

# Hranom do zdravlja : zbornik radova s 12. međunarodnog znanstveno-stručnog skupa

---

Arapcheska, Mila; Bečić, Ivana; Bočkor, Luka; Čoklo, Miran; Dervišević, Lejla; Dolanc, Ivan; Gajdoš Kljusurić, Jasenka; Hajrulai-Musliu, Zehra; Isaković, Senita; Ivanović, Marko; ...

**Edited book / Urednička knjiga**

*Publication status / Verzija rada:* **Published version / Objavljena verzija rada (izdavačev PDF)**

*Publication year / Godina izdavanja:* **2020**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:109:153354>

*Rights / Prava:* [Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International/Imenovanje-Nekomercijalno-Bez prerada 4.0 međunarodna](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-15**

REPOZITORIJ

PTF OS

PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the Faculty of Food Technology Osijek](#)



# 12<sup>th</sup> hranom do zdravlja with food to health



Proceedings of the 12<sup>th</sup> International  
Scientific and Professional Conference  
WITH FOOD TO HEALTH

---

Zbornik radova s 12. međunarodnog  
znanstveno-stručnog skupa  
HRANOM DO ZDRAVLJA



<i>Faculty of Food Technology Osijek (University of Osijek, Croatia)</i>	/	Prehrambeno-tehnoški fakultet Sveučilišta u Osijeku
<i>Faculty of Technology (University of Tuzla, B&amp;H)</i>	/	Tehnološki fakultet Univerziteta u Tuzli (BiH)
<i>Faculty of Pharmacy (University of Tuzla, B&amp;H)</i>	/	Farmaceutski fakultet Univerziteta u Tuzli (BiH)
<i>Association for Nutrition and Dietetics (B&amp;H)</i>	/	Udruženje za nutricionizam i dijetetiku (BiH)
<i>Croatian Association of Nutritionists</i>	/	Hrvatski zbor nutricionista
<i>Faculty of Chemistry and Technology (University of Split, Croatia)</i>	/	Kemijsko-tehnoški fakultet Sveučilišta u Splitu
<i>Faculty of Food Technology and Biotechnology (University of Zagreb, Croatia)</i>	/	Prehrambeno-biotehnoški fakultet Sveučilišta u Zagrebu
<i>Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek (University of Osijek, Croatia)</i>	/	Fakultet agrobiotehničkih znanosti Sveučilišta u Osijeku
<i>Polytechnic in Požega (Croatia)</i>	/	Veučilište u Požegi
<i>European Hygienic Engineering &amp; Design Group – EHEDG (Germany)</i>	/	European Hygienic Engineering & Design Group – EHEDG (Njemačka)
<i>ISEKI – Food Association (IFA) (Austria)</i>	/	ISEKI – Food Association (IFA) (Austrija)
<i>Croatian Agency for Agriculture and Food</i>	/	Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu
<i>Faculty of Agriculture and Food Technology (University of Mostar, B&amp;H)</i>	/	Agronomski i prehrambeno-tehnoški fakultet Sveučilišta u Mostaru (BiH)
<i>Department of Biology (University of Osijek, Croatia)</i>	/	Odjel za Biologiju Sveučilišta u Osijeku
<i>Faculty of Tourism and Hospitality Management Opatija (University of Rijeka, Croatia)</i>	/	Fakultet za menadžment u turizmu i ugostiteljstvu Opatija
<i>Croatian Society of Nutritionists and Dietitians</i>	/	Hrvatsko društvo nutricionista i dijetetičara
<i>Chamber of Pharmacists of Tuzla Canton (Tuzla, B&amp;H)</i>	/	Komora magistara farmacije Tuzlanskog kantona (BiH)
<i>Andrija Štampar – Association of People's Health</i>	/	Udruga narodnog zdravlja Andrija Štampar

## PROCEEDINGS / ZBORNIK RADOVA

12<sup>th</sup> International Scientific and Professional Conference

*WITH FOOD TO HEALTH*

October 24<sup>th</sup> and 25<sup>th</sup> 2019, Osijek, Croatia

12. međunarodni znanstveno-stručni skup

*HRANOM DO ZDRAVLJA*

24. i 25. listopada 2019., Osijek, Hrvatska

**12** hranom  
do zdravlja  
with  
food  
to health

Osijek and / i Tuzla, 2020.



<b>PROCEEDINGS</b>	<i>12<sup>th</sup> International Scientific and Professional Conference WITH FOOD TO HEALTH</i>
<b>ZBORNIK RADOVA</b>	12. međunarodni znanstveno-stručni skup HRANOM DO ZDRAVLJA
<b>Published by / Izdavači</b>	<i>Faculty of Food Technology Osijek (University of Osijek) and Faculty of Technology (University of Tuzla)</i> Prehrambeno-tehnološki fakultet Sveučilišta u Osijeku i Tehnološki fakultet Univerziteta u Tuzli
<b>Editors / Urednici</b>	Đurđica Ačkar, Jurislav Babić, Midhat Jašić, Drago Šubarić
<b>Executive Editor / Izvršni urednik</b>	Antun Jozinović
<b>Cover page design / Dizajn naslovnice</b>	Studio HS internet d.o.o., Osijek, Croatia / Hrvatska
<b>Organising Committee / Organizacijski odbor</b>	Jurislav Babić ( <i>chairman</i> / predsjednik), Drago Šubarić ( <i>vice-chairman</i> / zamjenik predsjednika), Midhat Jašić ( <i>vice-chairman</i> / zamjenik predsjednika), Đurđica Ačkar, Damir Alihodžić, Almir Azabagić, Ana-Marija Cikoš, Aneda Cipurković, Daniela Čačić Kenjerić, Jelena Đugum, Ivana Flanjak, Ljubica Glavaš-Obrovac, Artur Gryszkin, Igor Jerković, Damir Ježek, Stela Jokić, Antun Jozinović ( <i>secretary</i> / tajnik), Vlatko Kopic, Tihomir Kovač, Greta Krešić, Ante Lončarić, Jelka Pleadin, Ivana Rukavina, Miralem Smajić, Martina Smolić, Marizela Šabanović, Silvija Šafranko, Antonija Šarić, Krunoslav Zmaić, Silva Wendling
<b>Scientific Committee / Znanstveni odbor</b>	Daniela Čačić Kenjerić ( <i>chairman</i> / predsjednica), Krunoslav Aladić, Ines Banjari, Sabina Begić, Marijana Blažić, Dora Bučan Nenadić, Ines Drenjančević, Lidija Jakobek Barron, Irena Keser, Mirela Kopjar, Olivera Koprivnjak, Blaženka Kos, Ljiljana Krstin, Kiril Lisichkov, Borislav Miličević, Maja Miškulin, Tihomir Moslavac, Benjamin Muhamedbegović, Mario Panjičko, Eva Pavić, Valentina Pavić, Anita Pichler, Vesna Rastija, Darja Sokolić, Anamarija Stanković, Aleksandra Tepić Horecki, Andrijana Včeva, Senka Vidović, Dubravka Vitali Čepo, Darija Vranešić Bender
<b>Honorary Committee / Počasni odbor</b>	Vladimir Andročec, Ivan Anušić, Sead Čatić, Krunoslav Dugalić, Josip Galić, Vlado Guberac, Boris Habrun, Nebojša Kojić, Helga Medić, Jure Mirat, Ivan Ostojić, Biljana Pajin, Dora Smolčić Jurdana, Mario Škrivanko, Marija Vučković, Ivan Vukoja, Željko Zubčić
<i>The Conference will be credited according to the ordinance of Croatian medical chamber.</i> Skup će biti bodovan sukladno pravilnicima Hrvatske liječničke komore.	
ISBN (Osijek): 978-953-7005-73-3 EAN (Osijek): 9789537005733 ISSN (Tuzla): 2232-9536	

Osijek and / i Tuzla, 2020.

**Supported by:**

**Uz potporu:**

*President of the Republic of  
Croatia Kolinda Grabar-  
Kitarović*

Predsjednica Republike  
Hrvatske Kolinda Grabar-  
Kitarović



*Ministry of Science and  
Education of the Republic of  
Croatia*

Ministarstvo znanosti  
i obrazovanja Republike  
Hrvatske



*Ministry of Agriculture of  
the Republic of Croatia*

Ministarstvo poljoprivrede  
Republike Hrvatske



*Ministry of Economy,  
Entrepreneurship and  
Crafts of the Republic of  
Croatia*

Ministarstvo gospodarstva,  
poduzetništva i obrta Republike  
Hrvatske



*Ministry of Health of the  
Republic of Croatia*

Ministarstvo zdravstva  
Republike Hrvatske



*Josip Juraj Strossmayer  
University of Osijek*

Sveučilište Josipa Jurja  
Strossmayera u Osijeku



*Croatian Academy of  
Engineering*

Akademija tehničkih znanosti  
Hrvatske



*Croatian Chamber of  
Economy*

Hrvatska gospodarska komora



*Osijek-Baranja County*

Osječko-baranjska županija



*City of Osijek*

Grad Osijek



***SUPPORTING PUBLICATIONS***

Croatian Journal of Food Science and  
Technology (CJFST)  
Food in Health and Disease: Scientific-  
Professional Journal of Nutrition and Dietetics  
Southeastern European Medical Journal  
(SEEMEDJ)

***SPONSORS******GOLDEN***

AlphaChrom d.o.o., Croatia

***SILVER***

Shimadzu d.o.o., Croatia  
Croatian Veterinary Institute Zagreb, Croatia  
CROTEH d.o.o., Croatia

***BRONZE***

Ledo d.d., Croatia  
Ljekarne srce, Croatia  
Vita Lab Nova d.o.o., Croatia  
Kemolab d.o.o., Croatia  
Labena d.o.o., Croatia  
V.I.A. – lab d.o.o., Croatia

***OTHER SPONSORS AND DONORS***

Kobis d.o.o., Croatia  
Croatian Chamber of Economy, Croatia  
Croatia osiguranje d.d., Croatia  
Belje d.d., Croatia  
Studenac d.o.o., Croatia  
Pivovara Osijek d.o.o., Croatia  
Polytechnic in Požega, Croatia  
Karolina d.o.o., Croatia  
Kandit d.o.o., Croatia  
Vupik plus d.o.o., Croatia  
Misna vina d.o.o., Croatia  
TRS winery Ilok, Croatia  
Tourist Board of Osijek-Baranja County,  
Croatia  
Wine shop Vinita, Croatia

***PODUPIRUĆI ČASOPISI***

Croatian Journal of Food Science and  
Technology (CJFST)  
Hrana u zdravlju i bolesti: znanstveno-stručni  
časopis za nutricionizam i dijetetiku  
Southeastern European Medical Journal  
(SEEMEDJ)

***SPONZORI******ZLATNI***

AlphaChrom d.o.o., Hrvatska

***SREBRNI***

Shimadzu d.o.o., Hrvatska  
Hrvatski veterinarski institut Zagreb, Hrvatska  
CROTEH d.o.o., Hrvatska

***BRONČANI***

Ledo d.d., Hrvatska  
Ljekarne srce, Hrvatska  
Vita Lab Nova d.o.o., Hrvatska  
Kemolab d.o.o., Hrvatska  
Labena d.o.o., Hrvatska  
V.I.A. – lab d.o.o., Hrvatska

***OSTALI SPONZORI I DONATORI***

Kobis d.o.o., Hrvatska  
Hrvatska gospodarska komora, Hrvatska  
Croatia osiguranje d.d., Hrvatska  
Belje d.d., Hrvatska  
Studenac d.o.o., Hrvatska  
Pivovara Osijek d.o.o., Hrvatska  
Veleučilište u Požegi, Hrvatska  
Karolina d.o.o., Hrvatska  
Kandit d.o.o., Hrvatska  
Vupik plus d.o.o., Hrvatska  
Misna vina d.o.o., Hrvatska  
TRS vinarija Ilok, Hrvatska  
Turistička zajednica Osječko-baranjske županije,  
Hrvatska  
Vinoteka Vinita, Hrvatska

### ***EXHIBITORS***

AlphaChrom d.o.o., Croatia  
Shimadzu d.o.o., Croatia  
Croatian Veterinary Institute Zagreb, Croatia  
CROTEH d.o.o., Croatia  
Ledo d.d., Croatia  
Ljekarne srce, Croatia  
Vita Lab Nova d.o.o., Croatia  
Kemolab d.o.o., Croatia  
Labena d.o.o., Croatia  
V.I.A. – lab d.o.o., Croatia  
Kobis d.o.o., Croatia  
Croatian Chamber of Economy, Croatia  
Primalab d.o.o., Croatia  
Kefo d.o.o., Croatia  
Ru-Ve d.o.o., Croatia  
KFC Gida A.S., Turkey  
OGI d.o.o., Croatia

### **IZLAGAČI**

AlphaChrom d.o.o., Hrvatska  
Shimadzu d.o.o., Hrvatska  
Hrvatski veterinarski institut Zagreb, Hrvatska  
CROTEH d.o.o., Hrvatska  
Ledo d.d., Hrvatska  
Ljekarne srce, Hrvatska  
Vita Lab Nova d.o.o., Hrvatska  
Kemolab d.o.o., Hrvatska  
Labena d.o.o., Hrvatska  
V.I.A. – lab d.o.o., Hrvatska  
Kobis d.o.o., Hrvatska  
Hrvatska gospodarska komora, Hrvatska  
Primalab d.o.o., Hrvatska  
Kefo d.o.o., Hrvatska  
Ru-Ve d.o.o., Hrvatska  
KFC Gida A.S., Turska  
OGI d.o.o., Hrvatska



*All pieces of information provided in this PROCEEDINGS are the sole responsibility of the authors of the manuscripts. Publishers are not responsible for any use that might be made of the data appearing in this document. Also, publishers shall not be liable for any errors that are found in the works of authors.*

Sadržaj radova u ovom ZBORNIKU RADOVA isključiva je odgovornost autora. Izdavač nije odgovoran za upotrebu podataka objavljenih u cjelovitim radovima, greške i sl.



## Table of Contents / Sadržaj

<b>NUTRITION / NUTRICIONIZAM</b>	<b>1</b>
<b>Energetska i nutritivna vrijednost obroka u dječjim vrtićima grada Varaždina / Energy and nutritive value of meals in kindergartens in Varaždin</b> <i>Petra Lončarić, Irena Keser</i>	<b>3</b>
<b>Prehrambene navike i stavovi o prehrani učenika četvrtih razreda osnovnih škola grada Varaždina / Dietary habits and attitudes towards nutrition of fourth grade primary school pupils in the city of Varaždin</b> <i>Karmen Kokot, Daniela Kenjerić</i>	<b>15</b>
<b>Astaksantin i zaštita kože / Astaxantin and skin protection</b> <i>Diana Podvorac, Marizela Šabanović, Una Suljić</i>	<b>31</b>
<b>The relationship between processed food dietary pattern and depression in adults</b> <i>Tamara Sorić, Dunja Molnar, Ivan Dolanc, Luka Bočkor, Jelena Šarac, Miran Čoklo</i>	<b>41</b>
<b>Seasonal evaluation of children's kindergarten vegan meals</b> <i>Kristina Tušek, Ivana Bečić, Jasenka Gajdoš Kljusović</i>	<b>53</b>
<b>DIETETICS AND DIET THERAPY / DIJETETIKA I DIJETOTERAPIJA</b>	<b>61</b>
<b>Senilna makularna degeneracija i dijeta / Age related macular degeneration and diet</b> <i>Suzana Nikolić-Pavljajšević, Marizela Šabanović</i>	<b>63</b>
<b>FUNCTIONAL FOOD AND DIETARY SUPPLEMENTS / FUNKCIONALNA HRANA I DODACI PREHRANI</b>	<b>75</b>
<b>Utjecaj zaslađivača i sirovinskog sastava na glikemijski indeks i prihvatljivost različitih vrsta keksa / The effect of sweeteners and raw materials on the glycaemic index and the acceptability of the different kinds of biscuits</b> <i>Melisa Oraščanin, Edina Šertović, Emina Omeragić, Lejla Dervišević</i>	<b>77</b>
<b>Influence of natural antioxidants on color and fat stability in system of nitrite low organic cooked sausages</b> <i>Dragan Vujadinović, Milan Vukić, Marko Ivanović, Ardea Milidrag, Vladimir Tomović</i>	<b>85</b>
<b>FOOD ANALYSIS / ANALIZA HRANE</b>	<b>103</b>
<b>Comparative analysis of conjugated linoleic acid content in cow, sheep and goat milk</b> <i>Mila Arapčeska, Jovanka Tuteska, Zehra Hajrulai-Musliu, Risto Uzunov</i>	<b>105</b>
<b>Mikrobiološka kontaminacija sira u krišci / Microbiological contamination of cheese in slice</b> <i>Senita Isaković, Enver Karahmet, Almir Toroman, Edin Šatrović</i>	<b>113</b>
<b>Senzorska i mikrobiološka ocjena ribe / Sensory and microbiological assessment of fish</b> <i>Enver Karahmet, Senita Isaković, Almir Toroman</i>	<b>121</b>
<b>AUTHOR INDEX / KAZALO AUTORA</b>	<b>127</b>
<b>SPONSORS, DONORS AND EXHIBITORS / SPONZORI, DONATORI I IZLAGAČI</b>	<b>131</b>

*NUTRITION /*  
**NUTRICIONIZAM**



## ENERGETSKA I NUTRITIVNA VRIJEDNOST OBROKA U DJEČJIM VRTIĆIMA GRADA VARAŽDINA

### ENERGY AND NUTRITIVE VALUE OF MEALS IN KINDERGARTENS IN VARAŽDIN

**Petra Lončarić, Irena Keser\***

*Sveučilište u Zagrebu, Prehrambeno-biotehnološki fakultet,*

*Pierottijeva 6, 10000 Zagreb, Hrvatska*

*\*ikeser@pbf.hr*

*izvorni znanstveni rad / original scientific paper*

#### SAŽETAK

Pravilna prehrana je naročito važna u fazama intenzivnog rasta i razvoja. S obzirom da djeca koja pohađaju dječji vrtić tamo provode 8 – 10 sati dnevno, prehrana u takvim ustanovama mora biti odgovarajuće kvalitete. Cilj ovoga rada je bio utvrditi energetska i nutritivna vrijednost jelovnika u gradskim i privatnim dječjim vrtićima te procijeniti usklađenost energetske i nutritivne vrijednosti jelovnika s preporukama. Udio energije, makro- i mikronutrijenata uglavnom zadovoljava potrebe djece u dobi 1 – 3 godine, dok je za djecu u dobi 4 – 6 godina nezadovoljavajući. Statistički značajna razlika između gradskog i privatnog dječjeg vrtića je utvrđena u sadržaju ugljikohidrata ( $p=0,003$ ), prehrambenih vlakana ( $p=0,002$ ), fosfora ( $p=0,033$ ), željeza ( $p<0,001$ ) i vitamina B<sub>3</sub> ( $p=0,008$ ). Količina voća, mesa, mlijeka i mliječnih proizvoda te žitarica i proizvoda od žitarica se statistički značajno razlikovala između gradskog i privatnog dječjeg vrtića. Količina žitarica i proizvoda od žitarica je veća u gradskom dječjem vrtiću, a količina voća, mesa te mlijeka i mliječnih proizvoda je veća u privatnom dječjem vrtiću. Da bi jelovnici bili prikladni i za djecu dobi 4 – 6 godina potrebne su korekcije jelovnika povećanjem količine postojećih namirnica i uvođenjem novih namirnica kao što su orašasti plodovi, sjemenke i neke vrste mahunarki.

*Ključne riječi:* dječji vrtić, energetska i nutritivna vrijednost, makro- i mikronutrijenti, jelovnici

*Keywords:* kindergarten, energy and nutritive value, macro- and micronutrients, kindergarten menus

## UVOD

Pravilna prehrana je važna u svakoj fazi života, a naročito u fazama intenzivnog rasta i razvoja (Jaklin Kekez, 2007). To su periodi djetinjstva i adolescencije u kojima osim što dolazi do fizičkog rasta, dolazi i do socijalnih, kognitivnih te emocionalnih promjena. Upravo je u tim fazama života posebno važno obratiti pozornost na kvantitetu, ali i kvalitetu prehrane kako bi prevenirali, odnosno smanjili rizik od pojave kroničnih nezaznih bolesti (osteoporoza, dijabetes, kardiovaskularne bolesti), čija se pojava veže uz nepravilnu prehranu, nedostatak tjelesne aktivnosti te način života (npr. pušenje) (Expert Panel on Integrated Guidelines for Cardiovascular Health and Risk Reduction in Children and Adolescents, 2011).

Zbog ubrzanog načina života sve je rjeđa priprema jela kod kuće sa svježim i sezonskim namirnicama, a sve češće se djeci serviraju polugotovi ili gotovi industrijski proizvodi koji sadrže visoke udjele soli, zasićenih masnih kiselina, rafiniranih šećera i aditiva. To je posebno važno izbjeći u najranijoj dobi jer prehrambene navike koje djeca usvoje u djetinjstvu će primjenjivati i kasnije u životu (Benjamin Neelon i Briley, 2011).

S obzirom da djeca koja pohađaju dječji vrtić tamo provode u prosjeku 8 – 10 sati dnevno, važno je da prehrana u takvim ustanovama bude odgovarajuće kvalitete, kako bi zadovoljila određeni dio njihovih energetske i nutritivne potrebe za adekvatan rast i razvoj. Stoga se prehrana djece u dječjim vrtićima provodi prema preporučenom dnevnom unosu energije i hranjivih tvari Programa zdravstvene zaštite djece, higijene i pravilne prehrane djece u dječjim vrtićima (Narodne novine 105/02; 55/06; 121/07), sukladno Zakonu o predškolskom odgoju i obrazovanju (Narodne novine 10/97; 107/07; 94/13) koje je donijelo Ministarstvo zdravstva i socijalne skrbi.

Cilj ovoga rada je bio utvrditi prosječnu energetske i nutritivne vrijednosti jelovnika u gradskim i privatnim dječjim vrtićima grada Varaždina te procijeniti usklađenost jelovnika s preporučenim energetske i nutritivne vrijednostima za planiranje vrtićke prehrane.

## MATERIJALI I METODE

### *Prikupljanje jelovnika*

U procjeni energetske i nutritivne vrijednosti jelovnika dječjih vrtića, što je i cilj ovog rada, sudjelovalo je osam gradskih dječjih vrtića i jedan privatni dječji vrtić koji su smješteni na području grada Varaždina. Svi jelovnici i potrebni podaci o pripremi hrane te podaci o količini hrane koja se koristi za pripremu jela i koja se servira dobiveni su od strane zdravstvene voditeljice u gradskim dječjim vrtićima, te od ravnateljice i glavne kuharice u privatnom dječjem vrtiću.

Analiza jelovnika se u gradskim dječjim vrtićima i u privatnom dječjem vrtiću provodila tijekom dva mjeseca, i to jedan mjesec u zimskom periodu (20 radnih dana) te jedan mjesec u proljetnom periodu (23 radna dana).

Svih osam gradskih dječjih vrtića ima isti jelovnik, jer postoji jedna centralna kuhinja u kojoj se pripremaju jela te se pripremljena jela iz centralne kuhinje

dostavljaju dalje prema svim gradskim vrtićima. Jela se pripremaju za 818 djece u dobi od jedne do šest godina te im se servira 4 obroka – doručak, užina 1, ručak i užina 2. Za razdoblje od navedena dva mjeseca za gradske dječje vrtiće je ukupno analizirano 43 jelovnika, što znači da u navedenom periodu nije došlo do ponavljanja istog jelovnika tijekom više dana.

Privatni dječji vrtić posjeduje vlastitu kuhinju, što omogućava pripremu hrane prilagođenu dobi i specifičnim potrebama djece. Pripremaju jela za 160 djece, te imaju servirana 3 obroka – doručak, ručak i užinu, dok je jutarnja, odnosno poslijepodnevna užina osigurana za djecu koja borave u vrtiću od 6 h ili ostaju u vrtiću nakon 16:30 h te se ona ne navodi kao posebni obrok na jelovniku. Za razdoblje od navedena dva mjeseca za privatni dječji vrtić su ukupno analizirana 42 jelovnika (jedan jelovnik se ponavlja dva puta u analiziranom periodu).

#### *Izračun energetske i nutritivne vrijednosti*

Kako bi se mogli analizirati prikupljeni jelovnici te odrediti njihova energetska i nutritivna vrijednost, bili su potrebni normativi, odnosno recepture složenih jela, te servirane količine već gotovih jela koja se ne pripremaju u kuhinjama poput namaza, salama i sl. Normativi složenih jela, odnosno količine gotovih jela su izraženi po jednom djetetu (Tablica 1).

**Tablica 1.** Primjer normativa za griz na mlijeku s čokoladom

**Table 1.** Example of normative for semolina with milk and chocolate

Namirnica	Količina (g) po djetetu
Mlijeko, 2,8 % m.m.	250
Pšenična krupica	40
Šećer	10
Čokolada	5

Prikupljeni podaci su obrađeni u programu "Prehrana" (Infosistem d.d., Zagreb), koji predstavlja bazu podataka s kemijskim sastavom namirnica, pomoću kojeg je izračunata energetska i nutritivna vrijednost svakog pojedinog obroka.

Parametri koji su analizirani za postojeće jelovnike su energija, proteini, ugljikohidrati, prehrambena vlakna, masti, zasićene masne kiseline, jednostruko i višestruko nezasićene masne kiseline, kolesterol, mineralne tvari: natrij, kalij, kalcij, magnezij, fosfor, željezo i cink, te vitamin A, vitamin B<sub>1</sub>, vitamin B<sub>2</sub>, vitamin B<sub>3</sub>, vitamin B<sub>6</sub> i vitamin C.

#### *Statistička obrada podataka*

Dobivene vrijednosti u programu "Prehrana" za analizirane parametre su statistički obrađene u programu Microsoft Office Excel 2007. Statistička obrada uključuje izračun srednje vrijednosti te standardne devijacije za svaki parametar te Studentov



t-test za usporedbu parametara između gradskog i privatnog dječjeg vrtića. Statistička značajnost utvrđena je na razini  $p < 0,05$ .

## REZULTATI I RASPRAVA

Cilj rada je bio utvrditi prosječnu energetska i nutritivna vrijednost jelovnika u gradskim i privatnim dječjim vrtićima grada Varaždina te procijeniti usklađenost jelovnika, odnosno energetske i nutritivne vrijednosti s postojećim preporukama za planiranje vrtićke prehrane.

Tablica 2 prikazuje prosječnu dnevnu energetska i nutritivna vrijednost jelovnika po jednom djetetu u gradskom i privatnom dječjem vrtiću. Statistički značajna razlika je utvrđena u sadržaju ugljikohidrata i prehrambenih vlakana, mineralnih tvari: fosfora i željeza, te vitamina B<sub>3</sub> između gradskog i privatnog dječjeg vrtića. Veći sadržaj ugljikohidrata utvrđen je u jelovnicima privatnoga vrtića, no sadržaj vlakana je veći u jelovnicima gradskog vrtića. Fosfor i željezo su također u većim količinama prisutni u jelovnicima gradskih vrtića, kao i vitamin B<sub>3</sub>. Veći sadržaj ugljikohidrata u jelovnicima privatnog dječjeg vrtića se može objasniti većom zastupljenošću žitarica i proizvoda od žitarica, posebno pšenične krupice i heljde, koje su rijetko zastupljene u jelovnicima gradskih dječjih vrtića. No, u gradskim dječjim vrtićima se djeci servira raženi kruh, u odnosu na polubijeli kruh u privatnom dječjem vrtiću, što i doprinosi većem unosu prehrambenih vlakana u gradskim dječjim vrtićima. Veći sadržaj vitamina B<sub>3</sub>, željeza i fosfora u jelovnicima gradskih dječjih vrtića se objašnjava većom zastupljenošću mahunarki i jaja, koje su izvori navedenih nutrijenata.

