinski zaslanjeni, srednje zaslanjeni i duboko zaslanjeni [2, 3].

Visoka koncentracija soli deluje toksično na većini biljaka, pa tako ekstremene uslove mogu da podnesu samo specifične halofitne biljke kao što su: *Salicornia herbacea*, *Champhorosma ovate*, *Hordeum gusoneanum*, *Atropis sp.*, *Suaeda maritime*, *Statacae gmelini*, *Salsola sp.*, *Matricaria camomilla*, *Tamaris ssp.* i dr.

Kompleksne melioracije solončaka u cilju njegove trajne transformacije u obradiva zemljišta je složen proces, pa predloženi metodi implementacije i organizacije eksperimntalnih polja, imaju svoj punu opravdanost.

## 2.2. Klasa alkalizovanih zemljišta-SOLONJEC

Ovo su najzastupljenija halomorfna zemljišta u Vojvodini i Kosovu i Metohiji. Radi se o slanim zemljištima koja u površinskom delu horizontal sadrže male količine lakorastvorljivih soli uz veću koncentraciju adsorbovanog Na jona. Često su zastupljena u kompleksu sa solončacima i slatinama automorfno i halomorfno sastava (černozem, livadski černozem, ritska crnica), što znači u zemljištima zahvaćenim procesima salinizacije, desalinizacije i alkalizacije [6].

Reč solonec je takođe ruskog porekla, formirana od reči *solon*, od *sol*=so i nastavka "*ec*"-umanjivanje. Sama reč znači da je u ovom zemljištu nešto smanjena količina soli. U WRB

sistemu klasifikacije naziva se *Solonetz*. Predstavlja najrasprostranjeniji tip slatina kod nas [3]. Najveće površine od oko 70.000 ha su u Banatu, oko 5.000 ha u Bačkoj i 4.000 ha u Sremu, pa je ukupna površina oko 150.000 ha. Tipičan pedogenetski proces obrazovanja solonjeca je alkalizacija-sdsorpcija Na jona iz rastvora u koloidni kompleks, kada je sadržaj adsorbovanog Na jona u adsorptivnom kompleksu zemljišta >15%.

Prisustvo sode u podzemnim vodama je jedan od najvažnijih preduslova procesa alkalizacije. Naučno je najprihvatljiviji tkz. „biološka teorija“ Antipova Karataeva, prema kojoj u podzemnim vodama, u više manje anaerobnim uslovima dolazi do redukcije  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  na  $\text{Na}_2\text{S}$ , a ovaj sa vodom i ugljen dioksidom daje sodu ( $\text{Na}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ ).

Solonjci imaju nepovoljne fizičke osobine, izrazito u B horizontu. Prisutni su veoma nestabilni mikro i makro agregati, što utiče da je po mehaničkom sastavu pedološki profil izdiferenciran. Ovo često utiče na pojavu vodoležina na površini zemljišta. Stoga se generalno može zaključiti, da je vodno-vazdušni režim ovog zemljišta, pogotovo u njegovom B horizontu nepovoljan, zbog Na jona u adsorptivnom kompleksom.

Hemijske osobine solonjeca su nepovoljne. Sadržaj humusa varira 2- 7%, zavisno od soli u njima. Reakcija pH sredina na površini 6, 5-8,0. Sadržaj adsorbovanog Na jona je najmanji u A/E horizontu (<10%), dok sa dubinom raste od 25-85 u B horizontu [10]. Klasifikacija solonjeca na niže sistematske kategorije-pod tipove, prema prisutnim procesima izvršen je na: Tipični, molični, luvični, pseudoglejni.

Njihovo intenzivno korišćenje i trajna eksploatacija može uslediti tek nakon primene mera kompleksnih melioracija-reklamacije zemljišta.

### 2.3. Klasa dealkalizovanih zemljišta-SOLOD

Termin solod je ruski narodni nazov, opšte prihvaćen u pedološkoj literaturi (*Solodic Planosols*, FAO klasifikacija). U ruskoj, kanadskoj i nekim drugim klasifikacijama solodi se nalaze u grupi slanih i alkalnih zemljišta. Na osnovu karakteristične morfologije, izražene teksturne diferencijacije i znakova hidromorfizma celom dubinom profila. Kod proučavanja soloda Vojvodine, Nešić 2002. zaključuje da se ova zemljišta mogu svrstati u red halomorfnih zemljišta, klasu glejnih zemljišta, tip pseudoglej-glej [11]. U WRB sistemu klasifikacije, solodi se ne izdvajaju kao poseban tip zemljišta.

U Srbiji, solodi zauzimaju manje površine u odnosu na solončake i solonjece i to oko 8.000 u Bačkoj i 12.000 ha u Sremu [6]. Nalaženje soloda vezano je za najniže reljefske pozicije i mikro depresije gde su prisutne mineralizovane slabo alkaline podzemne na vode na dubini od 2,5 do 4,0 m. Ove vode uslovljavaju intenzivno ispiranje kako lakorastvorljivih tako i teže rastvorljivih soli na veću dubinu. Solodi se karakterišu građom profila A-E-B-CG tipa. Humusni horizont je najčešće dubine do 20 cm, tamno smeđe boje. Eluvijalni E-horizont je izbledeo, debljine 15-25 cm, sa konkrecijama gvožđa i mangana. Iluvijalni B-horizont je najčešće 70-80 cm debljine.

Po mehaničkom sastavu solodi su jako neujednačeni, sa izraženom teksturnom diferencijacijom između A, E i B horizonta. Površinske horizonte čine ilovače, dok je uluvijalni B-horizont teškog mehaničkog sastavan (teška glinuša). Ovo je čini teško propusnom za vodu. Imaju dosta loš vodno-vazdušni režim, pogotovo u B-horizontu, što je i glavni razlog njihovih loših proizvodnih sposobnosti. Sadržaj humusa varira od 1, 5 do 2, 5% u A-horizontu. U E-horizontu reakcija sredine varira od jako do slabo kisele. U B-horizontu pH je slabo do umereno alkalna, što znači da je kod soloda prisutna postepena acidifikacija, pa se za solod često kaže da je kisela slatina. Obezbeđenost soloda lakopristupačnim fosforom je slaba do srednja, a sa kalijumom dobra [9, 14].



Podela solođa na podtipove vrši se prema intenzitetu i dubini osolođavanja na: Plitki, srednji i duboki. Varijante se izdvajaju prema dominantnom procesu: Pseudoglejni solođ, regradirani solođ.

Hemijske osobine su znatno povoljnije nego kod solončaka i solonjeca. Kada se javlja u kompleksima sa izluženim černozeom, livadskim černozeom, gajnjačom i td. Radi obezbeđenja proizvodne vrednosti neophodne su meliorativne mere kompleksnih popravki.

### **3. Metodi i postupci organizovanja eksperimentalnih jedinica**

Osnovni koncept, metod i tehnološki postupci u reklamaciji višeslojnih Slatina su primenjene na 3 lokacije u Vojvodini i obuhvataju sve tri klase halomorfni zemljišta. U ovom radu su markirane eksperimentalne lokacije na kojima bi se primenile usvojene metode, koncept i tehnološki postupci. Izabrane lokacije su reprezentativne sa aspekta potrebnih inputa. Izabrane su sledeće lokacije: Solončak (Banat), solonjec (Bačka), solođ (Serem). Obim i vrsta meliorativnih metoda i postupaka uslovljen je stepenom inicijalnog saliniteta zemljišta, vrstom soli po dubini, odnosno stepenom alkalizacije zemljišnog profila [12].

Obim i redosled primenjenih mera su stoga diferentni kod različitih klasa zaslanjenosti i alkalizacije i najviše izražene kod solončaka i solonjeca, a manje kod solođa, mada se u sva tri slučaja radi o kompleksnim merama desalinizacije-reklamacije zemljišta. Na svim odabranim lokacijama važno je da se obezbede i sledeći uslovi-postupci u organizaciji poslova i aktivnosti, u cilju realizacije inicijalnog ispiranja: Blizina prirodnih vodotoka ili veštačkih akumulacija kao resursa vode za inicijalno ispiranje soli;- izbor jednakih oblika i dimenzija oglednih polja, na kojima su primenjene mere, za svaku od izabranih klasa halomorfni zemljišta;- veličina i dimenzije uslovljene rastojanjem otvorene kolektorske mreže (300-400 m), dubine profila koji prihvata izlive cevne drenaže;-mogućnost odvođenja vode van branjenog područja (postojeće revirzibilne pumpe, te akumulacije i recipijenti);-površina ogledne jedinice je 20 ha za svaku od klasa zemljišta;-obezbeđenje uslova za postavljanje cevne-poljske drenaže;-postojanje ili dobri uslovi za postavljanje dovodne mreže za ispiranje (laka veza sa izvorištem vode i dovođenje do razvodnih punktova-hidranata;-kako se inicijalno ispiranje vrši sa slobodne vodene površine i za tu namenu formiranih basena-čekova, između dva drenažna rastojanja, distributivni cevovodi u cilju lakšeg gravitacionog isticanja, treba da dominiraju sredinom;- uslove za pripremu zemljišta za ispiranje soli;-postavljanje pijeometara u cilju merenja nivoa i oscilacija nivoa podzemnih voda;-određivanje mesta za otvaranje pedoloških profila i bušotina za uzimanje zemljišnih uzoraka;-blizina referentnih-stabilnih meteoroloških stanica;-izbor mesta za postavljanje poljskih klimatološko-meteoroloških stanica;-obezbediti sve podloge za izradu projektne dokumentacije zahtevanih nivoa (pedološke i hidro pedološke, gedetske, agronomske, projekti cevne drenaže- ukoliko ista ne postoji, projekti osnovne i distributivne irigacione mreže- ukoliko isti ne postoji).

Ovde se predlažu faze kompleksnih melioracija slatina utemeljene na dosadašnjim rezultatima eksperimentalnih istraživanja, kako autora, tako i istraživanja u svetu, sublimiranih i određenih konceptom tehničko-tehnoloških rešenja reklamacije zemljišta [13].

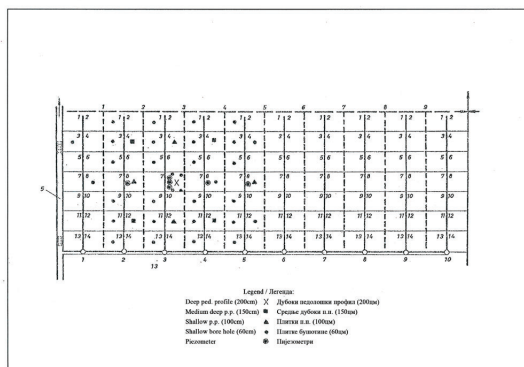
I.Faza reklamacije zemljišta (predhodni postupci i aktivnosti u organizaciji oglednih deonica u cilju realizacije inicijalnog ispiranja soli iz zemljišta).

II.Faza reklamacije zemljišta (mehanička obrada- priprema zemljišta i infrastrukture za inicijalno ispiranje).

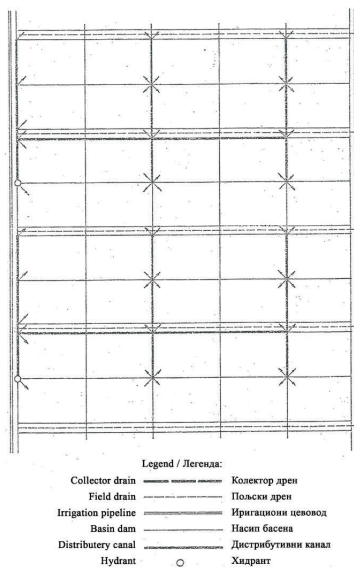
III.Faza reklamacije zemljišta (inicijalno ispiranje soli iz zemljišta).

#### IV. Faza reklamacije zemljišta (prelazna-reklamativna proizvodnja).

Za elaboraciju koncepta izvođenja reklamacije zemljišta sačinjena je šema i dat raspored po vrstama radova uključenih u reklamativni tretman u toku pomenute četiri faze. Prikaz jednog oglednog polja i drenažne ispirne jedinice daju se šemama 1 i 2.



Šema 1. Šema ogledne deonice sa drenažnim ispirnim jedinicama



Šema 2. Šema drenažne ispirne jedinice

## 4. Rezultati

U ovom poglavlju daje se detaljan opis usvojenog koncepta i tehnoloških postupaka kroz opis sve četiri faze melioracija zemljišta i za sve salinitetne klase, odnosno sva prikazana i komentarisana halomorfna zemljišta.

### 3.1. I. Faza melioracija zemljišta

Izabrana lokacija oglednih deonica za sve tri klase slatina, treba da imaju iste dimenzije i oblik, sa istom-identičnom postojećom ili projektovanom infrastrukturom u parceli i to:

- Da površina ogledne deonice ne bude manja od 20 ha,
- da ogledne deonice imaju izvedenu poljsku drenžu, sa uniformnim rastojanjem drenova,
- da početne kote oglednih jedinica na kojima su izvedeni razvodni i deonični kanali ili cevovodi budu više. To znači da generalni pad terena ispirnih jedinica bude odozgo-nadole, u pravcu od izvorišta vode ka drenažnom kolektoru,
- da oblici i veličine ispirnih jedinica budu u saglasnosti sa rastojanjem od deoničnog kanala ili cevovoda i kolektora,
- da se ostvari veza deoničnog sa razvodnim kanalom ili cevovodom,
- da se odrede reprezentativna mesta pedoloških profila, bušotina, mreže pijezometara i td.

### 3.2. II. Faza melioracija zemljišta

Veoma važna faza u kompleksnim melioracijama-reklamaciji zemljišta je mehanička obrada i priprema zemljišta, od čijeg kvaliteta u velikoj meri zavisi kvalitet i dinamika inicijalnog ispiranja soli iz zemljišta. Radi se o sledećim operacijama:

- Meliorativno rastresanje zemljišta do dubine 40-60 cm,
- oranje do 15 cm dubine,
- tanjanje teškim diskosnim tanjračama (u dva pravca),
- fino ravnjanje zemljišta poljoprivrednim ravnjačem,
- izrada nasipa visine 40-60 cm i formiranje kasete-basena za ispiranje soli,
- postavljanje lateralnih- podužnih cevovoda određenog prečnika koji dominiraju, u cilju bočnog upuštanja vode u kasete-basene.

### 3.3. III. Faza melioracija zemljišta

Dinamika i vremenski raspored, te kvalitet ispiranja soli je uslovljen i zavisn od predhodne dve faze reklamacije zemljišta. Radi se o sledećim operacijama i postupcima:

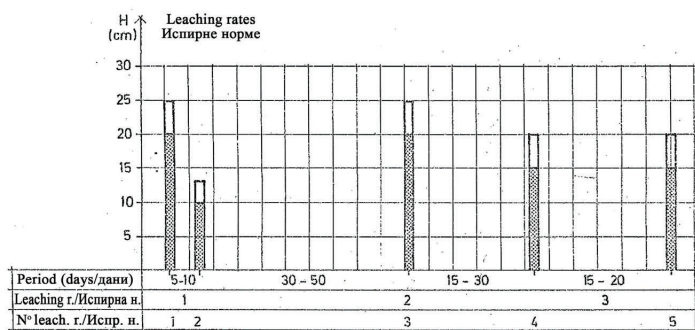
- Na pripremljenim površinama oglednih deonica, pristupa se primeni prve ispirne norme od 30 cm bruto (u toku letnjeg perioda), u dve aplikacije sa intervalom aplikacija je 5-10 dana,
- po realizaciji prve ispirne norme, vrši se uzorkovanje i kontrola saliniteta,
- klasifikacija površina u zemljište klase I (<4 mmhos/cm), na kojoj započinje sledeća-IV Faza reklamacije zemljišta (prelazna-reklamativna proizvodnja),
- aplikacijan druge ispirne norme od 20 cm bruto vodenog stuba, na površinama koje su nakon primene prve ispirne norme bile svrstane van klase I (klase II i III prema stepenu saliniteta),
- druga u nizu verifikacija efekata ispiranja, te klasifikacija površine u klasi II i III. Zemljište koje je po obavljenim analizama klasifikovano u zemljište II klase, uvodi se potom u prelaznu proizvodnju,
- posle navedene aplikacije, pristupa se operaciji rasplaniranja nasipa i kasete-basena, te operaciji finog ravnjanja zemljišta III klase, na kojem se postupak ispiranja soli nastavlja,
- na svim ispirnim jedinicama klasifikovanim u III klasu saliniteta, pristupa se oranju do 15 cm dubine, sa ciljem povećanja propusnosti zemljišta ove klase,
- kako je predhodno usledilo rasplaniranje nasipa kasete, pristupa se njihovom ponovnom formiranju –izradi,

- apliciranje treće ispirne norme od 30 cm bruto, na površinama III a i III b klase zemljišta po salinitetu,
- treća u nizu verifikacija efekata ispiranja soli, na svim površinama klasifikovanim u III salinitetnu klasu.

### 3.4. IV. Faza melioracija zemljišta

Nakon faze inicijalnog ispiranja soli svih kategorija-klasa zemljišta prema solinitetu, pristupa se uvođenju zemljišta u prelaznu-reklamativnu proizvodnju, prema sledećem redosledu izvođenja primenjenih operacija i aktivnosti:

- Desintegracija-rasplaniranje svih podužnih i poprečnih nasipa,
- ravnanje zemljišta poljoprivrednim ravnjačama,
- oranje na 20-25 cm dubine,
- tanjiranje teškim diskosnim tanjiračama u dva pravca (upravno jedan na drugi),
- fino ravnanje zemljišta,
- predsetvena priprema zemljišta, sa predsetvenim navodnjavanjem (uslovno),
- unošenje kompleksnih mineralnih đubriva i to: Pred oranje 2/3 PK i 1/2 N đubriva, te pred tanjiranje preostalih 2/3 PK i 1/2 N đubriva,
- izrada i postavljanje infrastrukture za navodnjavanje, vodeći računa o veličini i obliku parcela (tifoni, ređe stabilni rasprskivači srednjeg i velikog dometa),
- setva odabranih useva reklamativne proizvodnje tolerantnih na povišeni sadržaj soli u zemljištu (ječam, crvena detelina detelina, lucerka, sudanska trava),
- navodnjavanje sa dodatnom količinom vode od 40-50 mm mesečno (pored redovne norme navodnjavanja), u cilju dodatnog ispiranja (*leaching requirement*).
- žetva-skidanje otkosa, te zaoravanje zelene mase leguminoznih biljaka radi zelenišnog đubriva,
- u zavisnosti od raspoložive količine vode: Ugar ili ispiranje tokom prelazne proizvodnje,
- kontrola saliniteta na svim klasama zemljišta i njihovo uvođenje u redovnu poljoprivrednu proizvodnju [11]. Detaljan dinamički plan inicijalnog ispiranja soli prikazan je u grafikonu 1.



Legend / Легенда:

- Net leaching rate Нето норма испирања
- Water losses Губици воде

Grafikon 1. Dinamički plan inicijalnog ispiranja soli

## 5. Diskusija

Pedogenetski procesi i formiranje anizotropih zemljišta Srbije su ekvivalentni onima u aridnim i semi aridnim područjima sveta. Radi se o zemljištima nastalim aluvijalnim nanosima usled plavljenja velikih rečnih tokova. U Srbiji Dunava, Save i Tise (Vojvodina), a u Mesopotamiji (gde je autor sproveo osnovna eksperimentalna istraživanja), reka Tigris. Pomeranjem temperaturnog praga u region jugoistočne Evrope, osnovne karakteristike klime tokom letnjeg perioda veoma se približavaju semi-aridnim klimatskim uslovima, koju karakterišu visoke temperature i odsustvo padavina.

Klimatski, geografski, pedološki i hidrološki uslovi i dominantno stepen inicijalnog saliniteta zemljišnog rastvora, s jedne strane, kao i ustanovljen metod i koncept reklamacije zemljišta sa druge, odredili su da dinamika reklamacionog postupka na jednoj površini traje 24 meseca.

Za klimatske uslove koji dominiraju u Srbiji, predlaže se sledeća dinamika reklamacije-desalinizacije zemljišta [11, 13]:

1. Klasa I saliniteta ( $EC < 20$  mmhos/cm): Start ispiranja u zavisnosti od vremenskih uslova i stanja zemljišta u periodu od 15 marta do 1 aprila.

- Inicijalno ispiranjenu sa dve aplikacije (20 i 10 cm vodenog stuba bruto) i intervalom od 7 dana, na celoj površini, na svim salinitenim klasama,

- uzorkovanje i verifikacija efekata ispiranja, te izdvajanje površina koje se uvode u postupak prelazne proizvodnje, odnosno izdvajanje površine u II i III salinitetne klase,

- prelazna-reklamativna proizvodnja uz primenu redovnog navodnjavanja i dodatnog ispiranja (*“leaching requirement”*), u toku trajanja vegetacije odabranih reklamativnih useva prelazne proizvodnje, do kraja oktobra (8-8,5 meseci),

- konzervacija zemljišta-ugar, u period od kraja oktobra tekuće godine, do početka aprila naredne godine (4,5-5 meseci),

- krajem marta i dela aprila naredne godine, priprema za setvu i setva useva prelazne proizvodnje sa redovnim navodnjavanjem i dodatnim ispiranjem, do kraja septembra iste godine (6-6,5 meseci).

2. Klasa II saliniteta ( $20 < EC < 40$ ): Start ispiranja kao i kod klase I, stim što se posle primene prve

zalivne norme, druga ispirna norma od 20 cm bruto aplicira na zemljištu II i III

salinitetne klase, sa intervalom ne većim od 20 dana. Dinamika prelazne-reklamativne proizvodnje, kao i kod klase I, s tim što se dužina vegetacija smanjuje za interval između aplikacija.

3. Klasa IIIa ( $40 < EC < 60$ ) i IIIb ( $EC > 60$  mmhos/cm) saliniteta: Primena treće ispirne norme od 30 cm vodenog stuba bruto, u dve aplikacije od po 15 cm (4 i 5 aplikacija). Interval između 3 i 4, kao i 4 i 5 aplikacije, ne treba da je duži od 7-10 dana. Dinamika prelazne-reklamativne proizvodnje, kao i kod klase I, s tim što se dužina vegetacija smanjuje za interval između aplikacija.

## 6. Zaključna razmatranja

Prikazani i usvojeni metodi implementacije eksperimentalnih jedinica, pored globalne primene u aridnim i semi aridnim područjima, imaju značaj u primeni tehnološkog koncepta kompleksnih melioracija-reklamacije, degradiranih zemljišta-slatina Jugo Istočne Evrope, pa prema tome i Srbije.

U ovom radu su date faze kompleksnih melioracija slatina utemeljene na dosadašnjim rezultatima eksperimentalnih istraživanja, kako autora, tako i istraživanja u svetu, sublimiranih i određeni konceptom tehničko-tehnoloških rešenja reklamacije zemljišta i to kroz četiri faze reklamacije zemljišta (napred opisane).

Formiranje eksperimentalnih oglednih deonica treba istovremeno organizovati na svim klasama halomorfnih zemljišta, na utvrđenim lokacijama u zavisnosti od stepena inicijalnog saliniteta ili alkaliniteta zemljišta.

U klimatskim uslovima jugo-istočnog Balkana, nižih vrednosti evaporacije, za preporuku je da period inicijalnog ispiranja soli iz zemljišta započinje u proleće (do početka aprila), te da se kontinuelno nastavi u toku letnjih meseci (do kraja septembra, nekad i do kraja oktobra). U toku letnjih meseci isparavanje sa slobodne vodene površine, beleži značajno niže vrednosti (5-20 mm), uz jednake uslove infiltracije vode u zemljište, pojava, učestalost i samim tim negativni efekti procesa resalinizacije će biti svedeni na najmanju moguću meru.

U cilju održavanja stepena saliniteta zemljišnog rastvora  $< 4$  mmhos/cm na  $25^{\circ}\text{C}$ , treba smanjiti interval između aplikacija ispirnih normi na 5-10 dana, ređe 7-14. Početak procesa ispiranja u našim uslovima, podrazumeva da su na vreme izvedene sve neophodne operacije pripreme zemljišta za ispiranje iz domena mehaničke reklamacije zemljišta, predložene fazom II.

Za vreme inicijalnog ispiranja rastvorljivih soli iz zemljišta, netreba očekivati bitne promene u fizičkim svojstvima zemljišta. One će se zapaziti tek posle ispiranja soli u izmenjenim ekološkim uslovima, nastalim pri stabilizovanom-izmenjenom stanju vodnog režima zemljišta, u proizvodnim uslovima, posredstvom biološke aktivacije zemljišne sredine.

Treba očekivati izvesne promene u hemijskim svojstvima zemljišta. To se pre svega odnosi na pH vrednost i sadržaj bora. Smanjenje bora je značajno i ono je važno, jer se procesom desalinizacije postiže sadržaj ovog mikro elementa u zemljištu koji nije toksičan za biljke.

Intenzivno ispiranje Ca jona iz površinskih slojeva zemljišta iziskuje dodatno osmatranje ove pojave, da bi se sagledale i predvidele eventualne potrebne mere koje bi trebalo ukomponovati za ispiranje uz primenu nešto izmenjene tehnologije, čime bi se eliminisale moguće opasnosti od alkalizacije zemljišta.

Strategija razvoja poljoprivrede i sela treba da definiše detaljnu dinamiku melioracija slatina u okviru, manjim delom kratkoročnih, a većim srednjoročnih i dugoročnih planova realizacije, utemeljenim na rezultatima predmetnih istraživanja, koja se odnose na implementaciju i organizovanje eksperimentalnih oglednih jedinica.

**Na ovom mestu treba istaći da u odnosu na dugotrajno kultivisana-degradirna zemljišta, meliorisana-reklamirana zemljišta, čine značajanu osnovu za organizovanje održive biljne proizvodnje, a time i viši nivo sigurnosti i kvaliteta hrane.**

## 7. Literatura-References

1. Belić M., Hadžić V., Nešić Lj., *Karakteristike halomorfnih zemljišta Banata i mogućnost njihovog intenzivnijeg korišćenja*. Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, br. 40, 2004.
2. Belić M., *Dinamika vodorastvorljivog i adsorbovanog natrijuma i kalcijuma u toku melioracija solonjeca*. Poljoprivredni fakultet Novi Sad, magistarski rad, 1990.
3. Belić M., *Uticao meliorativnih mera na adsorptivni kompleks solonjeca*. Poljoprivredni fakultet Novi Sad, doktorska disertacija, 1999.
4. Ćirić M., *Pedologija*, Svijetkost, Sarajevo, 1991.
5. Милковић Н., *Искориштавање и поправљање слатина*. Задружна књига, Београд, 1955.
6. Милковић Н., *Квалитетне карактеристике хумуса и његова динамичност у војвођанским слатинама*. Зборник Матице српске за природне науке, Нови Сад, бр. 50, 1966.
7. Милковић Н., *Карактеристике војвођанских слатина*. Савез водних заједница, Нови Сад, 1963.
8. Милковић Н., Кукин А., Живковић Б., *Специфичне појаве сулфатног заслањивања слатина*. Зборник радова Института за ратарство и повртарство, Нови Сад, 1978.
9. Милковић Н., Кукин А., Живковић Б., *Хумусне компоненте војвођанских слатина и њихове промене под утицајем различитих поправних средстава*. Зборник радова Института за ратарство и повртарство, Нови Сад, 1983.
10. Нејгебауер В.К., *Мogućност пољопривредног искориштавања содних слатина Баната*. Радови пољопривредних научних установа, Београд, књига 1, 1949.
11. Нешић Ј.М., *Својства солоћа и његово место у класификацији земљишта*. Пољопривредни факултет Нови Сад, докторска дисертација, 2002.
12. Žeželj D.B., *Metode kompleksnih melioracija zasoljenih zemljišta aridnih i semiaridnih regiona, sa aplikacijom na ekvivalentna zemljišta i uslove Srbije*. Doktorska disertacija, Bačka Topola, 2013.
13. Žeželj D.B., Glumac S., Hojka Z., *Comparative analysis of the criterion for Land Reclamation of Anizotropical-Halomorphic Soils*. Scientific Research Agricultural Management. [Http://www.Isma.ro/index.php/Isma/login](http://www.Isma.ro/index.php/Isma/login), 2015, p. 15-22.
14. Žeželj B., Dimovski P., *Predlog mera desalinizacije ekstremno zaslanjenih zemljišta Vojvodine*. Zemljište 2019, V savetovanje sa međunarodnim učešćem, Korišćenje i upravljanje zemljištem, plenarni skup, Vol. 68, No.1, str. 36-44, 2019.

## PESTICIDI I ŽIVOTNA SREDINA

### Izvod

Uvođenje pesticida početkom dvadesetog vijeka dovelo je do najvećeg oslobađanja sintetičkih jedinjenja u životnoj sredini ikada do sada. Za razumijevanje posljedica ovog fenomena, potrebno je razumijevanje, kako bioloških efekata, tako i razumijevanje načina na koji priroda i antropogeni procesi i faktori mogu uticati na vazduh, vodu i zemljište. Pesticidi su definisani kao toksične hemikalije koje su namjerno uvedene u životnu sredinu s ciljem ubijanja živih organizama, uključujući životinje, biljke, bakterije i gljive.

Svojim prisustvom u životnoj sredini, redovno zagađuju gotovo svaki izvor pitke vode i većinu izvora hrane. Statistički podaci Svjetske zdravstvene organizacije (WHO) su alarmantni, tj. godišnje trovanje oko 3 miliona stanovnika od čega je preko 200 000 sa smrtnim ishodom. Toksične osobine pesticida su, već odavno poznate. Posljednje decenije njihovo prisustvo u životnoj sredini, kao i uticaji na životnu sredinu, a posebno na zdravlje stanovništva, je intenzivirano. Pesticide treba uzeti kao nužno zlo koji u ovom trenutku pomažu čovječanstvu da osigura dovoljan izvor hrane, ali pravi izazov je, upravo u traženju načina proizvodnje koji neće zemljište, vodu i vazduh zagađati tim jedinjenjima.

**Ključne riječi:** pesticidi, insekticidi, herbicidi, životna sredina

## PESTICIDES AND ENVIROMENTAL

### Abstract

The introduction of pesticides in the early twentieth century led to the greatest release of synthetic compounds in the environment ever. To understand the consequences of this phenomenon, it is necessary to understand both the biological effects and the way in which nature and anthropogenic processes and factors can affect air, water and soil. Pesticides are defined as toxic chemicals that are intentionally introduced into the environment in order to kill living organisms, including animals, plants, bacteria and fungi.

By their presence in the environment, they regularly pollute almost every source of drinking water and most food sources. The statistics of the World Health Organization (WHO) are alarming, ie. annual poisoning of about 3 million inhabitants, of which over 200 000 are fatal. Their toxic properties have been known for a long time. In recent decades, their presence in the environment, as well as the impact on the environment, and especially on the health of the population, has intensified. Pesticides should be taken as a necessary evil that is currently helping humanity to provide a sufficient source of food, but the real challenge is, precisely in finding a way of production that will not pollute the soil, water and air with these compounds.

**Key words:** pesticides, insecticides, herbicides, environmental

### UVOD

Postoje različite definicije pojma pesticidi. Prema Gruzdyevu [1] pesticidi su hemijska jedinjenja koja se koriste za kontrolu štetočina i bolesti bilja, za iskorjenjivanje korova, za

<sup>1</sup> „Orao“ a.d. za proizvodnju i remont, Bijeljina; Republika Srpska; Bosna i Hercegovina  
„Internacionalni univerzitet Travnik u Travniku“, Federacija BiH; Bosna i Hercegovina



uništavanje štetočina i mikroorganizama koji izazivaju kvarenje poljoprivrednih proizvoda, materijala i artikala, kao i za kontrolu parazita i vektora bolesti opasnih po čovjeka i životinje. Prema Wittu, [2] pesticid je hemijsko jedinjenje koje se koristi za direktnu kontrolu štetočina ili za prevenciju ili redukciju oštećenja prouzrokovanih štetočinama. George W. Ware u svojoj knjizi "Fundamentals of Pesticides" [3] navodi da su pesticidi sredstva koja se koristi za upravljanje svim vrstama štetočina. Pesticidi su postali esencijalno oruđe u poljoprivredi i u urbanom životu i bez njih je nemoguće zamisliti savremenu poljoprivrednu proizvodnju [3].

*Za poljoprivredne proizvođače*, pojam štetočine uključuje insekte i grinje koji napadaju usjeve; korove u njivama i vodene biljke koje ometaju rad irigacionih i drenažnih sistema; biljne bolesti prouzrokovane gljivicama, bakterijama i virusima; nematode; puževe i puževe golaće, kao i glodare i ptice koji uništavaju prevelike količine biljaka i sjemena iz usjeva i hrane koja služi za ishranu domaćih životinja. *Za urbanu populaciju* pojam štetočine uključuje štetne insekte kao i insekte koji su prenosioci bolesti, komarce i bubašvabe; moljce koji uništavaju odjeću; puževe, lisne vaši, grinje, gusjenice i insekte koji se hrane travnjacima, baštenskim i ukrasnim biljem; termite koji se nalaze u ljudskim ćelijama; korove u travnjacima i baštama; bolesti koje uništavaju ukrasno bilje; alge koje zagađuju bazene za plivanje; buđi koje se pojavljuju na vlažnim mjestima; pacove i miševе, kao i ptice koje prljaju trotoare, prozore i spomenike [3].

*Američka Agencija za zaštitu životne sredine (Environmental Protection Agency, EPA)* je definisala pesticide kao bilo koju supstancu ili smještu supstanci, koje su namijenjene za uništavanje, suzbijanje i sprječavanje dejstva štetnih organizama. U tabeli 1 dat je prikaz preporučene klasifikacije Svjetske zdravstvene organizacije zasnovane na opasnosti pesticida (Šarić M., 2002.).

Tabela 1. Preporučena klasifikacija pesticida po opasnosti (Svjetska zdravstvena organizacija)

Grupa	LD <sub>50</sub> za miševе (mg/kg tjelesne težine)			
	Oralno		Dermalno	
	čvrste materije	tečnosti	čvrste materije	tečnosti
<b>Ia Ekstremno opasni</b>	5 ili manje	20 ili manje	10 ili manje	40 ili manje
<b>Iib Vrlo opasni</b>	5–50	20–200	10–100	40–400
<b>III Umjerenopasni</b>	50–500	200–2000	100–1000	400–4000
<b>IV Malo opasni</b>	Više od 500	Više od 2000	Više od 1000	Više od 4000

Pesticid može biti hemijska supstanca ili biološki agens koji se koristi protiv insekata, korova, mikroorganizama koji šire bolesti ili su štetni na neki drugi način [3,4].

*Klasifikacija pesticida* je uslovljena zbog toga što mnogi od njih imaju univerzalno djelovanje jer mogu da djeluju, kako na insekte, tako i na grinje, kao na primjer fenitrotion ili malation i zato je

najpogodniji naziv za ova jedinjenja termin *insektoakaricidi*. Isto tako, mnogi pesticidi mogu da se koriste za suzbijanje različitih gljivičnih oboljenja i grinja (na primjer, dinokap i jedinjenja sumpora) pa je za njih pogodniji termin *akarofungicidi*.

Osnovna klasifikacija pesticida je [1,2]:

1. *prema namjeni,*
2. *prema načinu prodiranja u organizam i mehanizmu djelovanja i*
3. *prema hemijskoj strukturi.*

*Prema namjeni* pesticidi se dijele na više grupa [1,3] :

- *akaricidi* – za suzbijanje štetnih grinja,
- *algicidi* – za uništavanje algi,
- *arboricidi* – za uništavanje drveća i žbunja,
- *avicidi* – za suzbijanje ptica,
- *baktericidi* – za suzbijanje bakterijskih oboljenja,
- *fumiganti* – za suzbijanje insekata i drugih organizama,
- *fungicidi* – za suzbijanje gljivičnih oboljenja,
- *herbicidi* – za uništavanje korova,
- *insekticidi* – za suzbijanje insekata,
- *larvicidi* – za suzbijanje larvi insekata ili grinja,
- *moluscidi* – za suzbijanje puževa i puževa golača,
- *nematocidi* – za suzbijanje opasnih crva (nematoda),
- *ovicidi* – za uništavanje jaja opasnih insekata i grinja,
- *pedikulicidi* – za uništavanje svih vrsta vaši,
- *piscicidi* – za kontrolu riba,
- *predicidi* – za uništavanje predatora (najčešće kojota),
- *rodenticidi* – za suzbijanje glodara i
- *termiticidi* – za uništavanje termita.

Pored navedenih, *i druge grupe hemijskih jedinjenja* se mogu svrstati u pesticide, a to su: *atraktanti* – materije koje svojim mirisom i ukusom privlače insekte i životinje; *hemosterilanti* – utiču na sposobnost organizama za reprodukciju; *defolijanti* – materije koje izazivaju lišća; *desikanti* – ubrzavaju sušenje biljaka; *regulatori rasta biljaka i insekata*, *feromoni* – materije koje proizvode insekti radi djelovanja na istu vrstu; *repelenti* – supstance koje odbijaju insekte; *inhibitori* – organske ili neorganske materije koje smanjuju aktivnost enzima ili metabolizam u živim organizmima; *retardanti* – usporavaju rast biljaka i *hormoni* – materije koje posjeduju izuzetnu biološku aktivnost i koje kontrolišu sve vitalne funkcije u organizmu [3].

**Prema načinu prodiranja u organizam** pesticidi se dijele na:

- *stomačne (digestivne)*,
- *kontaktne* i
- *fumigante*.

*Stomačni pesticidi* djeluju na štetne insekte kada se unesu u organizam zajedno sa hranom. *Kontaktni insekticidi* djeluju na insekte na mjestu kontakta. *Fumiganti* su hemijske supstance koje prodiru u organizam insekata ili životinja putem disajnih organa. Ova jedinjenja se obično koriste u vidu gasa ili pare. Zbog toga u fumigante mogu da se ubroje i svi oni insekticidi i akaricidi, koji mogu da se prevedu u oblik pare ili gasa. I ova podjela je uslovna jer mnogi pesticidi pokazuju istovremeno stomačno, kontaktno i fumigantno djelovanje [1].

Prema **hemijskom sastavu** svi pesticidi se mogu podijeliti u 3 glavne grupe:

- *neorganska jedinjenja*,
- *organska jedinjenja* i
- *pesticidi prirodnog porijekla*.

Najpoznatiji pesticidi *neorganskog porijekla* su jedinjenja: žive, fluora, barijuma, sumpora, bakra kao i hlorati i borati. *Pesticidi prirodnog porijekla* (na primjer piretrini, antibiotici ili fitocidi) su

jedinjenja koja biosintetišu organizmi (biljke, životinje, bakterije i gljive). Najveća grupa pesticidnih materija su jedinjenja *organskog porijekla* i ovoj grupi pripadaju pesticidi koji imaju veliku fiziološku aktivnost. Zastupljenost bezbroj različitih struktura otežava klasifikaciju, pa je prema različitim autorima i klasifikacija različita. Jedna od mogućih klasifikacija je i opšta klasifikacija pesticida organskog porijekla: *ugljovodonici*, *halogenovani ugljovodonici* (alifatični, aliciklični i aromatični), *organska jedinjenja sa funkcionalnim*

grupama (alkoholi, fenoli, etri, aldehidi, ketoni, hinoni, amini, nitro jedinjenja), *organske kiseline i njihovi derivati* (alifatični, aliciklični, aromatični, ariloksi i njihovi estri), *ugljena kiselina i njeni derivati* (karbamati, tiokarbamati, derivati uree i tiouree), *heterociklična jedinjenja, derivati hidrazina i azo jedinjenja, organska jedinjenja sumpora* (merkaptani, sulfidi, derivati sumporne, sumporaste i sulfonske kiseline), *organska jedinjenja fosfora, organska jedinjenja žive, kalaja, silicijuma, germanijuma i olova i organska jedinjenja arsena, antimona, bizmuta, gvožđa i bora.*

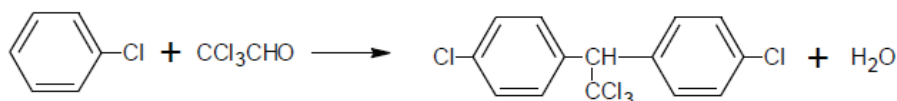
## 1. INSEKTICIDI I HERBICIDI KAO ZAGAĐIVAČI ŽIVOTNE SREDINE

### 1.1. Insekticidi kao zagađivači životne sredine

**Insekticidi** su jedna od najbrojnijih grupa pesticida koja se, uz herbicide i fungicide, koristi. Obzirom na višestruko štetno djelovanje insekata, borba protiv njih vodi se u različitim područjima medicine i privrede. Shodno načinu djelovanja na insekte, razlikuju se dvije grupe insekticida:

- 1) insekticidi koji neprestalno ubijaju insekte (djeluju toksično kad unosom prodiru u probavu insekta) i
- 2) insekticidi koji uklanjaju insekte ili doprinose njihovom uništavanju (ne ubijaju ih direktno).

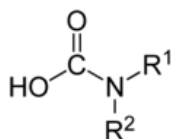
U organizam, insekticidi mogu ući na svatri načina (inhalacijom, ingestijom ili preko kože). Zbog rastvorljivosti u mastima, njihovi rastvarači pospješuju unos kroz kožu, dok neki mogu prodrijeti kroz kožu iako su u praškastom obliku. U prošlosti, **hlorirani insekticidi** su imali dominantan značaj a danas se njihova upotreba, zbog ekstremne otrovnosti sve više potiskuje. Savremeni insekticidi najčešće imaju višestruko toksično djelovanje, i digestivno i kontaktno, a često i inhalacijsko. Njihov nedostatak je što su iz istog razloga opasni, kako za korisne životinje, tako i za čovjeka. Neki od tih insekticida prodiru i u unutrašnjost biljke i uništavaju štetočine koje se nalaze unutar lista ili ploda. Nakon što prodru u biljno tkivo, biljni sokovi ih raznose u sve dijelove biljke. Prednost ovih insekticida je u tome što njihovo zaštitno djelovanje traje duže jer ne zavisi od padavina i drugih meteoroloških uslova. U mnogim razvijenim zemljama svijeta, upotreba *hloriranih ugljovodonika* je ograničena ili potpuno zabranjena, dok u zemljama u razvoju oni se uveliko koriste (djelotvornost i niska cijena).



DDT

**DDT** (1,1-bis(4-hlorfenil)-2,2,2-trihloretan) je glavni predstavnik insekticidnih hloriranih ugljovodonika s difeniletanskom strukturom. Proizvodi se kondenzacijom hlorbenzena i hloralala pod dejstvom sumporne kiseline (oleum). To je čvrsta supstanca u obliku bezbojnih, u vodi rastvorljivih kristala. DDT nije isparljiv, pa djeluje kao kontaktni i digestivni otrov. U organizmu se sporo širi, te napada direktno nervni sistem [6]. Veoma je rezistentan, ali ipak doživljava svoju transformaciju u derivate dihlor-difenil-dihloretan (DDD i DDE) koji su veoma stabilni u tkivu. Dokazana je njegova opasnost za reprodukciju, uništava razvoj ploda i nervnog sistema, te dovodi do učestale pojave tumora [8].

**Karbamati** su jedinjenja monometil i dimetil karbaminske kiseline (HOOC-NH<sub>2</sub>), odnosno za pesticide se koriste *monometilkarbamati i dimetilkarbamati*.



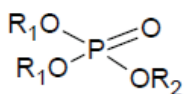
Karbaminska kiselinska grupa

Posjeduju *insekticidno, fungocidno i herbicidno djelovanje*. Insekticidni karbamati u sastavu imaju metilnu grupu, R-OCO-NH-CH<sub>3</sub>, gdje je R supstituisani aromatski prsten ili dio molekule nekog oksima. Tiokarbamati imaju jedan atom sumpora i većinom su herbicidi, dok, ako sadrže dva atoma sumpora i metilnu grupu, smatraju se *fungicidima* [6,8]. Karbamati su razvijeni s namjerom da se pronađe zamjena za do tada mnogo upotrebljavane hlorirane ugljovodonike, koji su se zbog svoje toksičnosti i zagađenja životne sredine, pokazali kao opasni insekticidi. Karbamatima se postigao vrlo dobar rezultat u borbi protiv štetočina i nametnika koji su otporni na djelovanje ostalih vrsta insekticida. Toksične osobine karbamata gube se nakon nekoliko uzastopnih biotransformacionih reakcija, konjugacija, odnosno hidrolize. Nepostojani su na višim temperaturama, te se pokazalo da fiziološki djeluju isto kao i organska jedinjenja fosfora.

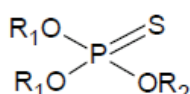
**Organska jedinjenja fosfora** su se pokazala vrlo efikasnim u uništavanju insekata koji nagrizaju dijelove biljaka i isušivanju njenih sokova. Organofosforna jedinjenja čine veoma veliku grupu aktivnih insekticida te 90% svih pesticida koji se proizvode su organska jedinjenja (WHO 2010). Svi preparati ove grupe jedinjenja su derivati fosforne kiseline. Dobro se rastvaraju u organskim rastvaračima, posebno u ljudskim mastima što im omogućava lako prodiranje kroz kožu, posebno

kožu ruku i preko dječijih igračaka na kojima su dokazani [9]. *Aril-fosfati, alkil-fosfati i tiofosfati* ne djeluju toksično samo na insekte, već i na toplokrvne životinje (endotermne; ptice, sisavci i neke vrste riba) i na ljude. U plućima se obično apsorbuju kao aerosoli, a iz aerosola se mogu apsorbovati u svim sluznicama na koje čestice aerosola dospiju [7].

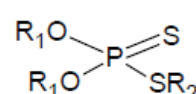
*Esteri fosforne i tiofosforne kiseline* s insekticidnim djelovanjem su obično kristalne čvrste supstance ili uljaste tečnosti koje se ne daju destilisati. U opšim strukturnim formulama estera R<sub>1</sub> je obično CH<sub>3</sub> ili C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>, dok na mjestu R<sub>2</sub> mogu biti grupe vrlo različitih struktura, od jednostavnih alkilnih i vinilnih do aromatskih i složenih heterocikličnih supstituenata.



ester fosforne kiseline  
kiseline

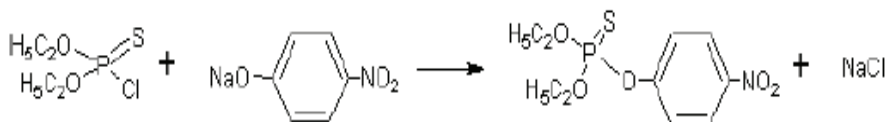


ester monotiofosforne kiseline



ester ditiofosforne

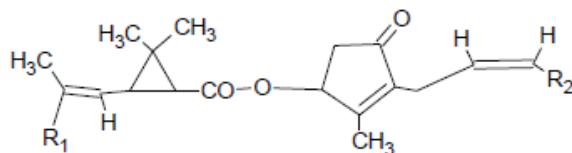
*Paration, (0,0-dietil-0-(4-nitrofenil) tiofosfat)* je derivat monotiofosforne kiseline a dobija se reakcijom dietiltiofosforil-hlorida s natrijumovom soli 4-nitrofenola. Djeluje kontaktno i digestivno, a osim insekticidnog ima i akaricidno djelovanje.



Paration

Primjer djelovanja parationa na čovjeka potvrđen je 1999. godine u Peruu. U selu Taucamarca došlo je do trovanja školske djece koja su za doručak konzumirala mlijeko. Napitak je bio pripremljen iz mlijeka u prahu koje je bilo zagađeno piratomom. Otrovano je 42 djece, a njih 24 je umrlo od akutnog trovanja. Zbog navedenih vrlo toksičnih načina djelovanja, paration je zabranjen u nekim zemljama.

*Piretrini i piretroidi:* Piretrini su esteri (+)-trans-hrizantemske kiseline i (+)-trans-piretrinske kiseline s prikazanom opštom strukturom:



Strukturna formula piretrina

Dobijaju se ekstrakcijom iz osušenih i smrvljenih cvjetova Dalmatinskog buhača koji sadrži do 3% piretrina [8]. Piretrini djeluju kao nervni otrovi. Iako je njihova toksičnost na toplokrvne organizme niska, vrlo brzo obaraju insekte koji lete, ali ih teže ubijaju. Taj nedostatak se uklanja dodatkom materije sa sinergičnim djelovanjem kao što je piperonil-butoksid. To su materije koje same nisu otrovi, ali povećavaju toksičnost insekticida tako što sprječavaju enzimsko rastvaranje toksina u organizmu. *Piretroidi* su sintetički piretrini, ali zbog visoke cijene, danas su u manjoj upotrebi, te se uglavnom upotrebljavaju u higijenskoj dezinfekciji i zaštiti hrane od insekata.

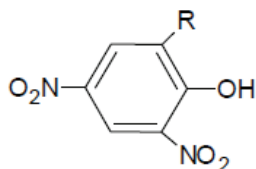
## 1.2. Herbicidi kao zagađivači životne sredine

**Herbicidi** su hemijska sredstva za sprječavanje rasta ili za uništavanje korova, tj. neželjene vegetacije. Prvi herbicidi, *željezo sulfat*, *natrijum hlorid* i *bakar sulfat* počeli su se upotrebljavati u 19. vijeku. Prvi organski herbicid bio je dinitro-ortokrezol (DNOC), koji se pojavio tridesetih godina prošlog vijeka. Međutim, otkrićem 2,4-dihlorfenoksisirćetne kiseline (2,4-D) i njenih izuzetnih herbicidnih osobina, 1944. godine započela je prva industrijska proizvodnja i primjena herbicidnih osobina.

Herbicidi se mogu karakterisati i podijeliti na više načina. Prema mjestu svog djelovanja, razlikuju se *kontaktni* (razaraju vanjsko biljno tkivo na mjestu dodira) i *translocirani* (apsorbuju se i prenose po cijeloj biljci). Njihova primjena zasniva se na nanošenjem na lišće ili zemljište, kada djeluju kroz korijen. Prema načinu djelovanja herbicidi mogu biti *selektivni ili neselektivni* [6,8]. *Selektivni herbicidi* su hemijska sredstva koja služe za suzbijanje (korovne) biljne vrste, a da se pritom značajnije ne ošteti kultura. Selektivna efikasnost djelovanja se najčešće zasniva na različitoj apsorpciji, translokaciji, metabolizmu i biohemijskom djelovanju između kulture i korova [10]. *Neselektivni herbicidi* su grupa herbicida u koju se ubrajaju preparati koji potpuno uništavaju svu vegetaciju na zemljištu. Primjenjuju se u slučaju kada je potrebno pripremiti neki teren bez rastinja, npr. u cilju sprječavanja širenja požara, uz rub cesti i td.. Fitotoksičnost herbicida zasniva se na narušavanju biohemijske ravnoteže u biljci, pri čemu dolazi do smetnji i zaustavljanju klijanja, fotosinteze i enzimskih procesa. Međutim, takvo djelovanje herbicida je veoma zavisno od osobina i vlažnosti zemljišta, temperature i svjetlosti, pa se sve to mora uzeti u obzir ako se želi postići djelotvornost i selektivnost herbicida.

**Dinitrofenoli:** Od dinitrofenola najzastupljeniji kao herbicidi su *derivati 2,4-dinitrofenol*, gdje je R *metil*, *s-butil*, *s-amil*, *s-oktil*. To su žuta ulja s insekticidnim, herbicidnim i fungocidnim djelovanjem: dinitrobutilfenol, DNBP ili dinoseb, dinitroortokrezol, DNOC i dinosebacetat,

DNC koji je samo herbicid. Toksično djeluju tako da blokiraju metaboličke puteve i sintezu ATP-a, posebno u ćelijskom disanju. Kod većih koncentracija dovode do metaboličke smrti. Simptomi su povišena temperatura, povećanje otkucaja srca, anoksija i acidoza.

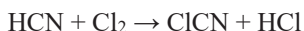


*Supstituirani 2,4 dinitrofenol*

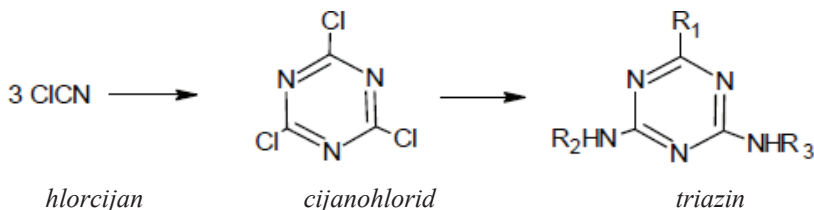
*Dinitroortokrezol*, *DNOC* je najrasprostranjeniji derivat koji se dobija nitriranjem *o*-krezola. Toksičan je za ljude, pogotovo ako je primijenjen u ulju, jer ono olakšava njegovo prodiranje kroz kožu. Loše osobine jedinjenja *DNOC* donekle su umanjena u derivatu *DNBP*, koji, umjesto metilne grupe sadrži *s*-butilnu grupu. Toksičnost *DNBP* se smanjuje acetiliranjem a proizvodi se kao koncentrat za emulziju i služi za suzbijanje širokolisnatih korova.

Od derivata **fenoksisirćetne kiseline**, najviše se koriste jedinjenja *2,4-D* (*dihlorfenoksisirćetna kiselina*) i *2,4,5-T* (*trihlorfenoksisirćetna kiselina*). *2,4-D*, kao najpoznatije jedinjenje ove grupe, se koristi za suzbijanje korova u kukuruzu. Proizvodi se kao vodeni rastvor svojih soli i uljnih rastvora pripadajućih amida i estera tokom čije proizvodnje se stvaraju veće ili manje količine dioksina. Preparati služe za suzbijanje krupnolisnatih korova u žitima i na livadama. Jedinjenje *2,4,5-T* se primjenjuje u nekoliko preparata za uništavanje drvenastog šiblja i izdanaka šumskog drveća pri obnavljanju šuma. Šezdesetih godina prošlog vijeka navedeni herbicidi su se koristili kao bojni otrovi. „Agent Orange“ je mješavina herbicida *2,4-D* i *2,4,5-T* koju je koristila američka vojska u ratu u Vijetnamu kao herbicide koji vojnicima omogućavaju ogoljavanje šuma radi lakšeg pronalaska neprijatelja. Ovaj herbicid je sadržavao visoku koncentraciju toksičnog jedinjenja derivata dioksina, *TCDD*. Ovi preparati na čovjeka djeluju neurotoksično, utiču na izmjenu gena, što za posljedicu povlači niz metaboličkih promjena.

**Triazini** predstavljaju grupu od 15 jedinjenja koji se koriste kao herbicidi za suzbijanje rasta i uništavanje većine biljaka. To su čvrste, u vodi slabo rastvorljive materije. Početne sirovine za sintezu su *cijanovodonik* i *hlor* uz nastajanje jedinjenja *hlorcijan*, prema reakcijama:



Njihovom ciklizacijom nastaje *cijanohlorid*, koji se nadalje, postupkom supstitucije različitim aminima (natrijum metanolatom ili natrijum tiometanolatom) stvaraju triazini koji se međusobno razlikuju po svojim supstituentima.



Triazini oštećuju timus ili grudnu žlijezdu (thymus), jetru, bubrege i slezenu. Iz tijela čovjeka i životinja izlučuju se brzo mokraćom, te se na taj način u životnoj sredini mogu naći u zemljištu vodi za piće i hrani, dok se u tijelu čovjeka transformišu i prelaze u N–nitrozoatrazin (jedinjenje koje je dokazano da je kancerogen i mutagen). Posebno je opasan tokom trudnoće jer je i embriotoksičan.

**Derivati uree**, upotrijebljeni kao herbicidi najviše se upotrebljavaju u poljoprivredi kao vještačko đubrivo. Proizvode se adicijom monoalkilamina ili dialkilamina na fenilazocijanate. Njihova opšta strukturna formula  $Ar-NH-CO-N(CH_3)R$ , u kojoj je Ar supstituisano benzojevo jezgro, a R je  $CH_3$  ili  $OCH_3$  grupa. Kod većih koncentracija koriste se kao totalni herbicidi, a u manjim koncentracijama kao selektivni. U upotrebi su od 1954. godine u preko 25 derivata. Svi derivati uree su nisko toksični herbicidi. Međutim, za toplokrvne životinje veće akutne doze mogu biti smrtonosne. Simptomi trovanja počinju gubitkom apetita, malaksalošću i teturanjem, otežanim disanjem i prolivom [8,9]. Zbog osjetljivosti na padavine, lako se prenose u zemljište. Ako su prisutni u prevelikim količinama, mogu oštetiti usjeve zbog čega je potreban poseban oprez pri njihovoj primjeni jer se biološki relativno brzo rastvaraju.

## 2. GENETSKI MODIFIKOVANA HRANA (GMO)

Priroda procesa genetskog inženjeringa proizvodi nepredvidljive posljedice na genetskom i ćelijskom nivou, što neminovno ima uticaj na ekološki nivo. Genetski modifikovani usjevi su počeli da se gaje masovnije sredinom 1990–ih godina. Već postoje istraživanja koja potvrđuju da geni stimulišu proizvodnju željene karakteristike u gajenom usjevu ali da dolazi do neželjenih promjena u korovskoj vegetaciji stvaranjem vrlo adaptivnih vrsta. Istraživanja pokazuju da pčele mogu biti važni faktori za prenos polena sa transgene uljane repice na konvencionalne usjeve na širem rastojanju. Polen, takođe, može da putuje na veća rastojanja vjetrom i da na taj način integriše svoj DNK u genom konvencionalnih biljaka. Geni od genetski modifikovanih organizama mogu se proširiti i na korovske i druge vrste u prirodi izazivajući otpornost na herbicide, što može dovesti do tzv. "superkorova" otpornih na širok spektar herbicida [11,12].

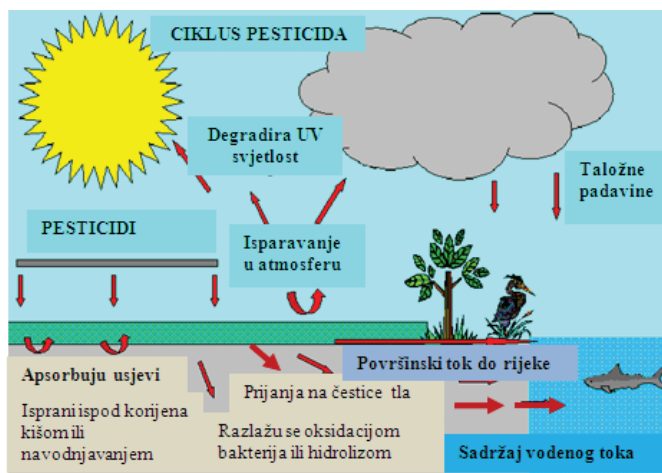
Transgene biljke (*biljke koje same proizvode svoj insekticid*) se svrstavaju u pesticide. Upotrebom ove hrane čovječanstvo će konzumirati više pesticida nego ikada do sada. Hrana u kojoj se najčešće pronalaze genetski modifikovane materije su: masti i ulja, kukuruzni i sojini proteini, zaslađivači, te razni dodaci i arome. Konkurentnost GMO hrane, u odnosu na druge biljke u životnoj sredini, je veoma velika pa se nove transgene biljke mogu širiti nekontrolisano u prirodi i znatno povrijediti prirodnu ravnotežu. Jednom kad GMO hrana dospje u prirodu, biće nemoguće je zaustaviti ili uništiti. Istraživanje koje je provelo Sveučilište Sjeverne Karoline potvrđuje bojazan ekologa da genetski modifikovane biljke prenose osobine na sljedeće generacije [12]. Bez dugoročnog testiranja ovakve hrane, ne može se sa sigurnošću tvrditi da je ona sigurna za čovjeka. Genetski modifikovani usjevi zbog otpornosti na herbicide, poljoprivrednom proizvođaču omogućavaju obilno prskanje herbicidima kojim uništavaju korov, a usjevi otporni na herbicid preživljavaju. Time se najviše pomaže hemijska industrija. To međutim, povećava zagađivanje zemljišta, vode i namirnica. Genetska modifikacija predstavlja vrhunac čovjekovog vladanja prirodom. Premalo je vremena prošlo da bi se sagledale sve posljedice novih biotehnika, preskaču se mnoge prirodne barijere, a ekološka stabilnost već je došla u pitanje.

### 3. UTICAJ PESTICIDA NA ZEMLJIŠTE I VODU

Uticaj pesticida na ekosisteme je višestruk a zavisi od nekoliko faktora kao što su:

- 1) njihova selektivnost,
- 2) vrijeme njihovog raspada i
- 3) akumulacija u zemljištu, vodi i vazduhu kao posljedice višegodišnjeg korištenja.

Djelovanje pesticida se odražava uticajem na floru i faunu, a time i na čovjeka. Pesticidi se zadržavaju u biljkama i na biljkama nakon tretiranja i kao takvi ulaze u lanac ishrane mnogih divljih, ali i domaćih životinja, te na taj način i na čovjeka. Sadržaj pesticida se može pronaći i u mikroorganizmima koji se nalaze na samom dnu prehrambenog lanca ishrane. Razmjena materija putem lanca ishrane odvija se u ciklusima, a ciklusi se ponavljaju sve do organizma koji se nalazi na samom vrhu prehrambenog lanca, gdje je koncentracija pesticida najveća. Na slici 1 prikazano je kruženje pesticida u ekosistemu.



Slika 1. Kruženje pesticida u ekosistemu

**Pesticidi dopijevaju u zemljište** direktno prskanjem određenog dijela površine, ali i indirektno usljed prenosa pesticida vazduhom ili usljed navodnjavanja vodom koja je kontaminirana pesticidima. Pesticidi smanjuju biološku raznolikost u zemljištu i uopšteno smanjuju kvalitet zemljišta, tj. prilikom njihove dugogodišnje primjene dolazi do narušavanja bioraznolikosti, a zbog dužeg zadržavanja u zemljištu dolazi do smanjenja njihovog rastvaranja. Istraživanjima štetnih uticaja na zemljište, za razliku od vode i vazduha, pristupa se mnogo kasnije, odnosno, tek kada su se u većoj mjeri počeli pojavljivati problemi vezani za oštećenje i zagađivanje produktivnih zemljišta, kao posljedica ljudske aktivnosti. Klasifikacija oštećenja zemljišta je vrlo složen postupak pri čemu treba voditi brigu o njegovim osobinama i izboru jedne od njegovih osobina, kao polazne osnove za ocjenu stepena oštećenja. S obzirom na osobine, zemljište kao višenamjenski resurs, može se smatrati oštećenim za jednu namjenu, dok se istovremeno može smatrati neoštećenim i upotrebljivim za drugu namjenu, tabela 2.

Tabela 2. Klasifikacija oštećenja zemljišta

Stepen oštećenja	Vrste oštećenja	Procesi oštećenja	Posljedice
1. stepen	Degradacija zemljišta u	1.1. Degradacija fizičkih karakteristika	Antropogena zbijanja zemljišta, Poremećaj vodnih prilika, Veći utrošak energije u obradi,



Slabo lako obnovljivo (reverzibilno)	intenzivnoj proizvodnji	1.2. Degradacija hemijskih karakteristika 1.3. Degradacija bioloških karakteristika 1.4. Degradacija hidromelioracijama	Zakišeljavanje i zaslanjivanje, Fitotoksični efekti, Smanjena biogenost, Poremećen odnos mikroflora, infekcija zemljišta.
<b>2. stepen</b> Odsrednje teško obnovljivo (uslovno reverzibilno)	Onečišćenje –Zagađenje	2.1. Teški metali i ostali toksični elementi 2.2. Ostaci pesticida i PAH-ovi 2.3. Petrohemikalije 2.4. Radionuklidi 2.5. Imisijska acidifikacija	Hrana neobnovljiva zbog mutagenog, kancerogenog ili teratogenog djelovanja, Depresija rasta biljaka, Fitotoksični efekti, Ugroženi drugi ekosistemi.
<b>3. stepen</b> Teško neobnovljivo (ireverzibilno)	Premještanje –Translokacija	3.1. Erozija vodom i vjetrom 3.2. Eksploatacija kamena šljunka i dr. građevinskih materijala 3.3. Odnosnje zemljišta 3.4. Posušivanje zemljišta 3.5. Prekrivanje komunalnim i proizvodnim otpadom 3.6. Prekrivanje dr. zemljištem 3.7. Oštećenja šumskim požarom	Gubitak dijela zemljišta ili cijelog profila, Promjena stratigrafije profila, Smanjenje proizvodnih površina, Smetnje u obradi zemljišta, Povećana heterogenost pokrova zemljišta, Povećani troškovi proizvodnje, Smanjenje prinosa, Ugroženi dr. ekosistemi, Gubitak proizvodnih površina.
<b>4. stepen</b> Nepovratno (trajni gubitak zemljišta)	Prenamjena	4.1. Izgradnja urbanih područja 4.2. Industrijski,energetski objekti, saobraćajnice, aerodromi 4.3. Hidroakumulacije	Smanjena ukupna proizvodna površina

Prema prikazanom u tabeli 2 jasno se vidi da ostaci pesticida izazivaju drugi stepen oštećenja zemljišta, što znači da je zemljište odsrednje do teško obnovljivo. *Posljedice prisutstva ostataka pesticida u zemljištu* su takve da hrana postaje neupotrebljiva zbog mutagenih, kancerogenih ili teratogenih efekata djelovanja, a pored toga, ugroženi su i drugi ekosistemi.

**Pesticidi mogu dospjeti u vodu** na četiri načina:

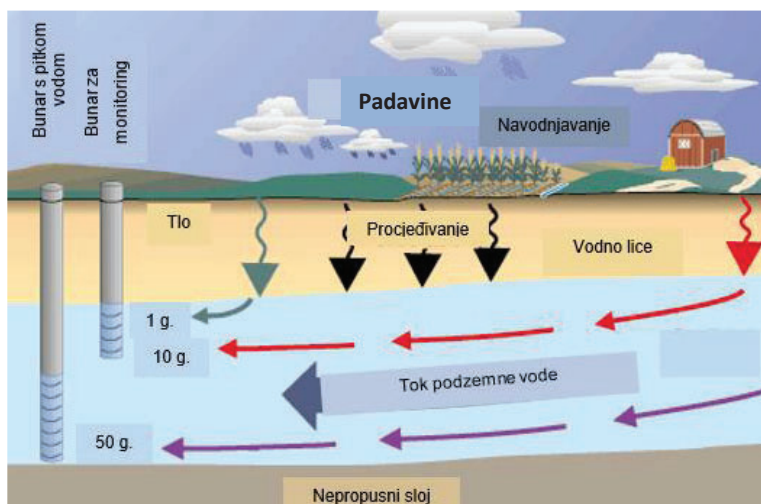
- 1) širenjem pesticida izvan područja na kome se direktno primjenjuju,
- 2) zagađivanjem zemljišta putem kiše zbog oticanja procjednih voda u rijeke, jezera ili podzemne vode,
- 3) ispiranjem zemljišta i oticanjem u podzemne vode,
- 4) slučajnim ili namjernim izlivanjem ili ispuštanjem u vodu.

U tabeli 3 prikazani su faktori koji utiču na zagađivanje podzemnih voda pesticidima.

Tabela 3. Faktori zagađivanja podzemnih voda pesticidima

Osobine pesticida	Karakteristike zemljišta	Uslovi zemljišta	Pravilna primjena
<ul style="list-style-type: none"> <li>• visoka topljivost</li> <li>• slaba adsorpcija</li> <li>• postojanost</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• pijesak i šljunak</li> <li>• nizak sadržaj organskih materija</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• plitka dubina podzemne vode</li> <li>• vlažna klima i navodnjavanje</li> <li>• udubljenja gdje se sakuplja voda</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• loše izabrano vrijeme primjene (prije velikih kiša)</li> <li>• prekomjerna količina pesticida</li> </ul>

Kontaminacija podzemnih i površinskih voda pesticidima je izrazito veliki problem. Posljednjih decenija, kako u svijetu, tako i u našoj zemlji, ovom problemu se pridaje sve veći značaj [12,13].



Slika 2. Prenos zagađenja sa površine zemljišta (zagađivanje podzemnih voda)

Zagađivanje površinskih i podzemnih voda pesticidima najčešće se vrši *direktnom ili indirektnom kontaminacijom*. *Direktna kontaminacija* se vrši u slučaju kada sredstvo nenamjerno (akcidentom) dospije u vodu (izvor, potok, jezero i sl.). Na ovaj način, voda se obično kontaminira visokim koncentracijama zagađujuće materije (najčešće na zaštićenom području). *Indirektna kontaminacija* vode je posljedica široke primjene pesticida. Ona se ogleda kroz vertikalno ispiranje padavinama s površine zajedno sa česticama zemljišta [13,14].

#### 4. ZAKLJUČAK

Na svjetskom nivou gubici prouzrokovani raznim štetočinama, biljnim bolestima i korovima izražavaju se stotinama biliona dolara godišnje. Jedan od načina da se ovi gubici smanje jeste i upotreba pesticida. Imajuću u vidu savremena tehnološka kretanja, može se očekivati da će se procenat poljoprivrednog zemljišta, kojeg i sada nema dovoljno, i dalje smanjivati. Obezbijediti dovoljno hrane biće moguće jedino intenziviranjem poljoprivredne proizvodnje i zaštite bilja. Jedan od najvećih problema koji prate primjenu pesticida jeste veliko zagađivanje voda, kako površinskih, tako i podzemnih, što je posebno nepovoljno ako se zna koliki je značaj podzemnih voda za život na Zemlji. Poznato je da samo jedan minimalni dio upotrijebljenih pesticida napada ciljani štetni organizam, dok najveći njihov dio, na žalost, odlazi u površinske i podzemne vode i zemljište. Većina pesticida je manje ili više toksična, neki od njih su i jako rastvorljivi u vodi. Posebna pažnja se poklanja razvoju metoda koje bi pomogle da se prečiste vode zagađene ostacima pesticida kako bi se, bar djelimično, smanjio ili eliminisao njihov dalji štetan uticaj na čovjeka, biljke, životinje i životnu sredinu uopšte.

## 5. LITERATURA

- [1] G. S. Gruzdyev (Ed.), *The Chemical Protection of Plants*, 2nd Ed., Mir Publishers, Moskow (1988.)
- [2] J. De Witt (Ed.), *Private Pesticide Applicator Study Guide*, 1st Ed., Iowa State University, Ames (2002.)
- [3] G. W. Ware, *Fundamentals of Pesticides, A Self-Instruction Guide*, 3th Ed., Thomson Publications, Fresno (1991.)
- [4] <http://en.wikipedia.org/wiki/Pesticide>
- [5] Šarić M., Žuškin E.: *Medicina rada i okoliš*, Zagreb, Medicinska naklada (2002.)
- [6] Požar, H., *Tehnička enciklopedija*, Miroslav Krleža, Zagreb (1986.)
- [7] Costa, L. G., Aschner, M., *Toxicology of pesticides*, Biomedical science, Elsevier Inc. (2014.)
- [8] Springer, O. P., Springer, D., *Otrovni modrozeleni planet*, Priručnik iz ekologije, ekotoksikologije i zaštite prirode i okoliša, Meridijan, Zagreb (2008.)
- [9] Lu C, Kendan G, Fisker-Andersen J, Kissel JC, Fenske RA; *Multipathway organophosphorus pesticide exposure of preschool children living in agricultural and nonagricultural communities. Environ Res* 96 (2004.)
- [10] B. Arsenović: „Hemija i biohemija životne sredine” Nezavisni univerzitet Banja Luka – Ekološki fakultet (ISBN 978-99955-41-55-2; COBISS. RS- ID 4186904) (2014.)
- [11] Sofilić, T., *Onečišćenje i zaštita tla*, Sveučilište u Zagrebu, Metalurški fakultet, Sisak (2014.)
- [12] B. Arsenović: “Inženjering u zaštiti životne sredine”; Internacionalni univerzitet Travnik u Travniku; Ekološki fakultet Travnik; ISBN 978-9958-527-52-4; COBISS BiH- ID28790534 (2020.)
- [13] B. Arsenović: „Prerada pitkih voda”; Internacionalni Univerzitet Travnik; Fakultet politehničkih nauka Travnik (ISBN 978-9958-527-27-2; COBISS. BH- ID 23588358) (2016.)
- [14] Nancy M. Trautmann, Keith S. Porter, Robert J. Wagenet; *Pesticides and Groundwater: Department Of Agronomy; Cornell University.*

## LOGISTIČKE I DISRUPTIVNE TEHNOLOGIJE U FUNKCIJI TRŽIŠTA ROBA

### Sažetak

Globalizacija tržišta, rast potrebe za prehrambenim proizvodima pred proizvođače stavlja sve složenije i zahtjevnije postupke, prije svega u pogledu prijevoza takvih proizvoda. Cilj je u što kraćem vremenskom roku isporučiti proizvode koji su od životne važnosti za šire populacije, kojima bih se zadovoljili zahtjevi tržišta. Prometna logistika i cestovni prometni sustav kao najmasovniji i najutjecajniji trebali bih u organizacijskom i sigurnosnom smislu pružiti odgovore na takve izazove. Utjecaj mobilnosti u nacionalnoj i međunarodnoj trgovini, kroz procese razmjena roba je iznimno značajan. Zbog toga je utjecaj održive mobilnosti na otpornost i održivost gospodarstva, još značajniji. Najveći izazov se očituje u okolnostima neizvjesnosti, odnosno nepredviđenih kriznih situacija. Aktualna krizna situacija izazvana „pandemijom“ virusa COVID-19, značajno je utjecala na promjenu dosadašnjih uvjeta standardnog ponašanja. Kao mogući odgovor na izazove u odnosu na održivo gospodarstvo nameće potrebu za većom primjenom disruptivnih inovacija.

**Ključne riječi:** logistika, disruptivne tehnologije, održivo gospodarstvo, krizna situacija, siguran promet

## LOGISTICS AND DISRUPTIVE TECHNOLOGIES IN THE FUNCTION OF THE COMMODITY MARKET

### Abstract

Market globalization and increase of requirements on food products result in complex and demanding procedures, especially when it comes to the transportation of such goods. In order to satisfy the market needs, products of vital importance for wide population need to be delivered as soon as possible. The system of traffic logistics and road transport, as the most influential and massive solutions, should provide answers on such challenges. Influence of national as well as international mobility is extremely important for the exchange processes of goods. Accordingly, influence of sustainable mobility on strength and sustainability of economy is even more important. The biggest challenges are uncertainty and unpredictable crisis situations. Current pandemic crisis caused by the COVID-19 virus significantly impacted standard behaviour and known patterns. More extensive use of disruptive innovations can be seen as a possible solution for the challenges in sustainable economy.

**Keywords:** logistics, disruptive technologies, sustainable economy, crisis situation, safe transport

<sup>1</sup> e-mail marko.amidzic1@gmail.com

## 1. UVOD

Porast broja stanovništva, globalizacijom tržišta porasla je potreba za proizvodnjom i distribucijom roba prije svega onih široke potrošnje. Zadatak subjekata koji se bave udovoljavanjem i opskrbom tržišnih robnih potreba iz spektra široke potrošnje je da u što kraće vremenskom roku uz odgovor na sigurnosne izazove zadovolje potrebe tržišta. To se može postići prije svega uz održivu mobilnost prometnog sustava kao najutjecajnijeg čimbenika u distribuciji robnih potreba. Ujedno su zahtjevi i potrebe prometnog sustava udovoljavanje za dostavom hrane kao najvažnije ljuške potrebe za opstojnost. To su i najveće stavke u rashodima kućanstva čiji udio u europskom BDP-u iznosi 5%, a u kojem je izravno zaposleno 10 milijuna radnika.[1]

U svezi navedenog može se istaći važnost protoka informacija što se postiže logističkim procesima i distribucijskim kanalima. Logistika uključuje važan dio protoka informacija radi stvaranja automatskog odgovora na izazove, dok distribucijski kanali predstavljaju proces kojim proizvod putuje od proizvođača do trgovca i na koncu do kupca. U svezi rečenog stječe se dojam da su logistički i distribucijski procesi identični, međutim logistika uključuje važan dio protoka informacija, koji je u kontrastu s trenutkom koji je najvažniji u distribuciji. U tom smislu u ovom radu se želi istaći bitnost mobilizacijskih procesa, održiva mobilnost, primjena disruptivnih tehnologija, sigurnost u procesima dostave roba široke potrošnje uz osvrt na situacije koje izlaze iz standardnih okvira kao što su krizne situacije. Nadalje je bitno istaknuti činjenicu potrebe za sve većim isticanjem potrebe za zelenim gospodarstvom kao jedino održivim, a kojim bi se osigurala sigurnu i kvalitetnu budućnost.

## 2. LOGISTIČKI SUSTAVI U PROMETU ROBA ŠIROKE POTROŠNJE

Logistika je djelatnost koja se bavi svladavanjem prostora i vremena u težnji smanjenja troškova na minimalne vrijednosti. Takvu djelatnost najlakše je objasniti kao kružni proces od nabave preko preuzimanja, distribucije i dostupnosti krajnjim korisnicima. Glavni cilj logistike je učinkovito skladištenje, distribucija i sigurnosni aspekti procesa djelovanja u odnosu na protok informacija i roba u cilju zadovoljavanja potreba tržišta.

### 2.1. Skladištenje i distribucija roba široke potrošnje

Upravljanje kvalitetnim procesima distribucija roba široke potrošnje moguće je isključivo praćenjem i nadziranjem kroz kanale distribucije od proizvodnje do krajnjeg korisnika. Takve postupke moguće je u jednom najvećem dijelu putem logističkih centara. Jedan od centara takve vrste je cargo-partner koji posluje u 30 (trideset) zemalja s oko 130 (sto i trideset) ureda prikazano slikom 1. Takva razgranata mreža u potpunosti je integrirana i pruža maksimalnu dostupnost. Cargo-partner nudi sveobuhvatan paket logističkih usluga u cilju optimizacije, skladištenja, i distribucije roba. Korištenjem suvremenih sustava skeniranja i automatskog preuzimanja robe osigurava se brza i precizna obrada podataka, kvalitetan nadzor cjelokupnog kretanja robe.

Navedeni logistički centar specijaliziran je za različite tipove industrija između ostalog i za skladištenje i prijevoz prehrambenih namirnica u skladu s Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP) konceptom sigurnosti hrane.



Slika 1. Prikaz podružnica i ureda cargo-partnera u Europskoj Uniji.[2]

U Republici Hrvatskoj (RH) logistički centar cargo-partner d.o.o.Zagreb/Croatia posluje od 1996. zapošljava 90-tak radnika s godišnjim prometom od cca 21 (dvadeset i jedan) milijun eura prikazan slikom 2. Ključni prioritet u suvremenom logističkom poslovanju je kompletna usluga koja se sve više orijentira na kupnje putem interneta, naročito je takvo poslovanje odlika kriznih situacija kao što je najnovija izazvana virusom COVID-19. Logističko distributivni centar u RH s sjedištem u Zagrebu ima značajnu ulogu ne samo za zemlje Europske Unije (EU), nego i za zemlje u okruženju između ostalih i Bosnu i Hercegovinu (BiH). Bitno je za istaknuti i visku razinu implementirane tehnologije kojom je opremljen logistički centar cargo-partner. Kvalitetna oprema i primjena suvremenih informatičkih rješenja utječu na brzinu protoka roba, iskorištenost skladišnih kapaciteta, cijenu i kvalitetu usluga.



Slika 2. Logistički centar cargo-partner d.o.o. Zagreb/Croatia. [2]

Logistički centar prikazan slikom 2. prostire se na 12.900 m<sup>2</sup> i osigurava 13.600 regionalnih paletnih mjesta, a karakterizira ga pogodna lokacija i to blizina aerodroma, željeznice i autocesta. Kada je riječ o cestovnom prometu u ponudi su usluge punog utovara Full Truck Load (FTL) i dotovari Les than Truckload (LTL) te zbirni prijevoz robe.

The screenshot shows the SPOT tracking platform interface. At the top, there is a 'TRACKING LIST' header with a search filter section. The search filter includes fields for SPOT ID, Client (Customer/Agent) with a dropdown menu showing 'D.O.O. ZAGREB, CROATIA', Modality (set to 'All'), Transport Reference, and Reference. Below the search filter, there are navigation tabs: DASHBOARD, TRANSPORT ORDER, TRACKING (selected), REPORT, and ADDRESS BOOK. The main area displays a table of shipments with the following columns: SPOT ID, DOMAIN, TYPE, MODALITY, CATEGORY, SERVICE LEVEL, and STATUS. The table contains 20 rows of shipment data.

SPOT ID	DOMAIN	TYPE	MODALITY	CATEGORY	SERVICE LEVEL	STATUS
178108031	CP	Shipment	Road	LTL	Economy	Cargo expected for Transport
178107868	CP	Shipment	Road	LTL	Economy	Cargo expected for Transport
178101580	CP	Shipment	Road	LTL	Economy	Cargo expected for Transport
178086930	CP	Shipment	Road	FTL	Economy	Cargo expected for Transport
178084620	CP	Shipment	Road	FTL	Economy	Cargo expected for Transport
178079711	CP	Shipment	Road	FTL	Economy	Cargo expected for Transport
178044038	CP	Shipment	Road	LTL	Economy	Picked up
178001194	CP	Shipment	Road	FTL	Economy	Cargo expected for Transport
177976081	CP	Shipment	Road	LTL	Economy	Delivered
177890696	CP	Shipment	Road	LTL	Priority	Cargo expected for Transport
177887544	CP	Shipment	Road	LTL	Priority	Delivered
177884785	CP	Shipment	Road	LTL	Priority	Delivered
177695467	CP	Shipment	Road	LTL	Economy	Delivered
177692421	CP	Shipment	Road	FTL	Economy	Cargo expected for Transport
177693124	CP	Shipment	Road	FTL	Economy	Cargo expected for Transport
177692217	CP	Shipment	Road	FTL	Economy	Cargo expected for Transport
177691599	CP	Shipment	Road	FTL	Economy	Cargo expected for Transport
177688728	CP	Shipment	Road	FTL	Economy	Cargo expected for Transport
177686730	CP	Shipment	Road	FTL	Economy	Cargo expected for Transport
177653441	CP	Shipment	Road	LTL	Priority	Delivered
177443488	CP	Shipment	Road	LTL	Economy	Delivered
177420148	CP	Shipment	Road	FTL	Economy	Delivered
177364399	CP	Shipment	Road	LTL	Economy	Cargo expected for Transport

Slika 3. Prikaz SPOT platforme. [2]

Sve više se teži k digitalnom upravljanju skladišta i raznim sustavima automatizacije procesa, dok je dostupna platforma SPOT za upravljanje lancem opskrbe. Navedena platforma omogućuje kupcima praćenje pošiljki, kreiranje transportnog naloga, kontaktiranje operatera, pristup transportnoj dokumentaciji i dr. primjer prikazana slikom 3. Putem navedene platforme status pošiljke se može provjeriti u svakom trenutku i preuzeti važnu prijevozničku dokumentaciju.

### 3. ODRŽIVA MOBILNOST

Mobilnost i promet omogućuju gospodarski razvoj i život. Svakodnevni život koji obuhvaća putovanja na posao, posjećivanje obitelji i prijatelja, turističke aktivnosti, pravilno funkcioniranje globalnih lanaca opskrbe robom u trgovinama i industrijskoj proizvodnji, u okviru prometnog sustava omogućuje mobilnost. Slobodno kretanje osoba i robe unutar granica Europske unije (EU), temeljna je sloboda njezina jedinstvenog tržišta, a što povećalo koheziju i ojačalo europski identitet.

Tako pozitivnu praksu trebale bi primjenjivati i druge zemlje naročito one srednje razvijene čije tehnologije mogu podržati njihove gospodarske i druge prilike.