Energetska i prehrambena vrijednost obroka je ispitana i u dječjim vrtićima grada Zagreba (Jagić i sur., 2011). U devet gradskih dječjih vrtića prosječna energetska vrijednost iznosi 1261,45 kcal, prosječna vrijednost za proteine je 49,73 g, za masti je 43,65 g, a za ugljikohidrate 167,42 g. U šest privatnih dječjih vrtića prosječna energetska vrijednost je 1227,71 kcal, prosječna vrijednost za proteine iznosi 48,9 g, za masti je 42,54 g, a za ugljikohidrate 162,35 g (Jagić i sur., 2011). Prosječne vrijednosti za energiju i makronutrijente u dječjim vrtićima grada Zagreba su veće od prosječnih vrijednosti utvrđenih u ovom istraživanju, te su u skladu s preporukama.

Analiza jelovnika u dječjim vrtićima u Poljskoj je pokazala sljedeće prosječne vrijednosti za vitamine – vitamin A 252,2 µg, vitamin B<sub>1</sub> 0,9 mg, vitamin B<sub>2</sub> 1,1 mg, vitamin B<sub>3</sub> 10,3 mg, vitamin B<sub>6</sub> 1,5 mg i vitamin C 98,3 mg (Myszkowska-Ryciak i Harton, 2018). Uspoređujući ove vrijednosti s rezultatima ovoga rada, samo je količina vitamina A manja u jelovnicima poljskih vrtića, dok su količine svih ostalih vitamina veće u odnosu na količine vitamina u jelovnicima varaždinskih vrtića. Što se tiče prosječnih vrijednosti za mineralne tvari u poljskim vrtićima, za natrij iznosi 2118,2 mg, kalij 2443,8 mg, kalcij 452,8 mg, magnezij 201,0 mg, fosfor 793,6 mg, željezo 6,5 mg i cink 5,8 mg. Prosječne vrijednosti za natrij, kalij, magnezij, fosfor, željezo i cink su veće u poljskim vrtićima, dok je prosječna vrijednost za kalcij približno jednaka kao i u varaždinskim vrtićima.

**Tablica 2.** Prosječna dnevna energetska i nutritivna vrijednost jelovnika u gradskom i privatnom dječjem vrtiću ( $\bar{x} \pm SD$ )

**Table 2.** Average daily energy and nutritive value of menus in public and private kindergartens ( $\bar{x} \pm SD$ )

Parametri	Gradski vrtići (n=43)	Privatni vrtić (n=42)	p-vrijednost
Energija (kcal)	871,5 ± 138,5	899,1 ± 105,9	0,302
Proteini (g)	36,6 ± 7,0	34,2 ± 5,4	0,210
Masti (g)	29,4 ± 8,4	29,1 ± 8,0	0,852
Zasićene masne kiseline (g)	11,0 ± 3,9	11,7 ± 4,5	0,440
Jednostruko nezasićene masne kiseline (g)	8,2 ± 3,2	7,9 ± 3,5	0,756
Višestruko nezasićene masne kiseline (g)	6,6 ± 2,3	5,7 ± 1,9	0,053
Kolesterol (mg)	79,5 ± 54,2	67,5 ± 25,1	0,194
Ugljikohidrati (g)	119,0 ± 17,3	130,4 ± 16,7	0,003*
Prehrambena vlakna (g)	11,6 ± 3,6	9,4 ± 3,1	0,002*
Natrij (mg)	846,2 ± 237,2	796,8 ± 288,4	0,387
Kalij (mg)	1505,8 ± 519,3	1507,8 ± 466,5	0,985
Kalcij (mg)	416,4 ± 166,2	428,5 ± 164,2	0,737
Magnezij (mg)	76,4 ± 34,8	88,6 ± 42,6	0,149
Fosfor (mg)	620,8 ± 181,4	542,1 ± 154,2	0,033*
Željezo (mg)	5,3 ± 1,5	3,9 ± 1,2	<0,001*
Cink (mg)	1,7 ± 0,6	1,8 ± 0,5	0,609
Vitamin A (µg RE)	386,2 ± 219,6	329,5 ± 247,6	0,265
Vitamin B <sub>1</sub> (mg)	0,5 ± 0,1	0,4 ± 0,2	0,071
Vitamin B <sub>2</sub> (mg)	0,7 ± 0,3	0,7 ± 0,2	0,935
Vitamin B <sub>3</sub> (mg)	6,5 ± 2,4	5,2 ± 2,1	0,008*
Vitamin B <sub>6</sub> (mg)	0,6 ± 0,2	0,8 ± 0,4	0,064
Vitamin C (mg)	67,0 ± 45,5	72,5 ± 33,5	0,527

\*statistički značajno na razini  $p < 0,05$

U SAD-u je provedena longitudinalna studija s 53 djece te je kod djece u dobi od pet godina utvrđen prosječan dnevni unos energije od  $1710 \pm 348$  kcal za dječake te nešto manji unos za djevojčice,  $1568 \pm 493$  kcal. Prosječan unos kolesterola je bio  $164 \pm 75$  mg za dječake, te  $168 \pm 96$  mg za djevojčice, što je znatno veće od količine kolesterola u jelovnicima varaždinskih vrtića. Prosječan unos vitamina A kod dječaka je iznosio  $728 \pm 357$   $\mu$ g, a kod djevojčica  $772 \pm 341$   $\mu$ g, što je iznad preporučenih RDA vrijednosti (400/500  $\mu$ g) te su vrijednosti za vitamin A znatno veće nego u varaždinskim vrtićima. Kod dječaka je utvrđen unos kalcija od  $968 \pm 340$  mg, a kod djevojčica  $751 \pm 343$  mg, što zadovoljava preporuke, dok je količina kalcija u jelovnicima varaždinskih vrtića dvostruko manja (Carruth i Skinner, 2001). Tablice 3 i 4 prikazuju udio preporučenog unosa energije te makro- i mikronutrijenata s obzirom na dob u gradskom i privatnom dječjem vrtiću. Prema "Programu zdravstvene zaštite djece, higijene i pravilne prehrane djece u dječjim vrtićima" obroci u vrtiću bi trebali zadovoljiti 75 % od preporučenog dnevnog energetskeg i nutritivnog unosa. U gradskim vrtićima za djecu dobi od 1 do 3 godine udio energije je nešto niži od preporuka ( $67,1 \pm 11,5$  %), dok je udio energije za stariju djecu dobi od 4 do 6 godina znatno niži od preporuka te nezadovoljavajući ( $50,3 \pm 8,7$  %). Udio proteina u jelovniku je previsok za djecu dobi od 1 do 3 godine ( $95,8 \pm 18,6$  %) jer zadovoljava gotovo cjelodnevnu potrebu za proteinima, dok je za djecu dobi 4 – 6 godina u skladu s preporukama ( $71,8 \pm 13,9$  %). Udio masti je premalen za djecu dobi 4 – 6 godina ( $51,2 \pm 14,7$  %), dok je za djecu dobi 1 – 3 godine u skladu s preporukama ( $67,7 \pm 19,4$  %), no za tu dob je previsok udio zasićenih masnih kiselina ( $84,3 \pm 29,9$  %), koje je poželjno smanjiti. Ugljikohidrati su preniski za djecu dobi 4 – 6 godina ( $54,1 \pm 7,9$  %) te je poželjno povećati njihov udio, dok je udio vlakana za djecu te dobi u skladu s preporukama, no previsok je za djecu dobi 1 – 3 godine ( $89,6 \pm 27,4$  %), što se ne preporuča zbog mogućeg nadimanja i bolova u trbuhu (Kranz i sur., 2012). Udio natrija, kalija i fosfora je znatno veći od preporučenog za obje dobne skupine, a udio kalcija, željeza i posebno cinka premalen kod obje dobne skupine. Vitamin A je nešto niži od preporuka u obje dobne skupine, no treba pripaziti na njegov unos zbog mogućeg toksičnog djelovanja u previsokim količinama (Colić Barić i Šatalić, 2013). Vitamin B<sub>6</sub> i vitamin C su zastupljeni u prevelikim količinama, no zbog njihove topljivosti u vodi i lakog izlučivanja iz organizma ako su prisutni u prevelikim količinama, to ne bi trebalo uzrokovati probleme u organizmu (Colić Barić i Šatalić, 2013).

U privatnom vrtiću za djecu dobi od 1 do 3 godine udio energije je u skladu s preporukama ( $74,9 \pm 8,8$  %), dok je udio za djecu dobi od 4 do 6 godina nešto viši nego u gradskom vrtiću, no još uvijek premalen u odnosu na preporuku ( $56,2 \pm 6,6$  %). Udio proteina je previsok za djecu dobi 1 – 3 godine ( $91,3 \pm 14,4$  %), dok je za djecu dobi 4 – 6 godina nešto niži od preporuka, no zadovoljavajući ( $68,4 \pm 10,8$  %). Udio masti je prenizak za djecu dobi od 4 do 6 godina ( $50,6 \pm 13,9$  %), za djecu dobi 1 – 3 godine je nešto niži od preporuka ( $66,9 \pm 18,4$  %), međutim za tu dob je previsok udio zasićenih masnih kiselina ( $89,7 \pm 34,2$  %). Udio ugljikohidrata ( $59,3 \pm 7,6$  %) i prehrambenih vlakana ( $55,0 \pm 18,5$  %) je prenizak za djecu dobi 4 – 6 godina, a za djecu dobi 1 – 3 godine je udio i ugljikohidrata ( $79,0 \pm 10,1$  %) i

prehrambenih vlakana ( $71,9 \pm 24,2$  %) relativno zadovoljavajući i neznatno odstupa od preporuka. Udjeli natrija, kalija i fosfora su značajno veći od preporučenih u obje dobne skupine te magnezija za djecu dobi 1 – 3 godine, a željezo značajno manje od preporučenih vrijednosti u obje dobne skupine, te su kalcij i cink manji za djecu dobi 4 – 6 godina. Vitamin A je nizak u obje dobne skupine, vitamini B<sub>1</sub> i B<sub>3</sub> su znatno niži od preporučenih vrijednosti za djecu dobi 4 – 6 godina, vitamin B<sub>2</sub> je znatno veći od preporuka za djecu dobi 1 – 3 godine, a vitamin B<sub>6</sub> i vitamin C značajno veći od preporuka u obje dobne skupine.

**Tablica 3.** Udio preporučenog unosa za energiju, makro- i mikronutrijente u gradskom dječjem vrtiću s obzirom na dob ( $\bar{x} \pm SD$ )

**Table 3.** Share of recommended intake for energy, macro- and micronutrients in public kindergarten according to age ( $\bar{x} \pm SD$ )

Parametri	Djeca	Djeca
	1 – 3 godine	4 – 6 godina
Energija (% preporuke)	67,1 ± 11,5	50,3 ± 8,7
Proteini (% preporuke)	95,8 ± 18,6	71,8 ± 13,9
Masti (% preporuke)	67,7 ± 19,4	51,2 ± 14,7
Zasićene masne kiseline (% preporuke)	84,3 ± 29,9	60,9 ± 21,6
Ugljikohidrati (% preporuke)	72,1 ± 10,5	54,1 ± 7,9
Prehrambena vlakna (% preporuke)	89,6 ± 27,4	68,5 ± 20,9
Natrij (% preporuke)	282,1 ± 79,1	206,4 ± 57,8
Kalij (% preporuke)	150,6 ± 51,9	107,6 ± 37,1
Kalcij (% preporuke)	69,4 ± 27,7	59,5 ± 23,7
Magnezij (% preporuke)	95,5 ± 43,5	63,6 ± 29,0
Fosfor (% preporuke)	124,2 ± 36,3	103,5 ± 30,2
Željezo (% preporuke)	65,8 ± 19,2	65,8 ± 19,2
Cink (% preporuke)	58,2 ± 20,4	34,9 ± 12,2
Vitamin A (% preporuke)	64,4 ± 36,6	55,2 ± 31,4
Vitamin B <sub>1</sub> (% preporuke)	78,7 ± 23,9	59,0 ± 17,9
Vitamin B <sub>2</sub> (% preporuke)	96,1 ± 36,7	74,8 ± 28,5
Vitamin B <sub>3</sub> (% preporuke)	93,3 ± 34,7	65,3 ± 24,3
Vitamin B <sub>6</sub> (% preporuke)	158,8 ± 58,4	127,0 ± 46,8
Vitamin C (% preporuke)	111,6 ± 75,8	95,7 ± 65,0

**Tablica 4.** Udio preporučenog unosa za energiju, makro- i mikronutrijente u privatnom dječjem vrtiću s obzirom na dob ( $\bar{x} \pm SD$ )

**Table 4.** Share of recommended intake for energy, macro- and micronutrients in private kindergarten according to age ( $\bar{x} \pm SD$ )

Parametri	Djeca 1 – 3 godine	Djeca 4 – 6 godina
Energija (% preporuke)	74,9 ± 8,8	56,2 ± 6,6
Proteini (% preporuke)	91,3 ± 14,4	68,4 ± 10,8
Masti (% preporuke)	66,9 ± 18,4	50,6 ± 13,9
Zasićene masne kiseline (% preporuke)	89,7 ± 34,2	64,8 ± 24,7
Ugljikohidrati (% preporuke)	79,0 ± 10,1	59,3 ± 7,6
Prehrambena vlakna (% preporuke)	71,9 ± 24,2	55,0 ± 18,5
Natrij (% preporuke)	265,6 ± 96,1	194,3 ± 70,3
Kalij (% preporuke)	150,8 ± 46,7	107,7 ± 33,3
Kalcij (% preporuke)	71,4 ± 27,4	61,2 ± 23,5
Magnezij (% preporuke)	110,7 ± 53,2	73,8 ± 35,5
Fosfor (% preporuke)	108,4 ± 30,8	90,3 ± 25,7
Željezo (% preporuke)	49,1 ± 14,9	49,1 ± 14,9
Cink (% preporuke)	60,4 ± 18,3	36,2 ± 11,0
Vitamin A (% preporuke)	54,9 ± 41,3	47,1 ± 35,4
Vitamin B <sub>1</sub> (% preporuke)	68,6 ± 27,0	51,5 ± 20,2
Vitamin B <sub>2</sub> (% preporuke)	96,7 ± 30,6	75,2 ± 23,8
Vitamin B <sub>3</sub> (% preporuke)	74,3 ± 30,7	52,0 ± 21,5
Vitamin B <sub>6</sub> (% preporuke)	191,3 ± 97,0	153,0 ± 77,6
Vitamin C (% preporuke)	120,8 ± 55,9	103,5 ± 47,9

U oba dječja vrtića, energija i većina nutrijenata uglavnom zadovoljavaju potrebe djece u dobi od 1 do 3 godine, dok je za djecu dobi 4 – 6 godina sadržaj znatno manji od preporučenih vrijednosti. Mlađa djeca imaju i manje potrebe za energijom te makro- i mikronutrijentima, stoga je lakše zadovoljiti njihove potrebe, nego potrebe starije djece budući da se djeci serviraju jednake količine hrane bez obzira na njihovu dob.

Ispitivanjem kakvoće obroka u predškolskim ustanovama grada Šibenika u razdoblju od 2002. do 2007. godine je utvrđen sadržaj energije od 1105,91 ±

125,44 kcal, što zadovoljava  $82,25 \pm 9,33$  % preporučene vrijednosti, sadržaj proteina od  $43,56 \pm 4,63$  g, što zadovoljava  $87,46 \pm 9,00$  % preporučenih vrijednosti, sadržaj masti od  $39,35 \pm 6,19$  g, odnosno  $77,27 \pm 13,71$  % preporuke te  $152,89 \pm 13,92$  g ugljikohidrata, čime je zadovoljeno  $83,68 \pm 7,62$  % od preporučene vrijednosti (Čurin i Mrša, 2012). Možemo uočiti da su i energija i makronutrijenti u šibenskim vrtićima zastupljeni u većim količinama u odnosu na varaždinski privatni, a posebno u odnosu na varaždinske gradske vrtiće.

U Brazilu je provedeno istraživanje o dnevnom unosu mikronutrijenata u djece dobi od 1 do 4 godine koristeći 24-h duplikat dijetu, uključujući sve što su djeca konzumirala u dječjim vrtićima, ali i kod kuće. Rezultati su pokazali kako su kalcij i selen mikronutrijenti za koje je utvrđeno najveće odstupanje od preporuka, 50 % djece u dobi 1 – 3 godine i čak 93 % djece u dobi od 4 godine nije zadovoljilo preporučeni dnevni unos kalcija, te 42 % djece u dobi od 1 do 3 godine i 90 % djece u dobi od 4 godine nije zadovoljilo preporučeni dnevni unos selena. Utvrđen je i niski unos fosfora, 13 % djece u dobi 1 – 3 godine i samo 5 % djece u dobi od 4 godine su ostvarila adekvatan dnevni unos. S druge strane, unos natrija je previsok, 23 % djece u dobi 1 – 3 godine i 42 % djece u dobi od 4 godine je imalo viši unos natrija od preporučenog (Nogueira Leroux i sur., 2019).

Istraživanje koje je procijenjivalo prehranu djece predškolske dobi u mediteranskim zemljama (Grčka, Španjolska, Francuska, Portugal, Italija, Malta i Cipar) je utvrdilo kako je u većini zemalja visoka zastupljenost voća i povrća, ali i zaslađenih napitaka i slatkiša. Najveći udio energije i proteina dolazi uglavnom od konzumacije mliječnih proizvoda. Kod većine djece je utvrđen i previsok unos natrija. Kod 55 % djevojčica i 55,9 % dječaka koji žive u mediteranskim zemljama je utvrđeno da njihova prehrana nije u skladu s mediteranskim obrascem prehrane, koji uključuje mnoštvo voća, povrća, orašastih plodova, mahunarki, cjelovitih žitarica, ribe i maslinovog ulja, a ograničeni unos mesa, mlijeka i mliječnih proizvoda te šećera, što se povezuje s prekomjernom tjelesnom masom i pretilosti (Pereira da Silva i sur., 2016).

U Tablici 5 su prikazane prosječne količine pojedinih skupina namirnica iskazane u gramima na dan u gradskom i privatnom dječjem vrtiću. Statistički značajna razlika je utvrđena u količini voća, mesa, mlijeka i mliječnih proizvoda te žitarica i proizvoda od žitarica između gradskog i privatnog dječjeg vrtića. Količina voća, mesa te mlijeka i mliječnih proizvoda je veća u privatnom dječjem vrtiću, dok je količina žitarica i proizvoda od žitarica veća u gradskom dječjem vrtiću.

Mlijeko i mliječni proizvodi, voće te žitarice i proizvodi od žitarica su zastupljeni u najvećim količinama i u gradskom i u privatnom dječjem vrtiću, dok su mahunarke, meso, jaja i riba u oba dječja vrtića zastupljene u malim količinama, posebno količina mesa u gradskom vrtiću (Tablica 5). Među njemačkom djecom i adolescentima je provedeno istraživanje o unosu žitarica te je utvrđen ukupan unos žitarica između 130 i 310 g/dan. Otprilike pola konzumirane količine žitarica otpada na kruh, 68 – 145 g/dan. Unos cjelovitih žitarica je utvrđen u količini između 20 i 33 g/dan (Alexy i sur., 2010).

**Tablica 5.** Prosječna količina (g/dan) pojedinih skupina namirnica u gradskom i privatnom dječjem vrtiću ( $\bar{x} \pm SD$ )

**Table 5.** Average amount (g/day) of food groups in public and private kindergartens ( $\bar{x} \pm SD$ )

Skupina namirnica	Gradski vrtići (n=43)	Privatni vrtić (n=42)	p-vrijednost
Voće	119,6 ± 48,8	142,0 ± 45,4	0,030*
Povrće	65,6 ± 40,2	68,4 ± 32,0	0,724
Krumpir	42,0 ± 61,4	37,9 ± 46,5	0,727
Mahunarke	10,5 ± 16,4	5,8 ± 11,6	0,130
Meso	16,3 ± 23,1	41,5 ± 20,5	<0,001*
Jaje	3,8 ± 10,4	1,1 ± 1,8	0,103
Riba	10,0 ± 16,3	13,0 ± 24,9	0,508
Mlijeko i mliječni proizvodi	250,8 ± 137,1	308,7 ± 119,4	0,040*
Žitarice i proizvodi od žitarica	115,6 ± 26,1	100,8 ± 35,9	0,032*

\*statistički značajno na razini  $p < 0,05$

## ZAKLJUČAK

S obzirom na postavljene ciljeve istraživanja može se zaključiti da energetska i nutritivna vrijednost jelovnika u dječjim vrtićima uglavnom zadovoljava potrebe mlađe djece u dobi 1 – 3 godine, dok je za stariju djecu u dobi 4 – 6 godina energetska i nutritivna vrijednost nezadovoljavajuća te značajno odstupa od preporuka i u gradskom i u privatnom dječjem vrtiću. Razlog tome su jednake količine hrane koje se djeci nude bez obzira na dob te bi svakako starijoj djeci trebalo servirati nešto veće količine kako bi se za vrijeme boravka u vrtiću zadovoljio preporučeni unos od 75 % ukupnog dnevnog unosa energije i nutrijenata. Da bi jelovnici bili prikladni i za djecu dobi 4 – 6 godina potrebne su korekcije jelovnika povećanjem količine postojećih namirnica i uvođenjem novih namirnica kao što su orašasti plodovi, sjemenke i neke vrste mahunarki.

## LITERATURA

- Alexy, U., Zorn, C., Kersting, M. (2010): Whole grain in children's diet: intake, food sources and trends. *Eur. J. Clin. Nutr.*, 64(7), 745-751. 10.1038/ejcn.2010.94
- Benjamin Neelon, S.E., Briley, M.E., American Dietetic Association (2011): Position of the American Dietetic Association: Benchmarks for Nutrition in Child Care. *J. Am. Diet. Assoc.*, 111, 607-615.
- Carruth, B.R., Skinner, J.D. (2001): The role of dietary calcium and other nutrients in moderating body fat in preschool children. *Int. J. Obes.*, 25(4), 559-566. 10.1038/sj.ijo.0801562
- Colić Barić, I., Šatalić, Z. (2013): Znanost o prehrani. Udžbenik Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
- Ćurin, K., Mrša, R. (2012): Procjena kakvoće obroka u predškolskim ustanovama grada Šibenika. *Med. Jad.*, 42(1-2), 33-42.
- Expert Panel on Integrated Guidelines for Cardiovascular Health and Risk Reduction in Children and Adolescents, National Heart Lung and Blood Institute (2011): Expert panel on integrated guidelines for cardiovascular health and risk reduction in children and adolescents: summary report. *Pediatrics*, 128(5), S213-S256.
- Izmjene i dopune Programa zdravstvene zaštite djece, higijene i pravilne prehrane djece u dječjim vrtićima (2007) *Narodne novine* 121, Zagreb.
- Jagić, V., Bošnjir, J., Racz, A., Jelušić, S. (2011): Energetska i prehrambena vrijednost obroka u dječjim vrtićima grada Zagreba nakon uvođenja novih nacionalnih prehrambenih preporuka i standarda 2007. *Paediatr. Croat.*, 55, 11-16.
- Jaklin Kekez, A. (2007): Temeljne odrednice prehrane u vrtićima. U: Prehrambeni standard za planiranje prehrane djece u dječjem vrtiću – jelovnici i normativi (Vučemilović, Lj., Vujić Šisler, Lj., ured.). Hrvatska udruga medicinskih sestara, Zagreb, str. 15-20.
- Kranz, S., Brauchla, M., Slavin, J.L., Miller, K.B. (2012): What do we know about dietary fiber intake in children and health? The effects of fiber intake on constipation, obesity, and diabetes in children. *Adv. Nutr.*, 3, 47-53.
- Myszowska-Ryciak, J., Harton, A. (2018): Implementation of Dietary Reference Intake Standards in Preschool Menus in Poland. *Nutrients*, 10(5), 592. 10.3390/nu10050592



- Nogueira Leroux, I., Sacone da Silva Ferreira, A.P., Pollo Paniz, F., Ferreira da Silva, F., Santoz Luz, M., Lemos Batista, B., Marchioni, D.M., Kaneshiro Olympio, K.P. (2019): Brazilian preschool children attending day care centers show an inadequate micronutrient intake through 24-h duplicate diet. *J. Trace. Elem. Med. Biol.*, 54, 175-182. <https://doi.org/10.1016/j.jtemb.2019.04.001>
- Pereira da Silva, L., Rego, C., Pietrobelli, A. (2016): The Diet of Preschool Children in the Mediterranean Countries of the European Union: A Systematic Review. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 13(6), 572. [10.3390/ijerph13060572](https://doi.org/10.3390/ijerph13060572)

## **PREHRAMBENE NAVIKE I STAVOVI O PREHRANI UČENIKA ČETVRTIH RAZREDA OSNOVNIH ŠKOLA GRADA VARAŽDINA**

### **DIETARY HABITS AND ATTITUDES TOWARDS NUTRITION OF FOURTH GRADE PRIMARY SCHOOL PUPILS IN THE CITY OF VARAŽDIN**

**Karmen Kokot<sup>1\*</sup>, Daniela Kenjeric<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Graditeljska, prirodoslovna i rudarska škola, Hallerova aleja 3, 42000 Varaždin, Hrvatska*

<sup>2</sup>*Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, Franje Kuhača 18, 31000 Osijek, Hrvatska*

*\*karmenkokot@net.hr*

*izvorni znanstveni rad / original scientific paper*

#### **SAŽETAK**

Prehrambene navike stečene u dječjoj dobi najčešće ostaju nepromijenjene i u odrasloj dobi te su važan čimbenik dobrog zdravlja kroz cijeli život. Cilj istraživanja bio je ispitati prehrambene navike i stavove o prehrani učenika četvrtih razreda varaždinskih osnovnih škola, te provjeriti njihovo znanje o pravilnoj prehrani. U istraživanju je sudjelovalo 78 djevojčica i 85 dječaka s prebivalištem u gradu Varaždinu. Istraživanje je provedeno ispunjavanjem anonimnog upitnika, prilagođenog uzrastu, u trajanju od 15 – 20 minuta, u sklopu edukativnih radionica održanih od veljače do svibnja 2018. godine. Rezultati su pokazali da 60,3 % dječaka i 58,8 % djevojčica ima 4 – 5 obroka dnevno, voće više puta na dan jede 65,4 % dječaka i 67,1 % djevojčica. Topli kuhani obrok zastupljen je svakodnevno kod 59,0 % dječaka i 72,9 % djevojčica. Prehrambene navike uglavnom su zadovoljavajuće, osim konzumacije zajutraka koji redovito ima samo 33,3 % dječaka i 51,8 % djevojčica te učestale konzumacije slatkiša kod dječaka (48,7 % svakodnevno). I djevojčice i dječaci imaju dobro znanje o pravilnoj prehrani što je rezultat kontinuiranih edukacija. Sveukupno gledano prehrambene navike djevojčica bolje su nego dječaka, iako većina djevojčica smatra da bi mogla poboljšati svoje prehrambene navike, za razliku od dječaka koji uglavnom smatraju da imaju dobre prehrambene navike, što pokazuje veću spoznajnu zrelost djevojčica u toj dobi.

*Ključne riječi:* učenici četvrtih razreda, prehrambene navike, stavovi o prehrani, znanje o prehrani

*Keywords:* fourth grade pupils, dietary habits, attitudes towards nutrition, nutrition knowledge

## UVOD

Djetinjstvo nije samo glavni period rasta, nego je i vrijeme formiranja prehrabnenih navika. Pravilnom prehranom organizmu se osigurava adekvatna količina, kao i optimalan unos hranjivih tvari te potrebe organizma za energetskim, građivnim i zaštitnim tvarima (Mandić, 2007). Pravilna prehrana čini osnovu očuvanja dobrog zdravlja te pravilnog rasta i razvoja djece i adolescenata. Osim što osigurava uvjete za odgovarajući psihofizički rast i razvoj djeteta, pravilna prehrana u razdoblju odrastanja ima neizmerno važnu ulogu jer može smanjiti rizik od obolijevanja od nekih kroničnih bolesti u odrasloj dobi. Pravilne prehrabnene navike usvojene u dječjoj dobi najčešće ostaju nepromijenjene i u odrasloj dobi, pa je njihovo usvajanje dobar temelj za zdravlje u odrasloj dobi (Ambrosini i sur., 2014).