### **3.1. Značaj održive mobilnost u distribuciji roba cestovnim prijevozom**

Značaj logističkih sustava u cestovnom prometu je u direktnoj vezi s prijevozom putnika i isporukom roba prije svega široke potrošnje. Ako se isporuka roba loše organizira tada će proizvodnja čekati, a kriza krajnjeg korisnika će eskalirati zbog čega logistika u cestovnom prometu ima veliki značaj. Na značaju dobiva pogotovo kod kriznih situacija u kojima su različita ograničenja uvjeta kretanja. Iako u takvim okolnostima u pravilu za teretni prijevoz nema zabrana prelazaka preko graničnih prijelaza, on se odvija u otežanim i posebnim uvjetima. Od logističkih sustava u cestovnom prometu su velika očekivanja pogotovo oko su uzme u obzir činjenica da u EU teretni cestovni promet obuhvaća oko 70% svih aktivnosti. [3]

Mnogo je podjela distribucijskih sustava, a prema djelatnostima kojima su povezani možemo ih podijeliti na :

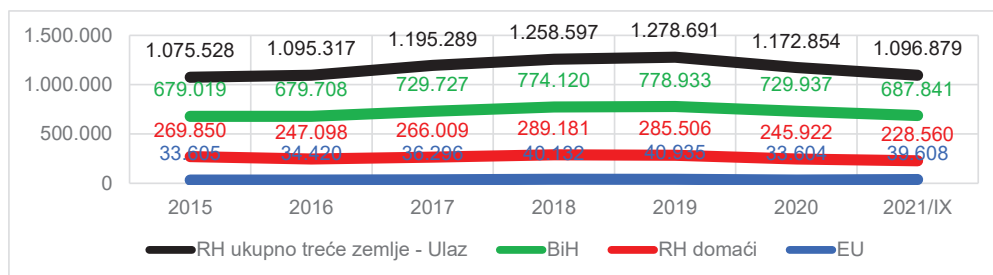
1. akvizicijski distribucijski sustav i
2. logistički, odnosno fizički distribucijski sustav

Akvizicijski distribucijski sustav podrazumijeva aktivnosti povezane s upravljanjem distribucijskim kanalima, dok je logistički distribucijski sustav usmjeren k svladavanju prostornih i vremenskih barijera, upravljanjem transportom, skladištenjem, obradom, narudžbom i kretanjem supstrata.

Fizička distribucija u sebi sadrži planiranje i kontrolu fizičkih tijekova roba od njenog izvora do mjesta uporabe, kako bi se uz stjecanje profita što kvalitetnije zadovoljile potrebe kupaca, odnosno potrošača, a težnja je minimalizacija troškova. Fizička distribucija, osim što ima primarnu zadaću dostupnost robe kupcima u pravo vrijeme, na pravo mjesto, putem odgovarajućeg skladištenja i transporta može još bitno utjecati na druge elemente marketinga, kao primjer, dizajn proizvoda, promocija i cijena robe. Izbor kanala distribucije, pojedina poduzeće značajno koriste kao prednost u odabiru kvalitetnog poslovanja i ostvarivanju zacrtanih prihoda. Ovakvom pristupu prethodno značajna uloga je u kvalitetnom prikupljanju, obradi i analizi dostupnih i onih manje dostupnih podataka.

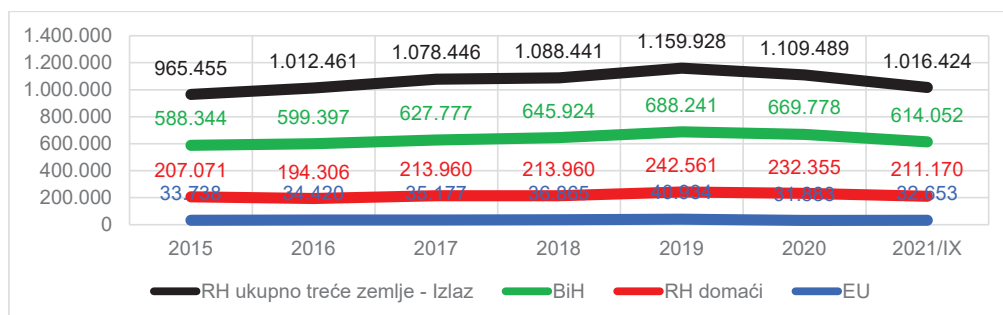
Prikupljanje, obada i prezentacija podataka je od velikog značaja na nadziranje i upravljanja prometnim sustavom, naročito u pogledu teretnog prijevoza. S obzirom da su statistički podaci o robnoj razmjeni s inozemstvom važni pokazatelji gospodarske uspješnosti i razvoja pojedine zemlje, nužno ih je prikupljati, analizirati te na temelju toga donositi odluke i planove. Na slici 4. prikazan je broj ulaza teretnih vozila u RH na graničnim prijelazima s BiH u razdoblju od 2015. do 2021/IX.





**Slika 4.** Prikaz broja ulaza teretnih vozila u RH na graničnim prijelazima s BiH od 2015. do 2021/IX., [4]

Riječ je o broju teretnih vozila koja su u promatranom razdoblju ušla u RH iz trećih država, odnosno iz BiH, domaća vozila RH i vozila iz država EU. U odnosu na ukupan broj vozila iz trećih država koja su u prosjeku godišnje ušla u RH (BiH, Crna Gora, Srbija), najviše ih je iz BiH, godišnje u prosjeku (61,9%), a domaćih RH vozila je bilo godišnje u prosjeku (22,42%).



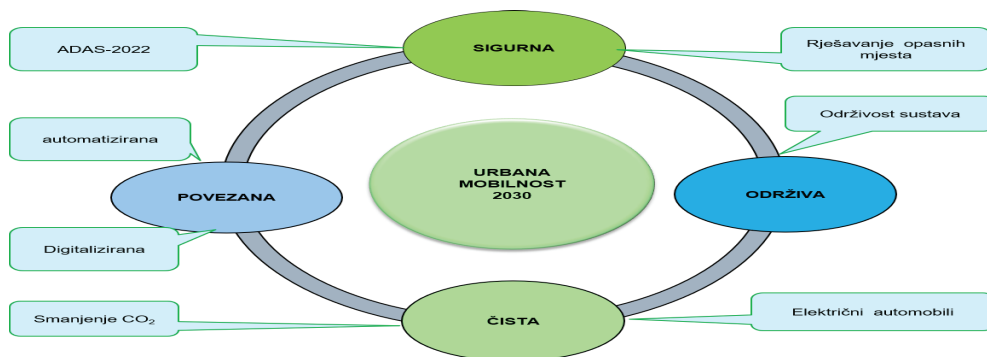
**Slika 5.** Prikaz broja izlaza teretnih vozila iz RH na graničnim prijelazima s BiH od 2015. do 2021/IX., [4]

Na slici 5. dan je prikaz broja teretnih vozila koja su u promatranom razdoblju izašla iz RH prema trećim državama, odnosno vozila BiH, domaća vozila RH i vozila iz država EU. U odnosu na ukupan broj vozila iz trećih država koja su u prosjeku godišnje izašla iz RH (BiH, Crna Gora, Srbija), najviše je BiH, godišnje u prosjeku (59,7%), a domaćih RH vozila je bilo godišnje u prosjeku (20,4%). Na slici 6. prikazan je broja ulaza teretnih vozila u RH na graničnim prijelazima s EU u razdoblju od 2015. do 2021/IX.

### 3.2. Značaj prometnog sustava i održive mobilnosti u okolnostima kriznih situacija

Pandemija bolesti COVID-19 kao krizna situacija, jasno je pokazala da je zaštita dobrog funkcioniranja jedinstvenog tržišta iznimno važna za sve države. Krizna situacija u okolnostima neizvjesnosti pokazala je ključnu ulogu prijevoza te socijalne, zdravstvene i gospodarske štete do kojih dolazi kada je slobodno kretanje osoba, robe i usluga iznimno ograničeno ili čak potpuno onemogućeno.

Očuvanje lanaca opskrbe te koordinirani pristup povezanosti i prijevozu, nužni su za svladavanje bilo koje krize i jačanje strateške autonomije i otpornosti. Sagledavanjem primjera Velike Britanije u kojoj su zbog Brexita i pandemije prekinuti lanci opskrbe, upravo zbog smanjene mobilnosti. Jedan je od osnovnih razloga je veliki nedostatak vozača teretnih vozila, a što se odrazilo na nedovoljnu otpornost mobilnosti i prometnog sustava, a time i na gospodarstvo. Stoga osiguravanje stvarne otpornosti prometnog sustava na buduće krize mora biti i ključni cilj buduće prometne politike. Uspostava i održavanje jedinstvenog europskog prometnog prostora, osnova je prometne politike. Veća kohezije, smanjivanje regionalnih razlika te poboljšavanje prometne povezanosti i pristupa svih regija unutarnjem tržištu, strateški su važni za održivu mobilnost i održivo gospodarstvo.



Slika 6. Prikaza održive mobilnosti. [3]

Do 2035. odnosno do 2050.:

- veliki zrakoplovi s nultim emisijama bit će spremni za tržište,
- gotovo svi automobili, kombiji, autobusi i nova teška vozila bit će bez emisija,
- udvostručit će se željeznički teretni promet,
- utrostručit će se željeznički promet velikih brzina,
- multimodalna transeuropska prometna mreža (TEN-T) opremljena za održiv i pametan prijevoz s vezama velike brzine bit će u funkciji na području sveobuhvatne mreže.

Utjecaj digitalizacije i automatizacije oblikovat će buduću mobilnost putnika i tereta, a što uvjetuje uspostavu odgovarajućeg okvira za tranziciju prometnog sustava koji će biti održiviji. Osim toga, vrlo je važno iskoristiti potencijal i prednosti pametnih digitalnih rješenja i inteligentnih prometnih sustava (ITS). Povezani i automatizirani sustavi imaju golem potencijal da iz temelja poboljšaju funkcioniranje cijelog prometnog sustava i pridonese ciljevima održivosti i sigurnosti. Integracija pojedinih vrsta prijevoza u funkcionalni multimodalni sustav, ključno je za ostvarivanje održivosti. Povezana, kooperativna i automatizirana mobilnost može omogućiti mobilnost za sve, uštedjeti dragocjeno vrijeme i poboljšati sigurnost na cestama. Takvim pristupom, mobilnost će biti održiva, povezana i otporna na sve izazove pa i one izazvane kriznim situacijama.

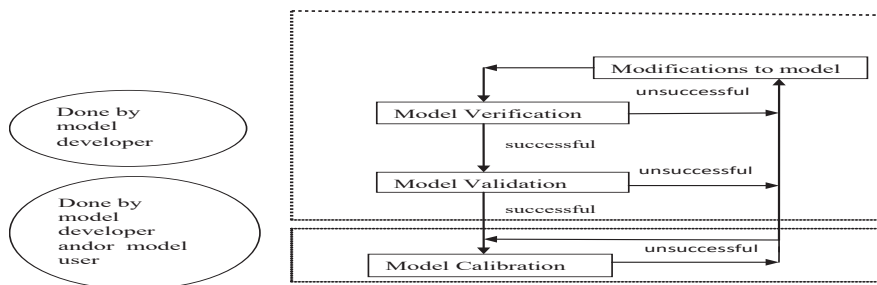
## 4. DISRUPTIVNE TEHNOLOGIJE U PROMETNOJ LOGISTICI

Inteligentni transportni sustavi (ITS) mogu se definirati kao holistička, upravljačka i informacijsko-komunikacijska nadgradnja klasičnog sustava prometa i transporta, kojim se postiže znatno poboljšanje performansi odvijanja prometa. U tom smislu nužnost primjene novih tehnoloških dostignuća je neminovna, kako za opće potrebe tako i za potrebe prometnog sustava. Odlike novijeg doba zahtijevaju odgovor na pitanje što su disruptivne inovacije, nužnost i učinak njihove primjena za potrebe tržišta. Disruptivna inovacija znači proces razvijanja novih proizvoda ili usluga kako bi se nadomjestile postojeće tehnologije i ostvarila konkurentna prednost. Naime, disruptivni proizvodi ili usluge usmjereni su prema tržištima koje prije nisu mogli podmiriti (nova tržišna disrupcija) ili ekonomičnija alternativa postojećim proizvodima (jeftinija disrupcija).[5]

Primjena disruptivnih tehnologija u prometnoj logistici razvija se kao nadogradnja klasičnog funkcioniranja u okviru čega se razvijaju: inteligentna vozila, inteligentne prometnice, dinamički navigacijski sustavi, brža distribucija podržana korištenjem interneta, automatsko javljanje i pozicioniranje vozila te smanjenje onečišćenja okoliša.

## 5. UNIVERZALNI MODEL TEHNOLOGIJE CESTOVNOG PROMETA

Izvedbeni oblik definicije značenja univerzalni je koji ima vrlo široko znanje, koji ima ili se može koristiti u mnogo veličina, svrha i sl. [6] Generalno gledajući „tehnologija je odnos koji društvo ima na svojim raspoloživim alatima i vještinama, kao i do koje mjere društvo može mijenjati svoju okolinu. Tehnologija se definira kao jedinstvo i materijalnog i nematerijalnog, koje je nastalo ulaganjem mentalnog i fizičkog truda, u cilju postizanja neke vrijednosti.[7] Zajedničko za jedan i drugi pojam je primjena stečenih vještina, a model koji može dati odgovore značaju i sigurnosti cestovnog prometa je kombinacija primjene stečenih znanja i novih inovativnih tehnologija. Kao jedno od najvažnijih načela univerzalnog modela tehnologije cestovnog prometa je umrežavanje. Umrežavanje predstavlja aktivno uključivanje subjekata u željeni oblik „zajedništva“ u namjeri da se s drugima postigne željeni cilj na učinkovitiji način u odnosu na mogućnosti individualnih postignuća.



Schema 1. General verification, validation and calibration framework. [8]

Shema 1. pokazuje okvir za opću provjeru, vrednovanje i postupak uspostavljanja odnosa između vrijednosti koje provjeravamo i procjenjujemo. Ovakav model može se primjenjivati kao univerzalni za tehnologiju cestovnog prometa u odnosu na logističke procese. Odgovor na zadani okvir se može dati uz prethodno kvalitetno prikupljanje podataka, analizu i strateško planiranje te u konačnici provjeru samog modela. S obzirom na visok tehničko-tehnološki napredak kojeg karakterizira novije vrijeme moguća su poboljšanja procjena, vrednovanja i provjera uspješnosti i neuspješnosti zacrtanih ciljeva.

## **6. ZAKLJUČAK**

Odgovor na izazove u pogledu funkcioniranja tržišta roba široke potrošnje uključuje dva bitna segmenta, protok informacija i formiranje automatskog odgovora. U tom smislu logistika kao znanstvena disciplina može pružiti adekvatan odgovor na takve izazove. Kroz logističke procese i održivu mobilnost, moguće su prilagodbe na novonastale situacije, odnosno one koje su izvan standardnih situacija. Novo vrijeme odlikuje primjenu novih inovativnih tehnologija, disruptivnih tehnologija prije svega u prometnom sustavu kao najutjecajnijem i najmasovnijem u smislu održavanja tržišta robama široke potrošnje. Generalno gledajući tehnologije koje društvo ima na raspolaganju mogu mijenjati zahtjevne procese i okolinu, a njihovim primjenama mogu se dati odgovori na zahtjevne izazove. Logističko distribucijski centri predstavljaju suvremene objekte u kojima se prikuplja, čuva, doraduje i priprema roba za daljnju distribuciju do krajnjeg korisnika, zbog čega njihova uloga ima velik značaj u snabdijevanju robama široke potrošnje.

## LITERATURA

- [1]Europska komunikacijska komisija europskom parlamentu, vijeću, europskom gospodarskom i socijalnom odboru i odboru regija strategija za održivu i prometnu mobilnost- usmjeravanje europskog prometa prema budućnosti (2020.) Bruxelles.
- [2] <https://www.cargo-partner.com/crago/partner>
- [3]Amidžić, M., Alispahić, S. (2021.). Upravljanje logističkim sustavima cestovnog prometa u Okolnostima izazvanim pandemijom covid-19.22. Međunarodna konferencija „Tehničko-tehnološke prilagodbe izazovima saobraćaja, ekologije informacionih tehnologija i logistike u okolnostima pandemije covid-19". Internacionalni Univerzitet Travnik u Travniku, Saobraćajni fakultet Travnik u Travniku, Travnik.
- [4]Ministarstvo unutarnjih poslova RH (2021). Ravnateljstvo policije, Granična policija Podaci o broju teretnih vozila.
- [5] <https://www.poslovni-savjetnik.com> (06.02.2022.).
- [6] <https://jezikoslovac.com><word.(06.02.2022)
- [7] [https://bs.wikipedia.org/wiki>Teh](https://bs.wikipedia.org/wiki/Teh).(06.02.2022)
- [8] Rakha H., Hellinga B., Van Aede M., Perez W. Systematic Verification, Validation and Calibration of Traffic (1996).

## PREČIŠĆAVANJE OTPADNIH VODA, POLJOPRIVREDNA PROIZVODNJA I KVALITET HRANE

### Apstrakt

Otpadnim vodama nazivaju se vode koje su promenile svoj prvobitni sastav, unošenjem štetnih materija, čija prisutnost uzrokuje promenu fizičkih, hemijskih, bioloških ili bakterioloških karakteristika vode, zbog čega se ne mogu koristiti u poljoprivredi, niti u bilo koje druge svrhe. Prečišćavanje otpadnih voda iz poljoprivrede je program upravljanja poljoprivrednim gazdinstvima radi kontrole zagađenja iz površinskog oticanja koje može biti zagađeno hemikalijama iz đubriva, pesticidima, životinjskim otpadom, ostacima useva ili vodom za navodnjavanje. Otpadne i zagađene vode imaju veoma štetan uticaj na poljoprivrednu proizvodnju i kvalitet hrane, imajući pri tome višestruke štetne posledice. Pri tome mislimo na vodu kojom se vrši zalivanje poljoprivrednih proizvoda, zagađenost samog zemljišta prljavim podzemnim vodama, kao i na štetne posledice koje mogu da nastanu u toku same poljoprivredne proizvodnje, ili nakon nje. Ljudski faktor uništava i zagađuje i vodu i zemljište od čega zavisi uzgoj zdrave hrane, a od zdrave hrane zavisi zdravlje ljudi i egzistencija ljudskog roda.

**Ključne reči:** otpadne vode, poljoprivredna proizvodnja, hrana, prečišćavanje, čista voda, zdravlje ljudi.

### Abstract

Wastewater is water that has changed its original composition, the introduction of harmful substances, the presence of which causes changes in physical, chemical, biological or bacteriological characteristics of water, which is why it can not be used in agriculture or for any other purpose. Agricultural wastewater treatment is a farm management program to control pollution from surface runoff that may be contaminated with fertilizer chemicals, pesticides, animal waste, crop residues or irrigation water. Waste and polluted waters have a very harmful impact on agricultural production and food quality, with multiple harmful consequences. By this we mean the water used to irrigate agricultural products, the pollution of the land itself with dirty groundwater, as well as the harmful consequences that may occur during or after agricultural production. The human factor destroys and pollutes both water and land, on which the cultivation of healthy food depends, and the health of people and the existence of the human race depend on healthy food.

**Key words:** wastewater, agricultural production, food, purification, clean water, human health.

### Uvod

Tokom svoje istorije čovek je neprestano težio boljem i lakšem životu i svoje težnje je uspevao da ostvari. Paralelno sa poboljšanjem načina života uticao je negativno na svoje okruženje, remetio prirodnu ravnotežu i samim tim ugrozio svoju životnu sredinu. Svojim neodgovornim ponašanjem doveo je u pitanje i sopstveni opstanak na planeti.

<sup>1</sup> Prof. dr Ljubiša Zdravković, Privredna akademija Novi Sad – Pravni fakultet Beograd,  
ljubisa.zdravkovic@yahoo.com

Došlo je do nagomilavanja ekoloških problema a oni se ne smeju više zanemarivati, njihovo rešavanje ne sme se više odlagati. Zagađenje voda predstavlja najkompleksniji globalni ekološki problem. Svako zagađenje koje se emituje u životnu sredinu dospe do podzemnih voda, reka, jezera i mora.

Zagađenja zemlje slivaju se u površinske i podzemne vodene tokove. Reke i jezera su pod konstantnim pritiskom zagađenja otpadnim vodama iz urbanih sredina, hemijskim otpadom iz industrije i transporta, pesticidima sa poljoprivrednih površina, i sl. Rezerve pitke vode se nalaze u površinskim i podzemnim tokovima pa njihovo zagađenje dovodi do smanjenja raspoloživih zaliha pitke vode.

Problem otpadnih voda stvara problem pitke vode i time utiče na zdravlje današnje i buduće svetske populacije. Stanovništvo koje pije zagađenu vodu, zbog porasta sadržaja nitrata u podzemnim i površinskim vodama, izloženo je riziku od kancerogenih oboljenja probavnog trakta. Ovo je samo jedan od primera katastrofalnih posledica neprečišćavanja otpadnih voda i njihovog direktnog ispuštanja u vodotokove.

Otpadne i zagađene vode imaju veoma štetan uticaj na poljoprivrednu proizvodnju i kvalitet hrane, imajući pri tome višestruke štetne posledice. Pri tome mislimo na vodu kojom se vrši zalivanje poljoprivrednih proizvoda, zagađenost samog zemljišta prljavim podzemnim vodama, kao i na štetne posledice koje mogu da nastanu u toku same poljoprivredne proizvodnje, ili nakon nje. Kad kažemo na štetne posledice koje mogu da nastanu u toku same poljoprivredne proizvodnje ili nakon nje tu u konkretnom slučaju mislimo na: oticanje sedimenta, oticanje hranljivih sastojaka, upotrebu pesticide, životinjski otpad sa farme, silažnu tečnost, otpad iz mlekarar, otpad iz klanica, vodu od pranja povrća itd.

Kao najosnovniji izvor života, voda se nemilice troši i zagađuje. Veliki broj zemalja preduzima opsežne mjere i ulaže velika sredstva, kako bi se zaustavilo zagađenje i u prirodu vratila čista, nezagađena voda. Cilj prečišćavanja je dobijanje čiste vode, a kao nusproizvod, pri tretmanu, nastaje otpadni mulj. Čista voda se vraća u prirodu, a otpadni mulj se šalje na dalji postupak obrade.

Današnji svijet se ekstremno i enormno razvija na svim područjima, a naročito na polju tehnologije. Sve to za posledicu ima razvoj naselja i povećanje broja stanovnika, što uslovljava zagađenje čovjekove okoline, a među najteže oblike spade i zagađenje voda. Ubrzanim i povećanim razvojem povećava se i potrošnja vode, što uzrokuje i porast količina otpadnih voda.

Kvalitet života na zemlji u budućnosti umnogome će zavisiti od količine ispravne vode. Danas u nekim razvijenim i nerazvijenim delovima naselja, odnosno gradova, ne postoji izgrađena kanalizacija, već se odvodnja rešava individualno, ispustima u jarke i kanale, a deo izvedenih kanalizacija uliva se direktno u vodotokove. Odvodnja fekalnih voda delom je rešena septičkim jamama. Oborinska odvodnja rešena je pomoću otvorenih oborinskih uličnih kanala. Većina ovih kanala je zamuljena, tako da je smanjen proticajni profil, pa nakon kišnih razdoblja dolazi do taloženja čestica, što uzrokuje ulične probleme i širenje smrada. Drugi način odvodnje oborinskih voda jeste separata atmosferska kanalizacija, koja oborinske vode odvodi u vodotokove.<sup>2</sup>

<sup>2</sup> Vučijak, B., Čerić, A., Silajdžić, I., Midžić Kurtagić, S. (2011). Voda za život: osnove integralnog upravljanja vodnim resursima, Institut za hidrotehniku Građevinskog fakulteta, Sarajevo.

Pri kvalitetnom obavljanju komunalne djelatnosti odvodnje i prečišćavanja otpadnih voda nužno je pristupiti izgradnji cijelog sistema odvodnje, te naročito uređaja za prečišćavanje otpadnih voda.

Zakon o zaštiti životne sredine<sup>3</sup> uređuje integralni sistem zaštite životne sredine kojim se obezbeđuje ostvarivanje prava čoveka na život i razvoj u zdravoj životnoj sredini i uravnotežen odnos privrednog razvoja i životne sredine u Republici Srbiji.

Zakon o integrisanom sprečavanju i kontroli zagađivanja životne sredine<sup>4</sup> uređuje uslove i postupak izdavanja integrisane dozvole za postorojenja i aktivnosti koja mogu imati negativne uticaje na zdravlje ljudi, životnu sredinu ili materijalna dobra, vrste aktivnosti i postrojenja, nadzor i druga pitanja od značaja za sprečavanje i kontrolu zagađivanja životne sredine.

Prema izgrađenosti kanalizacione infrastrukture, Srbija spada u grupu srednje razvijenih zemalja, dok je u pogledu tretmana otpadnih voda na samom začelju. Na kanalizacione sisteme priključeno je oko 55% stanovništva, dok je manje od 10% stanovništva obuhvaćeno nekim stepenom prečišćavanja otpadnih voda. Najznačajniji rasuti izvori zagađenja su komunalne i divlje deponije, zagađenje sa poljoprivrednih površina i zagađenje od stočnog fonda. Na teritoriji Srbije postoji preko 160 komunalnih deponija različitog tipa, kao i veliki broj divljih deponija, čije se učešće u ukupnom pritisku od čvrstog otpada procenjuje na oko 50%.

## **1. Poljoprivredna proizvodnja i otpadne vode**

Otpadnim vodama nazivaju se vode koje su promenile svoj prvobitni sastav, unošenjem štetnih materija, čija prisutnost uzrokuje promenu fizičkih, hemijskih, bioloških ili bakterioloških karakteristika vode, zbog čega se ne mogu koristiti u poljoprivredi, niti u bilo koje druge svrhe. Usled čovjekovog djelovanja, znatno se menja hemijski sastav vode, kao i odnosi koji u njoj vladaju, pa kažemo da je voda zagađena.

Prečišćavanje otpadnih voda iz poljoprivrede je program upravljanja poljoprivrednim gazdinstvima radi kontrole zagađenja iz površinskog oticanja koje može biti zagađeno hemikalijama iz đubriva, pesticidima, životinjskim otpadom, ostacima useva ili vodom za navodnjavanje.

Poljoprivreda je jedan od značajnih korisnika vodnog resursa, čija potrošnja zavisi od specifičnih faktora kao što su klima, područje ili vrsta zemljišta. Poljoprivreda znatno utiče na kvalitet voda, naročito imajući u vidu dejstvo pesticida i đubriva koji završavaju rastvoreni u tokovima reka i podzemnim vodama. Srbija je jedan od najvećih zagađivača reka azotom i fosforom.

Problemi u zaštiti životne sredine se javljaju usled neodgovarajućeg korišćenja hemijskih sredstava u poljoprivrednoj proizvodnji, koji se nestručno koriste od strane poljoprivrednika i time veće količine zagađujućih materija dospevaju u tlo, površinske i podzemne vode.

Korišćenje hemijskih sredstava jeste neophodno ali je potrebno koristiti ih u pravom momentu i u odgovarajućoj koncentraciji. Savremena tehnološka dostignuća, na tom putu, pomažu različitim rešenjima. Kao jedan od problema koji u našoj zemlji nije rešen, navodi se i

<sup>3</sup> Sl. glasnik RS“, br. 135/2004, 36/2009, 36/2009 - dr. zakon, 72/2009 - dr. zakon, 43/2011 – odluka US, 14/2016, 76/2018 i 95/2018.

<sup>4</sup> Sl. glasnik RS“, br. 135/2004 i 25/2015.



nezbrinjavanje ambalaže pesticida. Zakon je donet, u toku je izrada podzakonskih akata a postoji i praktičan put za rešavanje ovog opasnog optada. Kada su u pitanju mineralna hraniva, u Srbiji je sprovedena akcija analize zemljišta na osnovu koje stručne službe mogu da daju informacije poljoprivrednicima koju vrstu i količinu mineralnog đubriva je neophodno koristiti.

Veliko zagađenje vodnih tokova nutrijentima potiče sa stočnih farmi, kao i iz klanične industrije. Stočarske farme veoma često odlažu stajnjak u prirodne depresije, zemljane bazene, lagune. Ova odlagališta nemaju zaštitni sloj, pa štetne materije lako prodiru u podzemne vode. Tečni stajnjak se najčešće usmerava, bez ikakve obrade, u odvodne kanale, a zatim u reke. Takođe, visoko koncentrovani tečni stajnjak često se neplanirano iznosi na njive cisternama, gde lako prodire u podzemne slojeve, posebno u Vojvodini gde je visok nivo podzemnih voda i na taj način dovodi do ozbiljnih zagađenja. Povećana koncentracija nutrijenata sa stočnih farmi u vodotokovima izaziva preteran razvoj algi. Alge ubrzano troše kiseonik, obrastaju vodenu površinu i sprečavaju prodiranje svetlosti. Javlja se eutrofikacija površinskih i podzemnih voda i prestaje normalno funkcionisanje vodenog ekosistema.

Da bi se sprečila ova situacija, tečni stajnjak se mora obraditi a može se iskoristiti kao izuzetan energetski izvor. On se u sve većem obimu koristi u biogas postrojenjima a energija dobijena iz tečnog stajnjaka ne emituje štetne gasove koji se stvaraju pri sagorevanju klasičnih fosilnih goriva. Na taj način se doprinosi većoj zaštiti životne sredine. Izuzetno mali broj farmi ima postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda ili opremu za proizvodnju biogasa. Novčane kazne za ispuštanje otpadnih voda iznad dozvoljenih granica su veoma niske u odnosu na troškove održavanja postrojenja, a kazne za nepoštovanje propisa se ne primenjuju.

Neophodno je pomoći poljoprivrednicima da uspostave planove za upravljanje azotom i fosforom kao i sprovedi upoznavanje sa uticajima zagađujućih materija radi boljeg razumevanja načina za smanjenje uticanja nutrijenata i pesticida. Neophodno je sprovedi implementaciju „kodeksa dobre poljoprivredne prakse“, sve u čiju sprečavanja daljeg zagađivanja podzemnih i površinskih voda i uopšte, naših vodnih resursa.

Otpadne i zagađene vode imaju veoma štetan uticaj na poljoprivrednu proizvodnju i kvalitet hrane, imajući pri tome višestruke štetne posledice. Pri tome mislimo na vodu kojom se vrši zalivanje poljoprivrednih proizvoda, zagađenost samog zemljišta prljavim podzemnim vodama, kao i na štetne posledice koje mogu da nastanu u toku same poljoprivredne proizvodnje, ili nakon nje. Kad kažemo na štetne posledice koje mogu da nastanu u toku same poljoprivredne proizvodnje ili nakon nje tu u konkretnom slučaju mislimo na: oticanje sedimenta, oticanje hranljivih sastojaka, upotrebu pesticide, životinjski otpad sa farme, silažnu tečnost, otpad iz mlekarar, otpad iz klanica, vodu od pranja povrća itd.

Zagađujuće materije poljoprivrednog porijekla potiču u najvećoj mjeri od od životinjskih (bogatih bjelančevinama i lipidima) i biljnih otpadaka, zatim đubriva koja se proizvode u kombinaciji jedinjenja azota (N), fosfora (P), kalijuma. (K) tzv NPK đubriva koja se kombinuju uz dodatak oligoelemenata. Ostale zagađujuće materije potiču od mineralnih soli koje potiču od navodnjavanja, pesticida i dr. Količina materija poljoprivrednog porijekla predstavlja znatnu zapreminu. Korišćenje vještačkih đubriva naročito u količinama koja prevazilaze optimalna (250 do 300 kg po hektaru), uzrokuje seriju neželjenih posledica: akumulaciju nitrata u podzemnim vodama, acidifikaciju zemljišta, nepovoljne efekte po mikrofloru zemljišta eutrofikaciju tekućih, stajaćih i podzemnih voda.

Prehrambena i poljoprivredna industrija (mesna, mliječna-mljekare, industrija alkoholnih pića, industrija za konzerviranje voća i povrća, industrija krompira i dr) uključuje u otpadne vode visok sadržaj koloidnih i rastvorenih organskih materija kao što su, šećer, škrob, masnoće, proteini, krv, perje i dr. Po efektu su slične gradskim otpadnim vodama jer snižavaju koncentraciju kiseonika, izazivaju promjenu pH vrijednosti, osmotske vrijednosti i dr.

Zagađenje sa netačkastih izvora sa farmi izazvano je površinskim oticanjem sa polja tokom kišnih oluja. Poljoprivredno oticanje je glavni izvor zagađenja, u nekim slučajevima jedini izvor, u mnogim slivovima.<sup>5</sup>

Isprano zemljište sa polja je najveći izvor zagađenja iz poljoprivrede u SAD. Višak sedimenta uzrokuje povećanje zamućenosti vodnih tela, što može sprečavati rast vodenih biljaka, začepiti škrge riba i ugušiti larve životinja.

Poljoprivrednici mogu da koriste kontrolu erozije kako bi smanjili protoke oticanja i zadržali tlo na svojim poljima. Uobičajene tehnike uključuju:

- oivičavanje zaoranih površina<sup>6</sup>
- malčiranje (zagrtanje) useva<sup>7</sup>
- plodored
- sadnju višegodišnjih useva
- instaliranje priobalnih pufera.

Azot i fosfor su ključni zagađivači koji se nalaze u odvodu, a na poljoprivredne površine se primenjuju na više načina: u obliku komercijalnog đubriva, stajskog đubriva ili komunalnih ili industrijskih otpadnih voda (efluenta) ili mulja. Ove hemikalije mogu takođe da dospeju u odvod iz ostataka useva, vode za navodnjavanje, divljih životinja i atmosferskih padavina.

Poljoprivrednici mogu razviti i primeniti planove upravljanja hranjivim materijama kako bi ublažili uticaj na kvalitet vode pomoću:

- mapiranja i evidencije polja, vrsta useva, vrsta tla, vodnih tela
- razvijanja realnih projekcija prinosa useva
- sprovođenja ispitivanja tla i hranljivih materija iz stajnjaka i/ili primenjenog mulja
- identifikovanja drugih značajnih izvora hranljivih materija (npr. vode za navodnjavanje)
- procene značajnih karakteristika polja kao što su visoko erozivna tla, podzemna drenaža i plitki vodonosni slojevi
- primene đubriva, stajnjaka i/ili mulja zasnovane na realnim ciljevima prinosa i korišćenjem postupaka precizne poljoprivrede.

Pesticidi se široko koriste u poljoprivredi za suzbijanje biljnih štetočina i povećanje proizvodnje, ali hemijski pesticidi takođe mogu izazvati probleme sa kvalitetom vode. Pesticidi se mogu pojaviti u površinskim vodama zbog:

<sup>5</sup> U.S. Environmental Protection Agency (EPA). Washington, DC. ["Protecting Water Quality from Agricultural Runoff."](#) March 2005. Document No. EPA 841-F-05-001.

<sup>6</sup> U.S. Natural Resources Conservation Service (NRCS). Fort Worth, TX. ["National Conservation Practice Standard: Contour Farming."](#) Code 330. June 2007.

<sup>7</sup> NRCS. ["National Conservation Practice Standard: Mulching."](#) Code 484. September 2008.

- direktne primene (npr. prskanje iz vazduha ili raspršivanje nad vodnim telima)
- oticanja tokom kišnih oluja
- vazdušnog nanošenja (iz susednih polja).

Neki pesticidi su takođe otkriveni u podzemnim vodama. Poljoprivrednici mogu da koriste postupke Integrisanog upravljanja štetočinama (IPM) (koji mogu uključivati biološku kontrolu štetočina) za održavanje kontrole nad štetočinama, smanjenje oslanjanja na hemijske pesticide i zaštitu kvaliteta voda. Postoji nekoliko sigurnih načina odlaganja viška pesticida osim skladištenja na uređenim deponijama ili spaljivanjem. U nekim delovima sveta prskanje po zemlji je dozvoljena metoda odlaganja.

Farme sa velikim stočnim i preradarskim pogonima, kao što su farme za proizvodnju, mogu biti glavni tačkasti izvor zagađenja otpadnim vodama. U Sjedinjenim Državama su ovi pogoni podložni sve strožim vladinim propisima. <sup>8</sup>

Sastojci životinjskih otpadnih voda obično sadrže:

- Snažan organski sadržaj - mnogo jači od ljudske kanalizacije
- Visoku koncentraciju čvrstih materija
- Visok sadržaj nitrata i fosfora
- Antibiotike
- Sintetičke hormone
- Često visoke koncentracije parazita i njihovih jaja
- Spore *Cryptosporidium* (protozoe) otporne na procese obrade pitke vode
- Spore *Giardia*
- Ljudske patogene bakterije kao što su *Brucella* i *Salmonella*

Životinjski otpad od goveda može se proizvesti u obliku čvrstog ili polu-čvrstog stajskog đubriva ili u obliku tečnog mulja. Proizvodnja đubriva posebno je česta kod domaćih mlečnih krava.

Prečišćavanje

<sup>8</sup> [„Animal Feeding Operations”](#). National Pollutant Discharge Elimination System. EPA. 17. 1. 2017.

Iako gomile čvrstog stajskog đubriva na otvorenom mogu izazvati zagađenje otpadnih voda iz oticanja, ovu vrstu otpada obično je relativno lako tretirati izgradnjom odlagališta i/ili pokrivanjem hrpe.

Životinjski tečni mulj zahteva posebno rukovanje i obično se tretira zadržavanjem u lagunama pre odlaganja raspršivanjem ili izlivanjem na travnjake. Izgrađena močvarna područja se ponekad koriste da bi se olakšao tretman životinjskog otpada, kao i anaerobne lagune. Prekomerna primena, primena na raskvašeno zemljište ili nedovoljna površina zemljišta može rezultirati direktnim oticanjem u vodotoke, što može izazvati ozbiljno zagađivanje. Primena tečnog mulja na vodonosne slojeve pokrivene zemljom može rezultirati direktnom kontaminacijom ili, češće, porastom nivoa azota u obliku nitrata ili nitrita.

Odlaganje bilo koje otpadne vode koja sadrži životinjski otpad uzvodno od zahvata vode za piće može predstavljati ozbiljne zdravstvene probleme onima koji piju vodu zbog veoma otpornih spora prisutnih kod mnogih životinja, a koje mogu izazvati ozbiljne bolesti ljudi. Ovaj rizik postoji čak i kod vrlo malog curenja kroz plitku površinsku drenažu ili preko odvoda kišnih padavina.

Neki životinjski otpadni muljevi tretiraju se mešanjem sa slamom i kompostiraju na visokoj temperaturi da bi se dobilo bakteriološki sterilno i rastresito stajsko đubrivo za poboljšanje tla.

Svinjski otpad je uporediv sa ostalim životinjskim otpadom i prerađuje se kao i uobičajeni životinjski otpad, osim što mnogi otpadi od svinja sadrže povišen nivo bakra koji može biti toksičan u prirodnom okruženju. Tečna frakcija otpada se često odvaja i ponovo koristi u svinjarstvu kako bi se izbegli izuzetno skupi troškovi odlaganja tečnosti bogate bakrom. Askaridni (parazitni) crvi i njihova jaja su takođe uobičajeni u otpadu svinja i mogu zaraziti ljude ako tretman otpadnih voda nije efikasan.

Sveža ili uvela trava ili drugi zeleni usevi mogu se preraditi u polu-fermentisani proizvod koji se zove silaža i koji se može skladištiti i koristiti kao zimska hrana za goveda i ovce. Proizvodnja silaže često uključuje upotrebu kiselina kao što su sumporna ili mravlja kiselina. Procesom izrade silaže često se stvara žuto-smeđa tečnost jakog mirisa, koja je veoma bogata jednostavnim šećerima, alkoholom, organskim kiselinama kratkih lanaca i kiselinama za silažu. Ova tečnost je jedna od najzagađivanijih poznatih organskih materija. Zapremina proizvedene silažne tečnosti generalno je srazmerna sadržaju vlage u sirovinskom materijalu.

Silažna tečnost najbolje se tretira obezbeđivanjem da usevi dobro uvenu pre izrade silaže. Svaka proizvedena silažna tečnost može se koristiti kao deo hrane za svinje. Najefikasniji tretman je zadržavanje u laguni đubriva i kasnije raspršivanje na zemljište nakon značajnog razblaživanja muljem. Samo zadržavanje silažne tečnosti može prouzrokovati strukturne probleme u betonskim jamama zbog kisele prirode silažne tečnosti.

Iako je mleko važan prehrambeni proizvod, njegovo prisustvo u otpadnim vodama je veoma zagađujuće zbog njegove organske snage, koja može dovesti do veoma brzog smanjenja sadržaja kiseonika vode u vodoprijemniku. Otpad iz mlekara takođe sadrži velike količine vode od pranja, nešto životinjskog otpada, zajedno sa hemijskim sredstvima za čišćenje i dezinfekciju .

Otpadi iz mlekara često se tretiraju zajedno sa kanalizacijom naselja u lokalnom postrojenju za preradu otpadnih voda. Ovo osigurava da su sredstva za dezinfekciju i čišćenje dovoljno

razblažena i podložna tretmanu. Uvođenje otpadnih voda mlekare u lagunu farme je moguća opcija, mada se na taj način vrlo brzo troši kapacitet lagune. Raspršivanje po zemljištu je takođe opcija tretiranja.

Otpadna voda iz delatnosti klanja slična je otpadu iz mlekara, iako je po svom organskom sastavu znatno jača i stoga potencijalno mnogo više zagađuje.

Pranje povrća stvara velike količine vode zagađene tлом i komadima povrća. Niske koncentracije pesticida koji se koriste za tretiranje povrća takođe mogu biti prisutne zajedno sa umerenim koncentracijama sredstava za dezinfekciju, kao što je hlor. Voda od pranja povrća uglavnom se intenzivno reciklira, a čvrste materije se uklanjaju taloženjem i filtracijom. Izdvojena zemlja se može vratiti na polja.

## 2. Prečišćavanje otpadnih voda

Postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda mogu se razlikovati prema vrsti otpadne vode koja se prečišćava, odnosno da li je to gradska kanalizacija, industrijska otpadna voda, poljoprivredna otpadna voda ili procedna voda.

Prečišćavanje otpadnih voda je postupak koji se koristi za uklanjanje zagađujućih materija iz otpadnih voda ili kanalizacije i njihovo pretvaranje u otpadne vode koje se mogu vratiti u ciklus vode sa prihvatljivim uticajem na životnu sredinu ili ponovo koristiti u razne svrhe.<sup>9</sup> Proces prečišćavanja odvija se u postrojenju za prečišćavanje otpadnih voda, koje se u slučaju kućnih otpadnih voda naziva i Postrojenje za oporavak vodnih resursa ili Postrojenje za prečišćavanje gradskih otpadnih voda. Zagađujuće materije u otpadnim vodama se uklanjaju, menjaju ili razgrađuju tokom procesa prečišćavanja.

Najmerodavniji izvor podataka o kvalitetu otpadnih voda je Izveštaj o stanju životne sredine.<sup>10</sup>

Voda i otpad neraskidivo su povezani. Svaki neadekvatno odložen otpad koji pre ili kasnije dospeva do podzemnih voda i zagađuje ih. Neophodno je edukovati stanovništvo, raditi na stvaranju novih navika i sticati znanja o problemu otpada kao jednom od najvećih zagađivača životne sredine a samim tim i vode, koja je naš najdragoceniji resurs. U svetu je voda sve zagađeniji resurs i svake godine postoji bojazan da će vode za ljudsku upotrebu biti sve manje. Međutim, ukoliko uskoro ne budu izgrađeni kolektori za otpadne vode, postoji mogućnost da i Srbija ubrzo ostane bez tečnosti koja život znači. Stoga, potrebno je veće angažovanje zajednice u afirmaciji zaštite životne sredine, korišćenja prirodnih resursa i prečišćavanja otpadnih voda.<sup>11</sup> Budućnost je onakva kakvom je pravimo.

Prema [Eko-biltenu 2019](#), koji godišnje objavljuje Republički zavod za statistiku, u 2019. godini ukupni bilans ispuštenih voda – ne računajući vode za hlađenje koje se koriste u industriji, bio je 1.109 miliona kubika. Od toga je prečišćeno samo 94 miliona kubika – odnosno

<sup>9</sup> „[wastewater treatment | Process, History, Importance, Systems, & Technologies](#)”. *Encyclopedia Britannica*, ., 29. 10. 2020.

<sup>10</sup> <http://www.sepa.gov.rs/index.php?menu=5000&id=1304&akcija=showDocuments&tema=Stanje>

<sup>11</sup> Miodrag Pantelić, Branka Jordović, Gordana Brun, Dragana Brković; Ekologija i zaštita životne sredine, Tehnički fakultet, Čačak, 2007.

8,5%. Ono što uliva nadu jeste da ukupna količina otpadnih voda ispuštena u sisteme javne kanalizacije u 2019. godini beleži povećanje od 3,5% u odnosu na 2018. godinu.

U 2019. godini, ispušteno je 417.724 hiljada kubika otpadnih voda iz naselja, dok je od toga prečišćeno 47.607 hiljada kubika. Iste godine, ispušteno je 124 miliona kubika otpadnih voda iz industrije, od čega je prečišćeno 46 miliona kubika. Zašto su ovi podaci bitni? Oni govore o poražavajućem podatku – iz domaćinstava se prečisti oko 11% otpadnih voda, dok se iz industrije prečisti samo 37%. Od toga se najviše neprečišćenih otpadnih voda ispusti u Dunav, Savu, Veliku Moravu i Nišavu. Brine i podatak da je Beograd jedina prestonica u Evropi koja sve svoje otpadne vode neprečišćene ispušta u reke.

U [Strategiji upravljanja vodama na teritoriji Republike Srbije do 2034. godine](#) istaknuto je da je zaštita voda od zagađivanja „najlošije uređena oblast u sektoru voda“. Pre četiri godine, kada je Strategija objavljena, rečeno je da je stepen izgrađenosti kanalizacionih sistema, a posebno postrojenja za prečišćavanje komunalnih otpadnih voda, veoma nizak, kao i da je relativno dobar kvalitet voda većih vodotoka nije rezultat primene mera za zaštitu kvaliteta voda, već je posledica značajnog smanjenja industrijske proizvodnje. Međutim, i pored primećenog lošeg stanja, Strategija nema prateći akcioni plan, kojim bi se rešavao problem otpadnih voda, a i koji bi omogućio precizno praćenje napretka.

Pregovaračko poglavlje 27 koje se bavi zaštitom životne sredine slovi kao najobimnije, najteže, i definitivno najskuplje. Ali ne i kao manje važno. Pre godinu dana je usvojena i Pregovaračka pozicija za Poglavlje 27, čime su stvoreni uslovi za otvaranje ovog poglavlja i započinjanje neophodnih reformi u ovoj oblasti. Godišnji izveštaj Evropske komisije za ovo poglavlje istakao je da Srbija mora da se uhvati u koštac sa ovim problemom. Navodi se i da su nepročišćene kanalizacione i otpadne vode glavni izvor zagađenja, kao i da se nije napredovalo u ovoj oblasti. Ono što, [kako je objašnjeno](#), treba da bude prioritet, jeste rukovanje i održavanje objekata za vodu i otpadne vode. Takođe, Srbija bi trebalo da preuzme standarde [Direktive Evropske unije o vodama](#), kao i standarde povezanih direktiva koje se odnose na kvalitet vode.

[Direktive Evropska unije](#) iz oblasti zaštite voda su:

- Okvirna direktiva o vodama [2000/60/EC](#)
- Direktiva [91/271/EEC](#) o prečišćavanju komunalnih otpadnih voda i njena dopuna Direktiva [98/15/EC](#)
- Direktiva [91/676/EEC](#) o zaštiti voda od zagađivanja uzrokovanog nitratima iz poljoprivrednih izvora
- Direktiva [86/278/EEC](#) o zaštiti životne sredine, a posebno zemljišta pri korišćenju kanalizacionog mulja u poljoprivredi
- Direktiva [76/464/EEC](#) o graničnim vrednostima za ispuštanje opasnih supstanci u vode
- Direktiva [80/68/EEC](#) o zaštiti podzemnih voda od zagađivanja
- Direktiva [96/61/EEC](#) o integralnom sprečavanju i kontroli zagađivanja<sup>12</sup>

Da je ovaj problem prepoznat i na nivou regiona, govori u prilog tome što je uvršten u Zelenu Agendu za Zapadni Balkan. U komplementarnom [Ekonomskom i investicionom planu za Zapadni Balkan](#) se navodi da su „održivi i pouzdani načini upravljanja vodosnabdevanjem, otpadnim vodama i odlaganjem otpada presudni za zaštitu životne sredine i zdravlja građana i

<sup>12</sup> Voda 2006“, Zbornik radova, 35. godišnje konferencije o aktuelnim problemima korišćenja i zaštite voda, Zlatibor, 2006.

moгу imati pozitivni uticaji na turizam u regionu“. Takođe je ukazano i da će glavna pažnja u Srbiji biti usmerena na sprovođenje programa ulaganja u zaštitu životne sredine koji obuhvata modernizovane projekte za prečišćavanje otpadnih voda za velike i srednje gradove.

Odgovornost za zaštitu životne sredine i štetu koja se pravi neprečišćenim otpadnim vodama, država nema samo prema građanima i obavezama koje je preuzela procesom pristupanja Evropskoj uniji. Preuzela je obaveze i prema Ujedinjenim nacijama da svoje politike uskladi sa Agendom 2030, odnosno sa ciljevima održivog razvoja sadržanim u ovoj Agendi. Do 2030. treba unaprediti kvalitet vode smanjenjem zagađenja, eliminisati odlaganje i na najmanju moguću meru svesti ispuštanje hemikalija i materija, prepoloviti udeo neprečišćenih otpadnih voda i značajno povećati recikliranje i bezbednu ponovnu upotrebu na globalnom nivou.

Na globalnom nivou se procenjuje da se 52% otpadnih voda prečišćava.<sup>13</sup> Međutim, stope prečišćavanja otpadnih voda su širom sveta nejednake. Na primer, dok zemlje sa visokim prihodima tretiraju približno 74% svojih otpadnih voda, zemlje sa niskim prihodima tretiraju u proseku samo 4,2%. Poboljšanje tretmana otpadnih voda širom sveta je presudno za smanjenje zagađenja životne sredine i postizanje poboljšanja kvaliteta vode. Iz tog razloga Cilj 6 održivog razvoja UN iz 2015. godine ima cilj 6.3 koji je formulisan na sledeći način: „Do 2030. poboljšati kvalitet vode smanjenjem zagađenja, eliminisanjem odlaganja i smanjenjem ispuštanja opasnih hemikalija i materijala, prepolovljivanjem udela neprečišćenih otpadnih voda i značajnim povećanjem reciklaže i bezbedne ponovne upotrebe na globalnom nivou“.

Voda je osnovni preduslov za život svih živih bića na Zemlji. Zbog toga ona mora imati prirodan hemijski sastav i karakteristike. Kada se, usljed čovjekovog delovanja, znatno promeni hemijski sastav vode, kao i odnosi koji u njoj vladaju, kažemo da je voda zagađena. Vekovima su ljudi u vodu bacali svoj otpad. Danas vodu zagađuje i vodeni saobraćaj, đubriva i pesticidi sa obradivih površina, rastvarači, deterdženti iz domaćinstava i fabrika, kao i metali iz industrijskih procesa (npr. olovo i živa). Svi ovi zagađivači nalaze svoj put do reka i preko njih dolaze do mora.

Zagađujuće materije dopijevaju do vode direktnim i indirektnim putevima. Direktni oblici zagađivanja podrazumijevaju formiranje posebnih otpadnih voda u koje čovek ubacuje štetne materije i koje, po pravilu, direktno izliva u rečne tokove. Voda se indirektno zagađuje u procesu spiranja štetnih hemijskih materija u zemljištu. Na tom putu one prelaze u podzemne vode, odakle procesima prirodnog kruženja vode sigurno dolaze do reka, jezera i mora.

Parametri koji se koriste za određivanje sadržaja organskih materija u otpadnim vodama su:

- biohemijska potreba kiseonika (BPK)
- hemijska potreba kiseonika (HPK)
- ukupan organski ugljenik (TOC)

Proces prečišćavanja otpadnih voda:

Otpadne vode predstavljaju mešavinu raznih, vodom nošenih, onečišćenja. To je ustvari upotrijebljena voda iz naselja i industrije. Tačnije, otpadnim vodama nazivaju se vode koje su promenile svoj prvobitni sastav, unošenjem štetnih materija, čija prisutnost uzrokuje

<sup>13</sup> Jones, Edward R.; van Vliet, Michelle T. H.; Qadir, Manzoor; Bierkens, Marc F. P. (2021-02-08). „[Country-level and gridded estimates of wastewater production, collection, treatment and reuse](#)“. *Earth System Science Data* .

promenu fizičkih, hemijskih, bioloških ili bakterioloških karakteristika vode, zbog čega se ne mogu koristiti u poljoprivredi, niti u bilo koje druge svrhe.<sup>14</sup>

Stepen zagađenja ogleda se u količini štetnih materija koje voda nosi sa sobom. Ukoliko štetne materije potiču iz industrije, govori se o industrijskim otpadnim vodama, a ukoliko dolaze od urbanih sredina i domaćinstava, govorimo o komunalnim otpadnim vodama.

## 2.1. Vrste otpadnih voda

Kao što je prethodno navedno, otpadne vode su određene fizičkim, biološkim i hemijskim svojstvima. Razlikuju se četiri vrste otpadnih voda:

### 2.1.1. Sanitarne otpadne vode

Nastaju na sanitarnim čvorovima stambenih, javnih, industrijskih i drugih objekata gdje žive i rade ljudi, koji u fiziološkom procesu uzrokuju zagađenja u tečnom ili čvrstom obliku. Slično je i sa domaćim životinjama koje se uzgajaju na farmama i sličnim mjestima. U ove vode takođe ubrajamo i otpadne vode od čišćenja prostorija, spremanja hrane, pranja posuđa i rublja, održavanja higijene, itd. Količina sanitarnih otpadnih voda zavisi od specifične potrošnje vode, pa je jednaka ili manja od nje 10%.<sup>15</sup>

### 2.1.2. Industrijske otpadne vode

Nastaju u fabrikama i industrijskim pogonima nakon upotrebe vode u procesu proizvodnje, kao i prilikom pranja aparata, uređaja, itd. Danas postoji veliki problem po karakteru različitih industrijskih otpadnih voda, koje se dele na niz podtipova u zavisnosti od tehnologija proizvodnje.

### 2.1.3. Oborinske otpadne vode

Ove vode formiraju se kao površinski oticaj od padavina ili topljenog snega sa urbanog područja. U ove vode se ubrajaju i otpadne vode od pranja uličnih površina, trotoara i sl. Količina i kvalitet ovih otpadnih voda zavisi od intenziteta i učestalosti padavina, od načina održavanja javne higijene, od broja i intenziteta saobraćaja, vrste površinske obrade terena i prometnih površina, zagađenja atmosfere, klimatskih uslova, i sl.

### 2.1.4. Prozedne (podzemne) vode

Prozedne otpadne vode su podzemne vode koje dotiču u kanalizacijsku mrežu preko cevni spojeva, drenažnih sistema i sl. Po kvalitetu ove otpadne vode su najčistije, međutim velike količine mogu poremetiti biološko prečišćavanje na postrojenjima.

Postoje tri osnovna postupka prečišćavanja otpadnih voda i to: mehanički, hemijski i biološki

- ♣ mehanički,
- ♣ biološki i
- ♣ hemijski postupci.

## 3.1. Mehanički postupci

Mehanički postupci zasnivaju se na uklanjanju fizičkih nečistoća vode i na principu delovanja fizičkih sila (gravitacija, pritisak). Koji će se postupak primeniti zavisi od karakteristika otpadne vode i traženog stepena prečišćavanja. Mehaničke metode prečišćavanja vode sastoje se od uklanjanja makro i mikrosuspendovanih čestica iz vode, organskog i anorganskog porijekla. U tu svrhu koriste se : rešetke i sita, taloženje, flotacija,

<sup>14</sup> Ljubisavljević, D., Đukić, A., Babić, B. (2004). Prečišćavanje otpadnih voda, Građevinski fakultet Beograd.

<sup>15</sup> <https://www.scribd.com/doc/81850299/Prociscavanje-Otpadnih-Voda>.



filtriranje, centrifugiranje, taložnici za pijesak, hvatači masti, primarni taložnici i bazeni za izjednačavanje protoka.

### 3.2. Hemijski postupci

Hemijskim procesima prečišćavanja nazivamo procese u kojima se prečišćavanje obavlja pomoću određenih hemijskih reakcija ili određenih fizičko-hemijskih fenomena. Po pravilu, to su aditivni procesi, tj. unose se hemikalije u vodu da bi se uklonilo zagađenje. To dovodi do povećanja rastvorenih materija u vodi, što je nepovoljno ukoliko se tako prečišćene otpadne vode ponovo koriste. Hemijski procesi prečišćavanja obično su skupi, međutim za uklanjanje pojedinih definisanih zagađenja otpadnih voda hemijski postupak nema alternative. Osnovni postupci hemijskog prečišćavanja otpadnih voda jesu uklanjanje pojedinih rastvorenih materija: hemijskim taloženjem, jonskom izmjenom, oskicacijom, prodivavanjem gasa i adsorpcijom.

### 3.3. Biološki postupci

Biološki procesi prečišćavanja zasnivaju se na aktivnosti kompleksne mikroflore, koja u toku svog životnog ciklusa usvaja organski i deo neorganskih materija, koje čine zagađenje otpadne vode, koristeći ih za održavanje životnih aktivnosti i za stvaranje novih ćelija. Nakon završenog prečišćavanja obavi se, na pogodan način, separacija mikroflore i prečišćene otpadne vode, u kojoj zaostaje mala količina organske materije, koja je biološki nerazgradiva, kao produkt metabolizma koje je mikroflora izlučila u vodu.

Biološkim prečišćavanjem moguće je iz otpadne vode ukloniti najveći dio organskog zagađenja, ali je nemoguće potpuno prečišćavanje. U sistemu prečišćavanja otpadnih voda biološka obrada voda odvija se kao sekundarno prečišćavanje, a poslije mehaničkog, odnosno primarnog prečišćavanja.

Biološko prečišćavanje može se pojaviti i kao nezavisan postupak. U toku biološke obrade nastaje stabilizovani mulj koji se iz vode odstranjuje u sekundarnim taložnicima.

Biološki procesi prečišćavanja mogu se odvijati kao aerobni i kao anaerobni, uz pomoć aerobnih ili anaerobnih mikroorganizama. Aerobni procesi su zastupljeniji i odvijaju se na dva načina: sa suspendovanom mikroflorom (sa aktivnim muljem) i sa imobilisanom mikroflorom na internom nosaču (biološka filtracija).<sup>16</sup>

## Zaključak

Otpadnim vodama nazivaju se vode koje su promenile svoj prvobitni sastav, unošenjem štetnih materija, čija prisutnost uzrokuje promenu fizičkih, hemijskih, bioloških ili bakterioloških karakteristika vode, zbog čega se ne mogu koristiti u poljoprivredi, niti u bilo koje druge svrhe. Usled čovjekovog djelovanja, znatno se menja hemijski sastav vode, kao i odnosi koji u njoj vladaju, pa kažemo da je voda zagađena.

Prečišćavanje otpadnih voda iz poljoprivrede je program upravljanja poljoprivrednim gazdinstvima radi kontrole zagađenja iz površinskog oticanja koje može biti zagađeno hemikalijama iz đubriva, pesticidima, životinjskim otpadom, ostacima useva ili vodom za navodnjavanje.

<sup>16</sup> <http://oaji.net/articles/2016/1899-1458130651.pdf>

Vekovima, u većoj ili manjoj mjeri, čovek svoj otpad baca, direktno ili indirektno, u vodene tokove, do mora, procesima prirodnog kruženja vode. Čovek je svestan da svojim činjenjem, radi svog opstanka, nesvesno uništava osnovni element opstanka na Zemlji. Svestan je da se veoma zagađena voda ne može koristiti za piće, kao ni za navodnjavanje poljoprivrednih površina. Da bi se mogla koristiti, neophodno je potrošiti velika materijalna sredstva i energiju za njeno prečišćavanje, kako bi se dovela u upotrebljivo stanje.

Otpadne i zagađene vode imaju veoma štetan uticaj na poljoprivrednu proizvodnju i kvalitet hrane, imajući pri tome višestruke štetne posledice. Pri tome mislimo na vodu kojom se vrši zalivanje poljoprivrednih proizvoda, zagađenost samog zemljišta prljavim podzemnim vodama, kao i na štetne posledice koje mogu da nastanu u toku same poljoprivredne proizvodnje, ili nakon nje. Kad kažemo na štetne posledice koje mogu da nastanu u toku same poljoprivredne proizvodnje ili nakon nje tu u konkretnom slučaju mislimo na: oticanje sedimenta, oticanje hranljivih sastojaka, upotrebu pesticide, životinjski otpad sa farme, silaznu tečnost, otpad iz mlekararstva, otpad iz klanica, vodu od pranja povrća itd.

Na globalnom nivou se procenjuje da se 52% otpadnih voda prečišćava. Međutim, stope prečišćavanja otpadnih voda su širom sveta nejednake. Na primer, dok zemlje sa visokim prihodima tretiraju približno 74% svojih otpadnih voda, zemlje sa niskim prihodima tretiraju u proseku samo 4,2%. Poboljšanje tretmana otpadnih voda širom sveta je presudno za smanjenje zagađenja životne sredine i postizanje poboljšanja kvaliteta vode. Iz tog razloga Cilj 6 održivog razvoja UN iz 2015. godine ima cilj 6.3 koji je formulisan na sledeći način: „Do 2030. poboljšati kvalitet vode smanjenjem zagađenja, eliminisanjem odlaganja i smanjenjem ispuštanja opasnih hemikalija i materijala, prepolovljivanjem udela neprečišćenih otpadnih voda i značajnim povećanjem reciklaže i bezbedne ponovne upotrebe na globalnom nivou“.

Zagađene vode i uticaj na zdravlje može se posmatrati kroz nekoliko aspekata upravljanja vodama, pre svega adekvatnu sanitaciju. Direktni uticaj na zdravlje manifestuje se kvalitetom voda za vodosnabdevanje, zatim adekvatnim kanalizacijom, odnosno odvođenjem otpadnih voda ali i uticajem na celokupni ekosistem u prirodnim i veštačkim akvatorijama, uticajem na kvalitet sedimenta, zemljišta i mnoge druge aspekte. Postavlja se zahtev da se sve otpadne vode sakupe i prečiste, a da se reke i jezera očuvaju u propisanim klasama kvaliteta.

Sada, više nego ikada ranije, kada se ceo svet bori protiv pandemije COVID-19, ljudi bi trebalo da budu svesni suštinske važnosti svih prirodnih resursa, a naročito jezera, reka i drugih vodotokova. Dostupnost i pristup čistoj vodi ne treba uzimati zdravo za gotovo; svako od nas treba da preduzme mere kako bi se zaštitila životna sredina i očuvalo zdravlje ljudi.

Ljudski faktor uništava i zagađuje i vodu i zemljište od čega zavisi uzgoj zdrave hrane, a od hrane opet zavisi zdravlje ljudi i egzistencija ljudskog roda. Suvišno je govoriti o svemu drugom ukoliko je ugrožen opstanak ljudskog roda, a ugrožen je.

## Literatura

- [„Animal Feeding Operations”](#). National Pollutant Discharge Elimination System. EPA. 17. 1. 2017.
- Vučijak, B., Čerić, A., Silajdžić, I., Midžić Kurtagić, S. (2011). Voda za život: osnove integralnog upravljanja vodnim resursima, Institut za hidrotehniku Građevinskog fakulteta, Sarajevo.
- Jones, Edward R.; van Vliet, Michelle T. H.; Qadir, Manzoor; Bierkens, Marc F. P. (2021-02-08). [„Country-level and gridded estimates of wastewater production, collection, treatment and reuse”](#). *Earth System Science Data* .
- Miodrag Pantelić, Branka Jordović, Gordana Brun, Dragana Brković; Ekologija i zaštita životne sredine, Tehnički fakultet, Čačak, 2007.
- Ljubisavljević, D., Đukić, A., Babić, B. (2004). Prečišćavanje otpadnih voda, Građevinski fakultet Beograd.
- U.S. Environmental Protection Agency (EPA). Washington, DC. ["Protecting Water Quality from Agricultural Runoff."](#) March 2005. Document No. EPA 841-F-05-001.
- U.S. Natural Resources Conservation Service (NRCS). Fort Worth, TX. [National Conservation Practice Standard: Contour Farming."](#) Code 330. June 2007.
- NRCS. [National Conservation Practice Standard: Mulching."](#) Code 484. September 2008.
- Voda 2006“, Zbornik radova, 35. godišnje konferencije o aktuelnim problemima korišćenja i zaštite voda, Zlatibor, 2006.
- Zakon o zaštiti životne sredine, Sl. glasnik RS“, br. 135/2004, 36/2009, 36/2009 - dr. zakon, 72/2009 - dr. zakon, 43/2011 – odluka US, 14/2016, 76/2018 i 95/2018.
- Zakon o integrisanom sprečavanju i kontroli zagađivanja životne sredine („Sl. glasnik RS“, br. 135/2004 i 25/2015).
- [„wastewater treatment Proc History, Importance, Systems, & Technologies”](#).*Encyclopedia Britannica* ,. 29. 10. 2020.
- Wikipedija.
- <http://www.sepa.gov.rs/index.php?menu=5000&id=1304&akcija=showDocuments&tema=Stanje>
- <https://www.scribd.com/doc/81850299/Prociscavanje-Otpadnih-Voda>,
- <http://oaji.net/articles/2016/1899-1458130651.pdf>.

## KVALITET VODE U BANATU I UTICAJ NA POLJOPRIVREDU

### Apstrakt

U ovom radu govoriće se o opštim karakteristikama vode u Banatu (konkretno - u zrenjaninskoj oblasti), načinu prečišćavanja vode koja se zahvata iz bunara i pojedinim nedostacima samog procesa prečišćavanja. Takođe, govoriće se o uzajamnom uticaju vode na poljoprivredu i poljoprivrede na podzemne vode. Biće reči i o mogućim rešenjima pojedinih problema koji se tiču kvaliteta vode u zrenjaninskoj regiji.

**Ključne reči:** voda, poljoprivreda, Zrenjanin

## WATER QUALITY IN BANAT AND IMPACT ON AGRICULTURE

### Abstract

Characteristics of water in Banat (Region of the city of Zrenjanin) will be discussed in this paper. Technologies for filtration of groundwaters which are used for human needs and agriculture, and lack of those technologies will be mentioned too, as well as possible solutions to the problems of bad quality of groundwater in this region. Moreover, mutual influence of water and agriculture will be explained.

**Key words:** water, agriculture, Zrenjanin

### 1. UVOD

Jedna od najaktuelnijih tema u Banatu i gradu Zrenjaninu oduvek je bila voda. Uopšteno govoreći, kvalitet vode koja se koristi u prehrambenim industrijama i poljoprivredi umnogome utiče na kvalitet finalnih industrijskih proizvoda, useve, a samim tim i na kvalitet života svakog pojedinca. U ovom radu biće iznete informacije o kvalitetu vode i njenom potencijalnom uticaju na poljoprivredu u banatskoj regiji (pre svega u okolini Zrenjanina), kao i moguće solucije za rešavanje problema nedovoljno dobrog kvaliteta ove vode.

### 2. ISPITIVANJE KVALITETA VODE

Prilikom procesa ispitivanja ispravnosti vode, uzorak je moguće podvrgnuti različitim vrstama ispitivanja, a neka od njih su:

<sup>1</sup> Tehnički fakultet „Mihajlo Pupin“ u Zrenjaninu, Univerzitet u Novom Sadu

1. senzorska i fizičko-hemijska ispitivanja: boja, miris, ukus, pH vrednost, taložive materije, zamućenost, elektroprovodljivost, zasićenost kiseonikom, rastvorljivost kiseonika, tvrdoću vode, količina različitih hemijskih supstanci koje mogu negativno uticati na kvalitet vode (arsen, primese pojedinih ugljovodonika, količina sulfida, itd.) i druge fizičko-hemijske karakteristike.
2. ispitivanja količine primesa metala i metaloida: natrijum, kalijum, kalcijum, magnezijum, hrom, bakar, cink, nikl, gvožđe, olovo, arsen, kobalt, živa, itd. Ukoliko se neki metali i metaloidi nađu rastvoreni u vodi u prekomernoj količini, mogu imati degradirajući uticaj na kvalitet vode.
3. bakteriološka analiza: ukupan broj koliformnih bakterija u 100ml MPN metodom, ukupan broj koliformnih bakterija u 100ml Membran Filter metodom, fekalne koliformne bakterije, ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija u 1ml, i dr.
4. biološka analiza: prisustvo algi, zooplanktona i dr.[1]

U nastavku rada, akcenat će biti stavljen na prisustvo metala, metaloida i ugljovodoničnih primesa u zrenjaninskoj vodi, kao i na njihov direktan uticaj na kvalitet vode.

### 3. OPŠTE KARAKTERISTIKE VODE U ZRENJANINSKOJ REGIJI

Jedan od glavnih faktora koji ima značajnu ulogu za kvalitet vode predstavlja konfiguracija terena, tj. rezervoarskih stena za vodu. Kretanje vode kroz stenu mnogo je sporije od kretanja vode kroz površinske tokove. Ova činjenica objašnjava to da se voda prilikom prolaska kroz stenu filtrira i poprima karakteristike stene, tj. rezervoar stena određuje osobine vode koja se nalazi u njoj.

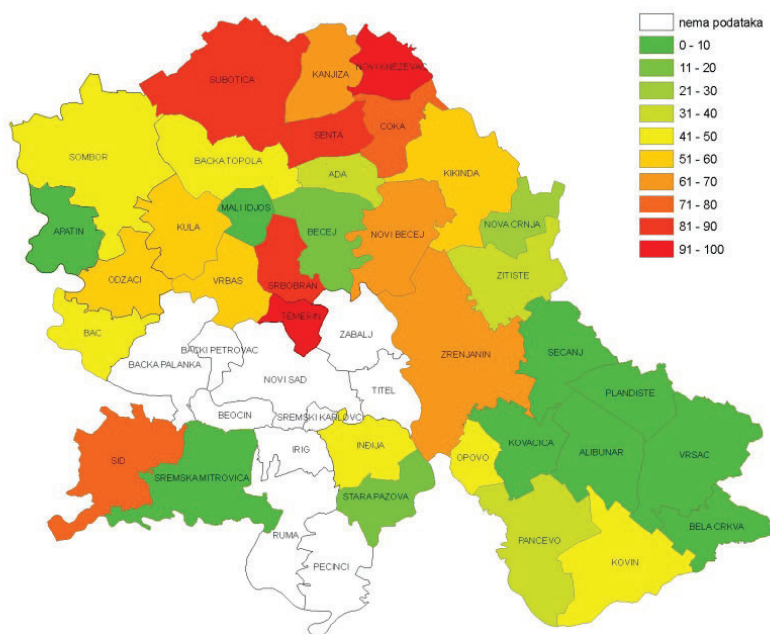
Uticaj čoveka na životnu sredinu najčešći je uzrok zagađenja podzemnih voda. Naime, prilikom aktivnosti čoveka na površini zemlje ili prilikom podzemnih aktivnosti može doći do neželjenog kontakta hemikalija i pijaće vode, što bi moglo da zagađi podzemne rezervoare. Poljoprivreda može da ima veliku ulogu kada se govori o zagađenju podzemnih voda površinskim uticajima. Kako bi se pospešila proizvodnja, poljoprivrednici koriste različite vrste pesticida i drugih hemijskih sredstava kako bi sprečili negativan uticaj štetočina i pospešili rast biljaka. Upravo ova hemijska sredstva sa površine zemlje mogu dospeti do podzemnih tokova i rezervoara pijaće vode, što bi moglo da ugrozi njihov integritet.

Zrenjanin, grad u Banatu koji je okarakterisan kao najizdašnija regija u Srbiji u oblasti eksploatacije ugljovodonika (nafte i gasa), već decenijama ima vodu lošeg kvaliteta, po osnovnim standardima i zakonima propisanim od strane Republike Srbije. Prilikom eksploatacije ugljovodonika može doći do kontaminacije podzemnih rezervoara pijaće vode. Različite metode tercijarne eksploatacije, kao što je kiselinska obrada sloja, pri kojoj se proračunata količina (varira od karakteristika sloja i pribušotinske zone) kiseline, zajedno sa aditivima utiskuje u sloj kako bi se pospešila proizvodnja nafte. Prilikom utiskivanja, iako se ono vrši u kontrolisanim uslovima i samo u području ležišta (koje se uglavnom nalazi daleko od rezervi pijaće vode), može doći do mešanja kontaminirajućih materija i kapilarnih voda, koje mogu u nekoj meri uticati na područja na kojima se nalaze rezerve pijaće vode, putem podzemnih tokova.

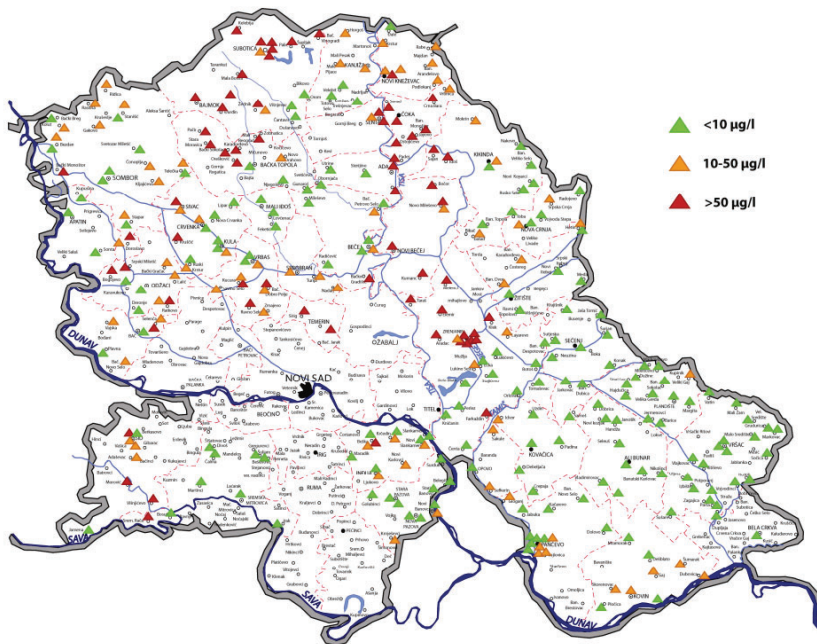
Danas se svakog sekunda iz podzemnih tokova vode u Vojvodini zahvata oko 6,8 m<sup>3</sup> vode. Kvalitet vode varira od područja do područja, ali najveći deo podzemnih voda u Vojvodini sadrži veoma visoku koncentraciju gvožđa, amonijaka, prirodnih organskih materija, natrijuma i arsena. Koncentracija arsena ne sme preći 10µg/l, kako je definisano Pravilnikom o higijenskoj ispravnosti vode za piće. Kada govorimo o neprihvatljivo velikoj koncentraciji

zagađujućih elemenata u pijaćoj vodi, akcenat stavljamo na Srednji i Severni Banat. Na žalost, u većini vodovoda u Vojvodini se podzemna voda samo hlariše, a prethodno navedene štetne primese ne uklanjaju iz podzemnih voda, zbog nepostojanja odgovarajuće tehnologije i infrastrukture za ovu operaciju. Na Slikama 1 i 2 date su informacije o zastupljenosti arsena u vodama opština Vojvodine. [2] Prema Slici 2, vidimo da je koncentracija arsena u vodi koja se koristi za vodosnabdevanje u opštini Zrenjanin u pojedinim delovima prihvatljiva (ispod vrednosti 10 µg/l), dok je u nekim delovima ekstremno visoka.

Elementi poput huminskih materija, kojih ima mnogo u zrenjaninskoj vodi, mogu biti opasne komponente vode za piće. Huminske materije same po sebi nisu opasne, ali ukoliko dođe do njihove reakcije sa hlorom, mogu postati vrlo štetne. Naime, prilikom hlorisanja vode, tj. njenog prečišćavanja, ukoliko ne dođe do prethodnog uklanjanja huminskih materija iz vode (membrane, flokulacija, itd.), može doći do stvaranja jedinjenja trihlormetana, koje može biti okarakterisano kao veoma štetna materija. [4] Ove materije mogu imati uticaj na rast biljaka u poljoprivrednoj industriji.



Slika 1. Procentualna zastupljenost bunara u opštinama čija voda sadrži veću koncentraciju arsena nego što je to dozvoljeno Pravilnikom o higijenskoj ispravnosti vode za piće.[2]



Slika 2. Koncentracija arsena u podzemnim vodama Vojvodine koje se koriste za vodosnabdevanje [2]

Sledeći faktor koji utiče na kvalitet vode je materijal cevi. Naime, cevovodna mreža veoma je dobro projektovana, tako da može da ispuni sve potrebe stanovništva za vodom; međutim, kvalitet materijala koji je korišćen prilikom izgradnje nije zadovoljavajući. Veliki deo cevovoda izgrađen je od azbest-cementnih cevi, kao i od čelika koji nema sva potrebna svojstva koja bi pružila zadovoljavajuć kvalitet vodovodne mreže. Najčešće su to cevi koje su napravljene samo sa klasičnom zaštitom od korozije, te su cevi posle izvesnog vremenskog perioda izložene propadanju i emituju vodu u okolnu sredinu te uzrokuju gubitke vode prilikom njenog protoka kroz cevi. [2] Logično rešenje za ovaj problem bila bi zamena postojeće infrastrukture novom, starih cevi novim cevima napravljenim po modernim standardima koji bi zadovoljili uslove za izgradnju moderne cevovodne mreže za distribuciju vode do potrošača. Međutim, ovaj poduhvat podrazumeva velike ekonomske izdatke za lokalnu samoupravu, a samim tim i za državu, takođe iziskuje dug vremenski period za realizaciju projekta u potpunosti. Bitno je napomenuti da bi ovaj poduhvat rešio samo delimično problem lošeg kvaliteta vode, samo u mikrobiološkom pogledu, dok ostali problemi koji su fizičko-hemijske prirode, mogu biti rešeni jedino izgradnjom tzv. fabrika vode, tj. prerađivačkih centara za vodu, kako bi ona ispunjavala sve uslove propisane prethodno navedenim pravilnikom.[2]

#### 4. VODA I POLJOPRIVREDA

Uopšteno govoreći, kvalitet vode koja se koristi za navodnjavanje na poljoprivrednim gazdinstvima igra veoma bitnu ulogu. Međutim, ova činjenica se često zanemaruje na našim prostorima. Naime, pre izgradnje mreža za navodnjavanje poljoprivrednih useva, potrebno je izvršiti analizu vode koja će proticati kroz taj sistem. Voda može imati direktan i indirektan uticaj na biljke. Indirektan uticaj se ogleda u tome što tokom navodnjavanja ukoliko je voda neadekvatnog sastava, tj. ako npr. sadrži prekomerne količine vodorastvorljivih soli, može doći

do zaslanjivanja zemljišta kao i do alkalizacije, što može značajno uticati na useve. Ova pojava iziskuje periodičnu kontrolu saliniteta zemljišta, što može prouzrokovati dodatne troškove. Ispitivanja o ispravnosti vode za poljoprivredu mogu se vršiti na različite načine putem raznih analiza. Jedna od njih je ispitivanje električnog konduktiviteta, tj. provodljivosti struje vode i saturisanog zemljišnog ekstrakta. [3] Ukoliko je kvalitet vode za navodnjavanje nezadovoljavajući, može imati i direktnog uticaja na biljke, tj. uticati na manji prinos u slučaju da voda u prekomernim količinama sadrži elemente koji mogu imati degradirajući uticaj na rast i razvoj biljke.

Osim koncentracije soli, kvalitet vode za navodnjavanje poljoprivrednih površina umnogome zavisi i od količine natrijumovih jona. [7] Bunari iz kojih se Zrenjanin i okolna mesta snabdevaju vodom za svakodnevne potrebe i za navodnjavanje mogu sadržati povećanu koncentraciju natrijumovih jona. Takođe, na pojedinim izvorima izmerena je povećana koncentracija gvožđa. [6] Ovi elementi neophodni su za pravilan rast biljke, ali ukoliko ih ima u prekomernim količinama, mogu nepovoljno uticati na rast biljke i na zemljište.

## 5. ZAKLJUČAK

Kako poljoprivreda utiče na kvalitet vode, tako i kvalitet vode utiče na poljoprivredu. Zrenjaninska voda okarakterisana je kao jedna od voda najnižeg kvaliteta u Srbiji, zbog prisustva velike količine arsena. Međutim, pored ove supstance, veliki problem predstavljaju huminske materije koje nisu otklonjene iz vode pre procesa hlorisanja; te se stvaraju nova jedinjenja poput trihlormetana, koji može da ima veoma degradirajući uticaj na organizme prilikom njegovog kontinualnog unosa. Problem zrenjaninske vode, u jednom segmentu, mogao bi biti rešen rekonstrukcijom sistema za prečišćavanje, tj. otklanjanjem huminskih materija iz vode pre njenog hlorisanja, što bi znatno doprinelo poboljšanju kvaliteta vode. Iako ovaj poduhvat zahteva rekonstrukciju sistema za prečišćavanje vode, samim tim izvesne ekonomske izdatke, ukoliko bi se sproveo u delo bio bi svakako jedna od najznačajnijih stvari koja je tokom poslednjih nekoliko decenija učinjena za grad Zrenjanin i njegovu okolinu.



## LITERATURA:

- [1] <http://izjzv.org.rs/?lng=lat&cir=0&link=5-27>, datum pristupa sajtu: 8.4.2022.
- [2] Dalmacija B. i ostali, 2009. *Strategija vodosnabdevanja i zaštite voda u AP Vojvodini*, Univerzitet u Novom Sadu, Prirodno-matematički fakultet, Departman za hemiju, Katedra za hemijsku tehnologiju i zaštitu životne sredine, Novi Sad, Srbija.
- [3] Nešić LJ., Hažić V., i ostali, 2003. *Kvalitet vode za navodnjavanje i salinitet zemljišta u intenzivnoj povrtarskoj proizvodnji*, Letopis naučnih radova broj 1, str 5-10, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad, Srbija.
- [4] Simonović B., 2021. *Problemi s vodom za piće u Zrenjaninu*, Beograd, Srbija.
- [5] <https://www.semagri.ba/2018/12/06/zaslanjivanje-zemljista-trajna-degradacija-ili-privremeni-problem/>. datum pristupa sajtu: 10.4.2022.
- [6] Radičev A., 2020. *Groundwater Sources In Vojvodina, Serbia - Analysis Of Drinking Water In Zrenjanin*, Association of Geophysicists and Environmentalists of Serbia (AGES), Beograd, Srbija.
- [7] Dragović S. i ostali, 2007. *Vodno-soni režim zemljišta u navodnjavanju sa aspekta problema zaslanjivanja u Surčinskom donjem polju*, Institut za vodoprivredu «Jaroslav Černi» - Zavod za naučno-istraživački rad Dragan RUDI, Gradimir VASI, Poljoprivredni fakultet Zemun-Beograd, Beograd, Srbija.

## VJEŠTAČKA INTELIGENCIJA I PRODUKTIVNOST

### Sažetak

Razvojem i uticajem četvrte industrijske revolucije neminovno dolazi do promjena i prelaska sa standardnih poslova i radnih procesa na pametnije, automatizovane i kreativnije sisteme upravljanja i razvoja. Vještačka inteligencija (*Artificial Intelligence-AI*) nam se nametnula kao trend kome se moramo prilagoditi i nešto što ne možemo izbjeći. To su nam svakako pokazale velike tehnološke kompanije koje razvijaju sisteme prikupljanja velike količine podataka, njihove obrade i prilagođavanja određenim algoritmima u korist pametnog upravljanja procesima u poslovnim, tehnološkim, medicinskim i drugim oblastima ljudskog razvoja. U ovom radu fokus nije samo na tehničke mogućnosti i koristi koje nam vještačka inteligencija pruža u poboljšanju poslovne produktivnosti, već i na one aspekte njenog uticaja na produktivnost samog pojedinca. Objasniti ću koja bi znanja iz psihologije i neuronauke bila potrebna naručiocima i stvaraocima algoritama da bi napravili smislen sistem za povećanje produktivnosti kao i u nekim slučajevima za manipulisanje ljudskim ponašanjem. Osvrt će biti i na uticaj na prehrambene navike i ponašanje ljudi. Veliki dio rada baviće se i mogućnostima stvaranja pozitivnih navika i prilagođavanja u korištenju AI za lični razvoj kao i načinima borbe protiv zavisnosti koja je jedan od negativnih produkata uticaja vještačke inteligencije.