Prekomjerna tjelesna masa i pretilost kao glavne manifestacije neprimjerene prehrane i nedovoljne tjelesne aktivnosti poprimila su obilježja globalne epidemije (WHO, 2019). Posebno zabrinjava podatak o učestalosti prekomjerne tjelesne mase i pretilosti u predškolskoj i mlađoj školskoj dobi. Prema podacima Svjetske zdravstvene organizacije, 2016. godine 39 % odraslih u dobi od 18 i više godina imalo je višak kilograma, a 13 % je bilo pretilo. Prevalencija prekomjerne mase i pretilosti među djecom i adolescentima u dobi od 5 do 19 godina dramatično je porasla sa samo 4 % u 1975. na nešto više od 18 % u 2016. Porast se dogodio slično i kod dječaka i djevojčica: u 2016. 18 % djevojčica i 19 % dječaka ima prekomjernu masu. Dok je nešto manje od 1 % djece i adolescenata u dobi od 5 do 19 godina bilo pretilo 1975., više od 124 milijuna djece i adolescenata (6 % djevojčica i 8 % dječaka) bilo je pretilo u 2016. godini. Problem prekomjerne tjelesne mase i pretilosti nekad je bio problem zemalja s visokim dohotkom. Danas su prekomjerna masa i pretilost u porastu u zemljama s niskim i srednjim dohotkom, posebno u urbanim sredinama. U Africi se broj djece s prekomjernom masom do 5 godina povećao za gotovo 50 % od 2000. godine. Gotovo polovica djece mlađe od 5 godina koja su 2016. imala prekomjernu masu ili bila pretila živjela su u Aziji (WHO, 2019). Podatci o prekomjernoj tjelesnoj masi i pretilosti u Republici Hrvatskoj slijede svjetske trendove porasta i zabrinjavajući su. Prema podacima CroCOSI istraživanja (Croatia Childhood Obesity Surveillance Initiative) provedenog 2015./2016. godine 20,9 % djece u Hrvatskoj imalo je prekomjernu tjelesnu masu (21,5 % dječaka i 20,3 % djevojčica), a kod još 14,0 % djece utvrđena je debljina (17,2 % dječaka i 10,7 % djevojčica) (HZJZ, 2018). U usporedbi s drugim europskim zemljama, prema udjelu prekomjerne tjelesne mase i debljine djece u dobi 7 – 9 godina, Hrvatska je na 5. mjestu iza Španjolske, Grčke, Italije i Malte (HZJZ, 2018). Prema podacima Hrvatskog zdravstveno-statističkog ljetopisa za 2016. godinu o stanju uhranjenosti školske djece u dobi od 7 do 14 godina, prema podacima sistematskih pregleda, povećanu tjelesnu masu imalo je 12,85 % djece (12,55 % dječaka i 13,16 % djevojčica), a pretilost 17,74 % (17,36 % dječaka i 18,15 % djevojčica) (HZJZ, 2017). Podatci za Varaždinsku županiju za 2016. godinu pokazuju isti postotak djece s povećanom tjelesnom masom od 12,8 % (12,31 % dječaka i 13,29 % djevojčica), ali je broj pretile djece viši od hrvatskog prosjeka i

iznosi 20,8 % (21,13 % dječaka i 20,46 % djevojčica) (ZZJZ Varaždinske županije, 2017).

Pretilost u djece može imati štetne posljedice za organizam na različite načine. Djeca koja su pretila imaju veću vjerojatnost visokog krvnog tlaka i visoki kolesterol, što su čimbenici za razvoj kardiovaskularnih bolesti. Osim rizika za razvoj kardiovaskularnih bolesti, pretila djeca mogu imati povećan rizik od oslabljene tolerancije glukoze, inzulinske rezistencije i dijabetesa tipa 2 (Whitlock i sur., 2005), probleme s disanjem kao što su apneja za vrijeme spavanja ili astma (Han i sur., 2010) i još brojne druge. Osim somatskih komplikacija pretilosti, utjecaj na psihičko zdravlje je golem. Nekoliko utemeljenih studija pokazale su da pretila djeca i adolescenti imaju veću incidenciju mentalnih zdravstvenih problema, kao što su depresija, anksioznost i loše samopouzdanje, u usporedbi s djecom i adolescentima koji nemaju problema s povećanom tjelesnom masom (Luppino i sur., 2010). Vezano na pretilost, zaokupljenost hranom i dijeta mogu voditi prema razvoju poremećaja hranjenja. U istraživanju provedenom u Australiji, nađeno je da adolescentice koje provode strogu dijetu imaju čak 18 puta veći rizik za razvoj poremećaja hranjenja od njihovih vršnjakinja koje nisu na dijeti, dok je kod provođenja umjerene dijetete rizik 5 puta veći nego kod djevojaka koje nisu na dijeti (Patton i sur., 1999). Utvrđeno je da u Hrvatskoj već u osnovnoj školi 8 % djevojčica u dobi od 11 godina provodi dijetu, dok se taj postotak penje na 29 % u dobi od 14 godina (Pokrajac-Bulian i sur., 2002).

Istraživanja su pokazala da su upravo predadolescenti, u koje ubrajamo i učenike četvrtih razreda osnovne škole, najpogodnija skupina za učenje principa pravilne prehrane (Čačić Kenjeric, 2018). Kako ovo razdoblje obilježava sve veća samostalnost, ona se i ispoljava kroz oblikovanje prehrambenih navika. U ovom periodu života djeca sve više sama uzimaju hranu i prihvaćaju veći broj namirnica, a utjecaj roditelja na izbor i uzimanje hrane slabi kao i roditeljska kontrola nad onim što djeca pojedju. Iako se predadolescencija odlikuje povećanjem apetita i unosa hrane, ipak je to faza sporijeg, ali kontinuiranog rasta. Radi intenzivnog rasta u ovom periodu svoga života, dijete unosi hranu visoke nutritivne gustoće. Na unos hrane u ovoj dobi utječu različiti čimbenici kao što su ekonomski status, navike u obitelji, vršnjaci, mediji i usvojena znanja o pravilnoj prehrani (Čačić Kenjeric, 2018).

Edukacija kao mjera intervencijskog programa uspješan je model kojim se može utjecati na promjenu stavova i prehrambenih navika u djece školske dobi i njihovih roditelja (Bilić-Kirin, 2016). Vršnjačka edukacija kao inovativan pristup u poboljšanju mentalnog zdravlja pokazala se kao snažan alat za aktivniji rad na poboljšanju mentalnog zdravlja među mladima (Stamenković, 2018), pa se pretpostavlja da bi vršnjačke edukacije usmjerene na usvajanje pravilnih prehrambenih navika imale isti učinak.

Cilj istraživanja bio je ispitati prehrambene navike i stavove o prehrani učenica i učenika četvrtih razreda varaždinskih osnovnih škola te provjeriti njihovo znanje o pravilnoj prehrani nakon provedenih edukacija kako bi se procijenio učinak vršnjačkih edukacija na znanje i primjenu pravilnih prehrambenih navika.

## ISPITANICI I METODE

U istraživanju je sudjelovalo 78 učenica i 85 učenika četvrtih razreda varaždinskih osnovnih škola, s prebivalištem u gradu Varaždinu. Istraživanje je provedeno u četiri (od ukupno sedam) varaždinskih osnovnih škola uz prethodno odobrenje ravnatelja škole, u I. Osnovnoj školi Varaždin, II. Osnovnoj školi Varaždin, IV. Osnovnoj školi Varaždin i VI. Osnovnoj školi Varaždin. Istraživanje je provedeno u sklopu edukativnih radionica „Zdravlje u bojama” održanih od veljače do svibnja 2018. godine. Radionice su realizirane u grupama od 20 do 25 učenika četvrtih razreda, predstavnika svih paralelnih razreda prema izboru razrednika. Radionice su vodili učenici završnog razreda zanimanja tehničar nutricionist Graditeljske, prirodoslovne i rudarske škole koji su prethodno educirani od strane nastavnika-voditelja. Tim učenika-edukatora sastojao se od deset učenika, s time da je svaku radionicu vodilo po troje učenika koji su se izmjenjivali, ovisno o svojim školskim obvezama. Svaka radionica sastojala se od uvodnog predavanja o pravilnim prehranbenim navikama, pripreme „zdravih“ obroka koje su sudionici radionice konzumirali i ocjenjivali, zabavnih edukativnih igara i ispunjavanja anonimnog anketnog upitnika. Anketni upitnik posebno je kreiran za potrebe ispitivanja te sadržajem prilagođen uzrastu i vremenu koje je bilo na raspolaganju za tu aktivnost unutar radionica. Učenici su upitnik ispunjavali 15 – 20 min., uglavnom samostalno, a kod nekih učenika bila je potrebna pomoć edukatora. Upitnik je tematski bio podijeljen u tri dijela. U prvom dijelu ispitivali su se stavovi učenika o prehrani kroz dva pitanja, u drugom dijelu prehrabene navike kroz sedam pitanja usmjerenih na konzumaciju zajutraka, broju obroka kroz dan, učestalosti konzumacije toplih (kuhanih) obroka, konzumacije voća, slatkiša te izbora pića. Znanje o pravilnoj prehrani provjeravalo se u tri posljednja pitanja. Programom Microsoft Office Excel 2010 obrađeni su rezultati upitnika te grafičkim prikazima prikazani postotni iznosi. Izbor hrane za zajuttrak i rezultati provjere znanja o pravilnoj prehrani prikazani su tablicama. Za utvrđivanje statistički značajnih razlika između dviju usporednih skupina, formiranih prema spolu, korišten je Hi-kvadrat test, s razinom značajnosti od 0,05.

## REZULTATI I RASPRAVA

### *Stavovi o prehrani*

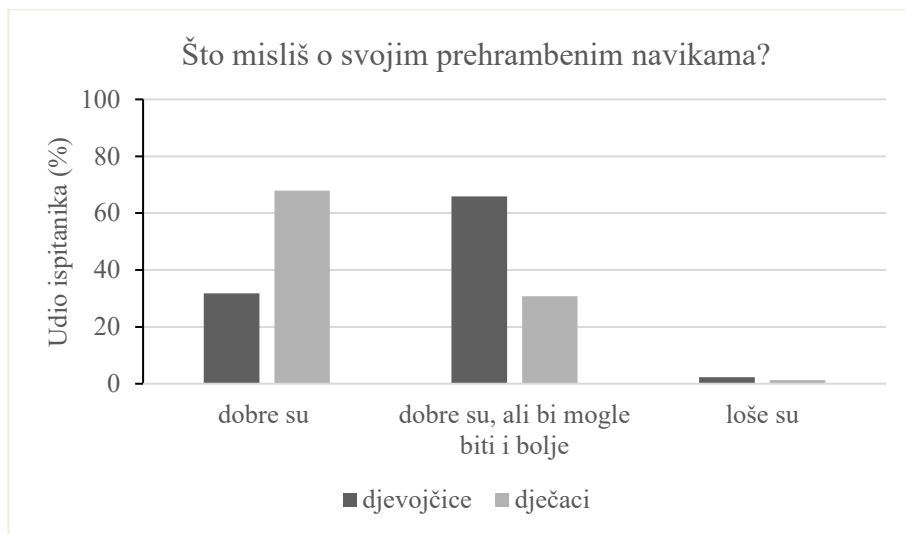
Pitanja u kojima su učenici iznosili svoje stavove o pravilnoj prehrani bila su „Što misliš, da li o tvojim prehranbenim navikama ovisi tvoje zdravlje?“ i „Što misliš o svojim prehranbenim navikama?“ Na pitanje “Što misliš, da li o tvojim prehranbenim navikama ovisi tvoje zdravlje?”, odgovori djevojčica i dječaka statistički se ne razlikuju ( $\chi^2=0,935$ ;  $ss=2$ ;  $p=0,627$ ), jer se većina djevojčica (84,7 %) i većina dječaka (89,7 %) slaže s navedenom tvrdnjom (Slika 1).



Slika 1. Stavovi o prehrani – 1. pitanje

Figure 1. Attitudes towards nutrition – 1. question

Stav o vlastitim prehrabnim navikama statistički se značajno razlikuje između djevojčica i dječaka ( $\chi^2=21,309$ ;  $ss=2$ ;  $p<0,001$ ). Većina djevojčica smatra da ima dobre prehrabne navike, ali bi one mogle biti i bolje (65,9 %), dok većina dječaka smatra da ima dobre prehrabne navike (67,9 %). Taj rezultat ukazuje da su djevojčice te dobi svjesnije svojih loših prehrabnih navika od dječaka, odnosno pokazuju veću zrelost u procjeni svojih prehrabnih navika. Međutim, ovakav rezultat može biti posljedica zauzimanje kritičnijeg stava prema vlastitim prehrabnim navikama kod djevojčica, što je vjerojatno povezano i s većim nezadovoljstvom vlastitim izgledom u periodu odrastanja. Udio dječaka koji su zadovoljni svojim izgledom je kroz generacije stabilan, dok se udio nezadovoljnih djevojčica povećava (Kuzman i sur., 2012). Slika tijela, suzdržavanje od hrane, stavovi prema hrani i obrasci unosa hrane procjenjivani su u istraživanju Wardle i sur. (1986) na 348 londonskih učenika starosti 12 – 18 godina podijeljenih u tri dobne skupine. Rezultati su pokazali značajne spolne razlike u tjelesnoj slici, suzdržanosti i stavovima prema hrani, čak i u najmlađoj dobnoj skupini (12 do 13 godina). Većina djevojčica osjećala se predebela, pokušala je ograničiti unos hrane i izrazila je krivnju zbog jedenja. Dječaci su izrazili puno manju zabrinutost u svim tim područjima.

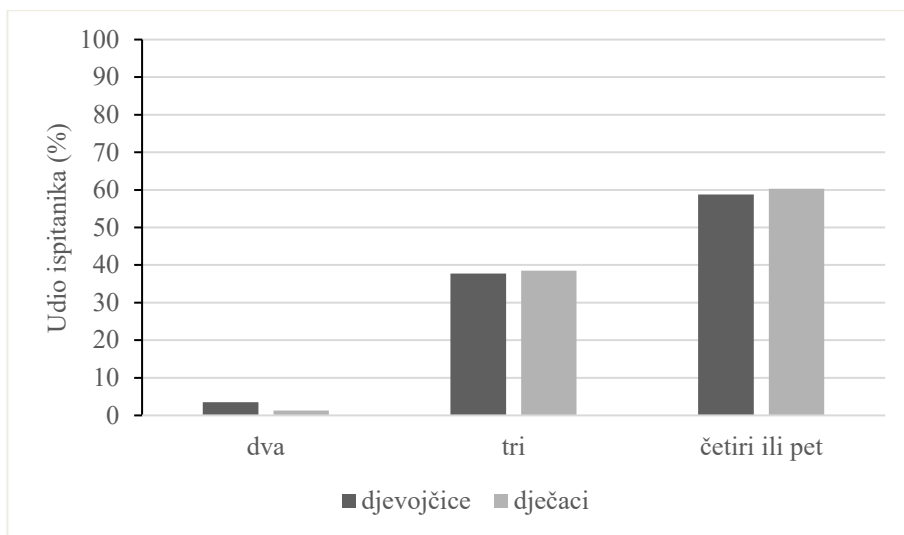


Slika 2. Stavovi o prehrani – 2. pitanje

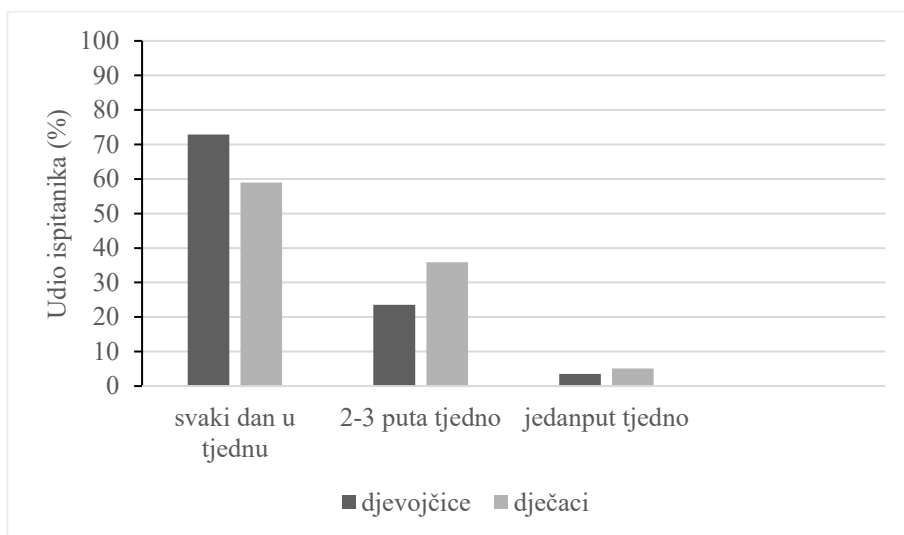
Figure 2. Attitudes towards nutrition – 2. question

### Prehrambene navike

Rezultati istraživanja prehranbenih navika pokazuju da većina djevojčica (58,8 %), kao i većina dječaka (60,3 %) ima 4 – 5 obroka dnevno, što ne predstavlja statistički značajnu razliku ( $\chi^2=1,217$ ;  $ss=2$ ;  $p=0,544$ ) (Slika 3). Isto tako, nema statistički značajne razlike u zastupljenosti toplog, kuhanog obroka u prehrani ( $\chi^2=3,756$ ;  $ss=2$ ;  $p=0,153$ ). Većina djevojčica (72,9 %), kao i većina dječaka (59,0 %) ima topli, kuhani obrok svaki dan u tjednu (Slika 4). Do sličnih rezultata došla je i Nakić (2015) u istraživanju prehranbenih navika djece u dobi od 9 do 12 godina gdje, prema navodima djece, 91,9 % djece dnevno konzumira tri ili više obroka, što se smatra zadovoljavajućim. 60,9 % djece svakodnevno pojede topli obrok, a 29,3 % djece pojede kuhani topli obrok 2 – 3 puta tjedno (Nakić, 2015). U Bjelovarsko-bilogorskoj županiji svi učenici petih razreda imaju svakodnevno topli, kuhani obrok, ali po pitanju broja obroka situacija je lošija nego u Varaždinu, jer samo 10,3 % učenika ima 5 obroka dnevno, dok najviše učenika ima tri obroka dnevno (54,5 %) (Puharić, 2015). Istraživanja pokazuju da se odrastanjem djece broj dnevnih obroka smanjuje što utječe na status uhranjenosti. Ritchie (2012) je pratila unos hrane 2732 djevojaka u vremenskom intervalu od 10 godina i utvrdila da su djevojke koje su konzumirale manji broj obroka imale veći porast BMI-a i opsega struka. Vidaković Samaržija je 2014. godine ispitala prehranbene navike desetogodišnjaka u Zadarskoj županiji i zaključila da broj obroka dnevno negativno korelira s opsegom trbuha i BMI-om.



**Slika 3.** Broj obroka dnevno  
**Figure 3.** Number of meals per day



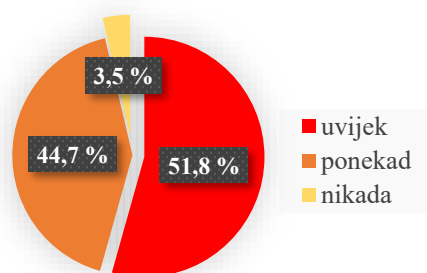
**Slika 4.** Zastupljenost toplog, kuhanog obroka  
**Figure 4.** The representation of a warm, cooked meal

Statističkom obradom podataka Hi-kvadrat testom utvrđena je statistički značajna razlika između djevojčica i dječaka u učestalosti konzumacije zajutarka ( $\chi^2=7,897$ ;  $ss=2$ ;  $p=0,019$ ). 51,8 % djevojčica redovito ima zajuttrak (Slika 5) i samo 33,3 % dječaka (Slika 6). U istraživanju prehrambenih navika djece starosti 8 – 9 godina u Kairu, Hanan i sur. (2017) došli su do drugačijih rezultata, dječaci češće konzumiraju doručak od djevojčica (43,1 %; 41,1 %). Rezultati istraživanja konzumacije doručka Coulthard i sur. (2017) u Ujedinjenom Kraljevstvu također



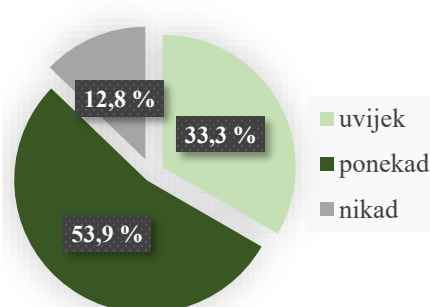
pokazuju češću konzumaciju doručka kod dječaka, gdje je razlika statistički značajna; 19,9 % djevojčica i 14,5 % dječaka starosti 4 – 10 godina preskače doručak.

Iako djevojčice zajuttrak uzimaju redovitije od dječaka, sveukupno gledano učestalost konzumacije zajutraka, obroka prije škole (sve osnovne škole u Varaždinu u jednosmjenskoj su nastavi) nije zadovoljavajuća. Problem izostavljanja prvog obroka u danu istaknut je i ispitivanjem prehrambenih navika u sklopu projekta *Ponašanje u vezi sa zdravljem u djece školske dobi (The Health Behaviour of School-aged Children – HBSC studija, 2010)* gdje je utvrđeno da značajni dio učenika i učenica (11, 13 i 15 godina) u Hrvatskoj uopće ne doručkuje (15,0 % radnim danom i 6,0 % vikendom), dok svega 56,0 % učenika i učenica uvijek doručkuje radnim danom, a 80,0 % uvijek doručkuje subotom i nedjeljom, što predstavlja pogoršanje u odnosu na 2002. kad je zabilježeno redovito doručkovanje 72 % učenika i 68 % učenica (Kuzman i sur., 2012). Između zemalja uključenih u istraživanje zabilježena je prilično velika varijabilnost. Radnim danom redovito je doručkovalo više od 90 % jedanaestogodišnjih učenika i učenica u Nizozemskoj i Portugalu (nešto više od 70 % u dobi od 15 godina), dok se isto odnosilo na svega 50 % učenika i učenica iz Slovenije i Rumunjske u dobi od 11 godina (manje od 40 % u dobi od 15 godina). Hrvatska se smjestila u daljnjoj polovici ljestvice (Kuzman i sur., 2012). Karakteristično je da se učestalost doručkovanja smanjuje s povećanjem dobi, što pokazuju istraživanja među adolescentima u Sjeverozapadnoj Hrvatskoj gdje samo 37,4 % adolescenata redovito ima zajuttrak (Uršulin-Trstenjak i sur., 2016). Prema istraživanju s područja Zagrebačke županije, navika doručkovanja prisutna je u većoj mjeri u populaciji učenika petih razreda, gdje 81,6 % redovito doručkuje, dok u populaciji učenika osmih razreda doručkuje samo 49 % učenika (Koprivnjak, 2008). Preskakanje prvog jutarnjeg obroka često može uzrokovati mučninu tijekom jutra i ometati procese učenja i pamćenja te biti razlog lošijeg raspoloženja i slabijeg postignuća u školi. Istraživanja Hrvatskog zavoda za javno zdravstvo 2010. godine su pokazala da oni koji preskaču doručak češće tijekom dana konzumiraju hranu bogatu mastima, a siromašnu vlaknima.



**Slika 5.** Učestalost konzumiranja zajutraka kod djevojčica

**Figure 5.** Frequency of breakfast consumption at girls



**Slika 5.** Učestalost konzumiranja zajutraka kod dječaka

**Figure 5.** Frequency of breakfast consumption at boys

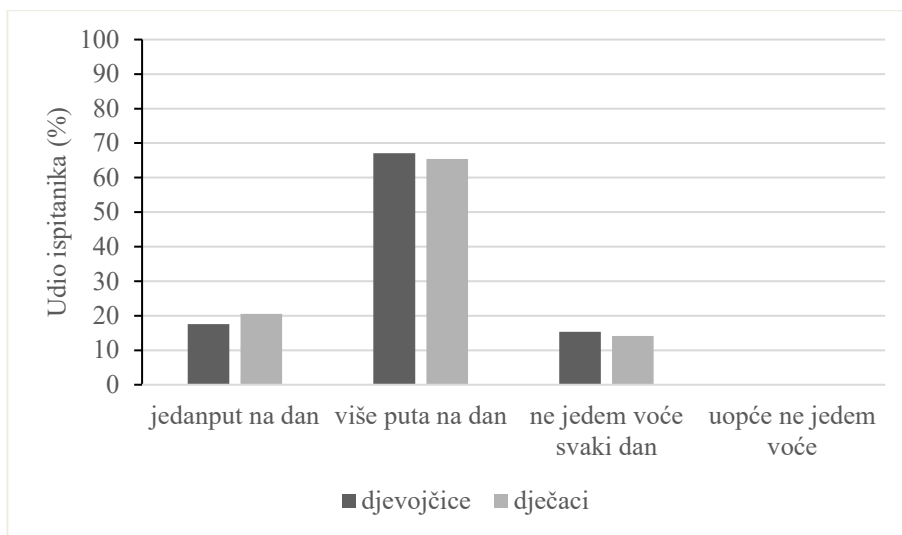
Što se tiče izbora hrane za zajutak, djevojčice znatno više od dječaka biraju žitarice (zobene pahuljice, musli, kukuruzne pahuljice i sl.), dok je kod dječaka čest izbor za zajutak sendvič sa salamom i sirom (Tablica 1). Razlika u izboru hrane za zajutak statistički je značajna između djevojčica i dječaka ( $\chi^2=32,662$ ;  $ss=4$ ;  $p<0,001$ ). Neki autori također navode kako djeca koja imaju zajutak najčešće konzumiraju žitarice, zatim slijedi kruh i pekarski proizvodi te voćni sokovi. Ova teza je potvrđena i sistematskim pregledima, gdje su djeca izjavila da najradije konzumiraju žitarice, mliječne proizvode, a zatim slijede voće i voćni sok te pekarski proizvodi (Mullan i Singh, 2010).

**Tablica 1.** Izbor hrane za zajutak**Table 1.** Choice of food for breakfast

Što najčešće jedeš za zajutak?			
	Djevojčice	Dječaci	<i>p</i> *
Žitarice (zobene pahuljice, musli, kukuruzne pahuljice i sl.)	69,4 %	37,2 %	
Sendvič sa salamom i sirom	3,5 %	25,6 %	$p<0,001$
Margarin i pekmez na kruhu	3,5 %	0,0 %	
Pecivo, čaj ili kakao	20,0 %	16,7 %	
Ništa od navedenog	3,5 %	20,5 %	

\*Pearsonov koeficijent korelacije; značajno kod  $p<0,05$

Što se tiče konzumacije voća, rezultati su zadovoljavajući i kod djevojčica i kod dječaka. Najviše djevojčica (67,1 %) jede voće više puta na dan, kao i većina dječaka (65,4 %), što ne predstavlja statistički značajnu razliku između djevojčica i dječaka ( $\chi^2=0,138$ ;  $ss=2$ ;  $p=0,933$ ) (Slika 7). 15,3 % djevojčica i 14,1 % dječaka ne jede voće svaki dan, što je bolji rezultat od hrvatskog prosjeka gdje prema istraživanju Hrvatskog zavoda za javno zdravstvo 66,0 % djece u Hrvatskoj ne jede voće svaki dan (Kuzman i sur., 2012). Opisana nezadovoljavajuća konzumacija voća i povrća postaje još nepovoljnija s porastom dobi ispitanika (Kuzman i sur., 2012). To potvrđuje i istraživanje Uršulin-Trstenjak i sur. (2016) koje pokazuje da samo 14,9 % adolescenata u Sjeverozapadnoj Hrvatskoj jede voće svaki dan, što je znatno manje nego kod učenika četvrtih razreda varaždinskih osnovnih škola. Smatramo da su projekti *Shema školskog voća* i *Školska shema* koji se šestu godinu provode u svim varaždinskim osnovnim školama doprinijeli tom rezultatu. Smatramo da će se i uključivanje srednjih škola u navedene projekte odraziti i na povećanu konzumaciju voća i kod srednjoškolaca, što bi trebalo istražiti.

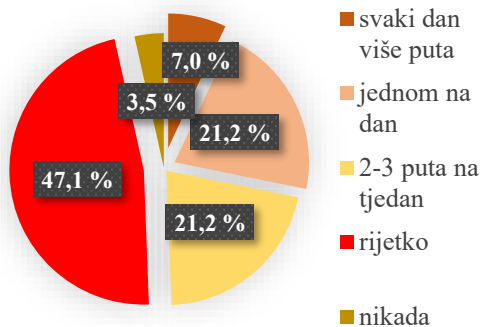


**Slika 7.** Učestalost konzumiranja voća  
**Figure 7.** Frequency of fruit consumption

Procjenjujući učestalost konzumacije slatkiša, utvrđena je statistički značajna razlika između djevojčica i dječaka ( $\chi^2=16,093$ ;  $ss=4$ ;  $p=0,003$ ). 28,2 % djevojčica svakodnevno jede slatkiše, od toga 21,2 % jednom na dan i 7,0 % više puta na dan, dok je postotak kod dječaka znatno viši i iznosi 57,7 %, od toga 48,7 % jednom na dan i 9,0 % više puta na dan (Slike 8 i 9). Istraživanje provedeno među učenicima petih razreda Zagrebačke županije pokazalo je da 27,7 % učenika svakodnevno uzima slatkiše (Koprivnjak, 2008). U Bjelovarsko-bilogorskoj županiji slatkiše nekoliko puta dnevno ili jednom dnevno konzumira 38,9 % djece (Puharić, 2015). Hrvatski prosjek svakodnevne konzumacije slatkiša kod učenica i učenika je 35 % (Kuzman i sur., 2012). Iz navedenih usporednih rezultata vidljivo je da je konzumacija slatkiša kod dječaka u četvrtim razredima varaždinskih osnovnih škola znatno iznad hrvatskog prosjeka i viša nego kod učenika petih razreda u Zagrebačkoj i Bjelovarsko-bilogorskoj županiji te da bi trebalo veću pozornost usmjeriti na rješavanje tog problema.

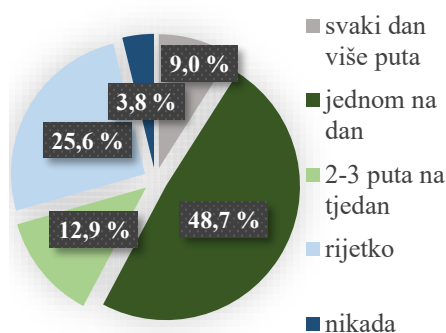
Učenici četvrtih razreda varaždinskih osnovnih škola, i djevojčice (71,8 %) i dječaci (87,2 %) najčešće piju vodu. Gazirana pića nešto više piju djevojčice (10,6 %) nego dječaci (5,1 %), ali razlika ne pokazuje statističku značajnost ( $\chi^2=5,944$ ;  $ss=3$ ;  $p=0,114$ ) (Slika 10). Povećana konzumacija vode u ukupnoj potrošnji tekućine pomaže u održavanju hidratacije, smanjuje unos energije te smanjuje potrošnju zaslađenih pića. Dovoljna količina vode daje zdravu alternativu za smanjenje ukupnog dnevnog energetskog unosa te smanjuje mogućnost povećanja tjelesne mase ili pretilosti (Wang i sur., 2009). Prema istraživanju Nakić (2015) na populaciji djece od 9 do 12 godina, čak 8,1 % djece pije gazirana pića kao školski obrok. U Osječko-baranjskoj županiji situacija je još lošija, 11 % učenika četvrtih razreda više puta dnevno konzumira gazirana pića, 15 % učenika jednom dnevno, 21 % nekoliko puta tjedno, a nekoliko puta mjesečno 53 % (Macavara, 2017). Istraživanje Puharić i

sur. (2013) na djeci prilikom upisa u prvi razred osnovne škole, pokazalo je statistički značajnu razliku u konzumaciji gaziranih pića i sokova za razrjeđivanje kod djece na kontinentu (Bjelovarsko-bilogorska županija) i u Dalmaciji (Splitsko-dalmatinska županija). Djeca na kontinentu više konzumiraju gazirana pića i sokove za razrjeđivanje nego djeca u Dalmaciji. Prema izjavama roditelja, svaki dan gazirana pića i sokove za razrjeđivanje konzumira 7 % djece na kontinentu i 6,5 % djece u Dalmaciji, 3 – 5 puta tjedno 17 % djece na kontinentu i 4,3 % u Dalmaciji, dok 37,4 % djece u Dalmaciji i 19,1 % djece na kontinentu nikada ne konzumira gazirana pića i sokove za razrjeđivanje.



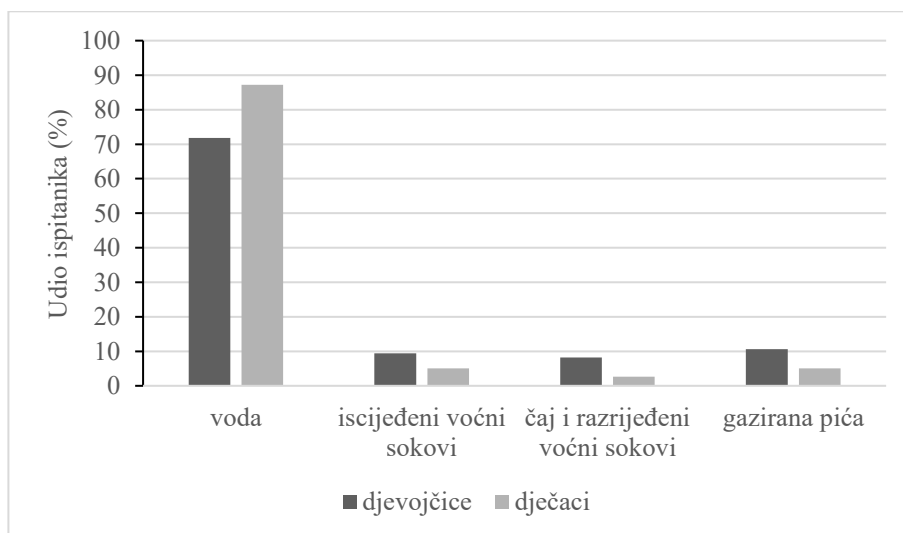
**Slika 8.** Učestalost konzumiranja slatkiša kod djevojčica

**Figure 8.** Frequency of sweets consumption at girls



**Slika 9.** Učestalost konzumiranja slatkiša kod dječaka

**Figure 9.** Frequency of sweets consumption at boys



**Slika 10.** Izbor pića kod ispitanika

**Figure 10.** Choice of drink by the respondents

Ukupno gledano, što se tiče prehrambenih navika učenika četvrtih razreda osnovnih škola grada Varaždina, uglavnom su zadovoljavajuće osim konzumacije zajutraka koji redovito ima samo 33,3 % dječaka i 51,8 % djevojčica te učestale konzumacije slatkiša kod dječaka. Na osnovu usporedbe prehrambenih navika između djevojčica i dječaka statističkim testom, koji pokazuje značajnu razliku u učestalosti konzumacije zajutraka, izboru hrane za zajutrak te u učestalosti konzumacije slatkiša, vidljivo je kako djevojčice te dobi imaju bolje prehrambene navike od dječaka.

Rezultati istraživanja prehrambenih navika desetogodišnjaka iz Zadarske županije pokazali su da u većini prehrambenih navika nisu utemeljene značajne razlike s obzirom na spol. Učenici neovisno o spolu, podjednako jedu voće i povrće, podjednako imaju obroka dnevno i podjednako često doručuju. Jedina statistički značajna razlika, s obzirom na spol, je učestalost konzumacije brze hrane. Prema dobivenim vrijednostima, učenice prosječno konzumiraju brzu hranu manje od jednom tjedno, dok dječaci nešto češće, u prosjeku 1 do 3 puta tjedno (Vidaković Samaržija, 2014). Puharić (2015) je ispitivanjem prehrambenih navika učenika petih razreda zaključila da postoji statistički značajna razlika jedino u konzumaciji gaziranih pića, gdje djevojčice rjeđe piju gazirana pića od dječaka, što je povezala sa strahom od debljanja koji je izraženiji kod djevojčica (Kuzman, 2012).

#### *Znanje o pravilnoj prehrani*

Znanje o pravilnoj prehrani ispitano je kroz tri pitanja na koja su i djevojčice i dječaci u visokom postotku odgovorili točno (Tablica 2). Ipak, djevojčice su pokazale nešto bolje znanje. U točnim odgovorima na pitanje u kojem su ispitanici trebali zaokružiti primjer “zdravog obroka”, postoji statistički značajna razlika u odgovorima između djevojčica i dječaka ( $\chi^2=9,995$ ;  $ss=2$ ;  $p=0,007$ ). 97,6 % djevojčica i 82,1 % dječaka odgovorilo je točno. U odgovorima na ostala dva pitanja nema statistički značajne razlike prema spolu. Od ponuđenih slatkih namirnica, 97,6 % djevojčica i 91,0 % dječaka smatra da su jagode najzdraviji izbor. Na pitanje „Što misliš, je li hrana u koju je dodan šećer zdravija?“, negativno je odgovorilo 100 % djevojčica i 100 % dječaka.

Bolje znanje o prehrani djevojčica u odnosu na dječake zadržava se i u adolescentskoj dobi. Istraživanje znanja o prehrani kod talijanskih petnaestogodišnjaka, pokazalo je da djevojke te dobi imaju bolje znanje od mladića (Turconi i sur., 2008). Do istih je rezultata došla i Milosavljević (2010) istraživanjem znanja o prehrani nešto starijih adolescenata (17 – 19 godina) na području Nove Gradiške. U tematskim područjima “Razumijevanje osnovnih pojmova” i “Izvori nutrijenata” postojala je statistički značajna razlika u točnim odgovorima između djevojaka i mladića. Budući da se bolje znanje o prehrani kod ženskog spola iskazuje već u doba predadolescencije i nastavlja kroz adolescentsku dob, može se povezati s većom važnošću vanjskog izgleda i prehrane kao jednog od modulatora vanjskog izgleda, kod djevojčica i djevojaka (Milosavljević, 2010).

**Tablica 2.** Provjera znanja o pravilnoj prehrani**Table 2.** Testing knowledge of proper nutrition

	Djevojčice				Dječaci			
	Zobene pahuljice, jogurt, jabuka	Pašteta, salama, bijeli kruh	Krafna, čaj sa šećerom	Zobene pahuljice, jogurt, jabuka	Pašteta, salama, bijeli kruh	Krafna, čaj sa šećerom		
<b>Prema tvom mišljenju, što od navedenog predstavlja „zdravi obrok“?</b>	97,6 %	1,2 %	1,2 %	82,1 %	6,4 %	11,5		
<b>Od navedenih slatkih namirnica, zaokruži onu za koju misliš da je najzdravija i preporučljiva u prehrani !</b>	bomboni	sladoled	ušećerani bademi	jagode	bomboni	sladoled	ušećerani bademi	jagode
	0 %	1,2 %	1,2 %	97,6 %	0 %	0 %	9 %	91,0 %
<b>Što misliš, je li hrana u koju je dodan šećer zdravija?</b>	nije	da, zdravija je	nije	da, zdravija je	nije	da, zdravija je		
	100 %	0 %	100 %	0 %				

## ZAKLJUČAK

Prehrambene navike djevojčica bolje su od prehrambenih navika dječaka, iako većina djevojčica smatra da bi mogla poboljšati svoje prehrambene navike, za razliku od dječaka koji uglavnom smatraju da imaju dobre prehrambene navike, što pokazuje veću spoznajnu zrelosti djevojčica u toj dobi, ali i kritičniji stav djevojčica prema vlastitim prehrambenim navikama.

Učenici četvrtih razreda osnovnih škola grada Varaždina imaju dovoljno znanja o pravilnoj prehrani, što je jednim dijelom rezultat sustavnih edukacija koje provode učenici zanimanja tehničar nutricionist, sa svojim voditeljem, u varaždinskim osnovnim školama. Vršnjačka edukacija, tj. edukacija po modelu „mladi mladima“ pokazala se učinkovitom, ali je i dalje potrebno provoditi stalne edukacije i praćenje kako bi se znanje o pravilnoj prehrani što više implementiralo kroz pravilne prehrambene navike koje je potrebno poboljšati. Stalno praćenje omogućilo bi i procjenu učinkovitosti vršnjačkih edukacija na tom području i moguće uključivanje edukacija u Nastavni plan i program školovanja za zanimanje tehničar nutricionist u vidu vježbi, praktične nastave ili stručne prakse.

## LITERATURA

- Ambrosini, G.L., Emmet, P.M., Northstone, K., Jebb, S.A. (2014): Tracking a dietary pattern associated with increased adiposity in childhood and adolescence. *Obesity (Silver Spring)*, 22(2), 458-465. <https://doi.org/10.1002/oby.20542>
- Bilić-Kirin, V. (2016): Mogućnosti utjecaja tima školske medicine na prehrabene navike školske djece i njihovih roditelja. *Doktorska disertacija*. Osijek: Medicinski fakultet, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku.
- Coulthard, J.D., Palla, L., Pot, G.K. (2017): Breakfast consumption and nutrient intakes in 4–18-year-olds: UK National Diet and Nutrition Survey Rolling Programme (2008–2012). *Br. J. Nutr.*, 118, 280-290. <https://doi.org/10.1017/S0007114517001714>
- Čačić Kenjeric, D. (2018): Nastavni materijali, predmet Specifičnosti prehrane u različitim fazama života, Prehrabeno-tehnološki fakultet Osijek, Osijek.
- Han, J.C., Lawlor, D.A., Kimm, S.Y. (2010): Childhood obesity. *Lancet*, 375(9727), 1737-1748.
- Hanan, A.H. (2017): Effect of Food Habits on the Nutritional Status of Children in Cairo. *Biomed. Stat. Informatic.*, 2(1), 10-17.
- HZJZ (2017): *Zdravstveno-statistički ljetopis za 2016. godinu*, Zagreb, str. 141-156. [https://www.hzjz.hr/wp-content/uploads/2018/05/Ljetopis\\_2016\\_IX.pdf](https://www.hzjz.hr/wp-content/uploads/2018/05/Ljetopis_2016_IX.pdf) (25.6.2019.)
- HZJZ (2018): Europska inicijativa praćenja debljine u djece, Hrvatska 2015./2016-CroCOSI. <https://www.hzjz.hr/wp-content/uploads/2018/05/CroCOSI-izvjesce-HR-web.pdf> (22.6.2019.)
- Koprivnjak, J. (2008): Prehrabene navike mladih i promocija zdravlja. *Hrvatski časopis za javno zdravstvo*, 4 (16). <https://www.hczjz.hr/index.php/hczjz/article/download/907/868> (25.6.2019.)
- Kuzman, M., Pavić-Šimetin, I., Pejnović-Franelić, I. (2012): *Ponašanje u vezi sa zdravljem u djece školske dobi 2009/2010. (The Health Behaviour of School-aged Children – HBSC studija)*. Hrvatski zavod za javno zdravstvo, Zagreb. [https://www.hzjz.hr/wp-content/uploads/2013/11/HBSC\\_10.pdf](https://www.hzjz.hr/wp-content/uploads/2013/11/HBSC_10.pdf) (25.6.2019.)
- Luppino, F.S., de Wit, L.M., Bouvy, P.F., Stijnen, T., Cuijpers, P., Penninx, B.W., Zitman, F.G. (2010): Overweight, obesity and depression. A systematic review and meta-analysis of longitudinal studies. *Arch. Gen. Psychiatry*, 67(3), 220-229. <https://doi.org/10.1001/archgenpsychiatry.2010.2>

- Macavara, D. (2017): Utjecaj prehrambenih navika, tjelesne aktivnosti i socioekonomskih čimbenika na stupanj uhranjenosti učenika četvrtih razreda osnovnih škola na području Osječko-baranjske županije. *Završni rad*. Osijek: Medicinski fakultet, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku.
- Mandić, M. (2007): Znanost o prehrani. Prehrambeno-tehnološki fakultet, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, pp 18-20.
- Milosavljević, D. (2010): Ispitivanja znanja o prehrani i prehrambenih navika srednjoškolske populacije. *Specijalistički rad*. Osijek: Prehrambeno-tehnološki fakultet, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku.
- Mullan, B.A., Singh, M. (2010): A systematic review of the quality, content, and context of breakfast consumption. *Nutr. Food Sc.*, 40(1), 81-114. <https://doi.org/10.1108/00346651011015953>
- Nakić, Z. (2015): Procjena prehrambenih navika i pretilosti u predadolescenata. *Specijalistički rad*. Osijek: Prehrambeno-tehnološki fakultet, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku.
- Patton, G.C., Selzer, R., Coffey, C., Carlin, J.B., Wolfe, R. (1999): Onset of adolescent eating disorders: population based cohort study over 3 years. *Br. Med. J.*, 20, 765-768. <https://dx.doi.org/10.1136%2Fbmj.318.7186.765>
- Pokrajac-Bulian, A., Ambrosi-Randić, N., Mustapić, J. (2002): Spolna orijentacija, nezadovoljstvo tijelom i navike hranjenja u školskoj dobi. In: 10. godišnja Konferencija hrvatskih psihologa, Plitvička jezera, Hrvatska.
- Puharić, Z. (2015): Prehrambene navike i socioekonomski čimbenici koji utječu na stupanj uhranjenosti učenika petih razreda Bjelovarsko-bilogorske županije. *Specijalistički rad*. Osijek: Prehrambeno-tehnološki fakultet, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera.
- Puharić, Z., Perasović, J. (2013): Ima li razlike u stupnju uhranjenosti prvoškolaca bjelovarsko-bilogorske i splitsko dalmatinske županije? *Radovi Zavoda za znanstvenoistraživački i umjetnički rad u Bjelovaru*, 7, 57-70.
- Ritchie, D. (2012): Less Frequent eating predicts greater BMI and waist circumference in female adolescents. *Am. J. Clin. Nutr.*, 95, 290-296.
- Stamenković, K., Skopljak, K., Lučev, H., Knežević, M., Hanževački, M. (2018): Vršnjačka edukacija kao inovativan pristup u poboljšanju mentalnog zdravlja među mladima. *Hrana u zdravlju i bolesti: znanstveno-stručni časopis za nutricionizam i dijetetiku*, 10, 1-2.
- Turconi, G., Guarcello, M., Maccarini, L., Cignoli, F., Setti, S., Bazzano, R., Roggi, C. (2008): Eating habits and behaviours, physical activity, nutritional and food safety knowledge and beliefs in an adolescent Italian population. *J. Am. Coll. Nutr.*, 27, 31-43, <https://doi.org/10.1080/07315724.2008.10719672>



- Uršulin-Trstenjak, N., Juriša, T., Kosalec, N., Levanić, D. (2016): Stavovi adolescenata o važnosti pravilne prehrane i tjelesne aktivnosti. *Zbornik radova 9. međunarodnog znanstveno-stručnog skupa Hranom do zdravlja*, 41-46.
- Vidaković Samaržija, D. (2014): Povezanost prehrambenih navika i razine tjelesne aktivnosti sa sastavom tijela desetogodišnjaka. *Doktorski rad*. Zagreb: Kineziološki fakultet Zagreb.
- Wang, Y.C., Ludwig, D.S., Sonnevile, K., Gortmaker, S.L. (2009): Impact of change in sweetened caloric beverage consumption on energy intake among children and adolescents. *Arch. Pediatr. Adolesc. Med.*, 163(4), 336–343. <https://doi.org/10.1001/archpediatrics.2009.23>
- Wardle, J., Beales, S. (1986): Restraint, body image and food attitudes in children from 12 to 18 years. *Appetite*, 7(3), 209-217.
- Whitlock, E.P., Williams, S.B., Gold, R., Smith, P.R., Shipman, S.A. (2005): Screening and interventions for childhood overweight: a summary of evidence for the US Preventive Services Task Force. *Pediatrics*, 116(1), 125-144. <https://doi.org/10.1542/peds.2005-0242>
- WHO (2019): Obesity and overweight, <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight> (20.6.2019.)
- ZZJZ Varaždinske županije (2017): *Zdravstveno-statistički ljetopis Varaždinske županije za 2016. godinu*, Varaždin. [http://www.zzjzv.hr/articlefiles/102\\_661\\_zzjzgodisnjak2016.pdf](http://www.zzjzv.hr/articlefiles/102_661_zzjzgodisnjak2016.pdf) (20.6.2019.)

## ASTAKSANTIN I ZAŠTITA KOŽE

### ASTAXANTIN AND SKIN PROTECTION

Diana Podvorac<sup>1\*</sup>, Marizela Šabanović<sup>1</sup>, Una Suljić<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Sveučilište u Tuzli, Tehnološki fakultet, Univerzitetska 8, 75000 Tuzla, Bosna i Hercegovina

<sup>2</sup>„Salvus BH” d.o.o., Tešanjaska 24/a, 71000 Sarajevo, Bosna i Hercegovina  
\*diana.podvorac7@gmail.com

stručni rad / professional paper

#### SAŽETAK

Astaksantin je karotenoid, pripada grupi ksantofila, prirodno se sintetizira u brojnim bakterijama, mikroalgama i kvascima. Najperspektivniji izvor za biološku proizvodnju je mikroalga *Haematococcus pluvialis*. Postoji sve veći broj dokaza da astaksantin ima prednosti u očuvanju zdravlja i primjenu u dermatologiji. Među glavnim mehanizmima djelovanja su: antioksidativno, fotoprotektivno, protuupalno i anti-kancerogeno. Na našem tržištu se najčešće nalazi u obliku tableta ili kapsula. U radu su prikazana istraživanja i studije koje naglašavaju utjecaj astaksantina i njegove povoljne učinke na kožu.

*Ključne riječi:* astaksantin, koža, antioksidans, zaštita

*Keywords:* astaxantin, skin, antioxidant, protection

#### UVOD

Karotenoidi su skupina preko 700 prirodnih pigmenata, njih oko 50 se može apsorbirati u ljudski organizam, a mogu se naći u biljkama, algama, bakterijama i gljivicama. Astaksantin je crveni karotenoid, poznat da ima snažnu antioksidacijsku aktivnost, pa je na osnovu njegove antioksidacijske aktivnosti procijenjeno da ima korisne učinke na ljudsko zdravlje. Klorofitna alga *Haematococcus pluvialis* ima najveći kapacitet stvaranja astaksantina. Astaksantin ima jedinstvena kemijska svojstva na temelju njegove molekularne strukture. Prisutnost hidroksilnih i keto ostataka na svakom ionskom prstenu objašnjava neke njegove jedinstvene osobine u usporedbi s ostalim karotenoidima.

U slobodnom obliku astaksantin je nestabilan i posebno podložan oksidaciji, slično drugim karotenoidima lipofilni je spoj i ima nisku oralnu bioraspoloživost. Bioraspoloživost astaksantina kod ljudi je poboljšana formulacijama na bazi lipida, dakle karotenoidi otopljeni u uljnoj fazi hrane mogu dovesti do veće bioraspoloživosti (Olson, 2004). Astaksantin u kombinaciji s ribljim uljem potiče

hipolipidemijske/hipokolesterolemijske učinke u plazmi. Povećava fagocitnu aktivnost neutrofila u usporedbi s astaksantinom i ribljim uljem, zasebno (Barros i sur., 2012).

Karotenoidi se apsorbiraju i transportiraju kroz limfu u obliku lipida. Prehrana sa smanjenim udjelom masti smanjuje, dok prehrana s povećanim udjelom masti ubrzava apsorpciju karotenoida. Astaksantin sa žučnom kiselinom stvara micelle, koje se apsorbiraju u crijevne resice stanice. Crijevne resice stanice inkorporiraju astaksantin u hilomikronu, koji se raspoređuje pomoću lipoprotein lipaze nakon oslobađanja u limfu. Astaksantin se asimilira s lipoproteinima i transportira u tkiva (Olson, 2004).

## ASTAKSANTIN I NJEGOVI MEHANIZMI ZAŠTITE KOŽE

Koža je jedan od najvećih organa ljudskog tijela, a kompleksna građa i direktna izloženost okolišu čini je podložnom raznim ozljedama i oboljenjima. Budući da su promjene na izloženim dijelovima kože lako vidljive, kožne bolesti predstavljaju veliki problem i s psihičkog aspekta.

Koža je glavno zaštitno tkivo kod ljudi, i sastoji se od epidermisa, dermisa i potkožnog tkiva. Ove strukture sprječavaju invaziju raznih mikroorganizama ili patogena i štite tijelo od fizioloških oštećenja. Koža također sprječava pretjeranu transpiraciju vlage (Fore, 2006). Ove zaštitne funkcije nazivaju se "barijernim funkcijama". Oštećene barijerne funkcije rezultiraju povećanim transepidermalnim gubitkom vode, koja prolazi iz tijela kroz epidermis i smanjenjem vlage u *stratum corneumu*. Nadalje, koža se podvrgava oksidacijskom oštećenju različitim stresovima, uključujući dnevno izlaganje ultraljubičastim (UV) zrakama sunca, što dovodi do stvaranja reaktivnih kisikovih vrsta (ROS), kao što su singletni kisik ili sekundarni lipidni peroksidni radikali. Ti radikali oštećuju biološke molekule, uključujući proteine ili DNK, što narušava zdravo stanje kože. S obzirom da se biološka funkcija kože svakodnevno narušava, a antioksidacijski kapacitet postupno smanjuje s godinama, svakodnevna zaštita kože i liječenje kožnih stanja suplementima dobijaju sve veću pažnju (Stahl i sur., 2006; McArdle i sur., 2002).

### *Antioksidativna svojstva*

Oksidativni stres igra ključnu ulogu u starenju i oštećenju kože. Foto-starenje nastaje mehanizmima koji uključuju stvaranje reaktivnog kisika (ROS) i izloženosti sunčevom ultraljubičastom (UV) zračenju. Stvaranje ROS vodi do oštećenja DNK, stvaranja mediatora upale, te molekularnih mehanizama patogeneze (MMP) koji dovode do razgradnje kolagena (Kammeyer i sur., 2015). Astaksantin je fotoprotektivni superiorni antioksidans, ima veću aktivnost u usporedbi s ostalim karotenoidima kao što su lutein, likopen,  $\alpha$ -karoten i  $\beta$ -karoten (Naguib, 2000). Također, ima 10 puta veću antioksidacijsku moć od zeaksantina, luteina, kantaksantina, a 100 puta veću od  $\alpha$ -tokoferola (Miki, 1991).

Inhibira formiranje ROS-a, također modulira ekspresiju oksidacijskog stresnog odgovora enzima kao što je hem oksigenaza-1 (HO-1), i regulatorni mehanizam koji je uključen u adaptaciju stanica protiv oksidacijskog oštećenja (Camera i sur., 2009).

Stoga, astaksantin vrši značajne antioksidacijske aktivnosti, ne samo putem direktnog uklanjanja radikala, već i aktiviranjem staničnog antioksidativnog obrambenog sustava. Fang i sur., (2017) su u također pokazali da astaksantin štiti od ranog napredovanja opekotina smanjenjem ROS-induciranog oksidativnog stresa. Ova vrsta djelovanja uključuje regulaciju proizvodnje slobodnih radikala utjecajem na enzime ksantin oksidazu (XO), kao i reduciranu formu nikotinamid-adenin-dinukleotid-fosfat (NADPH) oksidaza (Nox), a oba enzima doprinose stvaranju ROS-a. Chalyk i sur. (2017) su izvršili studiju na 31 ispitaniku srednjih godina i potvrdili da kontinuirana konzumacija astaksantina proizvodi jak antioksidacijski učinak, što rezultira pomlađivanjem kože lica.