**Ključne riječi:** vještačka inteligencija, produktivnost, navike, ekspertni sistemi, neuronske mreže, zavisnost.

### Abstract

The development and influence of the fourth industrial revolution inevitably led to changes and the transition from standard jobs and work processes to smarter, automated and more creative management and development systems. Artificial Intelligence (AI) has imposed itself on us as a trend we have to adapt to and something we cannot avoid. This has certainly been shown to us by large technology companies that are developing systems for collecting large amounts of data, processing them and adapting them to certain algorithms in favor of smart process management in business, technology, medical and other areas of human development. In this paper, the focus is not only on the technical possibilities and benefits that artificial intelligence provides us in improving business productivity, but also on those aspects of its impact on the productivity of the individual. I will explain what knowledge from psychology and neuroscience would be needed by clients and creators of algorithms to create a meaningful system to increase productivity as well as in some cases to manipulate human behavior. The impact on people's eating habits and behavior will also be reviewed. Much of the work will deal

<sup>1</sup> Ekonomski fakultet-Menadžment informacionih sistema, Evropski univerzitet Brčko distrikt.  
aleksandar.aco.djukic@gmail.com

<sup>2</sup> Fakulteta političkih nauka - Sigurnosne i mirovne studije, Univerziteta u Sarajevu.  
zlatan.lukictz@gmail.com

with the possibilities of creating positive habits and adaptations in the use of AI for personal development, as well as ways to combat addiction, which is one of the negative products of the influence of artificial intelligence.

**Key words:** artificial intelligence, productivity, habits, expert systems, neural networks, dependence.

## Uvod

Ulaskom u industriju 4.0, kreatori vještačke inteligencije (*Artificial Intelligence-AI*) svakodnevno unapređuju algoritme za aplikacije i programe koji nas čine produktivnijim. Pored primjene u proizvodnji, medicini, obrazovanju, prisutna je i u pametnim gradovima, kućama i svemu što nosi epitet pametno. Zbog ograničenosti prostora u ovome radu, fokus će više biti na njenu primjenu i uticaj u poslovne i marketinške svrhe, kao i njen uticaj na pojedinca koji stvara, primjenjuje i manipulira njenim mogućnostima. Vještačka inteligencija umnogome utiče na uspjeh savremenog poslovanja dajući i do 60% bolju produktivnost. Zahvaljujući sistemima vještačke inteligencije koji su integrisani u pretraživače, brzo i lako se dolazi do velike količine podataka o korisnicima, što omogućava da se prava poruka u pravo vrijeme i na pravoj platformi plasira pravoj osobi. Širok je dijapazon primjene AI-a i u kreiranju upotrebljivog AI rješenja, uključene su različite discipline: **robotika, teorija algoritama, statistika, psihologija, neuronauka, ekonomija, softversko inženjerstvo, računarska nauka i programiranje, matematika, fizika, računarska grafika, teorija upravljanja, lingvistika.**

### 1. Vještačka inteligencija u svakodnevnom životu

Čim se probudimo i konektujemo na internet, da toga nismo ni svjesni, postajemo konzumenti vještačke inteligencije. Često dobijamo personalizovane poruke na osnovu obavljenih kupovina, pretraženih proizvoda ili sličnih ponašanja putem interneta. Pametni telefoni koji se danas koriste, gotovo svi koriste vještačku inteligenciju. Virtuelni asistenti odgovaraju na pitanja, daju preporuke i pomažu pri organizovanju svakodnevnih obaveza. Prevođenje pisanog ili izgovorenog teksta, oslanja se na AI. Računarski vid zavisi od obrade slike, što je neophodno za učenje o okruženju. AI se kod pametnih gradova koristi za poboljšanje povezanosti, regulisanje saobraćaja i gužvi. Mnogi automobili imaju ugrađen AI za samovožnju i bezbjednost. Termostati u pametnim kućama uče iz vašeg ponašanja kako bi uštedjeli energiju. Društvene mreže su, ustvari, džinovski algoritmi koji izračunavaju šta vas zanima i potom vam daju još toga, koristeći onoliko podataka o vama koliko mogu da se dočepaju preko pohranjenih lajkova, pregleda, klikova, vaših navika u pretrazi. Ideja je da se predvidi sadržaj koji vi želite i da se natjerate na interakciju. Na osnovu svih podataka koje sakupe, kroje oglase samo za vas. Klijenti sve više koriste glasovnu pretragu na mobilnim uređajima. Bezbjednosni programi AI traže nepravilnosti, neuobičajene aktivnosti i upozoravaju. Neuobičajena aktivnost može da otkrije i mogućnosti.

### 2. Pojam vještačke inteligencije

Vještačka inteligencija se pravi sa namjerom da nauči kompjuter, robot ili neki drugi uređaj da "razmišlja" slično kao čovjek. Ona je proces i prikaz kako ljudski mozak razmišlja kada uči, donosi odluke, radi i rješava određeni problem. Kao savremena oblast računarskih nauka, cilj AI je pravljenje sistema koji pokazuju inteligenciju, vodeći računa o dvije nezavisne dimenzije:

rezonovanje i ljudsko ponašanje, imajući u vidu kako to rade ljudi, ili druga, kako bi to bilo racionalno ostvariti, bez obzira na način.<sup>3</sup> U ovom radu ću ipak pokušati da ovoj složenoj naučnoj disciplini pridem kroz jedan krajnje inovativan i kreativan način zasnovan i blizak ljudskom ponašanju. AI je, za rješavanje problema iz stvarnog svijeta, inspirisana načinom na koji funkcionišu neuroni u ljudskom mozgu i na način na koji ljudski mozak obrađuje informacije. Kad god riješimo problem ili komuniciramo sa ljudima, prolazimo kroz proces učenja. Ovaj proces često može da bude modelovan i automatizovan. Iako se rješenje možda čini inteligentnim, "kod" se piše isto kao i za bilo koje drugo softversko rješenje. Čak i ako simuliramo neurone, jednostavan mašinski kod i računarski hardver simuliraju proces „razmišljanja“ da bi ispunili naša očekivanja. AI kombinuje velike količine podataka s brzim, iterativnim sistemima procesiranja i pametnim algoritmima, što softveru omogućava da automatski uči putem prepoznavanja određenih karakteristika ili šema ponavljanja u podacima.

Definicija: Vještačka inteligencija je konstruisanje računarskih sistema sa osobinama koje bi kod ljudskih bića bile okarakterisane kao inteligentne.

### 3. Metode i način rada

Mašina ništa ne zna dok je ne naučite i ne programirate pomoću odgovarajućih algoritama i informacija. Ona zapravo ne razmišlja, ona odgovara na instrukcije "ako jeste" "uradi ovo" ili "ako nije" "onda". Programirajte je pomoću preciznih informacija i dobijate isto takve informacije. Najpopularniji tipovi AI rasuđivanja su: klasifikacija i predviđanje. Istraživanja u AI su fokusirana na sljedeće komponente inteligencije: učenje, razmišljanje, rješavanje problema, percepciju i korišćenje jezika. Osnovne tendencije danas za razvoj AI sistema predstavljaju: inteligentni agenti, ekspertni sistemi i razvoj neuronskih mreža. Uprkos složenosti ovih sistema, rezultati su veoma daleko od stvarnog inteligentnog razmišljanja. Genetski algoritmi, fuzzy logic, inteligentni agenti, teorija igara, neuronske mreže i ekspertni sistemi mogu biti integrisani u jednu aplikaciju, tako da se mogu iskoristiti prednosti najboljih odlika svih ovih tehnologija. Takvi sistemi nazivaju se hibridni sistemi AI-a. Sve više kompanija ubacuju hibridne sisteme AI u kućne aparate, fabričke mašine i u kancelarijsku opremu. **Cognitive computing** je podgrupa AI-ja koja ima za cilj da „nauči“ mašinu da simuliranjem ljudskog procesiranja interpretira podatke onako kako to čini čovjek.

**Ekspertni sistemi(ES)** su posebni informacioni sistemi koji prikupljaju ljudsku ekspertizu u ograničenim, uskim područjima, pomažu organizacijama da donesu visokovalitetne odluke sa manje ljudi.<sup>4</sup> Programi AI mogu imati vrlo lako 200-10000 isprepletenih pravila, dok tradicionalni programi imaju od 50-100 IF-THEN uslovnih izjava. U timu za razvoj vještačke inteligencije mora biti jedan ili više stručnjaka koji mogu prevesti znanje (kao što ga je opisao ekspert iz određene oblasti) u set pravila ili okvira. ES još uvijek ne mogu dostići znanje koje je intuitivno, bazirano na analogiji ili na osjećaju stvari. Sistem pronalazi u bazi sličan slučaj i primjenjuje soluciju starog rješenja na novo rješenje. Uspješna rješenja se dodaju na novi slučaj i zajedno se skladište u bazi znanja. Neuspjela rješenja se dodaju u bazu slučajeva zajedno sa objašnjenjem zašto nije radilo. ES rade primjenjujući set IF-THEN-ELSE pravila, kombinujući činjenice iz baza sa informacijama korisnika kako bi se izveli specifični zaključci. Ova baza znanja se kontinuirano proširuje i prečišćuje. Baza znanja u ekspertnom sistemu sadrži: objekte i relacije među njima, činjenice i nesigurne tvrdnje, pravila svijeta i željena pravila, opise

<sup>3</sup> Milosavljević, M. (2019). *Vještačka inteligencija*, Univerzitet Singidunum, Beograd, str.14

<sup>4</sup> Tenjić, A., Žigic, H. (2011). *Menadžment informacionih sistema*, Evropski Univerzitet Brčko, Brčko, str.397

motivacije, cilj sistema, metode rješavanja problema i heuristiku, opis ponašanja, hipoteze, opise tipičnih situacija, procese, ograničenja, meta znanje.

**Inteligentni agenti** – su programi koji samostalno obavljaju akcije u ime korisnika i uz pomoć ugrađenog AI-a sposobni su u realnom vremenu donositi odluke na osnovu analize ulaza iz okoline koristeći svoje senzore(kamere, mikrofoni idrugi senzori) i djelujući na okolinu isporučuju izlaz koristeći aktuator(ekran, zvučnik..). Ovi agenti imaju sposobnosti poput rješavanja problema u stvarnom vremenu, analize brzine ili uspjeha i pretraživanja informacija. Imaju sledeće osobine: reaktivnost, proaktivnost, autonomnost i komunikacija sa drugima. Implementacija agenata može imati prednosti kod smanjenja troškova i vremena potrebnog za obavljanje određenih poslovnih radnji, smanjenje vremena inventure, smanjenje troškova skladištenja, uspješnija dopuna robe, povećanje prodaje, veće zadovoljstvo klijenata itd.

**Neuronske mreže** - Neuron je osnovna funkcionalna jedinica neuronske mreže. Biološke neuronske mreže sadrže veliki broj neurona ( $10^{11}$ ), dok vještačke neuronske mreže imaju daleko manji broj neurona ( $10^3$ ). Broj mogućih veza između neurona u okviru neuronske mreže je tri puta veći od samog broja neurona. Brzina obrade informacija kod bioloških mreža je 400 do 500 operacija u sekundi, dok vještačke neuronske mreže u jednoj sekundi izvrše 100 do 200 miliona operacija. Taj nedostatak, biološke mreže prevazilaze velikim brojem neurona, njihovom povezanošću, kao i paralelnom obradom informacija. Vještačke neuronske mreže su po svojim sposobnostima obrade podataka daleko ispod mogućnosti obrade bioloških mreža. Pokazuju sledeće sposobnosti: učenja na temelju iskustva (prilagođavanje okolini promjenom ponašanja); poopštavanja (neosjetljivost na male promjene ulaznih podataka); apstrakcije (odvajanja bitnog od nebitnog), mogućnost primjene u zadacima prepoznavanja uzoraka, klasifikacije, predviđanja, identifikacije, optimizacije, mogućnošću obučavanja i adaptacije i sl. Neuronske mreže posjeduju paralelnu strukturu, što im omogućava paralelnu implementaciju, od koje se može očekivati visok stepen tolerancije nedostataka i rezultuje veoma brzo procesiranje. Neuronske mreže mogu simultano da vrše kvantitativnu i kvalitativnu obradu.

U okviru BigData platformi razvijaju se neuronske mreže koje imaju po nekoliko stotina skrivenih slojeva, što se danas naziva duboko učenje (engl. *deep learning*).

**Mašinsko učenje** (ML-*Machine Learning*) je dio AI, namijenjeno je za pronalaženje modela, obrazaca i drugih regularnosti u podacima i predstavlja alat za predviđanje trendova i pravljenje prognoza. **Rudarenje podataka** (DM- *Data Mining*) treba da omogući traženje rješenja, predviđanje budućih trendova i donošenje odluka zasnovanih na znanju, analizom i izdvajanjem implicitnih, prethodno nepoznatih i potencijalno korisnih informacija iz postojećih baza. **OLAP** je najuspješniji način izvođenja znanja iz podataka kroz višedimenzionu analizu. Razlika između OLAP-a i OLTP-a se ogleda u neuporedivo većoj brzini i većem broju zapisa.<sup>5</sup>

Algoritmi mogu biti surovo neefikasni ako im damo previše otpada ili premalo probranog materijala. Istovremeno, mogu biti snažan prediktivni alat ako pogodimo pravu mjeru i izaberemo adekvatan model mašinskog učenja. Odabir adekvatnog modela mašinskog učenja podrazumjeva razumjevanje industrije u kojoj se projekat nalazi i posvećenost problemu koji traži rješenje iz podataka.

#### 4. Poslovna inteligencija (*Business Intelligence* - BI)

Povezivanje tehnologija vještačke inteligencije i aplikacija za poslovnu komunikaciju i saradnju može da poboljša produktivnost radnika, uštedi vrijeme i poboljša cjelokupan tok

<sup>5</sup> Stojanovic, Z. (2014). *Elektronsko poslovanje*, Univerzitet Slobomir, Bijeljina, str.143

poslovanja. Tako da se organizacije mogu razvijati od donošenja reaktivnih odluka do proaktivnih strategija koje donose poslovne rezultate.<sup>6</sup> Microsoft Dynamics 365, Power BI, Dynamics 366 CRM, Office 365 su samo neke od inteligentnih poslovnih aplikacija koje je razvio Microsoft. BI je arhitektura, alat, tehnologija ili sistem koji skuplja i memoriše podatke, analizira ih upotrebom analitičkih alata, izvještava i isporučuje informacije koje kompaniji pomažu u donošenju odluka. Poslovna analitika mogla bi da vam pokaže kompletnu istoriju vašeg odnosa s kupcima (šta i kada kupuju, kako plaćaju, koliko su likvidni i sl.), a poslovna inteligencija mogla bi vam pomoći da pogodite ponašanje kupaca u budućnosti (šta i kada će kupovati, kako će plaćati i sl.) Na taj način moći ćete u pravom trenutku da napravite specijalnu ponudu kojoj neće moći da odole. BI koristi nekoliko tehnoloških alata za poboljšanje efikasnosti u donošenju odluka; takvi alati su: Data Warehousing (DW), Extract-Transform and Load (ETL), On-Line Analytical Processing (OLAP), Data Mining (DM), Geographic Information System (GIS), veb portali, Web Mining, Data Visualization i sl. Prije nego što se podatak iz unutrašnjih i vanjskih izvora unese u centralnu bazu podataka (data warehouse), obrađuje se preko sledećih koraka tj. dijelova ETL (Extract, Transform and Load) procesa: **1. ekstrakcija** i prečišćavanje, **2. transformacija podataka**, **3. učitavanje**. Podaci se, upotrebom računarske nauke, iz DW ili manjih podskupova baze podataka (Data Mart) koji se koriste za potrebe pojedinih dijelova kompanije (Marketing, proizvodnja, finansije i sl.) koriste za izvođenje znanja koje je potrebno za donošenje odluka.

Da bi kompanije izgradile lojalnost tj. jake, profitabilne veze sa svojim ciljnim kupcima koriste najnovije tehnologije za kreiranje baza podataka zasnovane na AI-u. Na osnovu tih baza i CRM (*Customer relationship management*) programa prate: ponašanje kupaca u kupovini i njihove ranije kupovine, preferencije kupaca prema proizvodima, brige ili žalbe, životni stil, lične karakteristike npr. dob, bračni status, nivo prihoda, rasna pripadnost itd.<sup>7</sup>

## 5. Vještačka inteligencija u digitalnom marketingu i prodaji

Korišćenjem novih pristupa i tehnologija, iskustvo potrošača postaje sofisticiranije, zato je potrebna jasna strategija kako ih ne biste prezasitili irelevantnim ponudama. Algoritmi mašinskog učenja razmatraju obrasce prošlih kupovina kako bi predvidjeli buduće akcije potrošača. Davanje brzih odgovora u realnom vremenu, dobijanje relevantnih ponuda u trenutku kada su potrošaču potrebne, od suštinske je važnosti za sticanje povjerenja i zadovoljstva potrošača.

**Personalizacija komunikacije** - Zahvaljujući AI sistemima mnoge kompanije personalizuju svoje sajtove, mejlove, postove na društvenim mrežama i ostali content, tako da prikazuju sadržaje i ponude optimizovane prema svakom pojedinačnom korisniku. AI daje detaljan uvid u ponašanje velikog broja potrošača što omogućava predviđanje njihovih budućih aktivnosti i doprinosi efektivnijem oglašavanju i unapređivanju korisničkog iskustva. U pozadini različitih platformi kao što su Google, Microsoft, Facebook, Amazon, Netflix nalaze se AI servisi koji sakupljaju ogromne količine podataka o svakom korisniku. Mapiraju korisnikove karakteristike, prepoznaju potrebe potencijalnih korisnika i pružaju prilagođene preporuke koje

<sup>6</sup> Microsoft. *Korišćenje veštačke inteligencije za bolji timski rad*. (27.03.2022). URL: <https://www.microsoft.com/sr-latn-rs/microsoft-ideas/resources/the-future-of-meetings-using-ai-to-improve-team-collaboration>.

<sup>7</sup> Kotler, P., Wrenn, B. (2015). *Razumevanje marketinga*, Data Status-Harvard Business School, Beograd, str.84

najbolje odgovaraju njihovim interesovanjima, online aktivnostima, potrebama i budžetu. Kod **pozivnih centara** za korisnike, algoritmi omogućuju analizu emocija putem analitike teksta i govora što zajedno sa metrikom analize donošenja odluka kod prvog poziva stvara cjelovitu sliku o razini povjerenja koju korisnici osjećaju i jeli odgovor koji su dobili riješio problem.

**Efikasnije oglašavanje** - Pored podataka o geografskim, demografskim i socijalnim karakteristikama potrošača, sistemi AI integrišu cjelokupnu pretragu i sve online aktivnosti korisnika, navodeći ga na sledeći logičan korak na putu kupovine. Ovakva prediktivna analitika olakšava targetiranje i smanjuje troškove ulaganja u kampanje. Pomoću podataka iz kolačića mobilnih aplikacija i web stranica koje je korisnik posjetio, AI može ciljati na određene kupce koji odgovaraju kriterijima oglašivača ili firme. AI **unapređuje korisničko iskustvo** za čak 61%. Zahvaljujući pametnoj personalizaciji na osnovu navika i interesovanja kroz push notifikacije, preporučuje proizvode koji bi korisnika mogli zainteresovati, proizvod koji mu treba i koji je spreman da kupi. Proces registracije mora da bude jednostavan i brz, a u tome mogu od izuzetne pomoći da budu virtuelni asistenti, koji na jednostavan način mogu potrošače da vode kroz proces prijave, kupovine, dajući odgovore o proizvodima, popustima, akcijama, statusu njihovih porudžbina. AI naprednim analitičkim sistemima i algoritmima automatski prepoznaje korisnike koji namjeravaju da prestanu da koriste određeni proizvod ili uslugu, omogućujući pravovremeno da reagujete i zadržite ih. Analizom informacija sa potrošačkih kartica možete bolje da personalizujete programe lojalnosti, tako da zadovolje svaki od njihovih zahtjeva. **Kvalitetniji sadržaji i SEO** - integrisani AI u pretraživače značajno doprinosi SEO analizi, utiče na pozicioniranje i isticanje vašeg sajta, optimizujući sadržaj prema smjernicama koje dobijate preko algoritama. Pomoću sve većeg broja različitih alata koji su usmjereni na preciznije pozicioniranje sadržaja na sajtu, optimizaciju slika, videa i validaciju koda, AI olakšava postavljanje adekvatne strategije i doprinosi plasiranju kvalitetnijeg sadržaja. Algoritmi pomažu da napravite adekvatan izbor ključnih reči, da pravite adekvatan sadržaj i da cjelokupan kontekst koji pravite maksimalno odgovara na postavljeni upit. **Analiza trendova i konkurencije** - Istraživanjem konkurencije AI analizira koji sadržaji i usluge dobro prolaze, koje alate vaša konkurencija koristi. Tako otkrivajte šta su vaše prednosti i nedostaci u odnosu na konkurenciju i trenutno tržište, tako da svoju marketinšku strategiju prilagodite da biste unapredili poslovanje. **Društvene mreže** nisu stvorene tako da odgovaraju našim potrebama i da bi nam pomogle na bilo koji način. Stvorene su da povezuju tj. da prikupljaju informacije o našim preferencijama i ukusima. Bilo da smo svjesni toga ili ne, mi ostavljamo svoje tragove i podatke u digitalnom svijetu svaki put kada postavimo sliku na Fejsbuk, pošaljemo imejl, telefoniramo itd. Ove kompanije ne zanimaju vaši lični postovi, oni koriste botove da iz vašeg sadržaja odvade ključne riječi.<sup>8</sup> **Neuro-marketing** pokušava da razumije reakcije potrošača na promotivne aktivnosti(dizajn ambalaže, reklame) i motive za kupovinu proučavajući mikroskopske promjene u vlažnosti kože, otkucajima srca, moždanim talasima i drugim biometrijskim karakteristikama. Neuromarketing vodi računa u kojoj fazi odnosa prema promotivnoj poruci, tj. konceptu AIDA (*Attention, Interest, Desire, Action*) se nalazi određeni kupac i kako reaguje.<sup>9</sup>

<sup>8</sup> Hajtner, H. (2019). *Deca digitalnog doba*, Finesa, Beograd, str.216

<sup>9</sup> Lamb,C., Hair, J., McDaniel, C. (2013). *Marketing*, Data Status, Beograd, str.258

## 6. Razumjevanje ljudskog ponašanja i navika

Da bi efikasnije uticali na donošenje odluka kod kupaca i kreirali što kvalitetnije AI rješenje poželjno je da znamo kako funkcioniše ljudski mozak, ljudsko ponašanje i navike. Naše ustanovljene navike predstavljaju puteve u našem nervnom sistemu. Često ponavljanje iste misli, osjećanja ili akcije učvršćuje ovu stazu. Baš kao što i koraci utabavaju stazu u snijegu. Možemo izgraditi nove puteve u mozgu svjesnim biranjem da, drugačije nego što smo navikli, odgovorimo na neku situaciju. Tada će nervni impulsi koji putuju aksonima u mozgu radije izabrati novi put umjesto starog i stvoriti novu sinapsu između nervnih ćelija(neurona). Tako električni impulsi od 30-40 minivolti formiraju molekule ACh za odgovor DA ili molekule GABA za odgovor NE u neuronima. Stvoreni impuls putuje kroz nervni sistem ugrađujući se u motorne puteve i neurone sa ciljem da izgradi novu naviku ili zaustavi staru. Svakim novim ponavljanjem izrastaju novi nervni završeci i učvršćuju naviku.<sup>10</sup>

Majstori za navike znaju da ljudi mijenjaju navike u tri pravca: 1.**Ishodi** su ono što dobijate(rezultat), 2.**Procesi** su ono šta radite, i 3.**Identitet** je ono u šta vjerujete da ste. Prava promjena ponašanja je promjena identiteta, focus je na ono ko želimo da postanemo(identitet). Marketinški stručnjaci igraju na tu kartu. Uz pomoć algoritama, ljudima nameću sliku identiteta, da ljudi povjeruju da su je sami izabrali i počnu da se ponašaju u skladu sa tom slikom.

**Navika** je ponašanje, mentalna prečica naučena iz iskustva, koje se ponavlja dovoljno puta da bi postalo automatsko. Proces formiranja navika počinje pokušajima i greškama. Ovo je “feedback petlja” iza svakog ljudskog ponašanja: pokušate, ne uspete, učite, pokušate drugačije. Koristi se algoritam “ako jeste” “uradi ovo“ ili “ako nije”“onda“. Sa praksom, beskorisni pokreti nestaju i korisne akcije se pojačavaju, vaš mozak počinje da automatizuje proces rješavanja problema. Tako funkcioniše učenje i formiraju se navike. Kada se slična situacija pojavi u budućnosti, znate tačno šta da tražite i automatski primjenjujete isto rješenje. Osobe koje su kroz problemsko učenje stvorile mentalne navike kontinuiranog poboljšanja i usavršavanja, uvijek uče, mjenjaju se i smatraju probleme, situacije, tenzije, konflikte i okolnosti kao vrijedne prilike za učenje i poboljšanje.<sup>11</sup>

### Proces izgradnje navika

Vaš mozak svaki put prolazi kroz ova 4 koraka u istom redoslijedu: signal, žudnja, odgovor i nagrada.<sup>12</sup> **Signal** ukazuje da postoji nagrada, izaziva vaš mozak i vodi ka žudnji. **Žudnje** za nagradom i stanjem su motivaciona sila za promjenom. **Odgovor**, u obliku misli ili akcije dovodi do nagrade. **Nagrade** su, krajnji cilj svake navike. Zajedno, ova četiri koraka formiraju neurološku feedback petlju: signal, žudnja, odgovor, nagrada; signal, žudnja, odgovor, nagrada – stvarajući automatske navike. Ova “petlja navika” stalno skenira okolinu, predviđa šta će se dalje desiti, isprobava različite odgovore i **uči iz rezultata**. Bez prva tri koraka, ponašanje se neće desiti. Bez sva četiri, ponašanje se neće ponoviti. Neophodna je transformacija ova četiri koraka u praktičan okvir koji se može koristiti za dizajniranje dobrih navika i eliminisanje loših. Sažeo sam ga u okvir od četiri zakona o promjeni navika i ponašanja prikazan u **tabeli 1**:

<sup>10</sup> Čalmers, E. (2015). *Kako unaprediti mozak*, Hipokrat, Valjevo, str.48

<sup>11</sup> Rustempašić, S.(2018). *Problemsko učenje*, Pedagoški fakultet Univerziteta u Sarajevu, Sarajevo, str.119

<sup>12</sup> Klir, Dž. (2019). *Atomske navike*, Finesa, Beograd, str.47



**Tabela 1.** Okvir od četiri zakona o promjeni navika i ponašanja

	<b>Stvaranje dobrih navika</b>	<b>Prekid loših navika</b>
<b>Prvi zakon (SIGNAL):</b>	Neka bude očigledno	Neka bude nevidljivo
<b>Drugi zakon (ŽUDNJA):</b>	Neka bude privlačno	Neka bude neprivlačno
<b>Treći zakon (ODGOVOR):</b>	Neka bude lako	Neka bude teško
<b>Treći zakon (NAGRADA):</b>	Neka bude zadovoljavajuće	Neka bude nezadovoljavajuće

Izvor: obrada autora

Bez obzira da li radite u marketingu, da li ste stručnjak za AI, ili jednostavno želite da stvorite dobre navike ili se riješite loših, jednostavno ubacite određenu naviku kroz ovaj proces, ispoštujte određena pravila i rezultati neće izostati. Opširnije u narednim poglavljima. Nakon što shvatimo zakone funkcionisanja navika, strukturu petlje navika, kada uspijemo razbiti naviku na komponente, tada je možemo pokušati promijeniti ili zamjeniti.

## 6.1 Prvi zakon

### 6.1.1 Verbalizovanje i lista za procjenu navika

S vremenom, signali koji izazivaju naše navike, urezjuju se u našu podsvjest, postaju tako česti da su u suštini nevidljivi: poslastice na kuhinjskom pultu, daljinski upravljač pored kauča, telefon u džepu. Morate osvjestiti podsvjesno, uz pomoć “**verbalizovanja**” (izgovaranje naglas onoga što radimo i što sledi). Pored toga, pomaže i “**lista za procjenu navika**” u vidu spiska: probudim se, provjerim telefon, idem u kupatilo, tuširam se, operem zube, stavim dezodorans itd. Ako gubite vrijeme na internetu, primjetite da svoj život trošite na način koji ne želite. Izgovorite glasno akciju koju razmišljate da preduzmete i kakav će biti ishod. Kada čujete svoje loše navike izgovorene naglas, učiniće posledice takvog djelovanja stvarnijim. Kada pokušavate da zapamtite zadatak na svojoj listi zadataka, izgovorite glasno, tako povećavate šanse da ćete to zaista i uraditi.

### 6.1.2 Vremensko određivanje i redosledno slaganje navika

**Vremensko određivanje** je plan koji ste napravili unaprijed o tome kada i gdje da djelujete. Na taj način vjerovatnije ćete je i sprovesti u djelo uz formulu “Ja ću [PONAŠANJE] u [VRJEME] u [MJESTO]”: učiću njemački trideset minuta u 16h u mojoj sobi; vježbaću jedan sat u 17h u teretani. Specifičnost pomaže da kažete „ne” stvarima koje ometaju napredak, odvrćaju vašu pažnju i vuku vas sa kursa. **Redosledno slaganje navika**-Umjesto uparivanja vaše nove navike sa određenim vremenom i lokacijom, uparite je sa trenutnom navikom, sa nečim što već radite svaki dan uz pomoć formule: nakon [TRENUTNA NAVIKA], ja ću [NOVA NAVIKA].” npr: nakon što svakog jutra sipam kafu (trenutna), meditiraću jedan minut (nova). Jednom kada ovladate ovom osnovnom strukturom, možete početi da stvarate veće lance.

### 6.1.3 Isticanje signala i kontekst

**Isticanje signala.** Ljudi češće biraju proizvode ako su istaknuti-predstavljeni ispred njih. Predmeti u nivou očiju se kupuju više od onih koji se nalaze niže. Ako je sto u kuhinji uvijek pun krofni i peciva, biće teško da se ne uzme nešto. Vizuelni signali su najveći katalizatori našeg ponašanja. Zato je važno živjeti i raditi u okruženjima koja su puna produktivnih znakova i lišena neproduktivnih. Treba da budete arhitekta i da kreirate svoje okruženje za uspjeh. Primjećujemo signale koji se ističu. Često smo u sredini gdje ne postoji očigledni signali za pokretanje ponašanja i lako ih je ignorisati. Lako je ne svirati gitaru kada je skrivena u ormaru. Zato, postavite je na vidno mjesto. Postavljanjem okidača u svom okruženju, povećavate šanse za željeno ponašanje. **Kontekst**- s vremenom se vaše navike ne povezuju sa jednim okidačem,

već sa cjelokupnim kontekstom. Npr. mnogi ljudi piju više u društvu. Vezujemo navike i rutine sa lokacijama u kojima se javljaju: spavaća, kancelarija, teretana. Redefinišite ili promijenite raspored u trenutnom okruženju, "jedan prostor, jedna upotreba" (prostor za rad, učenje, vježbanje, zabavu, kuvanje.)". Telefon možete koristiti za gotovo sve vrste zadataka, ali produktivnost ometa provjera društvenih mreža, mejlova i igranje igrara, obavještenja. To je zbrka signala. Fokus se automatski pojavljuje kada sjedite za radnim stolom. Zaspete brzo kada je to jedina stvar koja se dešava u vašoj spavaćoj. Navike se lakše mogu promijeniti u novoj sredini (novi kontekst). Pomaže da pobjegnute od suptilnih signala koji vas guraju prema vašim trenutnim navikama.

**Samodiscipliona - Inverzija prvog zakona** je da *signale loših navika učinite nevidljivim*. Disciplinovani ljudi provode manje vremena u primamljivim situacijama i okruženju koje ih neće ponovo mamiti i uzrokovati ponašanje koje žele da zaustave. Loše navike su samokatalizirajuće: proces sam sebe hrani. To je silazna spirala, put bez povratka loših navika. Možete prestati sa nekom navikom, ali je malo vjerovatno da ćete je zaboraviti. "Voda sebi utire put i on postaje sve dublji i širi, no, čak i nakon što prestane voda teći, kad ponovo krene, teći će onim istim putem koji je ranije utrla".<sup>13</sup> Dugoročno gledano, postajemo proizvod okruženja u kojem živimo. Teško se držati pozitivnih navika u negativnom okruženju. Ako vam ometa posao ili učenje, ostavite telefon u drugoj sobi i isključite tv.

## 6.2 Drugi zakon

### 6.2.1 Navika i povezivanje iskušenja

**Učiniti hranu primamljivijom.** Ljudi su skloni da podlegnu pretjeranim verzijama realnosti. Nezdrava hrana, na primer, pokreće naše sisteme nagrađivanja do ludila. Primarni cilj nauke o hrani jeste stvaranje proizvoda koji su privlačniji potrošačima. Čitava odjeljenja posvećena su podešavanju kako se proizvod osjeća u ustima. Skoro svaka hrana u vrećici, kutiji ili tegli poboljšana je na neki način. Ta hrana koja ima visok dinamičan kontrast zadržava doživljaj novim i zanimljivim, podstičući vas da jedete više. Takve strategije omogućavaju naučnicima koji se bave hranom da pronađu „tačku blaženstva" - preciznu kombinaciju soli, šećera i masti koja uzbuđuje vaš mozak i tjera vas na još. Rezultat je, naravno, da se prejedate jer su namirnice koje su podložne hiperpalataciji privlačnije ljudskom mozgu. Što je prilika privlačnija, to je veća vjerovatnoća da će postati navika, a naši instinkti divljaju, što nas tjera da razvijamo pretjerane navike u kupovni, društvenim medijima, seksu, jedenju itd. Ako želite da povećate šanse za određeno i željeno ponašanje, onda morate da ga učinite privlačnim.

**Dopamin** se oslobađa ne samo kada doživljavate zadovoljstvo, već i kada ga očekujete. Zavisnici od kokaina dobijaju lučenje dopamina kada vide prah, a ne nakon što ga uzmu. Kad god predvidite da će prilika biti nagrađena, vaši nivoi dopamina dostižu svoj vrhunac u samom iščekivanju. Svaka akcija se preduzima zbog iščekivanja (žudnje) uzrokovanih signalom koji joj prethodi.

**Povezivanje iskušenja** - Vjerovatnije je da ćete ponašanje smatrati privlačnim ako u isto vrijeme radite jednu od svojih omiljenih stvari. Npr. Želite da vozite sobno biciklo, povežite to sa gledanjem omiljenih filmova na displeju ispred. Formula za kombinovanje slaganja navika i povezivanje iskušenja je: 1. Nakon [trenutna navika], ja ću [navika koja mi je potrebna]. 2. Nakon [navika koja mi je potrebna], ja ću [navika koju želim]. *Ako želite da gledate sport, a morate da obavite prodajne pozive:* 1. Nakon što završim doručak (trenutna), pozvaću tri

<sup>13</sup> Duhigg, C. (2018). *Moć navike*, Mozaik knjiga, Zagreb, str.255

potencijalna klijenta (potreba). 2. Nakon što pozovem tri potencijalna klijenta, provjeriću sportske vijesti (želim).

### 6.2.2 Uticaj drugih ljudi

Mi ne biramo naše najranije navike, mi ih imitiramo. Pratimo scenario koji su nam predali naši prijatelji i porodica, crkva, škola, lokalna zajednica i društvo, sa svojim standardima i očekivanjima. Svi žele da negdje pripadaju i da se uklapaju. **Imitiranje bliskih ljudi:** mi kopiramo a da toga nismo svjesni, način na koji se naši roditelji svadaju, način na koji naši vršnjaci flertuju, način na koji naši saradnici dobijaju rezultate. Naravno, pritisak vršnjaka je loš samo ako ste okruženi lošim uticajima. Upijamo kvalitete i prakse onih oko nas. Okružite se ljudima koji imaju navike koje želite da imate. Razvijaćete se zajedno. Pridružite se kulturi u kojoj je (1) vaše željeno ponašanje normalno ponašanje i (2) već imate nešto zajedničko sa grupom. Zajednički identitet počinje da učvršćuje vaš lični identitet. **Oponašanje većine:** kad god smo nesigurni kako da postupamo, tražimo od grupe da usmjeri naše ponašanje. Mi stalno pratimo „Šta svi rade?“ Provjeravamo recenzije, koementare, jer želimo da imitiramo najbolje" kupovine, prehrambene navike i putovanja. Jedina stvar koja nas ubjedi da počnemo da pušimo jeste da svi ostali ljudi puše i onda imamo osjećaj da nešto propuštamo.<sup>14</sup> **Imitiranje moćnih:** pokušavamo da kopiramo ponašanje uspješnih ljudi zato što sami želimo takav uspjeh. Kopiramo komunikaciju šefa, marketinške strategije uspješnih i sl.

### 6.2.3 Uzroci loših navika

**Inverzija drugog zakona o promjeni ponašanja je: neka bude neprivlačno.** Istaknite prednosti izbjegavanja loše navike kako bi se učinila neprivlačnom. Kad pušite cigarete ili provjeravate Instagram ili igrate video-igre, u stvari vi, jednostavno, u dubini, želite da smanjite neizvjesnost i oslobodite se anksioznosti, da dobijete društveno prihvatanje i odobrenje ili da steknete status. Kad god navika uspješno rješava motiv, razvijate žudnju da to ponovite: provjera društvenih medija pomaže da se osjećate prihvaćenim, gledanje YouTube kanala pomaže da zaboravite svoje strahove. Navike su atraktivne kada ih povežemo sa pozitivnim osećanjima.

**Kako da reprogramirate svoj mozak da uživate u teškim navikama.** Navike možete učiniti privlačnijim ako naučite da ih povežete sa pozitivnim iskustvom. Napravite ritual motivacije radeći nešto u čemu uživate neposredno pre teške navike (npr. tri duboka udaha i osmjeh). Na kraju ćete početi da povežete ovu rutinu disanja i osmjeha sa dobrim raspoloženjem. Pod stresom ste na poslu? Udahnite tri puta i osmijehnite se.

## 6.3 Treći zakon

**Potrebno vrijeme za kreiranje novih navika.** Navike se formiraju na osnovu učestalosti ponašanja, a ne vremena. Morate spojiti dovoljno uspješnih pokušaja sve dok se ponašanje čvrsto ne utisne u vaš um i ne pređete krivulju navika i to je jedan od najkritičnijih koraka za

<sup>14</sup> Kar, A. (2020). *Lak način da prestanete da pušite*, Informatika ad, Beograd, str.12

kodiranje nove navike. Pojedini regioni mozga se prilagođavaju prema obimu upotrebe i atrofiraju kada se ne koriste.

**Odlaganje.** Ako iznesem dvadeset ideja za članke koje želim da napišem, to znači da se pokrećem. Ako zaista sjednem i napišem članak, to je akcija. Ne želite samo da planirate i da osjećate kao da obavljate stvari, to je odlaganje neuspjeha. Želite da vježbate. **Oklijevanje** je smrt. Umjesto toga: posmatraj, orjentiši se (znaj gdje si), planiraj i odluči šta misliš da uradiš i URADI TO. Provjeri da li je to što si uradio ono što si želio. Delaj i promjeni način na koji radiš stvari. Ponavljaj u pravilnim ciklusima i tako ostvari kontinuirani napredak.

**Napravite** listu svega što je moguće uraditi. Provjerite je dva puta. Zatim napravite prioritete. Stavite stavke sa najvišom vrijednosti i najmanjim rizikom na vrh liste.<sup>15</sup>

**Otpor u formiranju navika** - Ljudi će pri odlučivanju između dvije slične opcije prirodno težiti opciji koja zahtjeva najmanje napora jer smo motivisani da radimo ono što je lako. Što manje energije zahtjeva navika, veća je vjerovatnoća da ćete ostati pri njoj. Navike poput skrolovanja na telefonu, provjere mejlova i gledanja televizije krađu toliko našeg vremena jer su izuzetno lagodne i mogu se izvoditi bez napora. Cilj je smanjiti otpor povezan sa našim dobrim navikama i povećati otpor povezan sa lošim.

**Smanjiti otpor.** Možete da optimizujete svoje okruženje da biste olakšali radnje. Kada formirate nove navike, najbolje je da izaberete mjesto koje je već na putu vaše dnevne rutine (npr. u teretanu ako je na putu ka vašem poslu). Pokušavamo da napišemo knjigu u haotičnom domaćinstvu, trudimo se da se koncentrišemo dok koristimo pametni telefon koji je pun distrakcija. Moramo ukloniti te tačke otpora koje nas zadržavaju redizajniranjem radnog prostora. Tako kada uklonimo tačke otpora koje iscrpljuju naše vrijeme i energiju, možemo postići više uz manje napora. Možemo automatizovati, eliminisati ili pojednostaviti što više koraka, smanjiti broj polja na svakom obrascu, smanjiti broj klikova potrebnih za kreiranje računa, na URL adresi, isporučiti svoje proizvode sa jednostavnim uputstvima sa manje koraka.

**Redizajniranje i optimizacija okoline.** Kad organizujete prostor prema namjeri ili nakon poslednje akcije, pripremate se da sledeću akciju učinite lakom. Želite da vježbate? Pripremite odjeću za vježbanje, obuću, torbu za teretanu i bocu za vodu pre odlaska u teretanu. Možete i da preokrenete ovaj princip i da okruženje učinite teškim za loše ponašanje. Ako, na primer, gledate besomučno previše TV, onda ga isključite, napravite šifru koju morate ukucati svaki put kad ga upalite, izvadite baterije iz daljinskog nakon svake upotrebe. Ostavljajte telefon u drugoj sobi, zatvorite u ormar ili recite nekom da ga sakrije od vas na nekoliko sati. Djetetu možete otežati, napraviti mu na telefonu ili tabletu toliko dugu šifru koju mora ukucati posle svakog paljenja svjetla na ekranu. Izbrišite aplikacije na koje gubite najviše vremena.