#### *Protuupalna svojstva*

Pro-upalni medijatori posreduju u nastanku kožnih oštećenja djelovanjem UV zraka. Astaksantin djeluje protiv upale. Istraživanje od strane Terazawa i sur. (2012), je pokazalo sposobnost astaksantina da inhibira proizvodnju medijatora upale, što ukazuje da može biti nova strategija za liječenje kožnih upalnih bolesti. Park i sur. (2011) su izvjestili da astaksantin smanjuje DNK oksidativno oštećenje i time pojačava imuni odgovor kod odraslih zdravih žena. Yoshihisa i sur. (2014) su utvrdili da su različiti pro-upalni markeri u koži povećani kao posljedica izlaganja UV zrakama. Također su dokazali da tretman s astaksantinom sprječava štetne učinke UV zraka. Inhibitorni učinak ima važne implikacije za razvoj protuupalnih lijekova za kožne upalne bolesti kao što je atopijski dermatitis. Yu i sur. (2018) su objavili studiju zaštitnog učinka smjese (RA) ginznozida Rg2 i astaksantina na kožu protiv indukovano UVB oštećenja DNK. Studija je pokazala da RA smanjuje citotoksičnost i genotoksičnost UV zračenja.

#### *Atopijski dermatitis i astaksantin*

Atopijski dermatitis (AD) je kronična bolest kože koja se karakterizira osipima, crvenilom, učestalim svrbežom i izrazito suhom kožom. Djelovanje oksidacijskog stresa dovodi do pogoršanja simptoma i patofiziologije bolesti.

Upala kože koja je uočena u slučajevima AD se histopatološki karakterizira infiltracijom T-limfocita, monocita, makrofaga, eozinofila i mastocita. Povećan broj eozinofila obično se vidi kod mnogih alergijskih bolesti, uključujući AD. Ove stanice se infiltriraju u dermis kao odgovor na alergene i zatim izlučuju eozinofilni kationski protein (ECP), koji posreduje migraciju drugih imunih stanica u razvoj kožnih lezija (Simon i sur., 2004; Bystrom i sur., 2011). Slično tome, mastociti koji se aktiviraju zbog alergenskog umreženog IgE, poboljšavaju razvoj Th2 stanica i induciraju oslobađanje hemokina, citokina i granularnih medijatora koji sudjeluju u razvoju kožnih lezija sličnih AD (Amon i sur., 1994; Harvima i sur., 1994).

Yoshihisa i sur. (2016) proveli su istraživanje o učinkovitosti astaksantina na simptome AD. Studija je izvedena na mišjem modelu u trajanju od 26 dana, s apliciranjem oralnog astaksantina 3 puta tjedno. Rezultati su pokazali da astaksantin poboljšava AD simptome, smanjuje osjećaj pruritisa i smanjuje nivo IgE.

Slična studija je urađena i od strane Parka i sur. (2018), samo su pored životinjskom modela koristili i *in vitro* model. Tretman s astaksatinom inhibirao je NO-sintetazu, COX-2, NK-xB, TNF-L, a također je došlo i do inhibicije interleukina, kao i IgE. Park i sur. (2019) napravili su i istraživanje na mišjem modelu s topikalnom primjenom astaksantina, usporedno i zajedno u kombinaciji s ekstraktom biljke Gotu kola (*Centella asiatica*) – TECA. Pojedinačni tretmani su doveli do značajnog poboljšanja AD simptoma, međutim kombinacija TECA-astaksantin pokazuje sinergijski učinak na smanjenje simptoma AD.

#### *Djelovanje na imunološki sustav*

Imunološki odgovor kože je obrana od patoloških mikroorganizama. Smanjena funkcija kože može dovesti do brojnih kroničnih upalnih kožnih bolesti. Značajni dokazi upućuju na to da supresija imunog sustava doprinosi razvoju kožnih maligniteta izazvanih sunčevim UV zračenjem, uključujući melanom i nemelanom (Hart i sur., 2017; Moodycliffe i sur., 2000; Ullrich i sur., 2012).

*In vitro* studije na humanim limfocitima pokazale su poboljšanje proizvodnje imunoglobulina kao odgovor na zavisnost podražaja od T-stanica (Jyonouch, 1995). Astaksantin povećava citotoksične aktivnosti prirodnih ubojica (NK) stanica, sugerirajući da može regulirati NK stanice koje služe kao imunoservisni sustav protiv tumora i stanica inficiranih virusom (Chew i sur., 2011; Park i sur., 2011). Istraživanje koje su proveli Lin i sur. (2015) pokazuje rezultate koji sugeriraju da astaksantin *in vitro* modulira limfocitne imunološke odgovore i djelomično djeluje i na imunomodulacijske učinke *ex vivo* povećanjem interferona i interleukina (IL-2) bez induciranja citotoksičnosti.

#### *Djelovanje na mehanička oštećenja kože*

Najvažnije i obilne strukture dermalnog ekstracelularnog matriksa (ECM) su kolagen, elastin i glikozaminoglikani (GAG). I u unutrašnjem i vanjskom starenju uočene su promjene u ovim strukturama. Ove modifikacije dovode do gubitka čvrstoće i formiranje bora, suhoće i sporijeg zarastanja rana. Pored toga, ROS stimuliran UV zračenjem sintetizira molekularne mehanizme patogeneze (MMP) koji su odgovorni za degradaciju ECM-a, a posebno MMP mogu potpuno razgraditi kolagen (Birkedal-Hansen, 1987). *In vitro*, astaksantin efektivno suprimira oštećenja stanica uzrokovana slobodnim radikalima i indukciju MMP-1 u koži nakon UV zračenja. Istraživanje koje su proveli Chou i sur. (2016) pokazuje da je ekstrakt iz *H. pluvialis* povećao sadržaj kolagena putem inhibicije MMP-1 i MMP-3 ekspresije u humanim kožnim fibroblastima.

Ispravna regulacija MMP je bitna u kontroli uravnoteženog prometa kolagena i održavanju integriteta ECM funkcija (Lu i sur., 2012). Tijekom zarastanja rane, ECM na mjestu rane se reorganizira. Dokazana je učinkovitost za ubrzanje zacjeljivanja rana cijelog sloja dermisa na ranama kod miševa. Astaksantin-tretirane rane su pokazale značajno povećanu tendenciju za zacjeljivanje rane pomoću bioloških markera kao što su kolagen tipa I i osnovni faktor rasta fibroblasta (Meephansan i sur., 2017).

Opekotine od sunca i kasnije pigmentacije su uobičajena reakcija nakon izlaganja sunčevoj svjetlosti. Naoki i sur. (2018) proveli su randomiziranu dvostruko slijepu, placebo kontroliranu studiju. Sudjelovalo je 22 zdrava dobrovoljca (20 žena i 2 muškarca), od 30 do 60 godina, koji su bili podijeljeni u dvije grupe: astaksantin i placebo grupa. Istraživanje je trajalo 9 tjedana, a oralno primjenjena dnevna doza astaksantina je bila 4 mg. Rezultati su pokazali zaštitnu ulogu suplemenata s astaksantinom protiv UV-indukovanih oštećenja i njegove koristi za održavanje zdrave kože.

U nekontroliranoj studiji, koje su proveli Tominaga i sur. (2012), 30 zdravih ispitanica primalo je 8 tjedana, 6 mg dnevno oralne primjene u kombinaciji s 2 mL topikalne primjene astaksantina. Isti autori također su proveli randomiziranu dvostruko slijepu placebo-kontroliranu studiju koja je uključivala 36 zdravih muških ispitanika, uz dodatak 6 mg astaksantina tijekom 6 tjedana. Rezultati obje studije ukazuju na to da astaksantin, može poboljšati stanje kože u svim slojevima kao što su sloj rožnjače, epidermisu, bazalnom sloju i dermisu, kombinirajući oralnu i topikalnu primjenu ili samo oralnom primjenom. Astaksantin poboljšava stanje kože, kako kod žena, tako i muškaraca.

Istraživanje iz 2008. godine pokazuje da davanje astaksantina s drugim spojevima, pogotovo s kolagenskim hidrolizatom, može pokazati sinergijske učinke za prevenciju procesa starenja kože (Zague, 2008). Također, nedavna studija koju su proveli Yoon i sur. (2014), s 44 zdrava ispitanika pokazala je da kombinacija astaksantina (2 mg/dan) i kolagenskog hidrolizata (2 mg/dan) tijekom 12 tjedana poboljšava elastičnost i integritet barijere u ljudskoj koži. Ova poboljšanja povezana su s molekularnim promjenama, kao što je indukcija prokolagenskog tipa I i smanjene razine u ekspresiji enzima za razgradnju kolagena MMP-1 i enzima za razgradnju elastina MMP-12.

## **SIGURNOST I DOZE**

Europska agencija za sigurnost hrane (EFSA) savjetovala je prihvatljiv dnevni unos (ADI) od 0,034 mg/kg tjelesne težine astaksantina (2,38 mg na dan kod čovjeka od 70 kg).

Hussein i sur. (2005) proveli su studiju na hipertenzivnim štakorima u trajanju od 5 tjedana i 14 dana, gdje je primjenjena doza od 50 mg/kg dovela do snižavanja krvnog tlaka. Randomizirano, dvostruko slijepo, placebo kontrolirano ispitivanje u trajanju od 8 tjedana, koje su sprovodi Spiller i Dewell (2013) pokazalo je da je 6 mg astaksantina sigurno za konzumiranje kod zdravih odraslih osoba.

Brendler i Williamson (2019) objavili su pregled 87 ispitivanja na ljudima, u kojima nije utvrđena sigurnost suplementacije s prirodnim astaksantinom, jer su sve studije napravljene sa sintetičkim astaksantinom. Prihvatljivi dnevni unos (ADI) od 2 mg, kako je nedavno predložila EFSA zasnovan je na toksikološkoj studiji na štakorima koji koriste sintetički astaksantin. Međutim, sintetički proizveden astaksantin kemijski se razlikuje od prirodnog. Zaključak njihovog pregleda je bio da se ADI za prirodni astaksantin mora temeljiti samo na istraživanjima provedenim s prirodnim astaksantinom.

## KOMERCIJALNI OBLICI

Prema dosadašnjoj literaturi, astaksantin se koristi u raznim komercijalnim primjenama na svjetskom tržištu. Proizvodi astaksantina dostupni su u obliku kapsula, mekog gela, tableta, praha, biomase, kreme, energetskog pića, ulja i ekstrakta na tržištu. Neki od proizvoda astaksantina napravljeni su kombinacijom drugih karotenoida, multivitamina, biljnih ekstrakata i  $\Omega$ -3,6 masnih kiselina. Astaksantin je dostupan za prevenciju bakterijske infekcije, upale, vaskularne insuficijencije, raka, kardiovaskularnih bolesti, inhibiranja lipidne peroksidacije, smanjenja oštećenja stanica i masnog tkiva, te poboljšanja funkcije mozga i debljine kože.

Astaksantin na našem tržištu je dostupan u obliku tableta i kapsula, sam ili u kombinaciji s multivitaminima, za borbu protiv slobodnih radikala u održavanju prirodne i zdrave kože i jačanje imuniteta.

## ZAKLJUČAK

Astaksantin je jedan od najjačih do sada poznatih antioksidanasa. Njegova dokazana djelovanja su inhibicija formiranja ROS, medijatora upale, MMP aktivnost, kao i održavanje zdravlja kože. Istraživanja su dokazala da je biorasploživ i da nije toksičan. Budući da je dokazano da je astaksantin potentan u primjeni kod raznih bolesti i oštećenja kože, buduća istraživanja trebala bi se fokusirati na različite biološke aktivnosti astaksantina i njihovu upotrebu u dermatološkim i farmaceutskim aplikacijama.

## LITERATURA

- Amon, U., Menz, U., Wolff, H.H. (1994): Investigations on plasma levels of mast cell mediators in acute atopic dermatitis. *J. Dermatol. Sci.*, 7, 63-67.
- Birkedal-Hansen, H. (1987): Catabolism and turnover of collagens: Collagenases. *Methods Enzymol.*, 144, 140-171.
- Barros, M.P., Marin, D.P., Bolin, A.P., Campoio, T.R., Fineto, C.J., Guerra, B.A., Polotow, T.G., Vardaris, C., Mattei, R. (2012): Combined astaxanthin and fish oil supplementation improves glutathione-based redox balance in rat plasma and neutrophils. *Chem. Biol. Interact.*, 197, 58-67.
- Brendler, T., Williamson, E.M. (2019): Astaxanthin: How much is too much? A safety review. *Phytother. Res.*, 33(12), 3090-3111.
- Bystrom, J., Amin, K., Bishop-Bailey, D. (2011): Analysing the eosinophil cationic protein-a clue to the function of the eosinophil granulocyte. *Respir. Res.*, 12, 10.
- Camera, E., Mastrofrancesco, A., Fabbri, C., Daubrawa, F., Picardo, M., Sies, H., Stahl, W. (2009): Astaxanthin, canthaxanthin and beta-carotene differently affect UVA-induced oxidative damage and expression of oxidative stress-responsive enzymes. *Exp. Dermatol.*, 18, 222-231.

- Chalyk, N.E., Klochkov, V.A., Bandaletova, T.Y., Kyle, N.H., Petyaev, I.M. (2017): Continuous astaxanthin intake reduces oxidative stress and reverses age-related morphological changes of residual skin surface components in middle-aged volunteers. *Nutr. Res.*, 48, 40-48.
- Chew, B.P., Mathison, B.D., Hayek, M.G., Massimino, S., Reinhart, G.A., Park, J.S. (2011): Dietary astaxanthin enhances immune response in dogs. *Vet. Immunol. Immunopathol.*, 140, 199-206.
- Chou, H.Y., Lee, C., Pan, J.L., Wen, Z.H., Huang, S.H., Lan, C.W., Liu, W.T., Hour, T.C., Hseu, Y.C., Hwang, B.H. (2016): Enriched Astaxanthin Extract from *Haematococcus pluvialis* Augments Growth Factor Secretions to Increase Cell Proliferation and Induces MMP1 Degradation to Enhance Collagen Production in Human Dermal Fibroblasts. *Int. J. Mol. Sci.*, 17, 955.
- Fore, J. (2006): A review of skin and the effects of aging on skin structure and function. *Ostomy Wound Manag.*, 52, 24-37.
- Fang, Q., Guo, S., Zhou, H., Han, R., Wu, P., Han, C. (2017): Astaxanthin protects against early burn-wound progression in rats by attenuating oxidative stress-induced inflammation and mitochondria-related apoptosis. *Sci. Rep.*, 7, 41440.
- Harvima, I.T., Horsmanheimo, L., Naukkarinen, A., Horsmanheimo, M. (1994): Mast cell proteinases and cytokines in skin inflammation. *Arch. Dermatol. Res.*, 287, 61-67.
- Hart, P.H., Norval, M. (2017): Ultraviolet radiation-induced immunosuppression and its relevance for skin carcinogenesis. *Photochem. Photobiol. Sci.*, 17, 1872-1884.
- Hussein, G., Nakamura, M., Zhao, Q. (2005): Antihypertensive and neuroprotective effects of astaxanthin in experimental animals. *Biol. Pharm. Bull.*, 28(1), 47-52.
- Jyonouchi, H., Sun, S., Tomita, Y., Gross, M.D. (1995): Astaxanthin, a carotenoid without vitamin A activity, augments antibody responses in cultures including T-helper cell clones and suboptimal doses of antigen. *J. Nutr.*, 125(10), 2483-2492.
- Kammeyer, A., Luiten, R.M. (2015): Oxidation events and skin aging. *Ageing Res. Rev.*, 21, 16-29.
- Lin, K.H., Lin, K.C., Lu, W.J., Thomas, P.A., Thanasekaran, J., Sheu, J.R. (2015): Astaxanthin, a Carotenoid, Stimulates Immune Responses by Enhancing IFN- $\gamma$  and IL-2 Secretion in Primary Cultured Lymphocytes *in Vitro* and *Ex Vivo*. *Int. J. Mol. Sci.*, 17(1), 44.
- Lu, P., Weaver, V.M., Werb, Z. (2012): The extracellular matrix: A dynamic niche in cancer progression. *J. Cell Biol.*, 196, 395-406.



- McArdle, F., Rhodes, L.E., Parslew, R., Jack, C.A., Friedmann, P.S., Jackson, M.J. (2002): UVR-induced oxidative stress in human skin in vivo: Effects of oral vitamin C supplementation. *Free Radic. Biol. Med.*, 33, 1355-1362.
- Miki, W. (1991): Biological Functions and Activities of Animal Carotenoids. *Pure Appl. Chem.*, 63(1), 141-146.
- Moodycliffe, A.M., Nghiem, D., Clydesdale, G., Ullrich, S.E. (2000): Immune suppression and skin cancer development: Regulation by NKT cells. *Nat. Immunol.*, 1, 521-525.
- Meephanan, J., Rungjang, A., Yingmema, W., Deenonpoe, R., Ponnikorn, S. (2017): Effect of astaxanthin on cutaneous wound healing. *Clin. Cosmet. Investig. Dermatol.*, 10, 259-265.
- Naoki, I., Shinobu, S., Fumitaka, U. (2018): The Protective Role of Astaxanthin for UV-Induced Skin Deterioration in Healthy People - A Randomized, Double-Blind, Placebo-Controlled. *Trial. Nutrients.*, 10(7), 817.
- Naguib, Y.M.(2000): Antioxidant activities of astaxanthin and related carotenoids. *J. Agric. Food Chem.*, 48(4), 1150-1154.
- Olson, J.A. (2004): Carotenoids: absorption, transport, and metabolism of carotenoids in humans. *Pure Appl. Chem.*, 66, 1011-1016.
- Park, J.S., Mathison, B.D., Hayek, M.G., Massimino, S., Reinhart, G.A., Chew, B.P. (2011): Astaxanthin stimulates cell-mediated and humoral immune responses in cats. *Vet. Immunol. Immunopathol.*, 144(3-4), 455-461.
- Park, J.H., In, J.Y., Jun, S.J., Ki, C.K., Mi, H.P., Hee, P.L., Han, S.B., Jin, T.H. (2019): Combination Effect of Titrated Extract of *Centella asiatica* and Astaxanthin in a Mouse Model of Phthalic Anhydride-Induced Atopic Dermatitis. *Allergy Asthma Immunol. Res.*, 11(4), 548-559.
- Park, J.H., In, J.Y., Jun, S.J., Ki, C.K., Mi, H.P., Hee, P.L., Han, S.B., Jin, T.H. (2018): Anti-inflammatory Effect of Astaxanthin in Phthalic Anhydride-Induced Atopic Dermatitis Animal Model. *Exp. Dermatol.*, 27(4), 378-385.
- Simon, D., Braathen, L.R., Simon, H.U. (2004): Eosinophils and atopic dermatitis. *Allergy*, 59, 561-570.
- Spiller, G.A., Dewell, A. (2013): Safety of an astaxanthin rich *Haemaotoccu phuvialis* algal extract: A randomized clinical trial. *J. Med. Food.*, 6, 51-56.
- Stahl, W., Heinrich, U., Aust, O., Tronnier, H., Sies, H. (2006): Lycopene-rich products and dietary photoprotection. *Photochem. Photobiol. Sci.*, 5, 238-242.
- Satoh, A., Mitarai, A., Kanno, T., Hori, Y., Takeda, R. (2011): Effects of the Intake of Astaxanthin on the Reduction of Skin Darkening Induced by UV Irradiation in adult women. *Pharmacometrics.*, 80, 7-11.

- Tominaga, K., Hongo, N., Karato, M., Yamashita, E. (2012): Cosmetic Benefits of Astaxanthin on Humans SubjectS. *Acta Biochim. Pol.*, 59(1), 43-47.
- Terazawa, S., Nakajima, H., Shingo, M., Niwano, T., Imokawa, G. (2012): Astaxanthin attenuates the UVB-induced secretion of prostaglandin E2 and interleukin-8 in human keratinocytes by interrupting MSK1 phosphorylation in a ROS depletion-independent manner. *Exp. Dermatol.*, 21, 11-17.
- Ullrich, S.E., Byrne, S.N. (2012): The immunologic revolution: Photoimmunology. *J. Invest. Dermatol.*, 132, 896-905.
- Yu, H.C., Seol, A.J., Hyun, S.C., Seungil, R., Jung, S.L., Jong, K.P. (2018): Protective Effects of Ginsenoside Rg2 and Astaxanthin Mixture Against UVB-induced DNA Damage. *Anim. Cells Syst.*, 22(6), 400-406.
- Yoshihisa, Y., Rehman, M.U., Shimizu, T. (2014): Astaxanthin, a xanthophyll carotenoid, inhibits ultraviolet-induced apoptosis in keratinocytes. *Exp. Dermatol.*, 23(3), 178-183.
- Yoshihisa, Y., Tsugunobu, A., Kenji, M., Mati, U.R., Takashi, M., Tadamichi, S. (2016): Efficacy of Astaxanthin for the Treatment of Atopic Dermatitis in a Murine Model. *PloS One.*, 11(3).
- Yoon, H.S, Cho, H.H., Cho, S., Lee, S.R., Shin, M.H., Chung J.H. (2014): Supplementating with dietary astaxanthin combined with collagen hydrolysate improves facial elasticity and decreases matrix metalloproteinase-1 and -12 expression: A comparative study with placebo. *J. Med. Food*, 17, 810-816.
- Zague, V. (2008): A new view concerning the effects of collagen hydrolysate intake on skin properties. *Arch. Dermatol. Res.*, 300, 479-483.



## THE RELATIONSHIP BETWEEN PROCESSED FOOD DIETARY PATTERN AND DEPRESSION IN ADULTS

**Tamara Sorić<sup>1,2\*</sup>, Dunja Molnar<sup>2</sup>, Ivan Dolanc<sup>3</sup>, Luka Bočkor<sup>3</sup>, Jelena Šarac<sup>3</sup>,  
Miran Čoklo<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Psychiatric Hospital Ugljan, Otočkih dragovoljaca 42, 23275 Ugljan, Croatia

<sup>2</sup>PhD candidate at the University of Zagreb, Faculty of Food Technology and Biotechnology, Pierottijeva 6, 10000 Zagreb, Croatia

<sup>3</sup>Institute for Anthropological Research, Ljudevita Gaja 32, 10000 Zagreb, Croatia

\*tamara.novoselic@pbu.hr

*original scientific paper*

### ABSTRACT

Depression, an increasing public health problem, is often related to unhealthy dietary habits. The aim of this study was to examine the association between processed food dietary pattern and depression in adults. A cross-sectional study was conducted among 132 adult participants, aged 18 – 65. The intake of processed food was assessed using a validated semi-quantitative food frequency questionnaire, while depressive symptoms were evaluated using the Center for Epidemiologic Studies – Depression scale. Depression was determined in 14 participants (10.6%) with no significant differences regarding age ( $p=0.378$ ), sex ( $p=0.602$ ), body mass index ( $p=0.114$ ), educational level ( $p=0.311$ ), number of people in the household ( $p=0.753$ ), and physical activity ( $p=0.689$ ) between participants with and without depression. On the other hand, there were significantly more current smokers among the participants with depression ( $p=0.004$ ). Pastries ( $p=0.003$ ), French fries ( $p=0.033$ ), half-fat cheese ( $p=0.037$ ), and cream cheese ( $p=0.025$ ) were consumed more frequently among the participants without depression. There were no significant differences between the studied groups in consumption frequencies of other processed food items. Although the results of the present study did not show significantly increased consumption of processed food among depressed participants, for better understanding of potential relationship between these two factors, further prospective studies with larger sample sizes are needed.

*Keywords:* processed food, depression, adults

## **INTRODUCTION**

Among general population, depression has become one of the most prevalent mental health disorders and an increasing global public health problem (WHO, 2001; Kader Maideen et al., 2014) with the lifetime prevalence between 8% and 12% for most of the countries (Andrade et al., 2003). According to the World Health Organization (2017), on a worldwide scale, depression is not only a prominent cause of impairment, but also a dominant contributor to the overall burden of disease. Estimated percentage of people living with depression disorder is constantly rising (18.4% between 2005 and 2015) (GBD, 2016).

When compared to men, women seem to be twice more likely to become depressed; while separated or divorced individuals may have greater possibility of depression than the married ones (Weissman et al., 1996). Other known risk factors can be listed as follows: low educational level, living alone, unemployment, drug abuse, family history of mood disorders, stress (including stress at work), and illness (i.e. cancer and diabetes) (Khosravi et al., 2015; Yuan et al., 2018). Furthermore, in connection to being depressed, personal care of such individuals is often neglected. Hence, they are more likely to develop bad habits, primarily unhealthy dietary habits (intake of high-sugar and high-fat foods), physical inactivity, smoking, and alcohol consumption (Shah et al., 2004). Consequently, obesity and excessive body weight are common among depressed individuals (Luppino et al., 2010), which are also one of the risk factors for developing depression. Similarly, being underweight increases the depression susceptibility (Hong and Hur, 2017).

An overgrowing number of arguments suggest that nutrition is equally important for mental and physical health, and that there might be a link between occurrence of depression and certain dietary factors (Gatineau and Dent, 2011). The majority of the previously conducted studies have been focused primarily on the relationship between specific nutrients and the manifestation of depressive symptoms in different population groups (Lin and Su, 2007; Murakami et al., 2008; Kamphuis et al., 2008) and the results they provided were insufficient and ambiguous (Akbaraly et al., 2009). Although some findings suggest that higher diet quality has an inversely proportional effect on the development of depressive symptoms, not all currently available results are consistent with this hypothesis (Khosravi et al., 2015; Molendijk et al., 2018). According to Lang et al. (2015), in several longitudinal studies, the consumption of products such as sweetened beverages, refined foods, fried food, processed meat, refined grains, biscuits, and pastries was associated with an increased prevalence of depression. On the other hand, intake of healthy foods including fruits, vegetables, olive oil, fish, nuts, legumes, poultry, dairy products, and unprocessed meat have shown a reduced possibility of evolving depressive symptoms (Lang et al., 2015). In contrast, the results of a cohort study carried out by Le Port et al. (2012) demonstrated the positive association of low-fat dietary pattern and greater possibility of depression. According to Akbaraly et al. (2009), a diet rich in processed food may increase the risk of depression; but there is also a possibility that those at greater risk of depression may tend to consume more processed food; thus, the cause and effect cannot be yet established. Furthermore, Jacka et al. (2010)

in their epidemiological study showed an association between diet quality and high-prevalence mental illnesses, but this must be approached with caution and cannot be ruled out as an explanation up until now.

The aim of the present study was to examine the association between processed food dietary pattern and depression in adults. We hypothesized that among the participants with depression, a significantly higher consumption frequency of processed food would be established.

## MATERIALS AND METHODS

### Subjects

Healthy subjects, men and women, aged 18 – 65 years were recruited by word-of-mouth to participate in this cross-sectional study. The study was conducted during April and May 2018. Participants were excluded if they had a history of mental illness, if they refused to provide written informed consent or if they did not provide all the requested data. Out of 184 adults asked to participate in the study, a total of 52 participants (28.3%) were excluded from the study [n = 45 for not providing written informed consent, n = 7 for refusing to self-report body weight (BW) and body height (BH) values]. The final sample consisted of 132 participants, out of whom 46 were men and 86 were women. Sample characteristics are presented in Table 1.

**Table 1.** General characteristics of study participants

Parameter	Total sample n = 132	Without depression n = 118	With depression n = 14	p*
<b>Sex n (%)</b>				
men	46 (34.8)	42 (35.6)	4 (28.6)	0.602
women	86 (65.2)	76 (64.4)	10 (71.4)	
<b>Age (years) X ± SD</b>	39.4 ± 10.9	39.7 ± 10.7	37.0 ± 12.0	0.378
<b>Educational level n (%)</b>				
primary school	0 (0)	0 (0)	0 (0)	
secondary school	35 (26.5)	30 (25.4)	5 (35.7)	0.311
higher	97 (73.5)	88 (74.6)	9 (64.3)	
<b>Number of people in the household n (%)</b>				
living alone	10 (7.6)	8 (6.8)	2 (14.3)	0.753
not living alone	122 (92.4)	110 (93.2)	12 (85.7)	
<b>Cigarette smoking n (%)</b>				
yes	41 (31.1)	32 (27.1)	9 (64.3)	0.004 <sup>†</sup>
no	91 (68.9)	86 (72.9)	5 (35.7)	
<b>Physically active n (%)</b>				
yes	88 (66.7)	78 (66.1)	10 (71.4)	0.689
no	44 (33.3)	40 (33.9)	4 (28.6)	
<b>BMI (kg/m<sup>2</sup>) X ± SD</b>	24.6 ± 4.0	24.4 ± 3.9	26.2 ± 4.5	0.114

n – number of participants; X ± SD – arithmetic mean ± standard deviation; BMI – body mass index

\*Pearson's chi-square test, t-test or Mann-Whitney U test for testing the difference between participants with and without depression.