Iskoristite 5 koraka organizacije radnog prostora po KAIZEN metodolij: 1.**Seiri**(sortirati): izdvojiti potrebno i eliminisati nepotrebno; 2.**Seiton**(srediti): uredno rasporediti i označiti bitne stvari kako bi moglo lako da im se priđe; 3.**Seiso**(sijati): Očistiti sve, alat i radna mjesta, uklanjajući mrlje, fleke i otpatke i eliminišući izvore prljavštine, vratiti stvari u red; 4.**Seiketsu**(standardizovati): Standardizovati prethodna tri koraka da bi se napravio proces koji nikad ne prestaje i koji se može poboljšavati; 5.**Shitsuke**(samodisciplina): Pretvoriti čišćenje i provjeru u rutinsku naviku.

Na japanskom jeziku KAIZEN znači kontinuirano-svakodnevno poboljšanje radnih praksi, lične efikasnosti za menadžere i radnike kroz rješavanje problema. Takva mala poboljšanja u mnogim procesima postepeno se akumuliraju i dovode do znatnog poboljšanja kvaliteta, uštede

<sup>15</sup> Saterland, Dž. (2018). *SCRUM*, Finesa, Beograd, str.196

troškova i poboljšanja produktivnosti. Bez obzira koliko znanja čitalac može da stekne, ono nije ni od kakve koristi ako se svakodnevno ne sprovodi u praksi i rješavanju problema.<sup>16</sup>

**Olakšati sam početak navike** - Ideja je da učinite što lakšim početak vaših navika i većih rutina, prva dva minuta bi trebalo da bude lako. Počnite mapiranjem ciljeva na skali od „vrlo lako“ do „veoma teško“. Vaš cilj bi mogao da bude trčanje maratona, ali vaša, izlazna navika“ jeste da prvo obujete patike. Što više ritualizujete početak procesa, to je vjerovatnije da ćete moći da uđete u stanje dubokog fokusa. Radeći isto zagrijavanje prije svakog treninga, olakšavate ulazak u stanje vrhunskih performansi. Tajna je da uvijek ostanete ispod tačke u kojoj nešto osjećate kao obavezu.

**Inverzija trećeg zakona o promjeni ponašanja je neka bude teško.** Dobre navike učinite neizbježnim, a loše nemogućim. Napravite izbor koji pravite u sadašnjosti i koji će upravljati vašim aktivnostima u budućnosti. Ključ je u tome da se promjeni zadatak tako da zahtjeva više posla da bi se izašlo iz dobre navike nego da se počne s njom. Zakažite časove joge i platite unapjred. Ovi jednokratni izbori zahtjevaju malo napora, ali stvaraju veću vrijednost tokom vremena npr: Spavanje: Kupite dobar dušek; Nabavite tamne zavjese; Uklonite televizor iz spavaće sobe. Produktivnost: Otkazite pretplatu na imejllove; Isključite obavještenja i izbacite grupne razgovore; Podesite telefon na nečujno; Izbrišite igre i aplikacije društvenih mreža. Ovi izbori povećavaju šanse da ćete uraditi pravu stvar u budućnosti tako što ćete u sadašnjosti otežati loše navike. Produktivnost: pregledanje društvenih mreža može se prekinuti pomoću blokiranja sajtova. Često se okrećemo društvenim mrežama kada nemamo obaveza, kad nam je dosadno, posegnemo za telefonom kao „samo da malo odmorim“. Vremenom se to može akumulirati u ozbiljan problem. Za početak, isključite se sa društvenih mreža ili sključite skroz internet preko vikenda.

## 6.4 Četvrti zakon

**Trenutno ili neposredno nagrađivanje.** Vjerovatnije ćemo ponavljati ponašanje kada je iskustvo zadovoljavajuće. Ljudski mozak daje prioritet neposrednim nagradama nad odloženim nagradama. Ono što se odmah nagrađuje ponavlja se. Ono što se odmah kažnjava izbjegava se. Da biste stekli naviku koje ćete se držati, morate se odmah osjećati uspješnim, pa čak i minimalno. Najbolje je da dodate malo neposrednog zadovoljstva navikama koje se dugoročno isplate, a malo boli onima koje to ne čine.

Pogrešno je dijeliti vrijeme za učenje i vrijeme za igru jer djeca najbolje uče kroz igru. Igra je izvor prijatnosti i osnovni podsticaj razvoja i kad je djete u njoj uspješno trenutno razvija osjećaj samopouzdanja, prihvaćenosti i podstiče sazajne potrebe.<sup>17</sup>

**Mjerenje.** Kada mjerimo navike, ostvarivanje napretka je zadovoljavajuće, a vizuelne mjere poput pomjeranja spjalica ili šnala za kosu ili klikera u posudu za svaki ostvareni napredak, pružaju jasan dokaz vašeg napretka. Najosnovniji format je da uzmete kalendar i precrtate svaki dan kada se držite svoje rutine. Na primjer, ako meditirate ponedjeljkom, sredom i petkom, svaki od tih datuma dobija X. Kako vrijeme prolazi, kalendar postaje zapis o vašem sprovođenju navika. „Ne prekidaš niz“ je moćna mantra. Ne prekidaš niz poziva za prodaju i izgrađićete uspješnu poslovnu karijeru. Ne prekidaš niz treninga i bićete brži nego što ste očekivali. To istovremeno čini ponašanje očiglednim, atraktivnim i zadovoljavajućim. Ukratko, praćenje navike (1) stvara vizuelni signal (niz X-a) koji vas može podsjetiti da djelujete, (2) inherentno

<sup>16</sup> Imai, M. (2017). *Gemba KAIZEN*, Kaizen Institut Srbije, Beograd, str.13

<sup>17</sup> Jovic, N., Kuveljić, D. (2015). *Kako stvarati prijatnu atmosferu za učenje*, Kreativni centar, Beograd, str.7

motiviše jer vidite napredak koji ostvarujete i ne želite da ga izgubite, i (3) osjećate zadovoljstvo kada zabilježite još jedan uspješan primjer vaše navike. Kad god je to moguće, mjerenje treba da bude automatizovano. Izvještaj kreditne kartice prati koliko često izlazite da jedete. Vaš Fitbit registruje koliko ste koraka napravili i koliko dugo spavate. Drugo, ručno praćenje treba da bude ograničeno na vaše najvažnije navike. Bolje je dosledno pratiti jednu naviku nego sporadično pratiti deset. Konačno, zabilježite svako mjerenje odmah nakon sprovođenja navike. Uvijek je interesantno vidjeti kako ste zaista trošili vreme. Ako propustim jedan dan, pokušavam da se vratim što je brže moguće. Propustio sam jedan trening, ali neću propustiti dva zaredom. Čim se jedan niz završi, počnem sa sledećim. Prekidanje navike nije bitno ako je povratak brz. Pazite da ne *mjerite pogrešnu stvar*. Tamna strana praćenja određenog ponašanja jeste u tome što nas sam broj više pokreće nego svrha iza njega. Mi se fokusiramo da radimo prekovremeno, umjesto da završimo smisleni posao. Učimo za standardizovane testove i ocjene umjesto da razvijamo metode učenja, radoznalost i kritičko razmišljanje. Ukratko, optimizujemo se za ono što mjerimo. Kada izaberemo pogrešno mjerenje, dobijamo pogrešno ponašanje. Ocjenjivanje “izvođenja” zadatka pomaže učenicima da shvate da matematika nije skup pravila koja treba upamtiti i slediti, već proces koji omogućuje rješavanje problema. Samoocjenjivanje učenika podstiče metakogniciju, sticanje kontrole nad procesom učenja i samostalno mišljenje.<sup>18</sup> Djeca koja su odgojena s fokusom na rješenje, umjesto na posledicu ili kaznu, razvijaju sposobnost da napreduju uprkos preprekama.<sup>19</sup>

**Inverzija četvrtog zakona o promjeni ponašanja glasi: neka bude nezadovoljavajuće.** Partner za podršku može stvoriti neposredne kazne za nepoštovanje rutine. Mi duboko brinemo o tome šta drugi misle, i ne želimo da drugi imaju loše mišljenje o nama. Ugovor o navici može se koristiti da bi se javno sankcionisalo neko ponašanje. To čini cijenu kršenja vaših obećanja javnom i bolnom. Saznanje da vas neko drugi posmatra može biti snažan motivator.

## 7. Nekontrolisana upotreba informacija

Privučeni lakoćom pristupa mnogim zanimljivim sadržajima, možemo lako skliznuti iz sfere korisnog korišćenja u pretjeranu i nekontrolisanu upotrebu, odnosno zavisnost. Posebno djeca, usljed nedovoljne izgrađenosti ličnosti i odbrambenih mehanizama lako mogu potpasti pod loš uticaj AI-a i medija. Mnoštvo sadržaja na Youtube-u djeluje veoma primamljivo i teško je oduprijeti mu se. Djeca su posebno sklona neumjerenom „gutanju“ svega što im se prikaže na ekranu. Alarmantna je njihova psihička odsutnost, a desocijalizaciji posebno doprinosi i igranje video-igara. Usljed svakodnevnne višesatne aktivnosti na Internetu, djeca se postepeno isključuju iz stvarnosti. Oni počinju da žive u virtuelnom svijetu, daleko od realnih međuljudskih odnosa. Zbog smanjenja koncentracije, te slabljenja sposobnosti pamćenja i učenja, nastaju poteškoće u školi. Sva pažnja i vrijeme podređeni su Internetu i uticaju AI. Na kritiku roditelja odgovaraju ili potpunom ravnodušnošću ili agresivnošću. Pristup Internetu mora biti ograničen i vrijeme koje djeca koriste na mobilnim telefonima i tablet-računarima moralo bi biti strogo kontrolisano. Danas postoje brojne aplikacije i programi za kontrolu i dostupnost sadržaja. Sa djecom se mora neprestano razgovarati o svim štetnostima, opasnostima i mogućnostima Interneta i vještačke inteligencije.

Podaci SZO govore da čak 44 % populacije pati od ove vrste bolesti zavisnosti (djeca i odrasli). Patološko ponašanje na Internetu podrazumjeva neumjerenu i svakodnevnu upotrebu Interneta

<sup>18</sup> Foster, G., Savicki, E., Šajfer, H., Zelinski, V. (2007). *Mislim, dakle učim*, Kreativni centar, Beograd, str.46

<sup>19</sup> Vilis, M., Hodson, V. (2005). *Otkrijte svoj stil učenja*, Finesa, Beograd, str.194

tokom više sati, pretražujući sajtove za kupovinu, igrajući igrice, društvene mreže, kockajući i sl. Na Internet je lako „navući se“. Aplikacije, reklame, pompezni naslovi i fotografije, potpomognuti sa AI čine se vrlo atraktivno i zavodljivo. Internet-zavisnici, usled sprečenosti da se ostvari konekcija, upadaju u zavisničke krize kao i ostali zavisnici: narkomani, alkoholičari ili kompulzivni kockari. Neutaživa želja da se surfuje, da se postizu rekordi u video-igramama, ono je što uzurpira svaku misao zavisnika. Do osobe u krizi teško se dopire, komunikacija je nemoguća, a sukob je neizbježan. Usredsređenost na realne životne obaveze i aktivnosti više ne postoji. Otuđenost od porodice i prijatelja je evidentna i sve drastičnija. Neprestano se odlazu obroci, odlazak u toalet, lična higijena, dok se ne postigne „još samo ovaj rekord“, „nivo“ ili dok se „ne pobjedi virtualni kazino“. Nezrela psihička struktura često se ne može izboriti sa životnim poteškoćama i onda poseže za nečim što će je utješiti i popuniti prazninu koju osjeća. Gubi kontakt sa realnošću. Njene misli su fokusirane na naredni nivo video-igre, novi iznos na ruletu ili kupovinu novih nepotrebnih stvari, razmišlja samo o tome gdje će nabaviti novac za naredni ulog ili kupovinu preko interneta. Psihička zavisnost postaje sve veća. Da bi pokrili neprestane troškove, zavisnici se sve više zadužuju. Uzbuđenje i hormoni sreće smjenjuju se sa anksioznošću i depresijom zbog izgubljenog novca. Iako očajava, zavisnik se mora „vratiti po još“. Ta je potreba jača od bilo čega.

**Liječenje zavisnosti od interneta i uticaja AI:** 1. *Individualan rad psihoterapeuta* sa pacijentom. Pacijent dobija savjete na koji način se najlakše može izboriti sa anksioznošću i stresom. Dobija plan dnevnih aktivnosti, kojeg se mora pridržavati. Ustanovljenjem nove životne rutine i navika, teži se otklanjanju iskušenja koja su pacijenta i uvukla u stanje zavisnosti. 2. *Edukativna psihoterapija*. Upoznaje se o svim posledicama koje je Internet zavisnost prouzrokuje. Uči o načinima ponašanja kako bi apstinencijalni period bio uspješan. 3. *Grupna psihoterapija*. U grupnoj terapiji kroz psihodramu i iskustva drugih zavisnika, pacijent sagledava posledice svoje zavisnosti od Interneta, lakše prihvata činjenice. Istovremeno shvata da u svemu nije sam. Na taj način, njegovo liječenje će imati bolji ishod.

## Zaključna razmatranja

Sistemi vještačke inteligencije danas prožimaju gotovo sve pore našeg života i upravljaju načinom na koji komuniciramo, trgujemo, radimo i živimo. Prehrambena industrija sa uspjehom koristi marketinške alate u koje je integrisana AI da bi uticala na prehrambene navike potrošača. Današnji moderni marketing se ne može više zamisliti bez vještačke inteligencije. Vještačka inteligencija je, slično kao i psihologija u prvoj polovini 20. vijeka, bihevioristička nauka. Ali informatički biheviorizam ogleda se u dominantnom, gotovo dogmatski prihvaćenom, statističkom pristupu. Taj pristup se zasniva na računarskoj simulaciji inteligentnog ponašanja bez suštinskog razumjevanja fenomena inteligencije. Informatika kao nauka moraće da se redefiniše i opet integriše napuštene reprezentacione pristupe obogaćene novim uvidima iz kognitivnih nauka (filozofija uma, psiholingvistika, neuronauka, kognitivna psihologija, logika, antropologija, biologija, biomehanika). Moguće je programirati sistem tako da sa uspjehom manipuliše ljudskim ponašanjem, da otkrije ranjiva mjesta u ljudskim navikama i ponašanju i da ih iskoristi kako bi se uticalo na donošenje odluka. Vještačka inteligencija može da manipuliše čovjekovom „slobodnom voljom“, što otvara mogućnost (zlo)upotrebe u mnogo većem obimu. Moramo biti svjesni kako baratamo svojim digitalnim otiscima i kako da pomognemo djeci da to shvate, da naučimo sve o njihovom svijetu i postanemo dio njega da bi

mogli da im budemo dobar uzor i mentor. Ne dozvoliti dosadu, koja ih gura u zagrljaj zavisnosti od tehnologije. Pretjeranim oslanjanjem na tehnologiju odumiru naši centri za razmišljanje. Jednostravno, da bi bili produktivniji za početak moramo izvršiti digitalnu detoksikaciju, eliminisati kradljivce vremena i stvoriti korisne navike u upotrebi tehnologije uz pomoć AI-a. AI tehnologija je sredstvo za učenje i kreativno stvaranje ako se koristi na pravi način. Moramo osvjestiti način funkcionisanja naših navika i okrenuti cijeli procesa u našu korist da naše navike i vještačka inteligencija rade za nas a ne protiv nas.



## Literatura:

1. Čalmers, E. (2015). *Kako unaprediti mozak*, Hipokrat, Valjevo.
2. Duhigg, C. (2018). *Moć navike*, Mozaik knjiga, Zagreb.
3. Foster, G., Savicki, E., Šajfer, H., Zelinski, V. (2007). *Mislím, dakle učím*, Kreativni centar, Beograd.
4. Hajtner, H. (2019). *Deca digitalnog doba*, Finesa, Beograd.
5. Kotler, P., Wrenn, B. (2015). *Razumevanje marketinga*, Data Status-Harvard Business School, Beograd.
6. Imai, M. (2017). *Gemba KAIZEN*, Kaizen Institut Srbije, Beograd.
7. Jovic, N., Kuveljić, D. (2015). *Kako stvarati prijatnu atmosferu za učenje*, Kreativni centar, Beograd.
8. Klir, Dž. (2019). *Atomske navike*, Finesa, Beograd.
9. Kar, A. (2020). *Lak način da prestanete da pušite*, Informatika ad, Beograd.
10. Lamb, C., Hair, J., McdDaniel, C. (2013). *Marketing*, Data Status, Beograd.
11. Milosavljević, M. (2019). *Veštačka inteligencija*, Univerzitet Singidunum, Beograd.
12. Rustempašić, S. (2018). *Problemsko učenje*, Pedagoški fakultet Univerziteta u Sarajevu, Sarajevo.
13. Saterland, Dž. (2018). *SCRUM*, Finesa, Beograd.
14. Stojanovic, Z. (2014). *Elektronsko poslovanje*, Univerzitet Slobomir, Bijeljina.
15. Tenjić, A., Žigić, H. (2011). *Menadžment informacijskih sistema*, Evropski Univerzitet, Brčko.
16. Vilis, M., Hodson, V. (2005). *Otkrijte svoj stil učenja*, Finesa, Beograd.

## Internet izvori:

2. Europski parlament. *Umjetna inteligencija i rizici za potrošače*. (12.03.2022) URL: <https://www.europarl.europa.eu/news/hr/headlines/society/20200206STO72030/umjetnainteligencija-i-rizici-za-potrosace>
5. EURONEWS. *Moć veštacke inteligencije ubrzano raste*. (11.02.2022) URL: <https://www.euronews.rs/magazin/tehnologija/20760/moc-vestacke-inteligencije-ubrzano-raste-postoje-razni-benefiti-ali-su-mnogi-zabrinuti/vest>
3. Fakultet elektrotehnike i računarstva u Zagrebu. *Centar za umjetnu inteligenciju*. (02.04.2022) URL: <https://cai.fer.hr/cai/vijesti/>
4. Grossfeld, B. (2019): *How is machine learning being used in customer service?* (19.02.2022) URL: <https://www.zendesk.com/blog/machine-learning-used-customer-service/>
1. Microsoft. *Korišćenje veštačke inteligencije za bolji timski rad*. (27.03.2022). URL: <https://www.microsoft.com/sr-latn-rs/microsoft-ideas/resources/the-future-of-meetings-using-ai-to-improve-team-collaboration>
6. SAGA. *Šest načina kako da uz pomoć tehnologija osvojite poverenje potrošača*. (10.02.2022). URL: <https://saga.rs/vesti/sest-nacina-kako-da-uz-pomoc-tehnologija-osvojite-poverenje-potrosaca/>

## MOGUĆNOSTI PROIZVODNJE ZDRAVE HRANE U BOSNI I HERCEGOVINI

### Sažetak

Na teritoriji Bosne i Hercegovine moguće je proizvoditi zdravu hranu i zdrave poljoprivredne proizvode, ali se ona kao takva često ne proizvodi. U posljednje vrijeme mnogo se govori o sigurnosti i kvalitetu hrane, nekada se o tome manje govorilo, to se podrazumjevalo. Razumljivo, jer je i sama poljoprivredna proizvodnja bila manje izazovna, pa je upotreba fitofarmaceutskih proizvoda bila neznatna. Sigurnost hrane je osnovni preduslov kvaliteta hrane te podrazumjeva hranu bez ili sa prihvatljivim stepenom kontaminanata i drugih materija koje mogu hranu učiniti štetnom po zdravlje ljudi. Nisu pesticidi jedini kontaminanti kako se često pogrešno tumači, postoji više faktora koji utiču na kvalitet hrane ili poljoprivrednih proizvoda. Od '90. - tih na ovamo naša industrijska proizvodnja je u većoj mjeri zaustavljena imajući u vidu ratne okolnosti, a zagađenje vode, vazduha i zemljišta je svedeno na minimum i iz tog razloga imamo odlične preduslove za proizvodnju zdravih poljoprivrednih proizvoda i uopšte hrane pa čak i proizvodnju hrane proizvedenu po organskom principu. Proizvodnja hrane po organskom principu je zahtjevan način proizvodnje, podrazumijeva mnogo pripremnih radnji i dokumentacije te certifikaciju koja je veoma skupa, da bi se sam proizvod nazvao organskim. Takav proizvod je skuplji u odnosu na poljoprivredne proizvode, proizvedene po principu konvencionalne proizvodnje.

**Ključne riječi:** Hrana, sigurnost hrane, kvalitet hrane, poljoprivredni proizvodi, organska proizvodnja, zdrava hrana, fitofarmaceutska sredstva, pesticidi.

## OPPORTUNITIES FOR HEALTHY FOOD PRODUCTION IN BOSNIA AND HERZEGOVINA

### Summary

It is possible to produce healthy food and healthy agricultural products on the territory of Bosnia and Herzegovina, but as such it is often not produced. There has been a lot of talk lately about food safety and quality, there used to be less talk about it, it was taken for granted. Understandably, because agricultural production itself was less challenging, so the use of phytopharmaceutical products was negligible. Food safety is a basic prerequisite for food quality and includes food without or with an acceptable degree of contaminants and other substances that can make food harmful to human health. Pesticides are not the only contaminants as is often misinterpreted, there are several factors that affect the quality of food or agricultural products. Since the '90s. - our industrial production has been largely stopped due to the circumstances of the war, and water, air and land pollution has been reduced to a minimum and for that reason we have excellent preconditions for the production of healthy agricultural products and food in general and even food production. on an organic principle. Organic food production is a demanding method of production, it involves a lot of preparatory

<sup>1</sup> Agrokлуб – regionalni agrarni portal Srbija, Hrvatska, BiH; Božić d.o.o.

work and documentation, and certification, which is very expensive, to call the product itself organic. Such a product is more expensive compared to agricultural products, produced according to the principle of conventional production.

**Key words:** food, food safety, food quality, agricultural products, organic production, healthy food, plant protection products, pesticides.

## UVOD

“Potpisujući ovu povelju obavežujem se da ću poštovati prirodu i brinuti o očuvanju, zaštiti i unapređenju životne i radne sredine. Ne odričući se kulturnog, naučno-tehničkog, tehnološkog i privrednog napretka civilizacije, obavežujem se da ću u svakoj prilici usmjeriti svoje djelovanje tako da se narušavanje prirodnih odnosa svede na najmanje moguću mjeru i sačuvati raznolikost živog svijeta (biodiverzitet). Ulažući svo stečeno znanje i stručnost, prihvatam odgovornost za svoje odluke i postupke pred ostalim živim bićima i potomstvom sa kojim dijelim podjednako pravo na zdrav i slobodan život”. Ovako je glasila ekološka povelja koju su studenti ranije u bivšoj državi i bivšem sistemu potpisivali po završetku Poljoprivrednog fakulteta u Zemunu.

Na prostoru teritorije Bosne i Hercegovine moguće je proizvoditi zdravu hranu, zdrave poljoprivredne proizvode, ali se takva hrana često ne proizvodi. U posljednje vrijeme mnogo se govori o sigurnosti i kvalitetu hrane, što u prethodnom period nije bio slučaj. Razumljivo, jer je i sama poljoprivredna proizvodnja bila manje izazovna, upotreba fitoframaceutskih proizvoda bila je neznatna. Ekolozi, ponekad i s razlogom poljoprivredne proizvođače svrstavaju u najveće zagađivače životne sredine upravo radi pretjerane upotrebe pesticida. U praksi, na terenu brojni su primjeri proizvođača koji ne poštuju pravila i norme upotrebe fitofarmaceutskih sredstava (FFS). Današnje stanovništvo je često u zabludi misleći da je sve proizvedeno na selu zdravo i da je sve proizvedeno po organskom principu. Samo ona organska proizvodnja koja je certificirana može se tako i nazvati. Niti se može podrazumjevati da je sva hrana proizvedena intenzivnim uzgojem zatrovana i nesipravna.

## Opšti pojmovi

**Ekstenzivna proizvodnja** je način poljoprivredne proizvodnje gdje se po jedinici iskorištavane površine ulaže relativno malo sredstava i rada, a samim tim se postižu i mali ili manji prinosi, to je primjer kao što su se uzgojem bavili naše bake i djedovi proizvođači voće i povrća samo za svoje potrebe. Ovaj tip proizvodnje se primjenjuje od samog početka agrone proizvodnje. Odlikuje se pretežno prirodnom proizvodnjom korištenjem primitivnih sredstava za rad, malim prinosima po hektaru, grlu stoke i velikim utroškom radne snage.

**Intenzivna proizvodnja** je poljoprivredna proizvodnja gdje se primjenjuju sve agro-tehničke mjere, ulaže se mnogo sredstava i rada. S jedne strane dobija se na kvantitetu, a gubi na kvalitetu. Ona se nalazi nasuprot ekstenzivnoj proizvodnji. Ovaj vid proizvodnje zahtjeva mnogo veće proizvodne površine i znatno su veća ekonomska ulaganja. (R. Bulatović 2014.)

Primjeri intenzivne poljoprivrede:

1. Masovne monokulture – poput usjeva pšenice, ječma, kukuruza, soje, uljane repice i dr. kulture. Ovo su visoko profitabilne monokulture namjenjene i za domaću potrošnju i za izvoz.
2. Staklenička proizvodnja – staklenici su zatvorena mjesta sa kontrolisanim klimatskim uslovima. Široko se koristi za intenzivni uzgoj određenih biljnih vrsta, najčešće povrća i cvijeća.

3. Hidroponska poljoprivreda – pri ovoj proizvodnji koriste se mineralne otopine, rastvorene u vodi, za uzgoj biljaka umjesto samog zemljišta.
4. Navodnjavana poljoprivreda – ovaj vid proizvodnje zahtjeva automatizovani sistem za navodnjavanje.
5. Komercijalni cvijetni usjevi – cvjećarska industrija takođe ima svoju intenzivnu varijantu, kroz prostrane ružičnjake, hrizanteme, polja lavande i dr. kako za estetske aranžmane tako i za parfimerije (R. Bulatović 2014.)

**Integralna proizvodnja** je oblik poljoprivredne proizvodnje gdje je cilj dobijanje kvalitetnih proizvoda na ekonomičniji način pri čemu se smanjuje primjena pesticida i povećava sigurnost zdravlja ljudi i životne sredine. Integralna proizvodnja predstavlja jedan korak ka organskoj, ekološkoj proizvodnji.

Integralna biljna proizvodnja sadrži sve elemente konvencionalnog sistema biljne proizvodnje, ali hemijske mjere zaštite se preporučuju kad su iscrpljene druge mjere u borbi protiv biljnih bolesti, štetočina i korova. Osim agrotehničkih mjera u sistemu integralnog ratarenja izrazito su značajne i biološke mjere borbe, izvještajno-prognozna služba, integralna zaštita i dr. Ovaj sistem rataranja može da smanji upotrebu pesticida i do 50%. (I. Molnar 2004.)

Poštivanje pravila integralne proizvodnje, razlikuje poljoprivrednog proizvođača od ostalih time što šire posmatra svoje gazdinstvo, za sve primjenjene mjere vodi evidenciju kroz primjenu elektronske knjige i obezbjeđuje stalnu dostupnost dokumenata za kontrolu ocjenjivanje. U zemljama u okruženju ovakva proizvodnja je i zakonski regulisana, a s obzirom na to da je potreban duži period od početka primjene do početka primjene certifikacije potrebno je na vrijeme početi sa uspostavljanjem proizvodnje prema načelima Integralne proizvodnje (M. Sudimac 2018.)

**Konvencionalna proizvodnja** karakteriše intenzivna upotreba mineralnih đubriva i hemijskih sredstava koja značajno zagađuju životnu sredinu i narušavaju zdravlje ljudi. Cilj ovakvog vida proizvodnje je postići što veće prinose uz pomoć mehanizacije, hemijskih sredstava, novih sorti i pasmina, što podrazumijeva velika ulaganja. Ovaj vid proizvodnje dovodi do negativnih posljedica u smislu zbijanja zemljišta teškom mehanizacijom, povećanja kiselosti zemljišta, smanjivanja sadržaja humusa, dugotrajnog onečišćenja zemljišta ostacima pesticida i teških metala, što sve skupa dovodi do narušenog broja i odnosa mikroorganizama te povećanu koncentraciju mineralnih materija u površinskim vodama.

**Organska proizvodnja** podrazumijeva proizvodnju hrane posebnog (vrhunskog) kvaliteta nastale kao rezultat specifične proizvodnje gdje je osnovni cilj osigurati kvalitet iste sa što manjom upotrebom pesticida i to primjenjujući isključivo pesticide na organskoj bazi i druge dozvoljene pesticide, te upotrebu tinktura, macerata, čajeva, otopina spravljenih od biljaka. Takav vid proizvodnje privlači sve više ljudi koji žele da se hrane zdravo, ali na žalost kod nas je još uvijek mali broj proizvođača koji se bave proizvodnjom hrane po organskom principu, mada je taj broj u blagom porastu. Razlog tome, jednim dijelom, je nizak standard našeg stanovništva koji nije u mogućnosti priuštiti takve proizvode, koji su nešto skuplji u odnosu na hranu proizvedenu po konvencionalnom principu.

Organska proizvodnja je spoj tradicionalnog i novog načina poljoprivrede. Proizvodnja biljaka po organskom principu ne podrazumijeva samo uzgoj bilja bez hemikalija, vještačkih đubriva i pesticida. Organska proizvodnja je mnogo širi aspekt proizvodnje hrane. Ona vodi ka harmonizaciji cijelog ekosistema, počevši od same proizvodnje biljaka. Od osnova tehnologije uzgoja biljaka i životinja do kvaliteta vode, zemljišta, vazduha, raznolikosti biljnog i životinjskog svijeta (biodiverzitet), obima i kvaliteta hrane, načina života i životne vrijednosti.

Kod organske proizvodnje ili bio – bašte je osnovni princip održavanja plodnosti zemljišta i stvaranja uslova za rast otpornih, zdravih biljaka bez grubog narušavanja strukture i zemljišne mikroflore. Bio-baštovanstvo uključuje korišćenje organske materije, prirodnih mineralnih đubriva, zelenišnog i mikrobiološkog đubriva u okviru plodoređa za održavanje i povećanje plodnosti zemljišta (B. Lazić 2008.)

Takav vid proizvodnje hrane po organskom principu zahtjeva od nas da mjenjamo loše navike življenja i da ih mjenjamo na bolje radi budućnosti naše djece. Proizvodnja hrane po organskom principu dovodi jednim dijelom u kontrolu tržište i pruža sigurnost krajnjem potrošaču da je hrana ispravna. Baveći se bilo kojim od ovih načina poljoprivredne proizvodnje možemo proizvoditi zdravu hranu, poštivajući dozvoljene propise i primjenjujući upustava i pravila, ali organska hrana je ipak najcjjenjenija.

### **Kvalitet hrane/nekvalitetna hrana**

Sigurnost hrane je osnovni preduslov kvaliteta hrane te podrazumjeva hranu bez ili s prihvatljivim stepenom kontaminanata, prirodno prisutnih toksina i drugih materija koje je mogu u slučaju prekobrojnosti učiniti štetnom po zdravlje ljudi. Nisu pesticidi jedini kontaminanti kako se često pogrešno tumači, postoji više faktora koji utiču na kvalitet hrane ili poljoprivrednih proizvoda. Pojam zdrave hrane široko je poglavlje, ali su prisutne mnoge zablude pogrešna mišljenja. Često se smatra da je svako tretiranje gajenih usjeva loše. Nije samo da prisustvo većeg nivoa pesticida od dozvoljene količine čini hranu onečišćenom, već to mogu učiniti i druge nepoželjne supstance i mikroorganizmi, te višak hraniva, itd.

Osim sigurnosti na kvalitet hrane utiču i nutritivne osobine hrane, sezonske osobine hrane (izgled, oblik, boja, tekstura, okus miris, trajnost, pakovanje, označavanje. i druge karakteristike). Na kvalitet utiče i sam kvalitet sirovina korištenih u proizvodnji hrane, sastav hrane i metode prerade, te način i uslovi skladištenja. Da bi hrana bila sigurna i kvalitetna ona prije svega mora biti zdravstveno ispravna. Pod zdravstvenom ispravnosću podrazumjeva se higijenska i ispravnost njihovog sastava u pogledu energetskih, građivnih i zaštitnih materija, koje imaju uticaja na biološku vrijednost namirnica. Higijenski neispravnom hranom se smatra hrana koja sadrži patogene mikroorganizme, ako sadrži pesticide iznad maksimalno dozvoljene koncentracije MDK, metale i druge otrovne supstance u količinama iznad dozvoljenih, ako su mehanički zagađene, ako sadrže aditive koji nisu dozvoljeni i dr.

Istina, i s razlogom potrošači su najviše zabrinuti ostacima pesticida u hrani, te kvalitetom i svježinom hrane kao i genetski modifikovanom hranom. GMO i hibridi ti pojmovi se poistovjećuju, što je takođe, pogrešno mišljenje. Povrće može da sadrži nepoželjne i štetne materije za čovjeka. To su redovni produkti metabolizma biljke (oksalati, nitrati i nitriti), ali i produkti različitih izvora zagađenja kao što su ostaci štetnih pesticida, đubriva i drugih teških metala (olovo, kadmijum) štetnih materija. Međutim, što je povrće bogatije vitaminom C, beta karotenom, bojenim materijama koje sprečavaju u čovjekovom organizmu redukciju nitrata u štetne nitrite, to su i posljedice po zdravlje manje. (B. Lazić 2008.)

### **Uslovi za proizvodnju**

Od 90.'- tih na ovamo prestankom rada industrije imamo i idealne uslove za proizvodnju ekološke hrane. Osim toga imamo povoljan geografski položaj, dovoljan broj sunčanih dana, ravnomjernu raspodjelu kišnih padavina, šume, vode, rijeke, što svakako utiče i na bolju aromu, plodova našeg kraja, proizvedenih na području Bosne i Hercegovine. Potreba za zdravim i zdravstveno bezbjednim povrćem i za očuvanjem životne sredine su osnova razvoja ekoloških – održivih sistema poljoprivrede u koje spada i bio-baštovanstvo. U bio-bašti se primjenom bioloških, organskih, mjera i metoda uspostavlja (postepeno) prirodna ravnoteža i usklađen rast

i razvoj odabranih vrsta i sorti povrća, gdje je osnovni princip održavanje plodnosti zemljišta i stvaranje uslova za rast otpornih zdravih biljaka bez grubog narušavanja strukture i zemljišne mikroflore (B. Lazić 2008.)

Sve je više zainteresovanih za proizvodnju hrane što govori i činjenica da određen broj stanovnika migrira iz grada ka selu. Veliki zaokret u tom, pravcu proizvodnji zdrave hrane i proizvodnji hrane samo za sebe doprinijela je i pandemija Covid -19, kada se svijest kod mnogih mijenja. Znanje i informacije nikada ranije nisu bile pristupačnije, tako da se osnove o bilo kojoj biljnoj ili stočarskoj proizvodnji mogu steći i putem interneta, a dalje nadogardivanje moguće je sticati putem stručnih predavanja i seminara, koje organizuju razna udruženja poljoprivrednih proizvođača, a nerjetko u ciju jačanja ruralnog razvoja i očuvanja sela predavanja organizuju lokalne vlasti.

Najčešći tip bašte je porodična bašta veličine od 250 do 1000 m<sup>2</sup> površine zemljišta koja se smatra dovoljnom za jednu porodicu, kada je reč o potrebama za proizvodnjom osnovnih vrsta povrća i voća. U prednosti su svi koji imaju parče zemlje i mogu hranu proizvoditi za sebe. Osim zagarantovanog kvaliteta povrća u bašti, u njivi ili uopšte u prirodi, rad odmara i predstavlja jedan vid psihoterapije. Ponekad se može sačuvati i sjeme za narednu godinu, te na taj način imamo jeftiniju proizvodnju, ali proizvodnju visokog kvaliteta i zdravstvene ispravnosti.

Pri zasnivanju bilo kakve biljne proizvodnje potrebno je poštivati sve agrotehničke mjere:

- plodored,
- osnovnu obradu zemljišta,
- međurednu kultivaciju,
- zaoravanje strništa,
- sjetvu certifikovanog sjemena,
- đubrenje,
- zalijevanje.

Fitofarmaceutska sredstava (FFS) treba upotrebiti samo u onom slučaju kada populacija štetnika i korova dostigne ekonomski prag štetnosti ili kad su povoljni vremenski uslovi za razvoj biljnih bolesti i štetnika. Ekonomski prag štetnosti podrazumjeva prag tolerancije, kritični broj, prag intervencije i kod određenih insekata se tačno zna broj jedinki po listu ili po biljci kada treba djelovati. Samo u slučaju prekoračenja praga štetnosti opravdana je upotreba FFS.

Budućnost hrane je u našim rukama, pod tim sloganom se održao samit UN-a o prehrambenim sistemima, koji je prvi put sazvan 2021.godine u nastojanju održati svijet zdravim, a cilj je bio postići dogovor o novim mjerama promjene načina proizvodnje i konzumacije hrane, pa samim tim doprinijeti postizanju ciljeva održivog razvoja.

### **Mjere, metode, mogućnosti proizvodnje zdrave hrane**

Ekolozi, ponekad i s razlogom poljoprivredne proizvođače svrstavaju u najveće zagađivače životne okoline upravo radi pretjerane upotrebe pesticida. Brojni su primjeri proizvođača koji krše sva pravila i norme upotrebe sredstava za zaštitu bilja (FFS) takve proizvođače nazivamo nesavjesnim. Država, kao uređen sistem, uz pomoć nadzora, inspekcijskih kontrola i drugih metoda može stati u kraj neodgovornim poljoprivrednim proizvođačima i zaštititi krajnjeg potrošača, konzumenta.

Jedna od mjera je da se pri uvozu pesticida pridržavamo Pravilnika o dozvoljenim aktivnim materijama iz EU. Iz godine u godinu sve više i više se ukidaju, brišu s liste agresivne aktivne materije koje zamjenju manje agresivne ili aktivne materije organskog porijekla. Potreban je

sistem koji bi nagardiavao eko proizvodnju, zasigurno bi to dovelo do dobrih rezultata očuvanja zdravlja ljudi i životne sredine. Neki stručnjaci čak idu u krajnost navodeći da bi bilo dobro vratiti se ekstenzivnom uzgoju u određenom procentu.

Zakonom bi trebalo propisati da svaku proizvodnju poljoprivrednih proizvoda nadzire, kontroliše stručno lice. Mnogo ljudi se bavi proizvodnjom hrane bez stručnog nadzora agronoma, tehnologa, dodatnih certifikata i bez laboratorijskih analiza krajnjeg proizvoda. Sve veća upotreba pesticida u intenzivnoj proizvodnji se ne nije mogla kontrolisati ranije, jer je bio mali broj laboratorija na prostoru BiH koje su mogle utvrditi ostatak pesticida u biljnom tkivu. Osim toga to nije niko ni zahtjevao izuzev u slučaju izvoza. Djelimično su stvari dovedene u red kada je zakonom predviđeno da je svaki prodajni objekat pesticida dužan imati stručno lice određenog smijera, koji ima zadatak da pruža savjete poljoprivrednim proizvođačima o samoj proizvodnji, te o primjeni dozama i preporuke upotrebe fitofarmaceutskih sredstava.

Takođe, dobar primjer je uvođenje obaveznog vođenja dnevnika svih radnji odrađenih na nekom imanju, gazdinstvu. Sve mjere i aktivnosti treba da vode ka smanjenju negativnih uticaja na životnu okolinu i očuvanje sigurnosti i kvaliteta hrane i poljoprivrednih proizvoda.

Proizvođači poljoprivredne proizvode po organskom principu, dakle hranu koja je kvalitetnija stvara se mogućnost bolje zarade za proizvođače jer su takvi proizvodi skuplji. Sa druge strane otvara se još jedna mogućnost proizvodnje zdrave hrane za izvoz na tržište arapskih zemalja, EU, skandinavske zemlje, na rusko tržište za koje već rade naši poljoprivredni proizvođači.

### **Dobri i loši primjeri iz prakse**

S jedne strane imamo kvalitetne poljoprivredne proizvođače, koji prate struku i savjete agronoma, te i sami posjećuju seminare, stručna predavanja, stiču nova znanja i uče. Sa druge strane imamo one nesavjesne, koji i pored znanja ne poštuju pravila. Na sreću dominiraju savjesni proizvođači. Tokom mog rada, bilo je mnogo loših primjera od proizvođača koji nisu znali osnovna pravila pri upotrebi pesticida, a bavili su se ovako odgovornim zanimanjem proizvođači hranu ne samo za sebe već i za stanovništvo prodajući je na tržnici bez ikakvog pregleda od strane nadležnih službi, pa do onih koji nisu čak poznavali mjerne jedinice te nisu znali odmjeriti količinu sredstva. Na sreću takvih je bilo malo. Česte greške se prave i pri mješanju nekompatibilnih aktivnih materija, što može dovesti do fitotoksičnosti biljaka i propadanja cijelog usjeva, te time prouzrokovati ogromnu štetu. Loši primjeri neznanja i nestručnosti često dovedu do trovanja tako da je bilo slučajeva i sa smrtnim ishodom. Ovo sve govori o ozbiljnosti proizvodnje hrane, te proizvodnji na takav način i treba pristupiti.

Još jedan naš veliki problem je u svijesti našeg stanovništva. Prema statističkim podacima Bosanci i Hercegovci više konzumiraju citrusne i drugo mediteransko voće u odnosu na voće, koje se proizvodi kod nas i kojeg ima u izobilju, te se ono nerjetko i baca. Konzumiramo više tropsko voće od kontinentalnog sumnjivog kvaliteta o čemu svjedoče brojne inspeksijske službe i podaci Agencije za bezbjednost hrane. Takve pošiljke su se morale vraćati sa granice u zemlje porijekla radi viška pesticida u plodovima. Često veličamo avokado, mango, japansku jabuku, papaju i dr. dok domaću jabuku i šljivu izuzetnog kvaliteta podcjenjujemo.

### **Zaključak**

Potreba za zdravim poljoprivrednim proizvodima i zdrastveno sigurnom hranom, kao i očuvanje životne sredine predstavlja osnovu ekoloških, odnosno održivih sistema poljoprivrede i smatra se razumljivim slijedom. Sigurno je da proizvodnjom hrane po organskom principu činimo dobro na više polja, ne samo da proizvodimo zdravu hranu za sebe i druge, već na taj način štitimo i čuvamo životnu sredinu i naposljetku imamo mogućnost zaraditi više. Cijena takvog finalnog proizvoda je veća, a plasman zagarantovan.

Za sigurnu i zdravu hranu - zdrav poljoprivredni proizvod potrebno je znanje i dobra volja, ali i dobra poljoprivredna praksa, stručan odnos prema zemljištu, usjevu, okolini i na kraju najvažnije prema nama samima. Dakle, moguće je proizvoditi zdravstveno bezbednu hranu, samo je pitanje da li mi to želimo i u kojoj mjeri želimo da zaštitimo sebe i druge. Proizvođači mogu ostvariti značajan profit, stanovništvo će se hraniti zdravo, a ostaje pitanje koliko država želi podržati i organizovati ovaj vid poljoprivredne proizvodnje.

#### LITERATURA:

1. Bulatović R. (2014.) Intenzivna proizvodnja
2. Sudimac M. (2018.) Integralna proizvodnja
3. Molnar I. (2004.) Osnovni principi inegralne biljne proizvodnje
4. Lazić B. (2008.) Bašta zelena cele godine



## SALMONELOZE KAO REZULTAT RIZIKA OD NEPRAVILNOG UPRAVLJANJA HRANOM

### Uvod

Sve češće infekcije salmonelom u vidu izbijanja većeg broja istovremeno zaraženih („outbreak“), opisanih širom svijeta, govore u prilog potrebe za boljim upravljanjem namirnicama u ishrani ljudi. Takođe akutni prolivi su značajno povezani sa morbiditetom i mortalitetom u toku jedne godine. Prema etiologiji SZO navodi da je kod trećine broja ovih slučajeva hrana dovedena u vezu sa nastankom oboljenja. Infekcije salmonelom - salmoneloze su jedna od najčešćih oboljenja vezanih za hranu i moguće ih je dijeliti na minor i major prema kliničkoj slici. Minor salmoneloze su izazvane netifoidnom salmonelom i karakteristične su po prolivu koji sam prolazi (*self-limiting*), rijetko se komplikuju bakterijemijom i meningitisom. Major salmoneloze predstavljaju tifusnu groznicu i manifestuju se povišenom temperaturom, glavoboljom, malaksalošću i ponekad i kašljem. (Papa GL, 2020)

Kroz literaturu nailazimo na opisivanje fenomena „foodborne outbreak“ što je po definiciji incident u kojem je najmanje dvoje ljudi zaraženo istovremeno od iste bolesti konzumirajući istu hranu ili piće. (Ehuwa O, 2021)

Pretraživanjem baza podataka Google Scholar, SCIndex, Elsevier i PubMed (NIH) nalazimo kontinuirano opisivanje, kroz dugi niz godina unazad, slučajeva zaražavanja ovom bakterijom. Iako su dobro poznati izvori zaraze, putevi prenosa i klinička slika, oboljenje perzistira jednakim intezitetom i dalje postoji ista potreba za podizanjem svijesti o sigurnosti hrane.

### Praćenje oboljenja

Prema Centru za kontrolu i prevenciju bolesti (Centers for Disease Control and Prevention- CDC) broj salmonela infekcija moguće da je i do 30 puta veći zbog neprijavlivanja jer se većina zaraženih ljudi oporavi spontano bez javljanja u zdravstvenu ustanovu. Bez obzira na ovo, infekcija salmonelom može biti životno ugožavajuća za sve starosne grupe ljudi, ali naročito za imunokompromitovane pacijente. (Snow, 2006)

U svakoj državi postoje obaveze prijave zaraznih bolesti, tako i kod nas određenim pravilnicima i zakonskim aktima na nivou Bosne i Hercegovine propisana je obaveza prijavljivanja i prađenja ovih oboljenja pod koje spadaju i salmoneloze.

### Izvor infekcije i manifestovanje

Salmonela je Gram-negativna bakterija koja izaziva gastroenteritis, a u ređim slučajevima i tifusnu groznicu (*Salomonela typhi*). Ova bakterija živi u fecesu zaraženih ljudi i životinja i primarno se širi putem kontaminirane hrane ili vode, takođe neke vrste egzotičnih ljubimaca poput iguane i kornjače mogu biti domaćini ove bakterije.

Klinička slika podrazumjeva mučninu, povraćanje i proliv (bez prisustva krvi) i ovi simptomi se javljaju unutar 12 do 72 časa od unosa kontaminirane namirnice. Proliv prolazi spontano nakon 4 do 7 dana i uglavnom ne zahtjeva poseban tretman. Još neki simptomi koji se navode su povišena temperatura, groznica, grčevi u stomaku, glavobolja i bol u mišićima.

Dijagnoza se, pored kliničke slike, potvrđuje laboratorijskim nalazom serotipizacije uzorka dobijenog iz koprokulture. Takođe, mikroskopskim pregledom stolice mogući su vidljivi leukociti. Što se tiče samo tretmana salmoneloze antibiotici nisu indikovani u slučajevima nekomplikovanog gastroenteritisa. Preporučuje se i.v. nadoknada tečnosti ukoliko nije moguća rehidracija per os, praćenje stanja dehidracije i i obavezna prijava infekcije salmonelom nadležnim državnim organima. (Sheff, 2002)

Salmoneloza je jedan od najčešćih etiološki agensa kod akutne dijareje. Akutna salmoneloza nastaje nakon uzimanja zaraženog mesa, jaja, mliječnih proizvoda. U industrijski razvijenim zemljama tipičan je prenos tzv. „brzom hranom“. Netifoidna salmonela prvo napada distalni ileum i izaziva tipičnu kratkotrajnu bolest koja traje 2 do 3 dana, a karakteriše se groznicom, mučninom, povraćanjem i prolivom. Značajno je različita klinička slika tifoidne salmonele koja daje groznicu u trajanju od 3 do 4 sedmice sa visokom temperaturom, u početku često i bez proliva. (Lederman, 2008)

Unos i širenje infekcije salmonela u životinjskom svijetu, npr. opisano kod svinja u jednoj studiji u regionu je značajno zdravstveno i higijensko pitanje u okviru javnog zdravlja i bezbjednosti hrane. Kako je navedno, svinje inficirane salmonelom, posle klanja predstavljaju velik rizik za kontaminaciju. Salmonela uglavnom ne izaziva kliničke simptome bolesti kod svinja, ali subkliničke infekcije predstavljaju značajan problem sa aspekta bezbjednosti hrane u cijelom svijetu. Svinje se sa salmonelom inficiraju oralnim putem), a glavni izvor infekcije predstavlja kontaminirana sredina i direktan kontakt između svinja. Navedeni stav potvrđuju i rezultati ovog ispitivanja. (Stojanac, 2015)

### **Mjere eradikacije**

Ispravna praksa rukovanja hranom podrazujeva čistoću, razdvajanje sirovog mesa od tretiranog, kuvanje na pravim temperaturama, kao i hlađenje (led-skladištenje). (Ehuwa O, 2021)

Načini za sprečavanje izbijanja brojnih salmoneloza su često neobično jednostvni poput dobre higijene ruku zaposlenih u restoranima ili mjestima gdje se služi hrana, neke studije su pokazale stopostotnu djelotvornost ove metode u redukciji salmonela patogena. Dalje, neispravno upravljanje hranom poput korištenja nehigijenske opreme, suđa, skladišta, neadekvatni uslovi čuvanja i spremanja hrane su takođe veliki faktori rizika u nastajanju ovih infekcija. Na kraju potrebno je imati na umu i da je ovo patogen koji se može prenositi vodom za piće. (Popa GL, 2020)

Salmonela prezivljava duži vremenski period u proizvodima hrane sa manje vlažnosti. Ovakvo saznanje dovelo je u vezu i prenos ovih mikroorganizama preko geografskih barijera putujući u začinima i biljkama.

Ketering kao industrija u razvoju promjenila je dosadašnje navike u spremanju hrane i donosi novi nivo zabrinutosti za kontaminaciju hrane. Ljudi koji se bave ovakvim poslom imaju pristup hrani koja više nije u originalnom pakovanju, takođe koristi se i oprema za serviranje koja može da se kontaminira, i na kraju takva hrana stoji na otvorenom dostupna razgledanju i prisustvu velikog broja ljudi pored nezaštićenih namirnica. Sve ovo ukazuje na neophodnost dodatne obuke o sigurnosti hrane u ovoj oblasti. (Ehuwa O, 2021)

### **Hrana životinja kao izvor salmonele odgovorne za infekciju ljudi**

Prva karika u lancu ishrane predstavlja hrana koju konzumira životinja, tako da tu nalazimo potencijalni rezervoar ove bakterije. Nekoliko studija dokazuje povezanost prisustva određenih sojeva bakterija u životinjskim obrocima izaziva kasnije izbijanja širenja infekcije

kod ljudi. Međutim put dokazivanja ovoga je izuzetno težak i nezahvalan. Problem predstavlja nedovoljno izvora podataka o hrani životinja, ali i treba uzeti u obzir razlike u infektivnoj dozi za životinje i ljude, kao i brojnost neprijavljenih slučajeva infekcije ljudi zbog spontanog izlječenja. (Milanov, 2015)

U studiji koja je rađena u regionu, koja ja analizirala period od 15 godina (2000.-.2015.) dokazano je da dominantni put prenošenja ove zoonoze je hrana i najčešće se navode jaja kao konzumirana namirnica. Ostale namirnice bile su mlijeko i proizvodi, suhomesnati proizvodi, pa razna mesna pečenja, u najmanjem broju navedenih slučajeva infekcija se unijela u organizam preko zaraženog povrća ili peciva. (Cvetković, 2016)

### **Tretman pacijenta**

U bolničkim uslovima podrazumjeva se uzimanje krvi za analizu, uzimanje stolice za analizu, eventualno i aspiracija koštane srži u kojoj je koncentracija bakterija veća i do 10 puta.

Sestrinske intervencije kod simptoma salomonelze:

Proliv – naučiti pacijenta o značaju pranja ruku nakon svakog pražnjenja crijeva i prije svake pripreme hrane, ukazivati na značaj povećanog unosa tečnosti od 1,5 do 2,5 l/24h plus 200ml nakon svake tečne stolice, ukazati na značaj unosa hrane pogate kalijumom, primjena propisanih antidijarejalnih lijekova.

Edukacija – procijeniti znanje pacijenta i njegove porodice o salmonelozi, njenim uzrocima i načinu zaražavanja, te značaju dobre higijene ruku i prpremi i čuvanju hrane.

Sprečavanje dehidracije – pratiti turgor kože za sigurne znakove dehidracije, mjeriti ktvni pritisak i tjelesnu težinu pacijenta, primjena antiemetika ukoliko su propisani.

Ishrana – poboljšati nutritivni unos, bilježiti tjelesnu masu, broj povraćanja, formirati dijetu prema potrebama i ukoliko je potrebno administrirati parenteralnu nadoknadu tečnosti. (*Belleza*)

## Literatura

1. Belleza, M. (n.d.). <https://nurseslabs.com/>. Retrieved april 10, 2022, from Nurseslabs: [https://nurseslabs.com/salmonella-infection-salmonellosis/#assessment\\_and\\_diagnostic\\_findings](https://nurseslabs.com/salmonella-infection-salmonellosis/#assessment_and_diagnostic_findings)
2. Cvetković, A. (2016). Epidemiološke karakteristike salmoneloza u Pirotskom okrugu od 2000. do 2015. godine. *Zdravstvena zaštita*(3), 20-8.
3. Ehuwa O, J. A. (2021). Food Safety and Food Handling Practices. *Foods*, 5(10), 907.
4. Lederman, M. M. (2008). Infekcijska dijareja. In T. E. Andreoli, C. C. Carpenter, R. C. Griggs, & J. Loscalzo, *CECIL Suštinsko u medicini* (1 ed., pp. 889-91). Beograd: Evro-Giunti.
5. Milanov, D., Velhener, M., Karabasil, N., Čabarkapa, I., & Suvajdžić, L. (2015). Epidemiological significance of *Salmonella enterica* serovar Montevideo and the potential role of feed. *Food and research*, 42(2), 155-162.
6. Popa GL, P. M. (2020). *Salmonella* spp. infection - a continuous treat worldwide. *GERMS*, 1(11), 88-96.
7. Sheff, B. (2002). *Salmonella*. *Nursing*, 32(7), 81.
8. Snow, M. (2006). Preventing salmonella infection. *Nursing*, 36(9), 17.
9. Stojanac, V., Stevančević, O., Blagojević, B., Davividov, I., & Stojasnac, N. (2015). Efekat korektivnih mera u suzbijanju salmonella spp. U proizvodnji svinja. *Letopis naučnih radova*, 39(1), 52.

## ŽITO OD POLJA DO STOLA

### Apstrakt

Žitarice u današnje vreme čine jednu od osnovnih namirnica, bilo da se hranite „zdravo“, ili „nezdravo“. Postale su neizostavni deo svačije trpeze zbog toga što ih možemo naći kako u gotovim, fabričkim proizvodima, tako ih možemo sami obrađivati i praviti sopstvene proizvode. U ovom radu je prikazana kratka istorija pšenice, sve do današnjeg načina uzgajanja i obrađivanja.

**Ključne reči:** pšenica, žito, žitarice, hrana, uzgajanje, đubrenje, namirnice, skladištenje.

## GRAIN FROM THE FIELD TO THE TABLE

### Abstract

Cereals are one of the basic foods today, whether you eat „healthy“ or „unhealthy“. They have become an indispensable part of everyone's table because we can find them in finished, factory products, so we can process them ourselves and make our own products.

**Key words:** wheat, grain, cereals, food, cultivation, fertilization, food, storage.

### Uvod

Pre deset hiljada godina pšenica je bila samo divlja vrsta trave, jedna od mnogih, koja je rasla na uskom području na Bliskom istoku. Onda je odjednom, za svega nekoliko kratkih milenijuma, nikla širom sveta. Prema osnovnim evolucijskim kriterijumima opstanka i razmnožavanja, pšenica je postala jedna od najuspešnijih biljaka u istoriji Planete. U oblastima kao što su severnoameričke Velike ravnice, gde pre deset hiljada godina nije rasla ni jedna jedina vlat pšenice, danas možemo da idemo stotinama kilometara a da ne naiđemo ni na jednu drugu biljku (Slika 1). U svetu, pšenica ukupno pokriva površinu od 2,25 miliona km<sup>2</sup> - gotovo desetostruku površinu Velike Britanije. Kako je ova biljka uspela da se pretvori iz sasvim beznačajne u sveprisutnu?

Postigla je to manipulišući homo sapijensom. Taj veliki majmun živeo je prilično udobnim životom loveći i sakupljajući hranu do pre desetak hiljada godina, ali onda je počeo da ulaže sve više truda u gajenje pšenice. Za dva-tri milenijuma, ljudi u mnogim delovima sveta manje-više ništa drugo nisu ni radili osim što su se od jutra do sutra starali o usevima pšenice. Posao nije bio lak. Pšenica je mnogo zahtevala. Nije joj se dopadao ni krupan, ni sitan kamen tamo gde je rasla, pa je sapijens lomio kičmu čisteći polja. Nije joj se dopadalo da deli prostor, vodu, ni hranljive sastojke s drugim biljkama, pa su ljudi provodili duge dane pleveći ih po vrelom

<sup>1</sup> Tehnički fakultet „Mihajlo Pupin“ Zrenjanin, Univerzitet u Novom Sadu

suncu. Napadale su je bolesti, pa je sapijens morao neprekidno da motri na larve i pepelnicu. Napadali su je zečevi i jata skakavaca, pa su zemljoradnici podizali ograde i stražarili nad pšeničnim poljima. Pšenica je mnogo žednela, pa su ljudi kopali kanale za navodnjavanje ili dovlačili teška vedra vode s vrela i bunara da je napoje. Sapijens je čak sakupljao životinjski izmet da bi nađubrio tlo na kome pšenica raste.



*Slika 1. Poljoprivreda u doba Starog Egipta*

Kako pokazuju arheološki nalazi, domovina pšenice su suve stepske oblasti jugozapadne Azije (Sirija, Palestina, Jordan i Mesopotamija). Prema istraživanjima naučnika, pšenica je bila poznata na području današnjeg Iraka pre 6500 godina, a unazad 5000-6000 godina, gajena je u starom Egiptu, Maloj Aziji i Kini. Stari Egipćani, koji su uveli tačan astronomski kalendar 4241. godine pre nove ere, već su je dugo pre toga koristili u ishrani. Delta Nila je bila veliko polje, njome zasejano. Egipćani su pravili spremišta od granita.

Arheološke iskopine na području današnje Rumunije, Mađarske, Poljske i Bugarske pokazuju da je gajenje pšenice tu bilo poznato još pre 4000-5000 godina. Još ranije je uzgajana na teritoriji Rusije, Ukrajine, Jermenije i Gruzije. U staroj srpskoj državi, gajena je na velikim površinama. Podmirivala je potrebe srpskog stanovništva, ali je preticalo i za izvoz preko Dubrovnika na tržište italijanskih državnica.

U prastara vremena, pre pojave prvih civilizacija, ljudi su verovatno jeli cela zrna žita, onako sirova. Vremenom je čovek saznao da se zrna lakše sažvaću ako se prethodno istucaju. Zato je zrnavlje stavljano u veliki pljosnat kamen i onda se udaralo po njemu drugim kamenom. Na taj način, ljuske su se razbijale, a jezgro usitnjavalo i pretvaralo u brašno. Mnogo kasnije, nastali su prvi mlinovi, najpe u Rimu. U samom jezgru zrna pšenice, nalaze se ćelije bele boje i one sadrže dragocene elemente veoma važne za ljudsku upotrebu: skrob i gluten.

## Vrste

Postoje tri vrste pšenice koje se komercijalno uzgajaju. A to su:

1. Obična pšenica (*Triticum aestivum*),
2. Tvrdna pšenica (*T. durum*) i
3. Valjkasta pšenica (*T. compactum*).

Pšenica može biti prolećna, ponekad nazvana letnja, ili zimska (Slika 2). Prolećna pšenica se seje tokom ranog proleća, čim zemlja počne da se zagreva, a žanje se tokom kasnog leta. Zimska pšenica se seje u jesen. U Evropi, gde su leta mnogo hladnija i vlažnija, žetva se ne dešava pre kasnog leta. Stoga, letnja pšenica sa svojim nižim prinostom, će obično imati viši proteinski sadržaj. Pšenica može varirati u tvrdoći, tj. snaga potrebna da se smrve zrna je različita.



Slika 2. Obična pšenica

Tvrdoća pšenice se genetski kontroliše. Stoga će ukrštanje dve vrste tvrde pšenice dati “naslednike” koji su takođe tvrdi (Slika 3). Slično tome, ukrštanje dve vrste meke pšenice će dati naslednike koji su meki. Pored genetskog, i okruženje ima značajan uticaj na tvrdoću semena. Merenje tvrdoće pšenice je mnogo teže nego što to na prvi pogled izgleda. Pšenična zrna su različite veličine i oblika. Ona takođe imaju izražene nabore.

Najuobičajeniji način merenja tvrdoće uzorka gomile je da se uzorak samelje u mlinu tipa žrvnja, a da se dobijena smesa proseje. Tvrde vrste pšenice će dati mnogo “siroviju” smesu od mekih. Razlog za razliku u tvrdoći pšeničnog endosperma se pripisuje prisustvu, odsustvu, ili sekvencionom polimorfizmu proteina puroindolina a, i puroindolina b.

Pšenica se takođe razlikuje po boji. Većina vrsta je crvena ili bela. Crvena boja dolazi od pigmenta koji se nalazi u jednom sloju ćelija perikarpa. Kod belih pšeničnih vrsta, ovaj pigment nedostaje. Stoga “bela” pšenica zapravo nije bela, već samo depigmentisana. Ljubičaste i crne vrste pšenice su poznate, ali se ne uzgajaju komercijalno, osim u nekim delovima Kine. Što se tiče kvaliteta, boja nema skoro nikakav značaj. On se može javiti kod proizvoda koji su veoma svetle boje, na primer kod nekih kolača, pasta, ili biskvita, kod kojih se često koristi pšenica crvene boje.



*Slika 3. Tvrda pšenica*

Obična pšenica je heksaploid, i potiče od preistorijske kombinacije tri vrste trava, od kojih je svaka imala po 14 hromozoma. Obična pšenica stoga ima 42 hromozoma. Pšenica se sastoji od tri genoma, nazvanih A, B, i D.

Tvrda pšenica je tetraploid, i stoga ima 28 hromozoma. Ona ima A i B genome, ali ne i D. Pošto su geni koji određuju tvrdoću obične pšenice na D genomu, očigledno je da oni nedostaju kod durum vrsta. Možda je rezultat toga da je durum pšenica veoma tvrda, mnogo tvrđa od tvrdih običnih vrsta pšenice.

Tvrde pšenice koje se komercijalno gaje su uglavnom prolećne vrste. To su bele pšenične vrste, koje nemaju pigment u perikarpu. Zbog tvrde, poluprovodne teksture endosperma, one izgledaju kao da su čilibarne boje, a ne kreda bele, kao što se može videti kod mekih vrsta pšenice. Crvene vrste tvrde pšenice su poznate, i koriste se kao stočna hrana. Bele durum pšenice su takođe poznate, ali se ne gaje.

Poslednja vrsta pšenice je valjkasta pšenica (Slika 4). Pšenice ove vrste su uglavnom veoma meke.

Takođe postoje podvrste pšenice, neke od njih su:

- *Spelta* ili *krupnik* – druga heksaploidna vrsta kultivisana u ograničenim količinama. Spelta se ponekad smatra i podvrstom obične pšenice, s kojom je u bliskom srodstvu.
- *Dvozna pšenica* ili *emer* – tetraploidna vrsta, koja se u antičko vreme znatno više uzgajala nego danas.
- *Horasanska pšenicata* – takođe tetraploidna i antička vrsta pšenice. Često se pod pojmom *Horasan* misli na istorijsko područje u današnjem Avganistanu i severoistočnom Iranu. Ova žitarica je dvostruko veća od današnje pšenice, a poznata je po svom bogatom, donekle orašastom ukusu.
- *Jednozrna pšenica* – diploidna vrsta pšenice sa divljim i kultiviranim varijantama. Ova vrsta je odomaćena u isto vreme kao i dvozna, ali nikad nije dosegla istu važnost u ljudskoj ishrani.





*Slika 4. Valjkasta pšenica*

### **Setva**

Pšenica se ne uzgaja kao monokultura zbog toga što je na taj način izloženija oboljenjima. Za setvu pšenice pogodnija su duboka i umereno vlažna zemljišta koja su bogata humusom. U takva zemljišta spadaju aluvijalna zemljišta, livadska crnica i plodna gajnjača. Blago kisela zemljišta, čija se pH kreće od 6,5 do 7, najviše odgovaraju pšenici. Zemljište koje je bogato hranljivim materijama nema potrebu za čestim đubrenjem.

Izbor sorte, priprema semena, vreme setve, količina semena za setvu, način i dubina setve, su veoma važni kada je u pitanju setva. Seme ne sme prethodno biti biološki i mehanički tretirano. Mora biti sortirano prema veličini i težini, zdravo i da bude podobno klijanju. Seme se dezinfikuje sredstvom protiv biljnih bolesti i najčešće se u tu svrhu koriste fungicidi na bazi žive i bakra.

Pre same setve, neophodno je zemljište dobro pripremiti tokom letnjih meseci. Uklanjaju se pretkulture, zatim se zemljište plitko ore i duboko tanjira, kako bi se otklonili ostaci proizvoda koji su se prethodno tu nalazili i da bi se očuvala vlažnost zemljišta. Nakon toga se vrši đubrenje, najčešće se koristi mineralno đubrivo, a zemljište se ponovo preorava, jer na taj način đubrivo bolje prodire u zemlju.

U zavisnosti od vremenskih uslova i sorte koja se seje, najpovoljnije vreme za setvu (Slika 5) pšenice je oktobar. Da bi se dobilo između 600 i 700 biljaka, potrebno je po hektaru posejati od 250 do 300 kg semena.

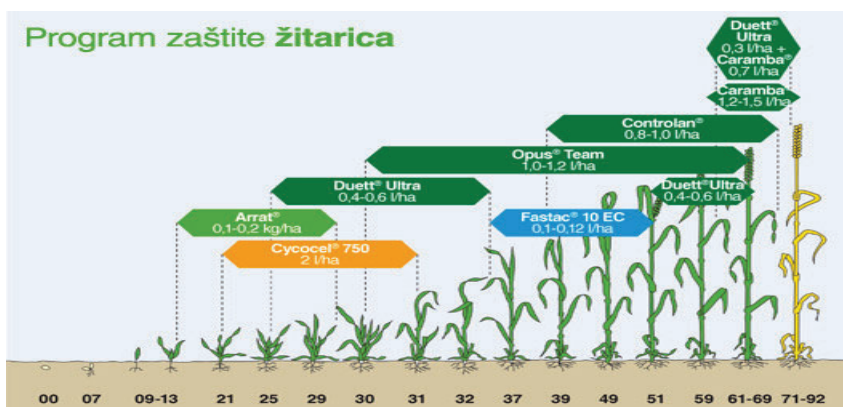


*Slika 5. Setva pšenice*

## Uzgajanje pšenice

Za kvalitetno uzgajanje pšenice, potrebna je temperatura koja se kreće u opsegu od 14°C do 20°C. Ukoliko je temperatura niža, klijanje se odvija sporije. Da bi pšenica nikla na povoljnijoj temperaturi, potrebno je u proseku sedam dana, dok je na nižim temperaturama u nekim slučajevima potrebno i do dvadeset dana. Pšenica može da podnese zimske uslove koji uključuje snežni pokrivač, zbog toga što sadrži dosta hranljivih materija koje mogu da izdrže i temperature do -20°C.

Pšenica može da raste na mestima koje imaju različit raspored padavina, međutim, najbolje uspeva kada je sigurno da će biti izložena padavinama od 650 do 700 l/m<sup>2</sup>. Prema nekim autorima, period koji zahteva velike padavine je faza nicanja, međutim, padavine su veoma bitne i prilikom formiranja klasova, zbog toga što malo padavina uzrokuju manji prinos. Dobro navodnjavanje osigurava krupnije zrno. Zasadu pšenice zahtevaju zaštitu od korova. U tu svrhu se upotrebljavaju razne vrste herbicida (Slika 6).



Slika 6. Upotreba herbicida tokom razvoja pšenice

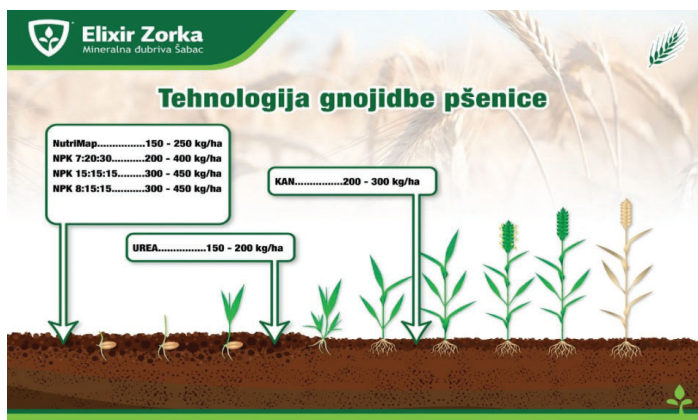
## Đubrenje i žetva pšenice

Da bi prinos bio velik, obavezno je đubrenje pšenice. Neki od najvažnijih vitamina za pšenicu su natrijum (140-200 kg/ha), fosfor (70-130 kg/ha) i kalijum (80-140 kg/ha).

Đubrenje se vrši u tri faze:

- 1) pre setve,
- 2) osnovno đubrenje i
- 3) prihranjivanjem za vreme vegetacije.

Đubrenje pre setve (Slika 7) služi da se biljkama omoguće sve hranljive materije koje su neophodne za klijanje i razvoj. U tu svrhu se koriste mineralna đubriva. Kod osnovnog đubrenja, dodaje se u proseku 300 kg urea đubriva. Za vreme vegetacije, obavlja se prihranjivanje u dve faze. Prva faza prihrane se obavlja pri bokorenju, dok se druga obavlja pri vlatanju. U tom periodu se dodaje najviše 60 kg/ha natrijuma. Ukoliko se na pšenici uoče simptomi nedostatka natrijuma nakon ove dve prihrane, natrijum se dodaje treći put prilikom korektivne prihrane.



Slika 7. Vreme đubrenja pšenice

**Žetva pšenice** (Slika 8) može se odvijati u jednoj ili u više faza. Jednofazna žetva može da se vrši kada su zrna pšenice u voštanoj fazi zrelosti i realizuje se u periodu od pet do osam dana. Žetva se obavlja kombajnom, zbog toga što je gubitak zrna ovakvom vrstom žetve minimalan. Pre dvofazne žetve, neophodno je košenje pšenice do 20 cm visine. Zatim sledi sušenje u otkosima i na kraju se vrši obrada kombajnom. Višefazna žetva pšenice omogućuje bolju žetvu u pravo vreme i bolji prinos, ali postoji veća mogućnost od prosipanja zrnevlja.



Slika 8. Žetva pšenice

### Skladištenje pšenice

Zrna pšenice se suše na suncu ili u sušarama, kako bi se sprečio razvoj plesni i na taj način omogućilo duže skladištenje. Kada se pšenica suši na suncu, potrebno je zrna rasprostreti u tankom sloju na unapred pripremljenoj podlozi, uz povremeno okretanje. Pre zalaska sunca, sakuplja se na gomilu i prekriva. Na ovaj način se suše manje količine, zbog toga što je potrebno dosta prostora, a sušenje u tom slučaju traje duže. U sušarama se brže mogu osušiti velike količine pšenice. Moguće je sušenje zrna toplim vazduhom, ali temperatura ne sme da bude veća od 40°C.

Pšenica se skladišti i čuva u silosima (Slika 9). Silose je potrebno prethodno očistiti od ostataka prethodnih proizvoda ili mogućih štetočina. Silosi moraju biti dobro izolovani od vlage, sunca

i bez oštećenja. Pre skladištenja pšenica i silosi se dezinfikuju zbog mogućnosti pojave štetočina, koje direktno ugrožavaju celokupan prinos.



*Slika 9. Silosi za skladištenje pšenice*

### **Upotreba pšenice**

Pšenica spada u najznačajnije biljne vrste na svetu! Pored pirinča, pšenica se najviše koristi u ljudskoj ishrani, za pravljenje hleba i testenine kojom se hrani preko 70% svetskog stanovništva. Uz ovo, jedan je od osnovnih sastojaka stočne hrane. Pšenica spada u jedne od najkvalitetnijih biljaka sa mnogo namena (Slika 10).



*Slika 10. Krajnji proizvodi pšenice*

Kompleksni hemijski sastav pšenice u najvećem delu čine esencijalne aminokiseline, skrob, šećeri, celuloza, masti, vitamini i mineralne materije. Oni doprinose velikom značaju i ulozi pšenice u sistemu zdrave ishrane.

U pšenici nema mnogo vode, čak i kada bi je bilo više od 15%, zrno pšenice bi teško opstajalo nakon žetve. Masti u pšenici se u najvećem delu nalaze u klici, i to od 1,5 do 2%. Pri mlevenju

i drugim, složenijim procesima obrade, klica se odvaja i brašno dobija sposobnost dužeg očuvanja svežine. Pšenica sadrži i celulozu, ona se nalazi u omotaču ploda i semena. Sadržaj celuloze varira od 2 do 3%, a može biti i veći, ukoliko je pšenica gajena u vlažnijim krajevima.

U pogledu aminokiselinskog sastava, pšenica je bogata svim esencijalnim aminokiselinama, naročito glutaminom i lizinom, u omotaču ploda. Mineralne sastojke čine i P (50%), K (20-30%), Ca, Mg, Si, Fe i dr. Vitamini iz pšenice se najviše nalaze u klici, manje u drugim delovima zrna. Pšenica je bogata vitaminima kao što su B1, B2, E, K, P i dr.

Ugljenih hidrata ima oko 70% i uglavnom ga čini skrob, od 70 do 90%. Ostalih materija kao što su šećer, maltoza i dr. čine manji deo, tek ispod 10%.

Sadržaj belančevina zavisi od mnogo faktora, najpre od vrste pšenice, klimatskih uslova, tipa i hemijskih osobina zemljišta. Ozima pšenica sadrži manje belančevina od jare, meko zrno pšenice manje od tvrdog, i sl. Pšenica gajena na području gde je klima suvlja, sadrži više belančevina nego ona iste sorte, ali u vlažnom rejonu. U zrnu pšenice se nalaze četiri vrste belančevina: albumin, globulin, glijadin i glutenin. Albumin i globulin rastvaraju voda i kuhinjske soli, pa nemaju značaj u ishrani. Belančevine koje su bitne, čine "lepak" svim hemijskim komponentama u zrnu, sastavljene su od glijadina i glutenina. Glutenin daje elastičnost i rastegljivost, dok zbog glijadina zrno pšenice prilikom sušenja postaje tvrdo i prozračano. Od njihovog odnosa zavisi kvalitet brašna, a najbolji je odnos 1:1. Ako je glutenina dovoljno, brašno će biti rastegljivo i elastično, omogućavajući dobijanje dobrog testa i poroznog hleba.

U kuhinji se koriste seme i klice pšenice. Pšenične klice se mogu dodavati u variva, palačinke, zdrave napitke i jogurt. Bogati su različitim nutrijentima i imaju povoljno dejstvo na ljudski organizam. Ako se za pripremu jela koriste cela zrna pšenice, njih bi prethodno trebalo natopiti između 8 i 12 časova. Zrna se kuvaju oko sat vremena u osoljenoj vodi, a nakon toga mogu se dodati pitama, hlebovima, priložima, čorbama i salatama. Isto tako, mogu se dodati i salati od paradajza, paprike, tofu sira, kao i riži, sušenom voću, brusnicama i grožđicama. Dobro se kombinuje i sa mahunarkama, korenskim povrćem, krompirom i šampinjonima. Mekinje ili pšenične pahuljice mogu se konzumirati za doručak, kuvane ili u vidu kaše, ili natopljene u mleku ili jogurtu. Od pšenice se pravi i čuveni kus-kus, koji je izuzetan prilog uz druga jela.

Pšenični proizvodi čine osnovu zdrave ishrane (Slika 11). Dan bez proizvoda od pšenice u ishrani gotovo da se ne može zamisliti, kako zbog svoje široke namene i mogućnosti pravljenja raznih specijaliteta, tako i zbog ekonomske opravdanosti.

Lekovita svojstva pšenice zavise od oblika u kojem se konzumira i od načina na koji je obrađena. Pored mekinja i klica, najzdravija su cela zrna pšenice, jer sadrže sve važne nutrijente. Nerafinisana zrna pšenice su dobar izvor ugljenih hidrata i proteina. Pomažu u smanjenju rizika dijabetesa tipa II, kao i srčanih bolesti. Celovita zrna pšenice sadrže fitoestrogen, koji pomaže očuvanju krvnih sudova, smanjuje nivo holesterola i ubrzava različite metaboličke procese. Između ostalog, pšenica je zbog velikog procenta proteina dobra za probavu, jer pomaže pražnjenje creva i smanjuje rizik od nastanka bolesti debelog creva. Fenoli i fitonutrijenti iz pšenice imaju antioksidansno delovanje i podstiču izbacivanje toksina iz organizma i smanjuju rizik od pojave bakterijskih i virusnih bolesti.



*Slika 11. Piramida zdrave ishrane*

### Zanimljive činjenice

Za dobijanje 250g hladno ceđenog ulja pšeničnih klica, potrebno je prerađiti više od 1 tone zrna.

Zbog obilja masnih kiselina u mekinjama, brašno od celog zrna brže postaje užeglo, pa su se tradicionalno mekinje pažljivo odvajale od zrna. Početkom 20. veka, mekinje su se smatrale mlinskim otpadom i stočnom hranom. Tek krajem 20. veka, mekinje su ušle u ishranu u obliku proizvoda od integralnih žitarica, kao vredan izvor dijetetskih vlakana.

U Bibliji se Obećana zemlja naziva „zemljom pšenice“, zbog vrednosti ovog zrna i poštovanja koje su drevni ljudi imali prema pšenici.

### Zaključak

Pšenica je bila i biće jedna od najvažnijih biljaka u ljudskoj upotrebi. Uz razvoj proizvodnje pšenice, rasle su i civilizacije u svakom smislu. Zbog nje su se vodili ratovi, isto tako i sklapala primirja, da bi se ponovo zasadila i prehranila narod. Danas je nacionalni simbol mnogih zemalja. Iz svih ovih razloga se u celom svetu mora posvetiti pažnja planskoj setvi pšenice i racionalnom korišćenju iste, kako bi svi ljudi na Planeti Zemlji imali dostupnost proizvodu koji je osnova ishrane.

## Literatura

- [1] Grupa autora, *Pšenica*, Združena knjiga, Beograd 1965.
- [2] [www.sepetka.rs/psenica-gajenje-psenice-u-srbiji](http://www.sepetka.rs/psenica-gajenje-psenice-u-srbiji)
- [3] [www.bastovanka.com/psenica-sadnja-gajenje](http://www.bastovanka.com/psenica-sadnja-gajenje)
- [4] [www.agroklub.rs/sortna-lista/zitarice/psenica-108](http://www.agroklub.rs/sortna-lista/zitarice/psenica-108)
- [5] [www.agrounik.rs/savet-agronoma/obrada-i-dubrenje-psenice](http://www.agrounik.rs/savet-agronoma/obrada-i-dubrenje-psenice)
- [6] [www.agroinfontet.com/poljoprivreda/ratarstvo/osnovno-dubrenje](http://www.agroinfontet.com/poljoprivreda/ratarstvo/osnovno-dubrenje)

## HRANA I ZDRAVLJE - GENETSKI MODIFIKOVANA HRANA (GMO)

### Apstrakt

Obzirom na kratku istoriju postojanja GMO, nije lako utvrditi dalekoročne posledice njegove primene po zdravlje ljudi. Zbog postojanja mnogih zagovornika pozitivnog dejstva GMO proizvoda, a sa druge strane i oštih naučnih kritičara protiv primene istog, naš zadatak u ovom radu je sagledavanje pozitivnih i negativnih karakteristika, prikaz izvršenih eksperimenata od strane vodećih stručnjaka iz ovog polja, kao i stavljanje akcenta na pitanje bezbednosti GMO hrane na zdravlje ljudi.

**Ključne reči:** GMO, zdravlje ljudi, pozitivne i negativne karakteristike, eksperimenti, bezbednost GMO hrane.

## FOOD AND HEALTH - GENETICALLY MODIFIED FOOD (GMO)

### Abstract

Given the short history of GMO existence, it is not easy to determine the long-term effects of its application on human health. Due to the existence of many advocates of the positive effects of GMO products, and on the other hand and the sharp scientific critics against the application of this, our task in this paper is to illuminate the positive and negative characteristics, demonstrate the experiments carried out by the leading experts in this field, and put emphasis on the issue of safety GMO food to human health.

**Key words:** GMO, human health, positive and negative characteristics, experiments, GMO food safety.

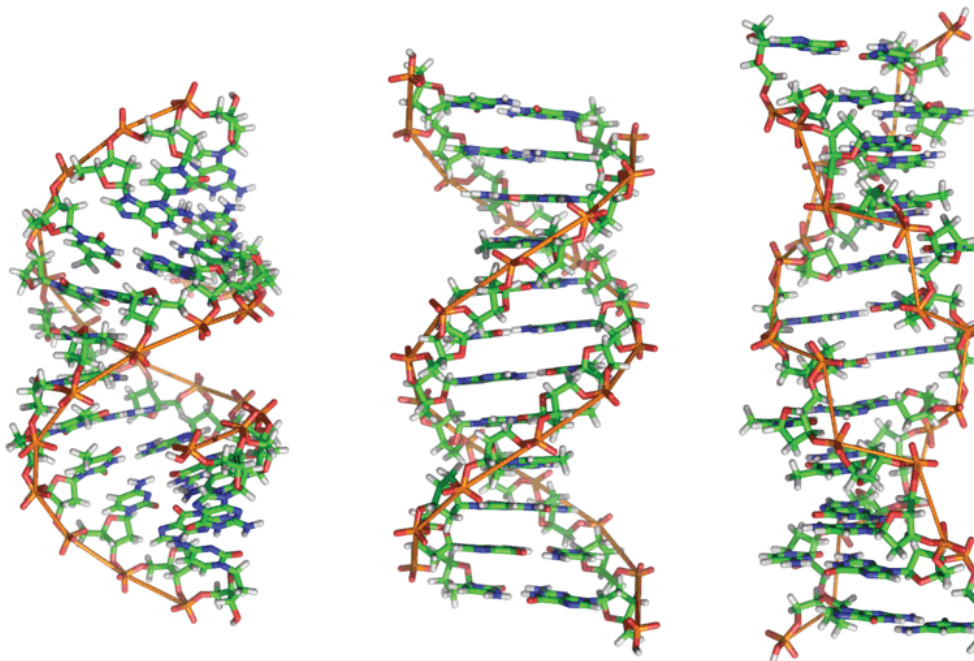
<sup>1</sup> Smer za industrijsko ineženjerstvo u eksploataciji nafte i gasa, Tehnički fakultet „Mihajlo Pupin“, u Zrenjaninu, Univerzitet u Novom Sadu, Republika Srbija



## 1. UVOD

Kako bismo bolje razumeli i govorili o genetski modifikovanoj hrani (GMO), njenoj upotrebi, pozitivnim i negativnim uticajima u sferi privrede i zdravlja, najpre moramo da razjasnimo određene termine. Genetska modifikacija predstavlja tačnu, ciljanu izmenu naslednog genetskog materijala, koja ne nastaje prirodnom rekombinacijom gena, tj. označava unos stranog genetskog materijala, ili brisanje dela genetskog materijala. [2]

Genetski modifikovani organizmi (GMO) se mogu definisati kao organizmi u kojima je genetski materijal (DNK) izmenjen na veštački način (Slika 1). GMO je organizam koji je transformisan uvođenjem jednog ili više transgena, kao i izmenom postojećih gena. Donor je organizam od koga je genetski materijal dobijen za dalji proces. Tehnologija kojom se to postiže se često naziva *moderna biotehnologija*, *genetska tehnologija* ili *genetski inženjering*. [2]



Slika 1. DNK. [4]

**Genetski inženjering** je skup biohemijskih procesa koji podrazumevaju isecanje dela gena, ili pak celog gena iz DNK donorskog organizma i njegovo dalje umetanje u unapred ciljano mesto u DNK drugog organizma. [1]

## 2. GENETSKO INŽENJERSTVO

Genetsko inženjerstvo (ili rekombinovana DNA tehnologija) predstavlja oblikovanje novih kombinacija naslednog materijala koje se dobijaju ugradnjom molekula nukleinskih kiselina dobijenih izvan stanice putem virusa, plazmida ili bilo kojeg drugog oblika prenosioca, čime se omogućava njihova ugradnja u organizam domaćina u kojem one prirodno ne postoje, ali u

kojem su sposobne za umnožavanje. U osnovi se radi o horizontalnom prenosu gena, za razliku od uobičajenog vertikalnog, odnosno sa roditeljske na generaciju potomaka.