<sup>†</sup>statistically significant ( $p < 0.05$ )

All study participants have provided informed consent after the purpose and the procedures of the study have been fully explained. After signing the informed consent, they were asked to fill in the selected sections of the Food Frequency Questionnaire (FFQ) (Babić et al., 2014) and to self-report the presence of depressive symptoms using the Center for Epidemiologic Studies-Depression (CES-D) scale (Radloff, 1977).

This study was approved by the Central Ethics Committee of the Medical School, University of Zagreb (approval number: 641-01/18-02/01).

### *Methods*

The selected sections of the validated semi-quantitative FFQ (Babić et al., 2014) used in the present study had two purposes. The first part of the questionnaire covered all relevant basic information about the study participants (age, sex, educational level, number of people in the household, smoking status, physical activity status, BW, BH). The physical activity status was self-assessed and the participants were asked to indicate whether they are physically active or not. The participants' body mass index (BMI) was calculated using the following formula:  $BW \text{ (kg)} / BH^2 \text{ (m}^2\text{)}$ .

Processed food intake was assessed using the main part of the questionnaire. Reference period for the data collection was the participants' previous month. The questionnaire originally consisted of 101 food items for the evaluation of the overall dietary habits. For the determination of the consumption frequencies following answers were available: every day (1), four to six times a week (2), two to three times a week (3), once a week (4), two to three times a month (5), once a month (6), and never (7). This FFQ was chosen due to the fact that it included a broad range of food items and is considered a valid tool for the assessment of dietary habits in healthy adults in Croatia (Babić et al., 2014).

Processed food dietary pattern has been created in accordance with the classification outlined by Monteiro et al. (2010). According to their classification, so called "ultra-processed food products" were described as industrially processed products that are ready-to-eat or ready-to-heat with little or no preparation and are long-lasting, convenient and visually attractive to consumers (Monteiro et al., 2010; Bielemann et al., 2015). Out of 101 food items present in the FFQ (Babić et al., 2014), a total of 26 food items met the aforementioned criteria and consequently formed a processed food dietary pattern of the present study. A processed food dietary pattern included the following food items: breakfast cereals; white pasta/rice; white bread; pastries; popcorn; French fries; low-fat meat products (chicken/turkey ham); "kulen" sausage, prosciutto, smoked sausages; hot dogs; baked sausages; milk (2.8% milk fat); whole milk (>3.5% milk fat); full-fat yogurt; fruit yogurt; sour cream; half-fat cheese (Emmental cheese, mozzarella, parmesan); feta cheese; full-fat cheese (cheddar, Trappist cheese, edam, Roquefort); cream cheese; margarine; mayonnaise; milk chocolate; biscuits; cookies; carbonated drinks; and chocolate milk.

Depressive symptoms were evaluated using the CES-D scale which is a validated self-report scale designed for the measurement of depressive symptoms among the

general population (Radloff, 1977). Study participants were asked to report the occurrence frequency of specific symptoms during the last week period. For listed symptoms the following answers were available: rarely or never [0], occasionally (1 – 2 days) [1], periodically (3 – 4 days) [2], and mostly or constantly (5 – 7 days) [3]. A maximum total score was 60 and the score of 16 or greater was considered depressed (Radloff, 1977).

#### *Statistical analysis*

All the study analyses were performed using the statistical software STATISTICA, version 6.1 (StatSoft Inc, Tulsa, OK, USA). The Kolmogorov-Smirnov and the Lilliefors normality tests were used for the assessment of normality. To describe the sample, descriptive statistics (mean and standard deviation, number of participants and percentage, median and interquartile range) were used. For the evaluation of differences between participants with and without depression, non-parametric Mann-Whitney U test, Pearson's chi-squared test or t-test were used. The threshold of significance was  $p < 0.05$ .

## **RESULTS AND DISCUSSION**

Samples' descriptive characteristics, together with corresponding  $p$  values, are listed in Table 1. The prevalence of depression established in the present study is in accordance with the estimated worldwide prevalence (Andrade et al., 2003). The fact that depression has become common and serious public health problem is thus supported with our results as 10.6% of the participants are classified as depressed.

In the present study we have found statistically significant association between depression and cigarette smoking ( $p=0.004$ ) which supports the claim of Shah et al. (2004). No other differences between depressed and non-depressed subjects have been determined (Table 1) despite the fact that depression is considered to be strongly related with poor lifestyle habits (including inadequate dietary habits and physical inactivity), female gender, and other previously mentioned risk factors (Weissman et al., 1996; Khosravi et al., 2015; Yuan et al., 2018). Probable reason is a relatively small number of study participants with depression, which led to such results.

Consumption frequencies for each of the 26 studied food items are shown in Table 2. On every day basis, the participants mostly consumed milk with 2.8% milk fat (41 participants; 31.1%), white bread (17 participants; 12.9%), and milk chocolate (17 participants; 12.9%). According to the results, participants without depression consumed significantly more pastries ( $p=0.003$ ), French fries ( $p=0.033$ ), half-fat cheese (Emmental cheese, mozzarella, parmesan) ( $p=0.037$ ), and cream cheese ( $p=0.025$ ) than the depressive ones. For other food items there were no significant differences regarding the consumption frequency between the participants with and without depression (Table 2).



**Table 2.** Processed food consumption frequency

Food item consumption frequency; median (interquartile range)	Total sample n = 132	Without depression n = 118	With depression n = 14	p*
breakfast cereals	7 (5 – 7)	7 (5 – 7)	7 (4 – 7)	0.660
white pasta/rice	5 (4 – 6)	5 (4 – 6)	4 (3 – 6)	0.494
white bread	4 (3 – 6)	4 (3 – 7)	4 (2 – 6)	0.329
pastries	5 (3 – 6)	5 (4 – 6)	3 (2 – 5)	0.003 <sup>†</sup>
popcorn	7 (6 – 7)	7 (6 – 7)	7 (4 – 7)	0.342
French fries	6 (5 – 7)	6 (5 – 7)	5 (4 – 6)	0.033 <sup>†</sup>
low-fat meat products (chicken/turkey ham)	5 (3 – 6)	5 (3 – 6)	4 (3 – 5)	0.375
“kulen” sausage, prosciutto, smoked sausages	4 (3 – 5)	4 (3 – 5)	4 (4 – 5)	0.909
hot dogs	6 (5 – 7)	7 (6 – 7)	6 (5 – 7)	0.240
baked sausages	6 (6 – 7)	6 (6 – 7)	7 (4 – 7)	0.734
milk (2.8% milk fat)	3 (1 – 7)	3 (1 – 7)	2 (1 – 5)	0.162
whole milk (>3.5% milk fat)	7 (6 – 7)	7 (6 – 7)	7 (6 – 7)	0.921
full-fat yogurt	7 (4 – 7)	7 (5 – 7)	6 (3 – 7)	0.243
fruit yogurt	7 (5 – 7)	7 (5 – 7)	7 (5 – 7)	0.608
sour cream	5 (4 – 7)	5 (4 – 7)	6 (4 – 7)	0.508
half-fat cheese (Emmental cheese, mozzarella, parmesan)	4 (3 – 5)	4 (3 – 5)	3 (2 – 5)	0.037 <sup>†</sup>
feta cheese	6 (5 – 7)	6 (5 – 7)	6 (5 – 7)	0.584
full-fat cheese (cheddar, Trappist cheese, edam, Roquefort)	5 (4 – 6)	5 (4 – 6)	5 (4 – 6)	0.973
cream cheese	5 (3 – 6)	5 (4 – 6)	3 (2 – 6)	0.025 <sup>†</sup>
margarine	7 (5 – 7)	7 (5 – 7)	7 (5 – 7)	0.918
mayonnaise	6 (4 – 7)	6 (4 – 7)	6 (5 – 7)	0.492
milk chocolate	4 (3 – 6)	4 (3 – 5)	3 (2 – 6)	0.260
biscuit	5 (4 – 7)	5 (4 – 7)	5 (3 – 7)	0.451
cookies	4 (3 – 5)	4 (3 – 5)	4 (3 – 6)	0.595
carbonated drinks	6 (4 – 7)	6 (4 – 7)	6 (5 – 6)	0.657
chocolate milk	7 (6 – 7)	7 (6 – 7)	7 (6 – 7)	0.950

Abbreviations: n – number of participants

Food items consumption frequencies are on a 1 to 7 Likert scale (1 – every day; 2 – four to six times a week; 3 – two to three times a week; 4 – once a week; 5 – two to three times a month; 6 – once a month; 7 – never).

\*Mann-Whitney U test for testing the difference between participants with and without depression.

<sup>†</sup>statistically significant ( $p < 0.05$ )

Considering the intake of processed food, the findings of our study are not fully consistent with previous studies' results. In the cohort study of Sánchez-Villegas et al. (2012), increased intake of fast food was positively associated with the occurrence of depression, whereas no association was found between consumption of commercial baked goods and depression. In addition, cross-sectional study of Miyake et al. (2018) found no association between depressive symptoms during pregnancy and Western dietary pattern (defined, among other things, by the increased consumption of processed meat, seasonings containing salt and low intake of bread). Moreover, another two high quality studies found no association between depression and Western dietary pattern (characterized by the intake of processed or fried foods, refined grains, and products with high sugar content) (Jacka et al., 2010; Jacka et al., 2011). Similar results were found in a study conducted by Nanri et al. (2010). Furthermore, Samieri et al. (2008) in their cross-sectional study, found no association between depression in women and consumption of starch-rich food, processed meat products, pizza and sandwiches. Contrary to our findings, few high-quality cohort and cross-sectional studies reported that increased consumption of processed food is positively associated with increased odds of depressive symptoms (Liu et al., 2007; Akbaraly et al., 2009; Jeffery et al., 2009; Fowles et al., 2011). Likewise, results of cross-sectional study conducted by Liu et al. (2016) showed that processed food intake was positively associated with depression among postmenopausal Chinese women. When observing the results of our study and those of the previous studies, the evidence for association between consumption of processed food and depression is inconsistent. These inconsistencies might be due to a large variety of methods used for measuring depression, different sample sizes, and the fact that studies were carried out on participants from different population groups (adults, middle age people, pregnant or postmenopausal women, students) which differ in some of the essential characteristics that could have a confounding effect on the study outcomes (Quirk et al., 2013).

Our study has few limitations that need to be considered. Firstly, due to the cross-sectional study design the results should not be interpreted as providing evidence of a cause-effect relationship between the processed food dietary pattern and depression. There is a need for a longitudinal study aimed at exploring the role of processed food in the development of depression in order to better understand the potential relationship between the aforementioned elements. Secondly, according to our results only 14 participants were diagnosed as depressed. Due to a large disproportion in the number of participants being depressed and non-depressed, the results should be observed with caution.

## CONCLUSION

The results of the present study do not confirm the hypothesis that the participants with depression would have a significantly higher consumption frequency of processed food. As the evidence for the association between processed food intake and depression is inconsistent, further research and high-quality studies with larger sample are needed.

## REFERENCES

- Akbaraly, T.N., Brunner, E.J., Ferrie, J.E., Marmot, M.G., Kivimaki, M., Singh-Manoux, A. (2009): Dietary pattern and depressive symptoms in middle age. *Br. J. Psychiatry*, 195(5), 408-413. <https://doi.org/10.1192/bjp.bp.108.058925>
- Andrade, L., Caraveo-Anduaga, J.J., Berglund, P., Bijl, R.V., De Graaf, R., Vollebergh, W., Dragomirecka, E., Kohn, R., Keller, M., Kessler, R.C., Kawakami, N., Kiliç, C., Offord, D., Ustun, T.B., Wittchen, H.U. (2003): The epidemiology of major depressive episodes: results from the International Consortium of Psychiatric Epidemiology (ICPE) Surveys. *Int. J. Methods Psychiatr. Res.*, 12(1), 3-21. <https://doi.org/10.1002/mpr.138>
- Babić, D., Sindik, J., Missoni, S. (2014): Development and validation of a self-administered food frequency questionnaire to assess habitual dietary intake and quality of diet in healthy adults in the Republic of Croatia. *Coll. Antropol.*, 38(3), 1017-1026.
- Bielemann, R.M., Santos Motta, J.V., Minten, G.C., Horta, B.L., Gigante, D.P. (2015): Consumption of ultra-processed foods and their impact on the diet of young adults. *Rev. Saude Publica*, 49, 28. <https://doi.org/10.1590/s0034-8910.2015049005572>
- Fowles, E.R., Timmerman, G.M., Bryant, M., Kim, S. (2011): Eating at fast-food restaurants and dietary quality in low-income pregnant women. *West J. Nurs. Res.*, 33(5), 630-651. <https://doi.org/10.1177/0193945910389083>
- Gatineau, M., Dent, M. (2011): *Obesity and mental health*. National Obesity Observatory Resources on the Web <https://khub.net/documents/31798783/32039025/Obesity+and+Mental+Health.pdf/18cd2173-408a-4322-b577-6aba3354b7ca?download=true>. Accessed September 25, 2018.
- GBD 2015 Disease and Injury Incidence and Prevalence Collaborators (2016): Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 310 diseases and injuries, 1990-2015: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2015. *Lancet*, 388(10053), 1545-1602. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)31678-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)31678-6)
- Hong, S.M., Hur, Y.I. (2017): Relationship between obesity and depression in Korean adults: Korea National Health and Nutrition Examination Survey 2014. *Medicine (Baltimore)*, 96(52), e9478. <https://doi.org/10.1097/MD.0000000000009478>

- Jacka, F.N., Pasco, J.A., Mykletun, A., Williams, L.J., Hodge, A.M., O'Reilly, S.L., Nicholson, G.C., Kotowicz, M.A., Berk, M. (2010): Association of Western and traditional diets with depression and anxiety in women. *Am. J. Psychiatry*, 167(3), 305-311. <https://doi.org/10.1176/appi.ajp.2009.09060881>
- Jacka, F.N., Mykletun, A., Berk, M., Bjelland, I., Tell, G.S. (2011): The association between habitual diet quality and the common mental disorders in community-dwelling adults: the Hordaland Health study. *Psychosom. Med.*, 73(6), 483-490. <https://doi.org/10.1097/PSY.0b013e318222831a>
- Jeffery, R.W., Linde, J.A., Simon, G.E., Ludman, E.J., Rohde, P., Ichikawa, L.E., Finch, E.A. (2009): Reported food choices in older women in relation to BMI and depressive symptoms. *Appetite*, 52(1), 238-240. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2008.08.008>
- Kader Maideen, S.F., Sidik, S.M., Rampal, L., Mukhtar, F. (2014): Prevalence, associated factors and predictors of depression among adults in the community of Selangor, Malaysia. *PLoS One*, 9(4), e95395. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0095395>
- Kamphuis, M.H., Geerlings, M.I., Grobbee, D.E., Kromhout, D. (2008): Dietary intake of B(6-9-12) vitamins, serum homocysteine levels and their association with depressive symptoms: the Zutphen Elderly Study. *Eur. J. Clin. Nutr.*, 62(8), 939-945. <https://doi.org/10.1038/sj.ejcn.1602804>
- Khosravi, M., Sotoudeh, G., Majdzadeh, R., Nejati, S., Darabi, S., Raisi, F., Esmailzadeh, A., Sorayani, M. (2015): Healthy and unhealthy dietary patterns are related to depression: a case-control study. *Psychiatry Investig.*, 12(4), 434-442. <https://doi.org/10.4306/pi.2015.12.4.434>
- Lang, U.E., Beglinger, C., Schweinfurth, N., Walter, M., Borgwardt, S. (2015): Nutritional aspects of depression. *Cell. Physiol. Biochem.*, 37(3), 1029-1043. <https://doi.org/10.1159/000430229>
- Le Port, A., Gueguen, A., Kesse-Guyot, E., Melchior, M., Lemogne, C., Nabi, H., Goldberg, M., Zins, M., Czernichow, S. (2012): Association between dietary patterns and depressive symptoms over time: a 10-year follow-up study of the GAZEL cohort. *PLoS One*, 7(12), e51593. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0051593>
- Lin, P.Y., Su, K.P. (2007): A meta-analytic review of double-blind, placebo-controlled trials of antidepressant efficacy of omega-3 fatty acids. *J. Clin. Psychiatry*, 68(7), 1056-1061. <https://doi.org/10.4088/jcp.v68n0712>
- Liu, C., Xie, B., Chou, C.P., Koprowski, C., Zhou, D., Palmer, P., Sun, P., Guo, Q., Duan, L., Sun, X., Anderson Johnson, C. (2007): Perceived stress, depression and food consumption frequency in the college students of China Seven Cities. *Physiol. Behav.*, 92(4), 748-754. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2007.05.068>

- Liu, Z.M., Ho, S.C., Xie, Y.J., Chen, Y.J., Chen, Y.M., Chen, B., Wong, S.Y., Chan, D., Wong, C.K., He, Q., Tse, L.A., Woo, J. (2016): Associations between dietary patterns and psychological factors: a cross-sectional study among Chinese postmenopausal women. *Menopause*, 23(12), 1294-1302. <https://doi.org/10.1097/GME.0000000000000701>
- Luppino, F.S., de Wit, L.M., Bouvy, P.F., Stijnen, T., Cuijpers, P., Penninx, B.W., Zitman, F.G. (2010): Overweight, obesity, and depression: a systematic review and meta-analysis of longitudinal studies. *Arch. Gen. Psychiatry*, 67(3), 220-229. <https://doi.org/10.1001/archgenpsychiatry.2010.2>
- Miyake, Y., Tanaka, K., Okubo, H., Sasaki, S., Furukawa, S., Arakawa, M. (2018): Dietary patterns and depressive symptoms during pregnancy in Japan: baseline data from the Kyushu Okinawa Maternal and Child Health Study. *J. Affect. Disord.*, 225, 552-558. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2017.08.073>
- Molendijk, M., Molero, P., Ortuño Sánchez-Pedreño, F., Van der Does, W., Angel Martínez-González, M. (2018): Diet quality and depression risk: A systematic review and dose-response meta-analysis of prospective studies. *J. Affect. Disord.*, 226, 346-354. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2017.09.022>
- Monteiro, C.A., Levy, R.B., Claro, R.M., Castro, I.R., Cannon, G. (2010): A new classification of foods based on the extent and purpose of their processing. *Cad. Saude. Publica*, 26(11), 2039-2049. <https://doi.org/10.1590/s0102-311x2010001100005>
- Murakami, K., Mizoue, T., Sasaki, S., Ohta, M., Sato, M., Matsushita, Y., Mishima, N. (2008): Dietary intake of folate, other B vitamins, and omega-3 polyunsaturated fatty acids in relation to depressive symptoms in Japanese adults. *Nutrition*, 24(2), 140-147. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2007.10.013>
- Nanri, A., Kimura, Y., Matsushita, Y., Ohta, M., Sato, M., Mishima, N., Sasaki, S., Mizoue, T. (2010): Dietary patterns and depressive symptoms among Japanese men and women. *Eur. J. Clin. Nutr.*, 64(8), 832-839. <https://doi.org/10.1038/ejcn.2010.86>
- Quirk, S.E., Williams, L.J., O'Neil, A., Pasco, J.A., Jacka, F.N., Housden, S., Berk, M., Brennan, S.L. (2013): The association between diet quality, dietary patterns and depression in adults: a systematic review. *BMC Psychiatry*, 13, 175. <https://doi.org/10.1186/1471-244X-13-175>
- Radloff, L.S. (1977): The CES-D scale: a self-report depression scale for research in the general population. *Appl. Psychol. Meas.*, 1(3), 385-401. <https://doi.org/10.1177/014662167700100306>
- Samieri, C., Jutand, M.A., Féart, C., Capuron, L., Letenneur, L., Barberger-Gateau, P. (2008): Dietary patterns derived by hybrid clustering method in older people: association with cognition, mood, and self-rated health. *J. Am. Diet. Assoc.*, 108(9), 1461-1471. <https://doi.org/10.1016/j.jada.2008.06.437>

- Sánchez-Villegas, A., Toledo, E., de Irala, J., Ruiz-Canela, M., Pla-Vidal, J., Martínez-González, M.A. (2012): Fast-food and commercial baked goods consumption and the risk of depression. *Public Health Nutr.*, 15(3), 424-432. <https://doi.org/10.1017/S1368980011001856>
- Shah, S., White, A., White, S., Littler, W. (2004): Heart and mind: (1) relationship between cardiovascular and psychiatric conditions. *Postgrad. Med. J.*, 80(950), 683-689. <https://doi.org/10.1136/pgmj.2003.014662>
- Weissman, M.M., Bland, R.C., Canino, G.J., Faravelli, C., Greenwald, S., Hwu, H.G., Joyce, P.R., Karam, E.G., Lee, C.K., Lellouch, J., Lépine, J.P., Newman, S.C., Rubio-Stipec, M., Wells, J.E., Wickramaratne, P.J., Wittchen, H., Yeh, E.K. (1996): Cross-national epidemiology of major depression and bipolar disorder. *JAMA*, 276(4), 293-299.
- WHO, World Health Organization (2001): *The world health report 2001 – Mental Health: New Understanding, New Hope*. <https://www.who.int/whr/2001/en> Accessed November 6, 2019.
- WHO, World Health Organization (2017): *Depression and other common mental disorders: Global Health Estimates 2017*. Resources on the Web. <http://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/depression> Accessed September 14, 2018.
- Yuan, M.Z., Fang, Q., Liu, G.W., Zhou, M., Wu, J.M., Pu, C.Y. (2018): Risk factors for post-acute coronary syndrome depression: a meta-analysis of observational studies. *J. Cardiovasc. Nurs.* [in press] <http://dx.doi.org/10.1097/JCN.0000000000000520>



## SEASONAL EVALUATION OF CHILDREN'S KINDERGARTEN VEGAN MEALS

**Kristina Tušek<sup>1\*</sup>, Ivana Bečić<sup>2</sup>, Jasenka Gajdoš Kljusurić<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Health Center of Krapina-Zagorje County, Dr. Mirka Crkvenca 1, 49000 Krapina, Croatia*

<sup>2</sup>*University of Zagreb, Faculty of Food Technology and Biotechnology, Pierottijeva 6, 10000 Zagreb, Croatia*

*\*tusek.kristina@gmail.com*

*original scientific paper*

### ABSTRACT

Veganism, due to abstaining from the use of animal products in diet, can result in the deficit and/or surplus of nutrients essential in maintaining good health and preventing disease. The aim of this study was to give an objective presentation of vegan diet for preschool children (3 – 6 years), through two seasons: spring/summer and autumn/winter, respectively.

Analysed were weekly menus in each season, including four meals: breakfast, lunch, and two snacks (morning and afternoon). Based on the food ingredients, the energy and nutrition composition of the meals per day were calculated. The findings were related to the recommendations for menus in Croatian kindergartens. The similarities and differences were observed based on standard discriminant statistics and multivariate tools such as multivariate analysis of variance.

The results showed no seasonal variations in average daily intake of proteins and carbohydrates. The monitoring of micronutrients singled out an increase in the content of minerals, such as sodium, potassium, calcium, magnesium, phosphorus, iron, zinc, and copper in the autumn/winter season. Concerning vitamins, the largest difference in average values restated the content of vitamin C (>51% in spring/summer meals).

Although these results are based on weekly menus, it is clear how each type of alternative diet should be monitored by professionals, because improper planning of menus can have negative effects on the growth and development of the child.

*Keywords:* vegan meals, seasonal evaluation, kindergarten, multivariate analysis



## INTRODUCTION

Diets, as a certain eating pattern with different eating styles, have their advantages and disadvantages. According to Yen et al. (2008), the number of vegetarians in Western countries increases based on ethical, health, or environmental reasons. Studies report that vegetarians and vegans have a lower incidence of “modern diseases”, such as hypertension, coronary diseases, diabetes type 2, and mortality in general (Orešković et al., 2015; Yen et al., 2008). The vegetarian diet contains various levels of fruits, vegetables, grains, pulses, nuts, and seeds, and may include dairy and eggs, depending on the type of diet that is followed. The vegan diet excludes all animal and animal-derived products (i.e., meat, poultry, fish, eggs, and/or dairy products). Such a diet may fail to obtain an adequate amount of all micronutrients, such as calcium, zinc, iron, vitamin B<sub>12</sub>, vitamin D, and dietary fibres, as well as calories, protein, and omega 3 fatty acids to a lesser extent (Sanders and Reddy, 1994; Gorczyca, 2017). Nutrition is very important for all population groups, especially for preschool children to ensure their normal growth and development (Schürmann et al., 2017). The diets of children are dependent on their parents but also on the people planning the menus at the establishments they reside in, such as kindergarten. All responsible for the children’s menus have to be educated as to the potential risks of such nutrition.

To the best of our knowledge, there is no report on nutrient intake of vegan menus in Croatian kindergartens, analysed in two seasons. The purpose of this study was to assess and compare nutrients of vegan meals intended for kindergarten children in order to identify potential risks, and offer information in case of any risk to normal growth and development.

## MATERIALS AND METHODS

Five different preschool menus per season were taken from the literature (Berko, 2014 and 2014a). The energy and nutritive values of these meals for kindergarten children (3 – 6 years) were calculated, revealing that 80% of the daily energy requirements are met (Vučemilović and Vujić Šisler, 2007). Such a daily menu includes breakfast (25% of daily energy, E<sub>d</sub>), morning snack (10% of E<sub>d</sub>), lunch (35% of E<sub>d</sub>), and afternoon snack (10% of E<sub>d</sub>). Two seasonal menus were observed: spring/summer and autumn/winter. Each season is presented on a 5-day observation basis. The Croatian Food Composition Database was used (Kaić-Rak and Antonić, 1990) in the energy and nutrient calculation. Basic statistics was used in presentation of average energy and nutritive values. To investigate multivariate interaction, the Multivariate Analysis of Variance (MANOVA) was applied in the program Statistica v. 8.

## RESULTS AND DISCUSSION

The recommended daily energy intake for children aged 4 – 6 years, regardless of gender, is 6700 kJ or 1600 kcal (Vučemilović and Vujić Šisler, 2007). A child’s 8-

hour stay in kindergarten implies that 80% of their daily energy needs, i.e., 5360 kJ or 1280 kcal, should be provided by the offered meals.

The analysed menu combinations (one breakfast, one lunch, and 2 snacks) resulted in values in the range of 802 – 1308 kcal/day. Table 1 gives a detailed insight into the energy and nutritive content of average meals.

**Table 1.** Energy and nutritive profile of a vegan menu for children aged 4 – 6 years

	<b>Breakfast (B)</b>	<b>Lunch, L<sub>S1</sub></b>	<b>Lunch, L<sub>S2</sub></b>	<b>Snacks (S)</b>
Energy/ kcal	380.7 ± 62.3	420 ± 130.1 <sup>a</sup>	398.1 ± 113.4 <sup>a</sup>	49.2 ± 56.5
Proteins/ g	10.9 ± 4.5	12.6 ± 5.3 <sup>a</sup>	13.9 ± 3.5 <sup>b</sup>	0.9 ± 1.2
Fats/ g	7.4 ± 5.3	12.7 ± 5.7 <sup>a</sup>	10.8 ± 8.1 <sup>b</sup>	1.6 ± 4.8
SFA/g	2.1 ± 2	1.7 ± 0.5 <sup>a</sup>	1.5 ± 0.9 <sup>a</sup>	1.5 ± 4.8
MUFA/ g	3.4 ± 2.5	4.2 ± 2.4 <sup>a</sup>	3.7 ± 2.7 <sup>a</sup>	0.1 ± 0.4
PUFA/ g	1.1 ± 0.7	6.9 ± 3.7 <sup>a</sup>	5.7 ± 5.6 <sup>b</sup>	1.1 ± 3.2
(C18:2) <sup>+</sup> / g	0 ± 0	6.4 ± 3.8 <sup>a</sup>	4.8 ± 5.2 <sup>b</sup>	0.4 ± 1.1
Carbohydrates/ g	67.8 ± 14.1	65.3 ± 26.9 <sup>a</sup>	64 ± 21.6 <sup>a</sup>	8.4 ± 3.2
Mono- & Disaccharides /g	0 ± 0	12.5 ± 4.6 <sup>a</sup>	13.6 ± 12 <sup>a</sup>	8.2 ± 3.1
Polysaccharides /g	0 ± 0	52.8 ± 25.8 <sup>a</sup>	50.4 ± 14.8 <sup>a</sup>	0.2 ± 0.5
Fibres/ g	7.7 ± 3.7	10 ± 2.6 <sup>a</sup>	13.5 ± 4.7 <sup>b</sup>	2 ± 1.7
Sodium/ mg	283.8 ± 155.4	1005.9 ± 292.8 <sup>a</sup>	936 ± 277 <sup>b</sup>	4.2 ± 5.6
Potassium/ mg	0 ± 0	817.1 ± 247.5 <sup>a</sup>	1116.8 ± 261.3 <sup>b</sup>	166.5 ± 93.9
Calcium/ mg	146.8 ± 83.8	79.2 ± 29.4 <sup>a</sup>	121.3 ± 38.1 <sup>b</sup>	18 ± 18.1
Magnesium/ mg	91.1 ± 23.5	51.3 ± 22.6 <sup>a</sup>	58.5 ± 40.3 <sup>a</sup>	13.3 ± 15.5
Phosphorus/ mg	246.4 ± 111.4	211.3 ± 38.5 <sup>a</sup>	252.4 ± 58.5 <sup>b</sup>	24.5 ± 28.8
Iron/ mg	3.7 ± 1.5	3.6 ± 1.3 <sup>a</sup>	5 ± 1.1 <sup>b</sup>	0.5 ± 0.4
Zinc/ mg	2 ± 0.4	1.2 ± 0.4 <sup>a</sup>	1.7 ± 0.7 <sup>b</sup>	0.2 ± 0.3
Copper/ mg	534.5 ± 337.7	0.3 ± 0 <sup>a</sup>	0.8 ± 0.7 <sup>b</sup>	0.1 ± 0
R.E./ µg	184 ± 387.4	439.5 ± 220.3 <sup>a</sup>	324.9 ± 189.6 <sup>b</sup>	60.4 ± 113.9
Carotene/ µg	0 ± 0	2638.3 ± 1320.8 <sup>a</sup>	2145.2 ± 1040.7 <sup>b</sup>	362.6 ± 683.2
B <sub>1</sub> / mg	0.3 ± 0.3	0.3 ± 0.1 <sup>a</sup>	0.4 ± 0.1 <sup>a</sup>	0 ± 0
B <sub>2</sub> / mg	0.2 ± 0.1	0.2 ± 0.1 <sup>a</sup>	0.2 ± 0.1 <sup>a</sup>	0 ± 0
Niacin/ mg	3.1 ± 1.7	2.8 ± 1 <sup>a</sup>	2.8 ± 0.3 <sup>a</sup>	0.3 ± 0.2
B <sub>6</sub> / mg	0.3 ± 0.2	0.3 ± 0.1 <sup>a</sup>	0.4 ± 0.2 <sup>a</sup>	0.1 ± 0.1
Vitamin C/ mg	28.4 ± 45.7	54.8 ± 41.2 <sup>a</sup>	156.3 ± 267.1 <sup>b</sup>	7.1 ± 6.7

<sup>+</sup> linoleic acid; R.E. – retinol equivalent; S1: season spring/summer; S2: season autumn/winter); different letters in the same row indicate significant differences (significance level  $p < 0.05$ )

As veganism is a diet that includes foods only of plant origin, thus excluding meat, milk, eggs or any food of animal origin, it may result in deficiency and/or surplus of certain nutrients. As presented in Table 1, lunch is the dominant source of energy, followed by breakfast. The seasonal menus differed in the lunch offers, and

significant differences were found in the content of proteins, total fats, PUFA, (C18:2), fibres, sodium, potassium, calcium, phosphorus, iron, zinc, copper, R.E., carotene and vitamin C. For the proper growth and development of children, it is important to secure healthful menu offers, since the food quality is related to maintaining good health and preventing disease (Palfreyman et al., 2015; Scaglioni et al., 2018). To investigate if the energy and nutritional intake in the kindergarten meet the children's needs, daily nutritional values of kindergarten offers were calculated, which included the average values for breakfast, seasonal lunch, and two snacks offered in the morning and afternoon (Table 2).

**Table 2.** Summarized energy and nutritive profile of vegan menu offers for children aged 4 – 6 years

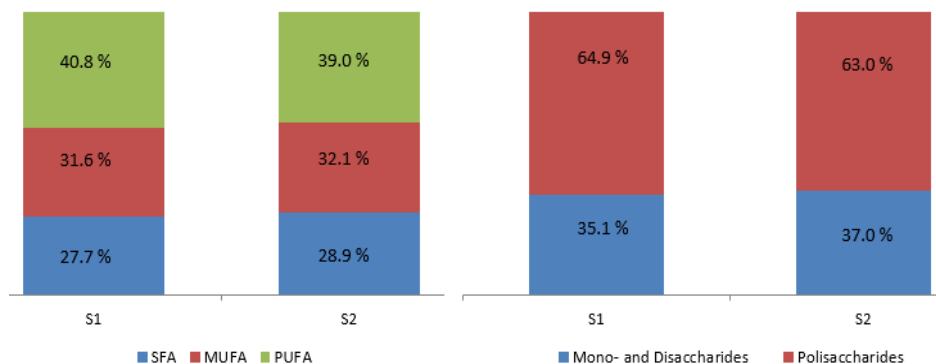
Observed	B+S <sub>1</sub> +L <sub>S1</sub> +S <sub>2</sub>	B+S <sub>1</sub> +L <sub>S2</sub> +S <sub>2</sub>	Recommended per day <sup>†</sup>	80% of recommendation
Energy/ kcal	899 ± 305.3 <sup>a</sup>	877.2 ± 288.6 <sup>a</sup>	1600	1280 <sup>b</sup>
Proteins/ g	25.3 ± 12.1 <sup>a</sup>	26.6 ± 10.3 <sup>a</sup>	40 – 60	32 – 48 <sup>b</sup>
Fats/ g	23.3 ± 20.7 <sup>a</sup>	21.4 ± 23 <sup>a</sup>	53 – 62	42.4 <sup>b</sup> – 49.6 <sup>b</sup>
SFA/g	6.9 ± 12.3 <sup>a</sup>	6.6 ± 12.6 <sup>a</sup>	≤18	≤14.4
MUFA/ g	7.8 ± 5.7 <sup>a</sup>	7.4 ± 5.9 <sup>a</sup>	-	-
PUFA/ g	10.1 ± 10.7 <sup>a</sup>	9 ± 12.6 <sup>a</sup>	-	-
(C18:2) <sup>+</sup> / g	7.1 ± 6 <sup>a</sup>	5.5 ± 7.4 <sup>b</sup>	-	-
Carbohydrates/ g	149.8 ± 47.4 <sup>a</sup>	148.5 ± 42.2 <sup>a</sup>	200 – 240	160 – 192 <sup>b</sup>
Mono- & Disaccharides /g	28.8 ± 10.8 <sup>a</sup>	29.9 ± 18.1 <sup>a</sup>	<40	<32 <sup>a</sup>
Polysaccharides /g	53.2 ± 26.8 <sup>a</sup>	50.9 ± 15.8 <sup>a</sup>	-	-
Fibres/ g	21.7 ± 9.8 <sup>a</sup>	25.1 ± 11.9 <sup>a</sup>	>16	>12.8 <sup>b</sup>
Sodium/ mg	1298 ± 459.4 <sup>a</sup>	1228.1 ± 443.6 <sup>b</sup>	410	328 <sup>c</sup>
Potassium/ mg	1150.1 ± 435.4 <sup>a</sup>	1449.8 ± 449.2 <sup>a</sup>	1400	1120 <sup>a</sup>
Calcium/ mg	261.9 ± 149.4 <sup>a</sup>	303.9 ± 158.2 <sup>a</sup>	700	560 <sup>b</sup>
Magnesium/ mg	169 ± 77.1 <sup>a</sup>	176.2 ± 94.8 <sup>a</sup>	120	96 <sup>b</sup>
Phosphorus/ mg	506.6 ± 207.5 <sup>a</sup>	547.7 ± 227.5 <sup>b</sup>	600	480 <sup>a</sup>
Iron/ mg	8.2 ± 3.5 <sup>a</sup>	9.6 ± 3.2 <sup>b</sup>	8	6.4 <sup>c</sup>
Zinc/ mg	3.6 ± 1.5 <sup>a</sup>	4.1 ± 1.8 <sup>a</sup>	5	4 <sup>a</sup>
Copper/ mg	535 ± 337.9 <sup>a</sup>	535.5 ± 338.5 <sup>a</sup>	500 – 1000	400 – 800 <sup>a</sup>
R.E./ µg	744.3 ± 835.5 <sup>a</sup>	629.7 ± 804.8 <sup>b</sup>	700	560 <sup>c</sup>
Carotene/ µg	3363.5 ± 2687.3 <sup>a</sup>	2870.4 ± 2407.2 <sup>b</sup>	-	-
B <sub>1</sub> / mg	0.7 ± 0.4 <sup>a</sup>	0.8 ± 0.4 <sup>a</sup>	0.8	0.64 <sup>a</sup>
B <sub>2</sub> / mg	0.5 ± 0.3 <sup>a</sup>	0.5 ± 0.3 <sup>a</sup>	0.9	0.72 <sup>b</sup>
Niacin/ mg	6.5 ± 3 <sup>a</sup>	6.5 ± 2.4 <sup>a</sup>	10	8 <sup>b</sup>
B <sub>6</sub> / mg	0.8 ± 0.4 <sup>a</sup>	0.9 ± 0.5 <sup>a</sup>	0.5	0.4 <sup>b</sup>
Vitamin C/ mg	97.4 ± 100.3 <sup>a</sup>	199 ± 326.3 <sup>a</sup>	70	56 <sup>b</sup>

<sup>†</sup>Vranešić Bender (2007); different letters in the same row indicate significant differences (significance level  $p < 0.05$ )

Such a daily combination consisting of breakfast (B), lunch (L<sub>S1</sub> or L<sub>S2</sub>), and two snacks (S<sub>1</sub> and S<sub>2</sub>) offered in the kindergarten, should fulfil 80% of a child's daily energy needs (Jaklin Kekez, 2007). With the use of ANOVA, established were 14 out of 26 observed parameters, and 21 parameters for which recommendations are given (Vranešić Bender, 2007). Although the results of the energy and nutritive values in different seasons showed some significant differences based on seasonal lunch offers (Table 1), the primary objective was to identify deviations from the recommendations (Table 2). The daily protein intake plays an important role in the development and maintenance of free muscle mass (Carbone and Pasiakos, 2019). Some European countries, such as Italy, approve vegan diets during pregnancy, lactation, infancy, and childhood based on the findings of the Italian Society for Human Nutrition (Agnoli et al., 2017), and strongly suggest that government institutions and health/nutrition institutions provide more educational resources in order to help Italian plant-based eaters. One of their education channels is the web page created in 2016, grouping experts in the field of vegan nutrition, so that vegan families can easily find skilled healthcare professionals for advice (Veg Family Network, 2019). However, the German Nutrition Society (Deutsche Gesellschaft für Ernährung, DGE) does not recommend a vegan diet for infants, children, adolescents, or pregnant and lactating women (DGE, 2016). Some nutrients are regarded as critical in vegetarian and vegan diets, such as content of protein, iron, zinc, iodine, selenium, calcium, long chain n-3 fatty acids, vitamins D, B<sub>2</sub> and B<sub>12</sub> (Weder et al., 2109). Our results suggest the same, as presented in Table 2 and Figure 1 (share of fatty acids and saccharides in vegan menus for children aged 4 – 6 years). Insufficient energy offer (Table 2) results in insufficient intake of protein and carbohydrates, vitamin B<sub>2</sub>, calcium. However, the intake of iron, magnesium, vitamin C, and sodium is excessive. Sodium intake is four times higher than recommended (1263 mg per day whereas 328 mg/day is recommended), and the iron content is questionable for its bioavailability from plant foods resulting in low serum iron and ferritin levels (Gorczyca et al., 2013). Unfortunately, we were unable to detect the vitamin D content in the offerings, because the Croatian FCDB do not include it in the tables (Kaić-Rak and AntoniĆ, 1990).

Figure 1 presents the share of SFA:MUFA:PUFA, as well as the mono-di- and polysaccharides in the summarized menu offers. The mean proportion of energy from SFA in vegans was approximately 7.2%. The mean proportion of energy from PUFA was 28.3%. The literature shows that fish eaters and vegetarians have intermediate intake of SFA and PUFA (Amit, 2010; Sobiecki et al., 2016).

The EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition, and Allergies (NDA) gave its scientific opinion on dietary reference values for fats, including saturated fatty acids, polyunsaturated fatty acids, monounsaturated fatty acids, trans fatty acids, cholesterol, while for specific fatty acids it proposed that the intake of saturated fatty acid (SFA) and trans fatty acid should be as low as possible, regardless of age (EFSA, 2010). Mono- and disaccharides vs. polysaccharides in the analysed menu offers revealed an average ration of 1:2, which is expected in vegans, but less in vegetarians or fish/meat eaters (Sobiecki et al., 2016).



**Figure 1.** Share of fatty acids and saccharides in preschool menus

## CONCLUSION

All the presented results point to the importance of regular control of alternative nutrition like veganism in vulnerable populations such as preschool children. Deficit of proteins or sufficient intake of sodium must be monitored. Children who follow a vegan diet may suffer from iron deficiency in spite of having a high vitamin C intake, which has a great role in iron bioavailability. This indicates the need to introduce dietary education and iron status monitoring. Education throughout the system (parents, educators, medical staff, etc.) must focus on the well-being of all participants, and this is the only way to keep everyone in the system informed about energy-nutritional intake and its benefits and/or potential disadvantages.

## REFERENCES

- Agnoli, C., Baroni, L., Bertini, I., Ciappellano, S., Fabbri, A., Papa, M., Pellegrini, N., Sbarbati, R., Scarino, M.L., Siani, V., Sieri, S. (2017): Position paper on vegetarian diets from the working group of the Italian Society of Human Nutrition. *Nutr. Metab. Cardiovasc. Dis.*, 27, 1037-1052. <http://dx.doi.org/10.1016/j.numecd.2017.10.020>.
- Amit, M. (2010): Vegetarian diets in children and adolescents. *Paediatr. Child Health.*, 15(5), 303–308.
- Baroni, L., Goggi, S., Battaglino, R., Berveglieri, M., Fasan, I., Filippin, D., Griffith, P., Rizzo, G., Tomasini, C., Tosatti, M.A., Battino, M.A. (2019) Vegan Nutrition for Mothers and Children: Practical Tools for Healthcare Providers. *Nutrients*, 11(1), 5. <https://doi.org/10.3390/nu11010005>
- Berko, R. (2014): *Vegan Recipes for Kids*. Kindle Edition.
- Berko, R. (2014a): *Vegan Diet for Kids*. Kindle Edition.
- Carbone, J.W., Pasiakos, S.M. (2019): Dietary Protein and Muscle Mass: Translating Science to Application and Health Benefit. *Nutrients*, 11(5), 1136. <https://doi.org/10.3390/nu11051136>

- DGE. ÖGE. SGE (2016): Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr, 2. Auflage, 2., Aktualisierte Ausgabe; Deutsche Gesellschaft für Ernährung. Österreichische Gesellschaft für Ernährung; Schweizerische Gesellschaft für Ernährung; Bonn, Germany.
- EFSA, Panel on Dietetic Products, Nutrition, and Allergies (NDA) (2010): Scientific opinion on dietary reference values for fats, including saturated fatty acids, polyunsaturated fatty acids, monounsaturated fatty acids, trans fatty acids, and cholesterol. *EFSA J.*, 8 (2010), pp. 1-107. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2010.1461>
- Gorczyca, D. (2017): Nutritional Status of Vegetarian Children. Vegetarian and Plant-Based Diets in Health and Disease Prevention. *Elsevier*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803968-7.00030-7>
- Gorczyca, D., Prescha, A., Szeremeta, K., Jankowski, A. (2013): Iron status and dietary iron intake of vegetarian children from Poland. *Ann. Nutr. Metab.*, 62(4), 291-297. <https://doi.org/10.1159/000348437>
- Jaklin Kekez, A. (2007): Temeljne odrednice prehrane u dječjim vrtićima. U: (ur. Vučemilović i Vujić-Šisler): Prehrambeni standardi za planiranje prehrane djece u dječjem vrtiću – jelovnici i normativi. Gradski ured za obrazovanje, kulturu i šport, Hrvatska udruga medicinskih sestara. Zagreb.
- Kaić-Rak, A., AntoniĆ, K. (1990): Tablice o sastavu namirnica i pića. Zavod za zaštitu zdravlja SR Hrvatske, Zagreb.
- Orešković, P., Gajdoš Kljusurić, J., Šatalić, Z. (2015): Computer-generated vegan menus: the importance of FCDB choice. *J. Food Comp. Anal.*, 37, 112-118. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2014.07.002>
- Palfreyman, Z., Haycraft, E., Meyer, C. (2015): Parental modelling of eating behaviours: observational validation of the Parental Modelling of Eating Behaviours scale (PARM). *Appetite*, 86, 31-37. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2014.08.008>.
- Sanders, TAB, Reddy, S. (1994): Vegetarian diets and children. *Am. J. Clin. Nutr.*, 59, 1176S-81S.
- Scaglioni, S., De Cosmi, V., Ciappolino, V., Parazzini, F., Brambilla, P., Agostoni, C. (2018): Factors Influencing Children's Eating Behaviours. *Nutrients*, 10(6), pii: E706. <https://doi.org/10.3390/nu10060706>.
- Schürmann, S., Kersting, M., Alexy, U. (2017): Vegetarian diets in children: a systematic review. *Eur. J. Nutr.*, 6(5), 1797-1817. <https://doi.org/10.1007/s00394-017-1416-0>.

- Sobiecki, J.G., Appleby, P.N., Bradbury, K.E., Keya, T.J. (2016): High compliance with dietary recommendations in a cohort of meat eaters, fish eaters, vegetarians, and vegans: results from the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition–Oxford study. *Nutr. Res.*, 36(5), 464–477. <https://doi.org/10.1016/j.nutres.2015.12.016>
- Veg Family Network (2019): For parents. [www.famigliaveg.it](http://www.famigliaveg.it) Accessed September 9, 2019.
- Vranešić Bender, D. (2007) Hranjive tvari i nutritivne potrebe. *U:* (ur. Vučemilović i Vujić-Šisler): Prehrambeni standardi za planiranje prehrane djece u dječjem vrtiću – jelovnici i normativi. Gradski ured za obrazovanje, kulturu i šport, Hrvatska udruga medicinskih sestara. Zagreb.
- Vučemilović, Lj., Vujić-Šisler, Lj. (2007): Prehrambeni standardi za planiranje prehrane djece u dječjem vrtiću – jelovnici i normativi. Gradski ured za obrazovanje, kulturu i šport, Hrvatska udruga medicinskih sestara. Zagreb.
- Weder, S., Hoffmann, M., Becker, K., Alexy, U., Keller, M. (2019): Energy, Macronutrient Intake, and Anthropometrics of Vegetarian, Vegan, and Omnivorous Children (1–3 Years) in Germany (VeChi Diet Study). *Nutrients*, 11(4), 832. <https://doi.org/doi:10.3390/nu11040832>
- Yen, C-E., Yen, C-H., Huang, M-C., Cheng, C-H., Huang, Y-C. (2008): Dietary intake and nutritional status of vegetarian and omnivorous preschool children and their parents in Taiwan. *Nutr. Res.*, 28(7), 430–436. <https://doi.org/doi:10.1016/j.nutres.2008.03.012>

***DIETETICS AND DIET THERAPY /***  
**DIJETETIKA I DIJETOTERAPIJA**





## SENILNA MAKULARNA DEGENERACIJA I DIJETA

### AGE RELATED MACULAR DEGENERATION AND DIET

Suzana Nikolić-Pavljašević<sup>1</sup>, Marizela Šabanović<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Univerzitet u Tuzli, Medicinski fakultet, Katedra za oftalmologiju, Univerzitetska 1,  
75000 Tuzla, Bosna i Hercegovina

<sup>2</sup>Univerzitet u Tuzli, Tehnološki fakultet, Univerzitetska 8, 75000 Tuzla,  
Bosna i Hercegovina

\*marizela\_sabanovic@yahoo.com

pregledni rad / review paper

#### SAŽETAK

Senilna makularna degeneracija makule (engl. *Age Related Macular Degeneration – ARMD*) progresivna je kronična bolest koja se nalazi u središnjoj mrežnici. Do 2040. broj pojedinaca u Europi s ranim tipom ARMD-a kretat će se između 14,9 i 21,5 milijuna, a za kasni između 3,9 i 4,8 milijuna. Postoje dvije vrste ARMD-a: suhi tip s boljom prognozom i mokri tip s neovaskularizacijom i lošijom prognozom. Tretman je fokusiran na sprječavanje ili usporavanje progresije ARMD-a s farmakološkom intervencijom poput VEGF (engl. *vascular endothelial growth factor – VEGF*), ali postoje mnoge studije koje istražuju učinkovitost anti-ARMD dijeta. U okviru istraživanja proveden je pregled dostupne znanstvene i stručne literature s procjenom uloge i utjecaja prehrane kod ARMD-a. Glavni faktori rizika za pojavu AMD-a uključuju: pušenje, prehrambene faktore, kardiovaskularne bolesti i genetske markere, uključujući gene koji reguliraju put komplementa, lipidni, angiogeni i izvanstanični matriks. Neke studije sugeriraju opadajuću prevalenciju makularne degeneracije povezane s dobi, zbog smanjene izloženosti faktorima rizika. Trenutni dokazi govore da bi svi bolesnici s ARMD-om, bez obzira na ozbiljnost njihove bolesti, trebali povećati konzumaciju tamnozelenog lisnatog povrća, hrane niskog glikemijskog indeksa (GI) i ribe najmanje dva puta tjedno. Promjene načina prehrane predstavljaju jedno od osnovnih sredstava za sprječavanje razvoja ARMD-a, kao i usporavanje napredovanja bolesti. Uočene su neovisne obrnute veze između prehrambenih čimbenika i rizika razvoja i napredovanja ARMD-a.

*Ključne riječi:* senilna makularna degeneracija, dijeta, hrana

*Keywords:* age related macular degeneration, diet, food

## UVOD

Senilna makularna degeneracija (engl. *Age Related Macular Degeneration* – ARMD) progresivna je hronična bolest lokalizirana u središnjoj retini s progresijom u određenom vremenskom razdoblju i javlja se u različitim tipovima. Postoje dvije vrste ARMD-a: suhi tip s boljom prognozom i mokri tip s neovaskularizacijom i lošijom prognozom. ARMD se može podijeliti i prema stadiju promjena u dva tipa: rani i kasni ARMD i te vrste su predmet istraživanja i u Europi i u svijetu. Rana bolest definirana je s pojavom mekih druzi i pigmentne abnormalnosti i obično s nedostatkom znakova bolesti sve do kasnijeg stadija. Kasna degeneracija makule povezana s dobi definirana je kao prisutnost bilo čega od sljedećeg: geografska atrofija ili odvajanje pigmentnog epitela, subretinalna hemoragija ili vidljive subretinalne nove krvne žile ili subretinalni vlaknasti ožiljak ili laserski ožiljak (Sommer i sur., 1991; Attebo i sur., 1996; Klaver i sur., 1998). Tretman ove vrste je fokusiran na sprječavanje ili usporavanje progresije ARMD sa farmakološkom intervencijom poput anti vaskularnog endotelog faktora rasta (engl. *vascular endothelial growth factor* – VEGF), ali postoje mnoge studije s prijedlozima anti-ARMD dijete. ARMD glavni je uzrok nepovratnog gubitka vida kod odraslih u razvijenim zemljama (Ambati i sur., 2003; Martin i sur., 2011).

ARMD i dalje ostaje značajan javno zdravstveni problem među Europljanima. Do 2040. godine broj pojedinaca u Europi s ranim tipom ARMD-a kretat će se između 14,9 i 21,5 milijuna, a s kasnim tipom između 3,9 i 4,8 milijuna. Podaci iz studije European Eye Study – EUREYE (Augood i sur., 2006) pokazuju da je prevalencija ARMD u Europljana u dobi od 65 godina i više od 3,3 %. Otprilike 30 % osoba starih 75 i više godina ima blagi ili srednji stadij bolesti ARMD (Ambatti i sur., 2003). Socioekonomski teret ARMD porast će skupa s porastom globalnog očekivanog trajanja života (Schmier i sur., 2006; Rein i sur., 2009; Gupta i sur., 2007). Patogeneza promjena u makuli je nepoznata, ali se zna da se radi o multifaktorijalnom poremećaju koji uključuje i genotipske i fenotipske promjene, što podrazumijeva: dob, spol, prehranu, pušenje, hipertenziju, genetske markere i prehrambeni status (Chamberlain i sur., 2006; Zerbib i sur., 2009).

## FAKTORI NASTANKA ARMD-a

Identifikacija faktora rizika od najveće je važnosti za razumijevanje porijekla i nastanka ARMD-a i za uspostavljanje strategija prevencije. Postojeće terapijske strategije fokusiraju se na odgađanje ili zaustavljanje napredovanja bolesti promjenom faktora rizika, poput promjena u načinu života, npr. prestanak pušenja ili uzimanje dodataka prehrani (Krishnadev i sur., 2010; Olson i sur., 2011). Prehrambeni dodaci posebno su zanimljivi jer se prehrambena kvaliteta smanjuje uslijed ekonomskih neprilika. Poznato je da se nekoliko vitamina i minerala važnih za zdravlje očiju preporučuju kod starijih pacijenata, s posebnim naglaskom na njihovu antioksidacijsku učinkovitost jer se pretpostavlja da oštećenje retine, zbog oksidacije, može pridonijeti patogenezi i ARMD-u (Beatty i sur., 2000; Yildirim i sur., 2011).

Kirurški tretmani za ARMD ograničeni su na neovaskularni ARMD. Sredstva protiv VEGF-a i druge opcije, poput verteporfina i laserskog tretmana, korisni su za neovaskularni ARMD, a istraživanja na ovom području su brojna (Rosenfeld i sur., 2006; Gragoudas i sur., 2004; Martin i sur., 2011). Ne postoji medicinska intervencija za liječenje neeksudativnog ili suhog tipa ARMD (Yehoshua i sur., 2011). Što je još važnije, ne postoji farmakološki tretman za prevenciju ili liječenje ARMD.