Metoda genetskog inženjerstva koristi mogućnost identifikacije pojedinih gena koje dovode do izražavanja pojedinih svojstava (osobina) živog organizma, kao i njegovog izrezivanja iz genoma davaoca i prenosa u genom domaćina, čime se željeno svojstvo davaoca prenosi na domaćina primaoca. Prenos gena može se obavljati između jedinki iste vrste, kada se radi o ubrzavanju i usmeravanju prirodnih procesa ukrštanja i selekcije, pa su tada svojstva ili osobine koje se prenose ograničene na one koje su prirodno prisutne unutar vrste. Ako se prenos gena obavlja između različitih, nesrodnih vrsta, tada se radi o stvaranju organizma sa svojstvima koja prirodno ne postoje unutar vrste. Izolovanje gena iz genoma davaoca obavlja se pomoću restrikcioni enzima, a prenos u genom domaćina pomoću plazmida, virusa, itd.

Genetsko inženjerstvo se često naziva *modernom biotehnologijom* (biotehnologija - interdisciplinarna nauka koja se zasniva na korišćenju živih organizama ili njihovih proizvoda). Naime, tradicionalnim biotehnološkim metodama (selekcija, ukrštanje, itd.) se već vekovima pokušavaju unaprediti svojstva biljaka i životinja koje se koriste za proizvodnju hrane, ili poboljšati i prilagoditi prehrambene proizvode (mikroorganizmi, kvasci, fermentacija, itd.). Isto se nastoji i genetskim inženjerstvom, međutim, njim se kreiraju, poboljšavaju ili modifikuju biljke, životinje i mikroorganizmi izmenom genetskog materijala bez barijera vrste, odnosno među nesrodnim vrstama, a što je bitna razlika u odnosu na tradicionalne biotehnološke metode. [3]

## 2.1 Upotreba tehnologije rekombinovane DNA u medicini i farmakologiji

Očekivane dobrobiti za čoveka koje donosi ova nova tehnologija i njena primena u medicini, u na primer: lečenju genskih bolesti, ksenotransplantaciji ili u proizvodnji lekova, nemerljive su. Na ovim područjima svi smo već na određeni način dotaknuti dobrobitima ove tehnologije. Naime, genetskim inženjerstvom se već dvadesetak godina proizvodi humani rekombinantni insulin, koji je brojnoj kategoriji ljudi, dijabetičarima, omogućio kvalitetan život, a na isti način se proizvodi vakcina protiv hepatitisa B, opasne virusne zarazne bolesti koja se prenosi putem krvi, krvnim derivatima i polnim putem, a za koju zahvaljujući vakcini imamo efikasnu zaštitu. Danas se već i brojni drugi preparati važni u prevenciji i lečenju bolesti proizvode ovom tehnologijom - alfa 1 antitripsin, glukagon, tirotropin, faktori zgrušavanja krvi, interleukin, itd.

Postoji niz naslednih bolesti koje nastaju zato što je nasleđen nedostatak ili neispravan oblik belančevine važne za neki proces u organizmu. Kada bi se nadomestio taj gen stanicama kojima nedostaje, bolest bi se izlečila. DNA konstruisana postupcima genetskog inženjerstva mogla bi se ugraditi u bolesne stanice, pa bi se tako počeo proizvoditi ispravan oblik belančevine.

Drugi smer razvoja novih postupaka je terapija stanicama. Obolele ili odumrle stanice (ćelije) bi se mogle nadomestiti ispravnima, koje se dobijaju od matičnih stanica. Izvor iz kog bi se mogla dobiti bilo koja stanica ljudskog tela su embrionalne matične stanice. Međutim, dobijanje ljudskih embrionalnih stanica podrazumeva uništenje zametka (embriona) od kojih se dobijaju, pa je posebno etičko pitanje hoće li se razvoj tog pristupa nastaviti. Alternativa je dobijanje matičnih stanica od odraslog davaoca, koji onda može biti i sam bolesnik. Osnovni izvor matičnih stanica je koštana srž i ovakav vid terapije se već koristi u postupcima transplantacije koštane srži. Jedno od područja terapije stanica koje izgleda najbliže primeni je terapija srčanog infarkta, gde bi srčane matične stanice mogle zameniti ožiljak nastao nakon infarkta novim srčanim mišićnim tkivom. [3]

### 3. PRIRODNA SELEKCIJA

Prirodni odabir ili selekcija je osnovna snaga evolucije, ona je prirodni izbor između nosioca različito vrednih naslednih faktora. Kao otkriće, načelo selekcije (odabira) glavni je Darwinov doprinos teoriji evolucije, koju on objašnjava borbom za opstanak među pojedinim organizmima, od kojih preživljavaju najposobniji (Slika 2). Selekciju, dakle, Darwin primenjuje na jedinke, a ne na populacije, a životna sredina kao selektivna sila odabira varijante koje su joj se najbolje prilagodile. Darwin je time naglasio negativno gledište selekcije, ističući da je ona neumoljiva snaga koja uništava jedne, a unapređuje druge. To stanovište Darwin je zasnivao na diferencijalnom mortalitetu, koji može dovesti do diferencijalne reprodukcije. [2]



*Slika 2. Prirodna selekcija.[2]*

Danas je modifikovano načelo selekcije osnovna orijentacija u rešavanju evolucionih problema. Prema Hardi-Vejnbergovom pravilu, kao polazištu u populacionoj genetici, u standardnim uslovima okoline, svi geni populacionih genskih zaliha dolaze do ravnoteže koja se stalno održava (idealna populacija). Zato je prirodni odabir, osim mutacija, jedina snaga koja prouzrokuje promene u genetskoj ravnoteži populacije. Prirodna selekcija je uticaj bilo kojeg faktora iz okoline organizma. Kao selekcionni faktori mogu delovati: ekstremne temperature, padavinski odnosi (sušna razdoblja, poplave), hemijske okolnosti, prirodni neprijatelji različitih štetočina koji unapređuju evoluciju pojedinih vrsta, zatim paraziti i uzročnici bolesti koji tokom širenja i delovanja zaraze selekcijom i umanjenjem populacije snažno utiču na evoluciju domaćinovog organizma, a kroz njegovu odbranu takođe i na svoju vlastitu. Borba oko hrane, životnog prostora i ostalih važnih životnih uslova ubraja se u selekciju u okviru same vrste koja podređene grupe potiskuje u nove ekološke nizove ili vodi njihovom izumiranju. Tako deluje selekcionni pritisak. Delujući milionima godina, selekcija omogućuje razvoj novih adaptacija u najrazličitijim sredinama na Zemlji.

Dakle, možemo se zamisliti, i napraviti paralelu između genetskog inženjeringa i prirodne selekcije. Neki bi rekli da se čovek osmelio i “glumi Boga” baveći se veštačkim izmenama genetskog materijala. Međutim, čovek genetski “modifikuje”, odnosno vekovima u nazad pravi specifične izmene od hrane do životinja, kako bi sebi olakšao život.

U prošlosti je postojala samo jedna metoda - **selekcija**. Da uprostimo stvari: Posadite više biljaka i gledajte koja je najotpornija. Zatim rasadite najotpornije i posmatrajte koje su najotpornije od njih i tako sve dok se ne dobije najotpornija vrsta. Slično je i sa životinjama.

## 4. HRANA IZ EPRUVETE

Sadašnja ljudska populacija na planeti Zemlji prelazi 6 milijardi, a prognoze su da će 2050. godine dostići 9 milijardi. Od sadašnje ljudske populacije, preko 800 miliona praktično gladuje. Boljim korišćenjem raspoloživih resursa, većom proizvodnjom hrane u vodnim sistemima (okeanima, morima, rekama i jezerima), primenom intenzivnih tehnologija gajenja biljaka, efikasnijim metodama konvencionalnog oplemenjivanja biljaka i životinja, moguće je povećati proizvodnju hrane na globalnom nivou, ali sve ove mogućnosti imaju svoje limitirajuće faktore.

GMO hrana se prvi put pojavila na tržištu početkom devedesetih godina **kao rešenje za milione gladnih**, tačnije 1994. godine, i to u vidu modifikovanog paradajza (*nazvanog FlavrSavr*), koji je izmenjen tako da zri bez omekšavanja ploda. Kasnije je povučen sa tržišta zbog komercijalnog neuspeha. Od tada ne prestaje proizvodnja genetski modifikovanih biljaka, i to najviše u Americi, Australiji, Brazilu, Argentini, Kini i Japanu. Trenutno je soja najzastupljenija genetski modifikovana biljka, jer je 77% od sve posejane soje u svetu upravo takva – “poboljšana”. Izmenjena je tako da bude otporna na određene vrste herbicida i u SAD je zastupljena čak u 93% useva. Pored soje, kukuruza, pamuka, šećerne repe, itd., interesantan je i genetski izmenjen pirinač, koji sadrži velike količine vitamina A. [2]

Ovde smo ukazali na glavne pozitivne strane produkcije GMO hrane. Stručna lica, ekološke organizacije, novinari, doktori i profesori iz ove oblasti su se podelili u dva tabora: **zagovornike** i **protivnike** proizvodnje i korišćenja ove hrane. Čitajući razne članke vezano za ovu tematiku, češće smo nailazili na diskusije o **negativnim posledicama**, koje ćemo takođe pomenuti. Ono što je nama cilj jeste širenje svesti i o dobrim i lošim osobinama, a koje će prevladati ostaje za posmatranje i izučavanje budućim generacijama.

### 4.1 Negativne posledice GMO i posledice po zdravlje

Ruski naučnici su dokazali da genetski modifikovani organizmi ubijaju sisare, tako što životinje hraneći se genetski modifikovanim namirnicama gube sposobnost za reprodukciju. To su pokazali sledećim eksperimentom: u prvu grupu nisu dodali ništa, hranili su ih namirnicama koju koriste na farmama, druga grupa je hranjena sojom koja nije sadržala ništa od GMO sastojaka, treća grupa je hranjena sa nekim od sadržaja GMO organizama, a četvrta sa povećanom količinom GMO. Pratili su njihovo ponašanje, dobijanje na težini i rađanje mladunaca. Prvobitno, sve je išlo glatko. Međutim, primetili su prilično ozbiljan simptom kada su izabrali nove parove od njihovih mladunaca i nastavili da ih hrane kao i ranije. Njihova stopa rasta bila je sporija i postigli su svoju seksualnu zrelost znatno kasnije. Kada su dobili mladunce, opet su formirali parove, sada treće generacije. Nisu uspeali da dobiju mladunce od parova koji su hranjeni genetski modifikovanim namirnicama. Dokazali su da su ovi parovi izgubili sposobnost da stvore sopstvene mladunce, navodi dr Aleksej Surov. Samo prestanak korišćenja ovih namirnica može dovesti i do prestanka svih ovih simptoma. Shodno tome, naučnici sugerišu izricanje zabrane za upotrebu genetski modifikovane hrane, sve dok ne testiraju njihovu sveobuhvatnu sigurnost. [2]

Iako je nastanak GMO hrane obećavao brojne pozitivne karakteristike, kao što je smanjenje cene hrane na svetskom tržištu, manji broj gladnih u svetu, i drugo, mnogi vodeći eksperti iz oblasti agronomije i zdravstva su ukazali na alarmantne **negativne posledice**, kao što su: [2]

- **zavisnost od pesticida** (umesto da smanji zavisnost od pesticida i đubriva, GMO usevi često povećavaju oslanjanje poljoprivrednika na te proizvode).
- **GMO hrana neće rešiti krizu hrane** (uz GMO je uvek išla priča o povećanim prinosisima farmera, ali se to retko dešavalo u stvarnosti. Trogodišnja studija koja je

obuhvatila 87 indijskih sela došla je do činjenica da je obična sorta pamuka donosila 30% veće prinose od skuplje GMO alternative. Takođe za dvadeset godina istraživanja i komercijalizacije, genetski inženjering nije uspeo da značajno poveća prinose u Americi).

- **GMO usevi su ekonomska propast za poljoprivrednike.**
- **GMO i obične biljke ne mogu zajedno da žive** (GMO kontaminacija obične i organske hrane se povećava. Otkriveno je da je neodobren GMO pirinač koji se gaji samo jednu godinu na oglednim poljima prilično kontaminirao američke zalihe pirinča i semena. U Kanadi je industrija organske uljane repice potpuno uništena zbog kontaminacije genetski modifikovane repice. U Španiji je GMO kukuruz drastično smanjio useve organskog kukuruza i stvorio situaciju u kojoj je njihova koegzistencija praktično nemoguća. Vreme je da se svet odluči da li će gajiti obične ili genetski modifikovane sorte).
- **rizici po zdravlje** (i na kraju, ono što u stvari ljude najviše interesuje: da li GMO hrana loše utiče na zdravlje čoveka. Rezultati testova na životinjama koje su bile hranjene GMO hranom su veoma zabrinjavajući. Godine 2006. izvršen je eksperiment u kome su ženke pacova hranjene sojom otpornom na herbicide okotile zakržljale mladunce, od kojih je polovina uginula u roku od 3 meseca. Preživeli su bili sterilni, Svetska zdravstvena organizacija (WHO) nabroja sledeće potencijalne rizike za ljudsko zdravlje: direktan uticaj na ljudsko zdravlje – toksičnost; kao i tendenciju izazivanja alergijskih reakcija; specifične komponente koji sadrže nutricionoske ili toksične delove; stabilnost umetnutog gena; nutritivni efekti povezani sa genetskom izmenom; neželjeni efekti koji mogu nastati iz umetanja gena).

#### 4.2 Zdravstvena ispravnost genetski modifikovane hrane

Istovremeno je svoju najveću praktičnu primenu ova tehnologija našla u poljoprivredi, u stvaranju genetski modifikovanih biljnih vrsta sa poboljšanim svojstvima. Danas u svetu postoji pedesetak vrsta GMO biljaka koje su u komercijalnoj primeni (najviše soja, kukuruz, uljana repica, pamuk i duvan) na oko 50 miliona hektara poljoprivrednih površina, a više od pola ukupne svetske proizvodnje soje čini genetski modifikovana soja (Tabela 1). Dok je primena genetskog inženjerstva u medicini i farmaciji opšteprihvaćena širom sveta, primena ove metode u proizvodnji namirnica izazvala je velike reakcije javnosti i stručnih krugova vezano uz potencijalne opasnosti za okolinu i zdravlje ljudi. [3]

Jedno od najčešće korišćenih povoljnih svojstava koja se genetskim inženjerstvom postigla u biljkama za poljoprivrednu i prehrambenu proizvodnju je tolerancija na herbicide glifosat i glufosinat (Slika 3a i 3b). Time se postiže manje “rušenje” odgajenih biljaka herbicidnim tretmanom, a istovremeno se u zaštiti od korova koriste navedeni herbicidi širokog spektra, koji su manje toksični od nekih specifičnih, što je toksikološki i ekološki povoljnije, odnosno manje herbicida povoljnijih toksikoloških svojstava odlazi u okolinu i ostaje u namirnici. Takođe, uspešno je preneto svojstvo otpornosti na štetočine. Primer je kukuruz sa genom *Bacillus thuringiensis*, bakterije iz tla koja se već četrdeset godina koristi za uništavanje larvi komaraca i drugih insekta. Takav kukuruz sam stvara takozvane **BT-toksine**, kojim postaje otporan na štetočine (kukuruzni moljac i kukuruzna zlatica) bez dodatnih insekticidnih tretmana.



Slika 3a. Glufosinat.[3]



Slika 3b. Glifosat.[3]

Tabela 1. Biljke izmenjene genetskim inženjerstvom, 2002. godine. [3]

Kultura	Svojstva	Broj sorti
Kukuruz	<i>tolerantnost na herbicide</i>	18
Uljana repica	<i>tolerantnost na herbicide, sterilnost, sastav ulja</i>	14
Pamuk	<i>tolerantnost na herbicide</i>	7
Soja	<i>otpornost na viruse, sastav ulja, tolerantnost na herbicide</i>	6
Paradajz	<i>usporeno mekšanje ili sazrevanje</i>	6
Krompir	<i>otpornost na krompirovu zlasticu, otpornost na viruse</i>	4
Šećerna repa	<i>tolerantnost na herbicide (glufosinat ili glifosat)</i>	2
Bundeva	<i>otpornost na viruse</i>	2
Duvan	<i>tolerantnost na herbicid, smanjeni sadržaj nikotina</i>	2
Lan	<i>tolerantnost na herbicide</i>	2
Dinja	<i>produženi vek trajanja</i>	1
Papaja	<i>otpornost na viruse</i>	1
<b>UKUPNO</b>	<b>Σ</b>	<b>65</b>

GMO hrana dostupna je potrošačima u zadnjih deset godina. Širom sveta, a naročito u Americi, ljudi je konzumiraju bez vidljivih uticaja na zdravlje, što je evidentirano kroz brojne recenzirane poznate časopise, dokumente i izveštaje agencija. Ipak, o teoretski mogućim hroničnim uticajima za sada se ne može govoriti, jer je proteklo premalo vremena od komercijalizacije do danas. Osnovni princip procene rizika i neškodljivosti GMO proizvoda je da se ocenjuje individualni proizvod, a ne tehnologija. Strategija procene rizika za GMO uključuje: informacije o karakteristikama modifikacije, uključujući funkciju i osobine novog gena; neškodljivost, alergenost i prehrambena vrednost novih supstanci/produkata ekspresije; identifikacija svih promena u sastavu modifikovanog proizvoda, ispitivanje neželjenih pojava; uticaj modifikacije na toksikološka svojstva; uloga nove hrane u ishrani; potencijalni efekti prerade i kvarenja GMO proizvoda, itd. [3]

## 5. OPASNOSTI PO ZDRAVLJE I OKOLINU ZBOG UPOTREBE TEHNOLOGIJE REKOMBINANTNE DNA

Neki od razloga za brigu u vezi komercijalne upotrebe i konzumiranja GMO-a su sledeće: [3]

- alergenost novog gena ili produkta njegove ekspresije – proteina. Naime, prenosom svojstava (gena) iz alergogenih biljaka u nealergogene, može doći i do prenosa alergenosti (proteina/alergena). Zabeležena je već i pojava da se prenosom svojstava iz nealergogene biljke u drugu biljku pojavila alergenost ili se pojačao alergeni potencijal druge biljke (slučaj sa brazilskim orahom). Ali, istom tehnologijom potencijalno se može i smanjiti alergenost uklanjanjem generatora alergenosti. Alergenost GMO-a ispituje se *in vitro* i *in vivo* testovima.
- toksičnost ili kancerogenost produkta ekspresije novog gena - zbog nepreciznosti tehnologije “izrezivanja” gena, kao i zbog novonastalog biohemijskog miljea u stanici domaćinu sa novim genom, ne možemo biti sasvim sigurni koji će biti rezultati izmene genetskog materijala.

Pitanje posledica upotrebe genetskog inženjeringa znatno je šire, pa se postavlja i pitanje uticaja oslobađanja GMO na okolinu, bioraznolikosti i stabilnosti ekosistema. Neki od problema vezanih za potencijalni uticaj GMO-a na okolinu su sledeći:

- uticaj na neciljane vrste - biljke direktno ili indirektno podržavaju ne samo parazite i štetočine, nego i čitav niz drugih artropoda i organizama (ptice, na primer, zavise od insekata). Najpoznatiji slučaj uticaja GMO-a na neciljane vrste bila je teza da je polen BT kukuruza toksičan za retkog leptira *Monarcha* (Slika 4). Ova teza je bila predmet brojnih ekoloških istraživanja, ali su rezultati kontroverzni.



Slika 4. Leptir *Monarcha*.

- uticaj na prirodni habitat u smislu modifikacije prirodnih prehrambenih lanaca - uvođenjem novih vrsta i smanjenjem i eliminacijom postojećih o kojima zavise nadređeni delovi prehrambenih lanaca, čovek zadire u prirodne arhaične odnose, što mu se do sada uvek vraćalo u lice novim zdravstveno ekološkim rizicima.

Ovo su samo neke moguće posledice na živi svet i generalno na okolinu koja nas okružuje. Ipak, GMO je već danas stvarnost, preplavljeno je svetsko tržište i od nje se ne može pobeći. Ono što se može učiniti je da se uspostave zakonski mehanizmi i kontrola kojim će se upotreba ove tehnologije usmeriti u korist čoveka i osigurati najviši moguć nivo zaštite zdravlja i okoline od šteta koje bi potencijalno mogle nastati. Osim navedenog, potrebno je osigurati informisanje potrošača i njihovo pravo na izbor time da se genetski modifikovani organizmi jasno i nedvosmisleno označe. [3]

## 6. ZAKLJUČAK

Nova tehnologija manipulacije gena donosi i tek će donositi značajne koristi u poljoprivrednoj proizvodnji i medicini. Biće omogućeno duže čuvanje hrane zbog veće otpornosti biljaka, a samim tim će i njihov transport biti olakšan. Nesumnjivo je da su pogodnosti GMO hrane višestruke, međutim upoznali smo se i sa negativnim mišljenjima i dokazima. Obzirom na to da govorimo o jednoj mladoj tehnologiji, biće potrebno mnogo vremena i daljih ispitivanja bezbednosti pre puštanja ovakvih proizvoda u promet. Ono što je potrebno je da se definišu adekvatne zakonske regulative o kontroli, prometu, uzgajanju, konzumaciji sa glavnim akcentom na bezbednost zdravlja ljudi i zaštiti životne sredine.

## 7. LITERATURA

[1] Službeni glasnik Republike Srbije (41/2009). *Zakon o genetski modifikovanim organizmima*, Beograd, JP Službeni glasnik.

[2] BEZBEDNOST HRANE I ZDRAVLJE, 1. konferencija sa međunarodnim učešćem, *Zbornik radova*, Čačak, 2017. godine.

[3] GMO i zdravlje, Mr. Sc. Krunoslav Capak, *Služba za zdravstvenu ekologiju, Hrvatski zavod za javno zdravstvo, Zagreb*.

[4] <https://www.znanje.org/i/i29/09iv02/09iv0233/Gradja%20DNK.htm>



## **NEXUS INICIJATIVA - VODA, ENERGIJA, HRANA**

### **Abstrakt**

Klima se značajno promenila proteklih decenija i razlog za to je čovek i sagorevanje velikih količina fosilnih goriva radi proizvodnje energije. Čini se da većina političara nije posvećena bilo čemu značajnom, dok industrija fosilnih goriva i dalje aktivno radi protiv promena i da čovečanstvo ne može da prevaziđe svoju pohlepu i opsesiju kratkoročnim profitom i ličnom dobiti da bi se spasilo. Temperature su danas u proseku više za jedan stepen u odnosu na predindustrijsko doba sa kraja 19. veka. Biološki, geološki i hemijski procesi, globalna klima i prirodni ekosistem su međusobno usko povezani, a promene u bilo kojoj od navedenih komponenti životne sredine mogu značajno uticati na živi svet. Sa porastom globalnih temperatura, dolazi do ubrzanog topljenja morskog leda i glečera, što vraća vodu koja je bila zaustavljena hiljadama godina nazad u dinamički ciklus vode. Pošto je vodena para moćan gas staklene bašte, povećano isparavanje dovodi do povećanog zagrevanja, pa kako se isparavanje povećava, tako se povećava i nestašica vode. Za sve faze proizvodnje energije se koristi voda, čovek se mnogo oslanja na nju, a to i ne primećuje. Kako smo izgradili svet u kome nemamo dovoljno njegovog najvrednijeg resursa?

**Ključne reči:** voda, energija, hrana, Nexus inicijativa, globalno pitanje

---

## **THE NEXUS DIALOGUE – WATER, ENERGY, FOOD**

### **Abstract**

The climate has significantly changed in the past decades, and the reason for that is man and the burning of large quantities of fossil fuels for energy production. It appears most politicians are not committed to do anything meaningful while the fossil fuel industry still works actively against change and that humanity cannot overcome its greed and obsession with short-term profits and personal gain to save itself. Current temperatures are on average one degree higher than in the pre-industrial era at the end of the 19th century. Biological, geological and chemical processes, global climate and natural ecosystem are closely interconnected, and changes in any of these components of the environment can significantly affect the living world. As global temperatures rise, sea ice and glaciers are rapidly melting, bringing back trapped water that has been halted for thousands of years in a dynamic water cycle. Therefore water vapor is a powerful greenhouse gas, increased evaporation leads to increased heating, and as evaporation increases, so does water scarcity. Water is used for all phases of energy production, people highly rely on water, and they don't even notice it. How have we built a world where we don't have enough of its most valuable resource?

**Keywords:** water scarcity, energy, food, the Nexus Dialogue, global issue

<sup>1</sup> Univerzitet u Novom Sadu, Tehnički fakultet „Mihajlo Pupin“, Zrenjanin, Srbija

## Nexus

Od 2012. godine, Međunarodna unija za očuvanje prirode (IUCN – International Union for Conservation of Nature) i Međunarodna asocijacija za vodu (IWA – International Water Association), saradivale su na zajedničkoj inicijativi za rešavanje zahteva vodenim resursima širom vodenog, energetskog i prehrambenog sektora (IUCN, 2013). Cilj je bio da se identifikuje kako su multi – sektorska rešenja, ili kako bi mogla biti obezbeđena kroz infrastrukturu i druga sredstva, uključujući nove tehnologije i investicije u ekosistemske usluge. Dijalog je izrastao u Nexus konferenciju u Bonu, u novembru 2011. godine. Jedan od ciljeva konferencije u Bonu bio je pokretanje konkretnih inicijativa za rešavanje vode, energije i sigurnosti hrane, na koherentan i održiv način. Na konferenciji se istaklo interesovanje da se investira u infrastrukturu vode u različitim delovima sveta, zbog validne brige za skladištenje vode, snabdevanje vodom, zaštite od poplava, kao i sigurnost hrane, rast populacije i potrebe da se prihvate uticaji klimatskih promena.

Nexus dijalog je uspešno organizovao serije „Anchor“ radionica u Africi, Latinskoj Americi, Aziji (sa UNESCAPom) i za basen reke Amu Darja u centralnoj Aziji (sa EastWest institutom). Učenje iz ovih radionica preraslo je u Nexus Simpozijum, koji je održan u Pekingu, u novembru 2014. godine, u partnerstvu sa „Global Water Partnership“ (Kina). Svrha dijaloga je bila da se identifikuje konsenzus o održivosti, upravljanju vodom, energijom i sigurnost hrane.

Nexus kao konstrukcija dovodi u pitanje primenu znanja i naglašava potrebu za većom integracijom osnovnih elemenata, kao što je: prikupljanje podataka, deljenje, tumačenje (IUCN, 2015). Kroz dijalog, mogućnosti mogu zajedno da spoje ljude sa različitim iskustvima iz svih sektora, za mozganje i razmenjivanje znanja, sa krajnjim ciljem da se razviju i sprovedu praktične radnje (akcije). Postoji mnogo razloga da se ne složimo sa Nexusom. Postaje jasno da postoji konkurentna prednost za sve institucije, javne, privatne... da bismo bolje razumeli razlog i efekat veza, oni su uključeni kroz obe implementacije mandata, političkih postupaka i reformi.

## Voda - Energija

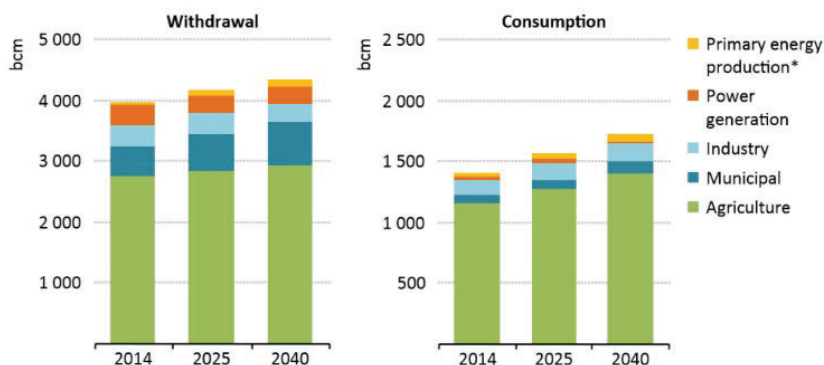
Prema podacima iz 2014. godine, svetska potrošnja energije u sektoru vode iznosila je 120 Mtoe<sup>2</sup>, većina je bila u obliku električne energije (4% od ukupne globalne potrošnje električne energije). Od električne energije koja se troši za vodu, oko 40% se koristi za njenu ekstrakciju, 25% za prečišćavanje otpadnih voda i 20% za distribuciju vode. Otprilike polovina termalne energije koja se koristi u sektoru vode je za pumpanje podzemnih voda za poljoprivredne svrhe, a ostatak za desalinizaciju.

Planeta Zemlja je plava planeta, imamo „nemerljivu“ količinu vode na njoj. Voda se može zamrznuti u led ili ispariti u vazduh, ali ne napušta našu planetu. Međutim, najveći ideo je slana, a slatka voda čini samo 2,5% globalnih resursa vode. Od toga, manje od 1% je dostupno za ljudsku upotrebu, pošto je skoro 70% slatke vode zaleđeno u glečerima i ledu, otprilike 30% je duboko pod zemljom. Problem nije samo u tome da više ljudi na Zemlji koristi vodu, već i u tome kako je koristimo (Komatina S., 2021).

Čovek se mnogo oslanja na vodu, a to i ne primećuje, za sve faze proizvodnje energije se koristi ista, za ekstrakciju fosilnih goriva, transport i preradu, proizvodnju električne energije i navodnjavanje sirovina za biogoriva. Prema podacima, do 2030. godine skoro pola svetske populacije će živeti u područjima sa nedovoljno vode (Slika 1). Uz to, 2050. godine očekuje se da će biti potrebno 70% više hrane nego sada. Poljoprivreda (naročito navodnjavanje) je već

<sup>2</sup> Mtoe - Megatonne Of Oil Equivalent

najveći svetski potrošač vode, čineći otprilike 70% ukupnog globalnog korišćenja slatke vode i do 85% u nekim zemljama, iako se predviđa da će se njen udeo malo smanjiti u periodu do 2040. Preko 650 miliona ljudi, prvenstveno u centralnoj i južnoj Africi, nema pristup adekvatnom izvoru vode za piće. Jedan od ciljeva održivog razvoja UN SDG 6 je da se osigura dostupnost i održivo upravljanje vodom i kanalizacijom za sve. Težnja ka ovom cilju, da se obezbedi bolji pristup vodi za piće za preostalih 10% svetske populacije bez adekvatnog snabdevanja.



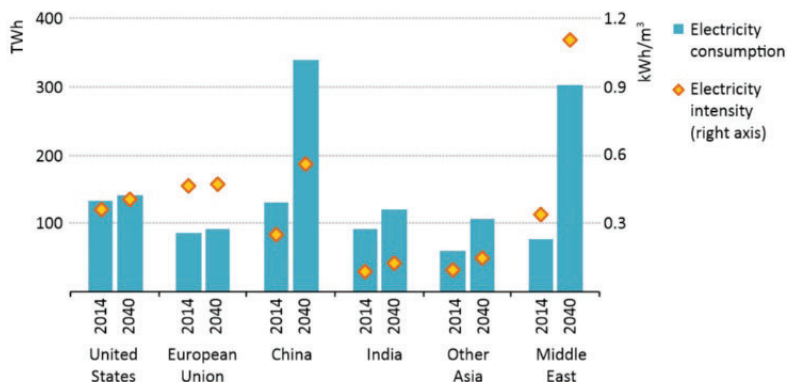
Slika 1: Globalna potrošnja vode po sektorima do 2040.

Voda je potencijalna prepreka za energiju, ali rizici nisu ravnomerno podeljeni u sektoru ili širom sveta. Prema podacima iz IEA, u scenariju „nove politike“, globalna potrošnja slatke vode u energetskom sektoru raste sa 398 bcm<sup>3</sup> u 2014. na nešto više od 400 bcm u 2040. godini. Potrošnja se povećava sa 48 bcm, otprilike 12% potrošnje vode povodom energije u 2014. godini, na preko 75 bcm.

Zemlje koje nisu članice OECD<sup>4</sup> čine većinu globalnog povećanja potrošnje vode povodom energije, odražavajući trendove u globalnoj potražnji za energijom, međutim povlačenje vode raste za 35%. U zemljama OECD-a, ukupna potrošnja vode opada za skoro jednu četvrtinu između 2014. i 2040. godine (Slika 2).

<sup>3</sup> bcm - Billion Cubic Metres

<sup>4</sup> OECD - Organizacija za ekonomsku saradnju i razvoj



Slika 2: Potrošnja električne energije u vodnom sektoru u scenariju „novih politika“, 2014. i 2040.

Indija je već klasifikovana kao „pod nestašicom vode“. Tokom perioda prognoze, ukupna potrošnja vode u Indiji povodom energije se skoro udvostručilo, dostižući skoro 70 bcm. Povećanja dovode do porasta upotrebe nuklearne energije, kao i kontinuirano oslanjanje na termoelektrane.

Postoje velike razlike u upravljanju i određivanju cena za energiju i vodu. Tržišne snage teže razvoju energetskog sektora, dok su poboljšanja usluga vezanih za vodu često određena društvenim prioritetima.

Kako bi se smanjila neodrživa potražnja vode iz neobnovljivih resursa podzemne vode, proizvodnja desalinizirane morske vode na Bliskom istoku i u Sjevernoj Africi predviđa se da će u scenariju „nove politike“ biti 13 puta veća u 2040. Desalinizacija u ovim regionima je termalna (nafta ili prirodni gas) ili zasnovana na membrani, za koje su potrebne značajne količine električne energije.

## Hrana – Voda

Proizvodnja hrane je najveći potrošač zaliha slatke vode na svetskom nivou. Prosečno, poljoprivreda potroši oko 70% zaliha slatke vode, a u nekim zemljama čak i 80 – 90%. Moderna mehanizacija i druge savremene mere doprinele su boljim prinosima, samim tim i većoj potrošnji slatke vode. Proizvodnja hrane dalje utiče na vode i kroz promene oticanja tih voda, poremećaje ispuštanja voda, kao i na njihov kvalitet.

Veruje se da će poljoprivreda ostati najveći potrošač slatke vode sredinom ovog veka. Prelazak na biogoriva je poželjan, međutim, njihova proizvodnja potražuje istu količinu vode kao i proizvodnja fosilnih goriva. Zbog porasta broja stanovnika na Zemlji, raste i potražnja za hranom, a najviše za mesom i mlečnim proizvodima, koji zahtevaju više vode.

Poljoprivrednici doprinose efektu staklene bašte između 19 i 29%. Nakon Pariskog sporazuma, odlučeno je da se hitno smanji efekat staklene bašte. Krčenje šuma u korist useva, preterana upotreba pesticida loše utiču na životnu sredinu, a samim tim i na efekat staklene bašte. Ova veza nauke i skupa praktičnih mera, integriše agroekonomiju i ekologiju, jačajući vezu između ljudi, biljaka i divljih životinja. Agroekologija teži da se znanja iz oblasti ekološke nauke u razvoju primene za unapređenje poljoprivrede (NEXUS, 2022).

Procenjuje se da će se do 2050. godine globalna potražnja za vodom u poljoprivredi povećati za oko 19%. Razlog toga je što se određeni procenat hrane danas uzgaja u veštačkim uslovima, sa navodnjavanjem. To je naročito istaknuto u jugoistočnoj Aziji. Sporno je to da li će ljudi moći još dugo da koriste velike količine vode za navodnjavanje.

*Feeding Ourselves Thirsty* je članak koji je analizirao kako veliki prehrambeni lanci upravljaju rizicima vode u svom direktnom poslovanju. Nakon što je ovaj članak izašao, prehrambene kompanije su posvetile veću pažnju pomenutom problemu. Od 2021. godine, 71% prehrambenih kompanija smatra da su rizici vode deo njihovog poslovanja i investicija, dok je 2019. bilo 58%. Danas 87% kompanija obezbeđuje edukaciju farmera kako bi smanjili uticaje i zavisnost od vode. Uprkos ovom napretku, mnoge kompanije nisu dovoljno uložile u očuvanje zaliha vode.

### **Obezbeđivanje sigurnosti hrane i ishrane**

Na globalnom nivou, ima dovoljno vode za proizvodnju hrane za sve. Međutim, u nekim regijama na Planeti i dalje postoji nedostatak hrane. U nekim delovima Zemlje, ljudi nemaju dovoljno ili nemaju uopšte čiste vode za navodnjavanje useva. To dovodi do borbe za hranom. Početkom 20. veka, prosečna temperatura površine Zemlje porasla je za oko 0,6 °C, što se pripisuje većoj količini izduvnih gasova na Zemlji, krčenju šuma, razvojem industrije i poljoprivrede. Iz godine u godinu raste udeo metana, ugljen – dioksida i pare u vazduhu. Prema UN, svetska populacija dostići će devet milijardi do polovine veka. Naša planeta nema kapacitet da prehrani toliki broj ljudi. Već danas, oko 800 miliona ljudi nema pristup hrani, a oni koji je imaju, ponašaju se rasipnički.

### **Hrana – energija**

Energija i hrana imaju jaku vezu, naročito u poslednjih par godina (IEA, 2016). Energija se koristi za pripremu zemljišta, proizvodnju đubriva, za navodnjavanje, setvu, berbu. Energetski sektor može imati i druge negativne uticaje na prehrambeni sektor, tako što eksploatacija goriva i krčenje šuma smanjuju površine zemljišta za poljoprivredu, ekosisteme i druge namene.

### **Voda – hrana – energija**

Ova veza je važna za održivi razvoj (Ceres, 2021). Zbog porasta populacije, nagle urbanizacije i drugačijeg načina ishrane, povećava se potražnja za sve tri stvari. Poljoprivreda je ta koja troši najveće resurse slatke vode. Zbog toga se insistira na racionalnijoj potrošnji vode i proizvodnji energije širom sveta (Ceres, 2021a).

## **Zaključak**

Za razliku od energije i hrane, ne postoji globalno tržište vode, pa samim tim ni međunarodna cena. Ono što potrošači plaćaju za vodu često ne odražava relativni nedostatak. Kako da cenimo ključan resurs, a da ga pritom svi imaju bez granica? Ujedinjene Nacije su 2010. definisale pristup vodi i kanalizaciji kao ljudsko pravo i to je izazov nestašice vode. Toliko malo cenimo vodu, da u nju svakodnevno sipamo dva miliona tona otpada. Kada bi se podigla cena vode da bi se podstaklo obnavljanje cevovoda i očuvanje, to će imati najveći uticaj na siromašne. Znamo da je prosečna potrošnja vode oko 60 litara dnevno po osobi i to je povezano sa pitanjima ljudskih prava, ali iznad toga bi trebao da postoji veći porez za vodu. Rešavanje klimatskih promena i ublažavanje nestašice vode zajedno sa hranom i energijom zahteva političku akciju, kao i osiguranje da posledice ne padnu nesrazmerno na one koji su najugroženiji. Ali za tako vitalni resurs kao što je voda, trud će se isplatiti.

## Literatura

IUCN & The International Water Association, 2013. *NEXUS DIALOGUE ON WATER INFRASTRUCTURE SOLUTIONS. Building Partnerships for Innovation in Water, Energy and Food Security.*

IUCN, 2015. *Nexus Governance: Harnessing Contending Forces at Work.*

Komatina S., 2021. *Otpornost lokalne zajednice na klimatske promene*, AGES, Beograd.

NEXUS, 2022. *Promovisanje ODRŽIVOG UPRAVLJANJA PRIRODNIM RESURSIMA u Jugoistočnoj Evropi.*

IEA, 2016. *Water Energy Nexus*, France.

Ceres, 2021. *Financial Implications Of Addressing Water-Related Externalities In The Packaged Meat Industry.*

Ceres, 2021a. *Feeding Ourselves Thirsty Tracking Food Company Progress Toward a Water-Smart Future Executive Summary.*

CIP - Каталогизација у публикацији  
Народна и универзитетска библиотека  
Републике Српске, Бања Лука

664:613(082)

МЕЂУНАРОДНИ научни скуп Сигурност и квалитет хране (10 ;  
2022 ; Брчко [Дистрикт])

Sigurnost i kvalitet hrane. Tom 2 : zbornik radova sa X  
međunarodnog naučnog skupa održanog 13. maja 2022. godine /  
priredila Albina Fazlović. - Brčko [Distrikt] : Evropski univerzitet,  
2022 (Banja Luka : Markos). - 501 стр. : илустр. ; 25 cm

Текст ћир. и лат. - Радови на више језика. - Тираж 200. -  
Напомене и библиографске референце уз текст. -  
Библиографија уз радове. - Abstracts.

ISBN 978-99955-99-63-8

COBISS.RS-ID 136109057