Najvažniji faktori rizika koji utječu na nastanak ARMD-a su:

1. *Starost.* Starost je osnovnih i najveći rizik ove bolesti. Jedna trećina odraslih preko 75 godina imaju jedan od oblika ARMD (Augood i sur., 2006).
2. *Pušenje.* Pušenje povećava mogućnost pojave ARMD dva do pet puta. Retina ima visoku potrošnju kisika i zbog toga sve što može djelovati na dostavu kisika do retine može se odraziti na vid. Pušenje izaziva oksidativna oštećenja, što može dovesti do razvoja i progresije ove bolesti (Kagansky i sur., 2005).
3. *Pozitivna porodična anamneza.* Pozitivna porodična anamneza za ARMD daje veću vjerojatnost razvoja ove bolesti ukoliko već neko iz obitelji boluje od ove bolesti (Chamberlain i sur., 2006; Zerbib i sur., 2009; Corish i sur., 2000).
4. *Spol.* Zanimljivo je da se kod žena češće javlja ARMD, što može biti posljedica dužeg prosjeka života, što opet predstavlja rezultat dužeg vremena za razvoj ove bolesti (Burdge, 2004).
5. *Rasa.* Bijelci češće oboljevaju od ove bolesti nego druge rase, što može biti posljedica genetike ili različite pigmentacije retine (Augood i sur., 2006).
6. *Produženi boravak na suncu.* Iako dokazi nisu vjerodostojni, neke studije ukazuju na vezu ARMD s kumulativnim oštećenjem oka ultraljubičastim zrakama (UV) ili drugom svjetlosti. Dokazano je da ova svjetlost može oštetiti retinu i povećati rizik od ARMD (Attebo i sur., 1996; Augood i sur., 2006).
7. *Prehrana.* Prehrana bogata zasićenim masnoćama, kolesterolom i hranom s visokim glikemijskim indeksom, a s malo antioksidansa i zelenog lisnatog povrća vjerojatno će doprinijeti razvoju ARMD. Hrana s visokim glikemijskim indeksom (GI), poput bijele riže, kruha i tjestenine, brzo podiže šećer u krvi, dok hrana s niskim GI, poput kruha od cjelovitih žitarica ili zobene pahuljice, može sniziti rizik od ARMD stabilizacijom razine šećera u krvi (DiMaria-Ghalili i Amella, 2005; Gariballa i Forster, 2007).
8. *Debljina.* Osobe sa BMI (engl. *Body Mass Index*) većim od 30 imaju vjerojatnoću od 2,5 puta veću za razvoj ove bolesti u odnosu na osobe s manjim indeksom (Schmier i sur., 2006).
9. *Visoki krvni tlak.* Zajedno s pušenjem, visoki krvni tlak dovodi do sužavanja krvnih žila koji hrane retinu, a time i smanjuju dotok kisika (Saravanan i sur., 2010; Saremi i Arora, 2009).
10. *Boja očiju.* Osobe sa svjetlom bojom očiju češće oboljevaju od suhe forme ARMD. Ovo može biti posljedica slabije zaštite djelovanja ultraljubičastih zraka na svjetlije oči s manje pigmenta (Augood i sur., 2006).
11. *Tjelesna neaktivnost.* Kod suhe forme, dovodi do toga da retina ne prima dovoljno kisika, što uzrokuje smrti stanica u makuli. Tjelovježba poboljšava

kardiovaskularno zdravlje i može dovesti do prevencije ARMD (Beatty i sur., 2000; Corish i sur., 2000).

12. *Prisutnost ARMD-a na jednom oku.* S velikom vjerojatnoćom, prisutnost ARMD-a na jednom oku, dovodi do razvoja ARMD i na drugom oku (Evans i sur., 2014).

Od nabrojanih 12 faktora rizika, čovjek po pitanju ARMD može uticati na njih 5, posredno ili neposredno.

### **MEHANIZAM UPALE U NASTANKU ARMD-a**

Postoji mnoštvo dokaza koji sugeriraju da, ne samo prehrana, već i sjedeći način života, visoki stres i lijekovi doprinose kroničnoj upali (Christen i sur., 2011). Smatra se da ovi multifaktorski utjecaji dovode do kroničnih bolesti poput pretilosti, dijabetesa tipa 2, kardiovaskularnih bolesti, karcinoma i depresije/anksioznosti. Pобољшanje kvalitete prehrane za ARMD može imati dodatan učinak za побољшanje опсег zdravlja i dobrobit za čitav organizam.

Rani tip ARMD može biti uzrokovan upalnim odgovorom imunološkog sustava na relativno osjetljiva tkiva na stres, kao što je oko (SanGiovanni i sur., 2009). Intermedijarni ARMD može biti uzrokovan upalnim odgovorom na dugotrajni proces djelovanja stresa na tkivo. Kasni ARMD može biti uzrokovan kroničnim/disreguliranim upalnim odgovorom lokalnog i sustavnog imunološkog sustava u retini. Postoji koncept koji je zasnovan na pretpostavci da je ARMD rezultat djelovanja retine koja progresivno ne može održavati homeostazu, pa bolest napreduje postupno od ranog tipa do atrofičnog ili neovaskularnog tipa (Sommer i sur., 1991).

Trenutno ne postoje konkretni i pouzdani lokalni ili sustavni upalni biomarkeri za ARMD (Chiu i sur., 2009). Takvi biomarkeri bi mogli biti od koristi u boljem razumijevanju veze prehrane/hrane i ARMD-a, kao i pružiti mogućnost ranije dijagnoze same bolesti.

### **UTJECAJ PREHRANE NA ARMD**

Utjecaj prehrane na nastanak ARMD-a svodi se na proučavanje djelovanja mikronutrijenata koji imaju antioksidacijski kapacitet kako bi se bolest prevenirala i usporio njen razvoj (Khoo i sur., 2019).

Brojne su studije provedene kao pokušaj potvrde utjecaja omega-3 masnih kiselina (alfa-linolenske kiseline – ALA, eikosapentaenske kiseline – EPA i dokosaheksaenske kiseline – DHA) u prehrani kod pacijenata populacije rizične na ARMD, kao i utjecaja na različite tipove i stadije bolesti. Ukupni dijetalni unos omega-3 masnih kiselina bio je obrnuto povezan s učestalošću vlažne forme ARMD-a na početku. Obrnuti odnos bio je još značajniji kada se posebno ispituje veća potrošnja u odnosu na manju potrošnju DHA. Inverzna povezanost je također primijećena kod velike potrošnje ribe (SanGiovanni i sur., 2009).

Napredak ARMD, tijekom praćenja, bio je obrnuto povezan s potrošnjom EPA ili EPA + DHA (SanGiovanni i sur., 2005). Štoviše, pacijenti s umjerenim do visokim rizikom od napredovanja ARMD i s najvećim unosom DHA, EPA ili DHA + EPA

imali su otprilike 30 % manje vjerojatnosti da će bolest napredovati tijekom 12 godina u odnosu na svoje vršnjake (SanGiovanni i sur., 2009; SanGiovanni i sur., 2009). Veći unos DHA i EPA bio je povezan s manjim rizikom napredovanja ARMD, neovisno o potrošnji ostalih dodatka u AREDS studiji (Chiu i sur., 2009). Također, utvrđena je obrnuta povezanost između unosa DHA i ARMD, a konzumiranje više od četiri obroka ribe tjedno u usporedbi s manje od tri obroka mjesečno bilo je povezano sa smanjenjem rizika od bolesti za 35 % (Cho i sur., 2001).

Slična studija je pokazala da je 40 %-tno smanjenje ranog tipa ARMD povezano s konzumiranjem ribe najmanje jednom tjedno, dok je konzumiranje ribe najmanje tri puta tjedno povezano sa smanjenom učestalošću kasnog tipa ARMD (Querques i sur., 2011). Dokazana je smanjena učestalost ranog tipa ARMD konzumiranjem ribe jednom tjedno, ukupnim unosom omega-3 masnih kiselina i konzumacijom jedne ili dvije porcije orašastih plodova tjedno (Burdge, 2004). Povećana potrošnja ribe smanjila je rizik od ARMD-a, posebno kod konzumiranja dva ili više obroka tjedno (Christen i sur., 2011).

Konzumiranje masne ribe, poput lososa, tune, skuše i sardine dva puta tjedno, također je povezano s nižim rizikom od ARMD. To može biti rezultat povećanog unosa omega-3 masnih kiselina. Međutim, veliko kliničko ispitivanje (AREDS2) pokazalo je da dodaci prehrani omega-3 masnih kiselina ne pružaju zaštitu, pa je očito bolje jesti ribu nego uzimati suplemente. Postoje i dokazi da ljudi sa suhim očima (slaba proizvodnja suza) mogu imati koristi od konzumiranja ribljeg ulja. Riba treba biti pečena na žaru ili pečena u pećnici, a ne pržena. Konzumiranje previše ribe koja sadrži više žive poput morskog psa, tunjevine i skuše, može dovesti do veće razine žive, tako da je dva puta tjedno dobar cilj (SanGiovanni i sur., 2009). U usporedbi sa ženama s najnižim vrijednostima unosa DHA, one s najvišim unosima, imale su smanjeni rizik od ARMD. Sličan trend primijećen je za unos EPA. Smanjeni rizik zabilježen je i kod žena koje su konzumirale najmanje jednu porciju ribe tjedno u odnosu na one koje su konzumirale manje od jedne porcije mjesečno. Čini se da je ovaj manji rizik uglavnom posljedica konzumacije konzervirane ribe i tunjevine (Christen i sur., 2011).

Orašasti plodovi također sadrže omega-3 masne kiseline, posebno orasi, a neki dokazi govore da oni mogu smanjiti rizik od ARMD-a. Međutim, orasi imaju puno kalorija, tako da je najbolje ograničiti količinu na ne više od 1/4 šalice dnevno (Yildirim i sur., 2011; Kagansky i sur., 2005).

U mnogo istraživanja je utvrđeno da je veći unos specifičnih vrsta masti povezan s većim rizikom od uznapredovalog ARMD-a. Prehrana bogata omega-3 masnim kiselinama i ribama, bila je povezana s manjim rizikom od ARMD samo kod pojedinaca s malim unosom omega-6 masnih kiselina (linolna kiselina). Pacijenti s uznapredovalom ARMD imali su manju vjerojatnost da će konzumiranje ribe ili školjki s visokim udjelom omega-3 masnih kiselina, zaustaviti daljnje napredovanje bolesti (Seddon i sur., 2001). Nije utvrđen odnos između ARMD i konzumiranja rakova i ostriga koji imaju visoku razinu cinka (Burdge, 2004).

Konзумiranje ribe više od jednom tjedno u usporedbi s jednom mjesečno ili manje, povezano je sa smanjenim rizikom od ranog tipa ARMD i kasnog tipa ARMD (Plourde i Cunnane, 2007). Nadalje, studija POLA (Delcourt i sur., 1999) daje podatke na osnovu kojih se može zaključiti da ukupni unos polinezasićenih masnih kiselina nije bio značajno povezan s ARMD, ali unos ribe (više od jednom mjesečno u usporedbi s manje od jednom mjesečno) povezan je sa 60 % smanjenjem rizika od bolesti (Plourde i Cunnane, 2007).

U studijama koje su uključivale pacijente koji su primali dodatak prehrani, 76,7 % pokazalo je poboljšanje ili stabilizaciju oštine vida. Došlo je do statistički značajnog poboljšanja oštine vida u usporedbi s placebo (Yildirim i sur., 2011). Podaci studije za utvrđivanje utjecaja luteina, komponente makularnog pigmenta i DHA na njihove serumske koncentracije i optičku gustoću makularnog pigmenta (MPOD) sugeriraju da je DHA olakšao nakupljanje luteina u krvi i makuli, posebno u središnjem dijelu fovee (Nunes i sur., 2018).

Na osnovu svega iznesenog, može se vidjeti kako sve veći broj dokaza upućuje na obrnutu povezanost između unosa omega-3 masnih kiselina u prehrani i rizika ARMD (Carneiro i Andrade, 2017). Ovo znači da veći unos omega-3 masnih kiselina hranom smanjuje mogućnost nastanka ARMD. Iako je potrebno više dokaza za potporu rutinske preporuke unosa omega-3 masnih kiselina za prevenciju ARMD (Beatty i sur., 2000) rezultati svih dosadašnjih istraživanja sugeriraju zaštitnu ulogu DHA za ARMD, posebno za vlažni tip, usprkos razlikama u metodologiji i populaciji koja je bila ispitana.

## **MEHANIZAM DJELOVANJA OMEGA-3 MASNIH KISELINA NA ETIOLOGIJU ARMD-a**

Pretpostavka je da ateroskleroza krvnih žila koje opskrbljuju retinu, može pridonijeti riziku od ARMD-a. Veza između unosa masti i ateroskleroze i kardiovaskularnih bolesti je dobro utvrđena, posebno što se tiče učinaka omega-3 masnih kiselina (Saravanan i sur., 2010; Saremi i Arora, 2009; Lee i sur., 2009). Upravo zato se fokus istraživanja stavlja na ulogu nutritivnog unosa masnih kiselina u ARMD.

Fosfolipidi staničnih membrana mozga i oka sadrže visok udio omega-3 masnih kiselina koje se nakupljaju u tim tkivima tijekom ranog života novorođenčeta (Innis, 2003). DHA je glavni strukturni lipid u retini, osobito u sastavu disk membrane fotoreceptorskih vanjskih segmenata, na koje otpada više od polovine ukupne masne acilne skupine, a što predstavlja udio veći nego što je pronađeno u bilo kojem drugom tkivu (Fliesler i Anderson, 1983). Budući da se vanjski segmenti fotoreceptora stalno obnavljaju, za ispravnu funkciju retine treba biti obezbijeđen stalni dotok DHA. Granica iscrpljenja može narušiti funkciju retine i utjecati na razvoj ARMD. Iako koncentracija i raspodjela omega-3 masnih kiselina sugerira na važnu ulogu u funkciji retine, njihova specifična uloga nije u potpunosti shvaćena. Otkriveno je da pokazuju citoprotektivne i citoterapeutske učinke koji doprinose velikom broju antiangiogenih i neuroprotektivnih mehanizama unutar retine. Prisutnost visoke koncentracije DHA može utjecati na funkciju fotoreceptora

mijenjanjem fluidnosti membrane, propusnosti, debljine i svojstava lipidne faze (SanGiovanni i Chew, 2005).

Tijekom posljednjeg desetljeća, nekoliko studija su potvrdile pretpostavku da je mogućnost visokog unosa pojedinačnih masnih kiselina (poput linolne kiseline) i povišene razine kolesterola u krvi, povezan s povećanim rizikom od ARMD (Cho i sur., 2001; Seddon i sur., 2001). Za razliku od toga, nekoliko epidemioloških studija sugeriraju da omega-3 masne kiseline mogu igrati zaštitnu ulogu, osobito za eksudativni ARMD. Povijesno su zabilježene niske učestalosti eksudativnog ARMD-a na Islandu i Japanu, gdje je potrošnja ribe, velika. Međutim, povećana je učestalost eksudativnog ARMD-a u Japanu posljednjih desetljeća. To može odražavati promjenjive prehrambene trendove, poput smanjene potrošnje ribe (Querques i sur., 2011).

### **OSTALI SASTOJCI IZ HRANE I ARMD**

Viši nutritivni unos i status vitamina B skupine također je povezan s nižim rizikom od ARMD-a. Vitamin B<sub>6</sub> nalazi se u povrću i grahu, dok vitaminom B<sub>12</sub> obiluju riba i drugi životinjski proizvodi. Međutim, istraživanje Burdga i sur. (2004) povezuje veću konzumaciju crvenog mesa s povećanim rizikom od ARMD-a. To može biti rezultat povećane apsorpcije željeza, koje se može akumulirati u mrežnici i povećati oksidativni stres.

Studija očne bolesti vezane uz dob AREDS (Age Related Eye Disease Study Research Group, 2001) otkrila je da suplementacija visokim dozama antioksidansa od 5 do 15 puta više od preporučene dnevne doze smanjuje rizik od razvoja ARMD u kasnoj fazi za 25 %. Mnoge popularne marke očnih vitamina sada sadrže preporučenu dnevnu formulaciju: 500 mg vitamina C, 400 IU vitamina E, 40 do 80 mg cinka, 2 mg bakra, kao i 10 mg luteina i 2 mg zeaksantina (Beatty i sur., 2000; Yildirim i sur., 2011). Generalno, kombinacije antioksidanasa, vitamina i minerala djeluju sinergijski na prevenciju ili smanjenje rizika od ARMD (Khoo i sur., 2017).

Istraživači Instituta za medicinska istraživanja Westmead proveli su petnaestogodišnje istraživanje na preko 2000 odraslih osoba u Australiji, starijih od 50 godina, kako bi ispitali povezanost između konzumiranja hrane bogate flavonoidima i prevencije ARMD-a (Attebo i sur., 1996). Istraživači su ispitali dijete sudionika i otkrili su da oni koji imaju najveću potrošnju ukupnih flavonoida imaju manju vjerojatnost za pojavu ARMD za čak 60 %. Jednostavno rečeno, istraživači sugeriraju da konzumiranje samo jedne velike naranče dnevno, koja doprinosi unosu flavonoida, može spriječiti razvoj ARMD-a.

Za etiologiju ARMD-a važni su i karotenoidi i lutein i zeaksantin. To su spojevi koji biljkama daju boju, a i glavni su makularni pigmenti koji štite mrežnicu od oksidativnih oštećenja. Namirnice s najvišom koncentracijom ovih pigmenata su: brokula, grah, zelje, kelj, kukuruz, špinat, mandarine, grašak, tikvice i žumanjak. Grijanje hrane može poboljšati bioraspoloživost luteina i zeaksantina, tako da je najbolje da se ta hrana kuha ili kuha na pari kako bi se maksimizirao sadržaj hranjivih sastojaka (Evans i sur., 2014).



Kada su u pitanju minerali posebno treba istaknuti cink i selen. Cink je važan jer pored ostalih uloga ulazi u sastav oćnog tkiva. Studije pokazuju da starije osobe mogu imati veći rizik gubitka vida uslijed nedostatka cinka. Kliničke studije suplementacijom cinka u dozi od 200 mg dnevno tijekom 24 mjeseca pokazale su značajno smanjenje gubitka vida u odnosu na placebo skupinu (Khoo i sur., 2019). Od minerala važno je spomenuti selen. Iako se zna da je njegov antioksidativni kapacitet veliki, još uvijek nema dovoljno studija koje bi jasno potvrdile njegovu zaštitnu ulogu kada je u pitanju ARMD (Khoo i sur., 2019).

## **MEDITERANSKA DIJETA I ARMD**

Meditersku prehranu obično karakterizira velika potrošnja voća, povrća, mahunarki, cjelovitih žitarica i orašastih plodova; umjerena konzumacija ribe, peradi i mliječnih proizvoda; i ograničena potrošnja crvenog mesa. Umjesto maslaca koristi se maslinovo ulje i mogu se konzumirati niske do umjerene kolićine crnog vina. Prema pregledu koji daju Klein i sur. (2007), uzorak orijentalne prehrane definiran je kao onaj s većim unosom voća, povrća, mahunarki, cjelovitih žitarica, rajćice i morskih plodova. Zapadnjački način prehrane definiran je kao onaj s većim unosom crvenog mesa, preraćenog mesa, mliječnih proizvoda s visokom masnoćom, prženih krumpira, rafiniranih žitarica i jaja.

Istraživanje 4996 odraslih osoba starijih od 55 godina u Europskoj uniji je pokazalo da strogo pridržavanje mediteranske prehrane smanjuje rizik od razvoja uznapredovalog ARMD-a za 41 %. Mediteranski način prehrane prirodno je bogat omega-3 masnim kiselinama, polifenolima (biljnim kemikalijama) i antioksidansima (Klein i sur., 2004).

Istraživanja uključena u ovaj pregled pokazala su da je visoko pridržavanje mediteranskoj prehrani bilo korisno u kasnom tipu ARMD-u. Upotreba maslinovog ulja je također bila korisna, smanjujući izgleda za razvoj kasnog tipa ARMD-a, u dvije prijavljene studije (Wright i sur., 2010; Kagansky i sur., 2005). Pacijenti koji su se pridržavali mediteranske prehrane imali su povezano smanjenje biomarkera u plazmi, a koji se odnosi na oksidativni stres (Beatty i sur., 2000). Maslinovo ulje sadrži mononezasićene masne kiseline i polifenole koji imaju i antioksidativna i protuupalna svojstva (Wright i sur., 2010).

Može se podrazumijevati da mediteranska prehrana smanjuje oksidativni stres, smanjuje upalu i pruža zaštitni mehanizam u napredovanju ARMD. Rezultati za obrazac orijentalne prehrane, koji podsjeća na mediteransku prehranu, sugerirali su zaštitnu ulogu i u ranom i uznapredovalom ARMD. Suprotno tome, pojedinci s visokim zapadnjaćkim načinom prehrane imali su povećane izgleda i za rani i za napredni ARMD.

## ZAKLJUČAK

Dijeta je promjenjivi faktor rizika za ARMD i stoga treba poticati poboljšanje prehrambenih navika u cilju prevencije bolesti. Zbog nadolazećeg sve većeg broja pacijenata s ARMD-om, značajna je promjena u paradigmi medicinskih radnika gdje je kod tretiranja bolesti, osim konvencionalnih metoda bitno pacijenta uputiti i u promjene prehrambenih navika i životnog stila. Pružanje odgovarajućih prehrambenih savjeta u kombinaciji s bilo kojim konvencionalnim ARMD tretmanom biti će imperativ onima koji su u riziku od ARMD. U tome veliku ulogu ima pridržavanje principa mediteranske prehrane, zasnovano na velikoj konzumaciji voća, povrća, mahunarki, cjelovitih žitarica i orašastih plodova, umjerena konzumacija ribe, peradi i mliječnih proizvoda, upotreba maslinovog ulja umjesto ostalih ulja/masti i fakultativno niske količine crnog vina.

## LITERATURA

- Age Related Eye Disease Study Research Group (2001): A randomized, placebo controlled, clinical trial of high dose supplementation with vitamins C, E, beta carotene and zinc for age related macular degeneration and vision loss. *Arch. Ophthalmol.*, 119, 1417-1436.
- Ambati, J., Ambati, B.K, Yoo, S.H., et al. (2003): Age-related macular degeneration: etiology, pathogenesis, and therapeutic strategies. *Surv. Ophthalmol.*, 48, 257-293.
- Attebo, K., Mitchell, P., Smith, W. (1996): Visual acuity and the causes of visual loss in Australia. The Blue Mountains Eye Study. *Ophthalmology*, 103, 357-364.
- Augood, C.A., Vingerling, J.R., de Jong, P.T.V.M., et al. (2006): Prevalence of age-related maculopathy in older Europeans. *Arch. Ophthalmol.*, 124, 529-535.
- Beatty, S., Koh, H., Phil, M., et al. (2000): The role of oxidative stress in the pathogenesis of age-related macular degeneration. *Surv. Ophthalmol.*, 45, 115-134.
- Burdge, G. (2004): Alpha-linolenic acid metabolism in men and women: nutritional and biological implications. *Curr. Opin. Clin. Nutr. Metab. Care*, 7, 137-144.
- Carneiro, A., Andrade, J.P. (2017): Nutritional and Lifestyle Interventions for Age-Related Macular Degeneration: A Review. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, Article ID 6469138, 13 pages, <http://dx.doi.org/10.1155/2017/6469138>
- Chamberlain, M., Baird, P., Dirani, M., Guymer, R. (2006): Unraveling A Complex Genetic Disease: Age-related Macular Degeneration. *Surv. Ophthalmol.*, 51, 576-586.

- Chiu, C.J., Klein, R., Milton, R.C., et al. (2009): Does eating particular diets alter the risk of age-related macular degeneration in users of the Age-Related Eye Disease Study supplements? *Br. J. Ophthalmol.*, 93, 1241-1246.
- Cho, E., Hung, S., Willett, W.C., et al. (2001): Prospective study of dietary fat and the risk of age-related macular degeneration. *Am. J. Clin. Nutr.*, 73, 209-218.
- Christen, W.G., Schaumberg, D.A., Glynn, R.J., Buring, J.E. (2011): Dietary omega-3 fatty acid and fish intake and incident age-related macular degeneration in women. *Arch. Ophthalmol.*, 129, 921-929.
- Corish, C.A., Flood, P., Mulligan, S., Kennedy, N.P. (2000): Apparent low frequency of undernutrition in Dublin hospital in-patients: should we review the anthropometric thresholds for clinical practice? *Br. J. Nutr.*, 84, 325-335.
- Delcourt, C., Cristol, J.P., Tessier, C.L., Descomps, B., Papoz, L. (1999): Age-related macular degeneration and antioxidant status in the POLA study. POLA Study Group. Pathologies Oculaires Liees a l'Age. *Arch. Ophthalmol.*, 117, 1384-1390.
- DiMaria-Ghalili, R.A., Amella, E. (2005): Nutrition in older adults. *Am. J. Nurs.*, 105, 40-50.
- Evans, J.R. et al. (2014): A review of the evidence for dietary intervention in preventing or slowing the pregression of age-related macular degeneration. *Ophthalmic. Physiol. Opt.*, 34, 390-396.
- Fliesler, S.J., Anderson, R.E. (1983): Chemistry and metabolism of lipids in the vertebrate retina. *Prog. Lipid Res.*, 22, 79-131.
- Gariballa, S., Forster, S. (2007): Associations between underlying disease and nutritional status following acute illness in older people. *Clin. Nutr.*, 26, 466-473.
- Gragoudas, E.S., Adamis, A.P., Cunningham, E.T., et al. (2004): Pegaptanib for neovascular age-related macular degeneration. *N. Engl. J. Med.*, 351, 2805-2816.
- Gupta, O.P., Brown, G.C., Brown, M.M. (2007): Age-related macular degeneration: the costs to society and the patient. *Curr. Opin. Ophthalmol.*, 18, 201-205.
- Innis, S.M. (2003): Perinatal biochemistry and physiology of long-chain polyunsaturated fatty acids. *J. Pediatr.*, 143(4), 1-8.
- Kagansky, N., Berner, Y., Koren-Morag, N., et al. (2005): Poor nutritional habits are predictors of poor outcome in very old hospitalized patients. *Am. J. Clin. Nutr.*, 82, 784-791.

- Khoo, H.E., Ng, H.S., Yap, W.S., Goh, H.J.H., Yim, H.S. (2019): Nutrients for Prevention of Macular Degeneration and Eye-Related Diseases. *Antioxidants*, 8, 85; doi:10.3390/antiox8040085
- Klaver, C.C.W., Wolfs, R.C.W., Vingerling, J.R., et al. (1998): Age-specific prevalence and causes of blindness and visual impairment in an older population. The Rotterdam Study. *Arch. Ophthalmol.*, 116, 653–658.
- Klein, R. (2007): Overview of progress in the epidemiology of age-related macular degeneration. *Ophthalmic Epidemiol.*, 14, 184-187.
- Klein, R., Peto, T., Bird, A., Vannewkirk, M.R. (2004): The epidemiology of age-related macular degeneration. *Am. J. Ophthalmol.*, 137, 486-495.
- Krishnadev, N., Meleth, A.D., Chew, E.Y. (2010): Nutritional supplements for age-related macular degeneration. *Curr. Opin. Ophthalmol.*, 21, 184-189.
- Lee, J.H., O'Keefe, J.H., Lavle, C.J., Harris, W.S. (2009): Omega-3 fatty acids: cardiovascular benefits, sources and sustainability. *Nat. Rev. Cardiol.*, 6, 753-758.
- Martin, D.F., Maguire, M.G., Ying, G.S., et al. (2011): Ranibizumab and bevacizumab for neovascular age-related macular degeneration. *N. Engl. J. Med.*, 364, 1897-1908.
- Nunes, S., Alves, D., Barreto, P., et al. (2018): Adherence to a Mediterranean diet and its association with age-related macular degeneration. The Coimbra Eye Study-Report 4. *Nutrition*, 51-52.
- Olson, J.H., Erie, J.C., Bakri, S.J. (2011): Nutritional supplementation and age-related macular degeneration. *Semin. Ophthalmol.*, 26, 131-136.
- Plourde, M., Cunnane, S.C. (2007): Extremely limited synthesis of long chain polyunsaturates in adults: implications for their dietary essentiality and use as supplements. *Appl. Physiol. Nutr. Metab.*, 32, 619-634.
- Querques, G., Forte, R., Souied, E.H. (2011): Retina and Omega 3. *J. Nutr. Metab.*, 2011, 748361.
- Rein, D.B., Wittenborn, J.S., Zhang, X., et al. (2009): Forecasting age-related macular degeneration through the year 2050. The potential impact of new treatments. *Arch. Ophthalmol.*, 127, 533-540.
- Rosenfeld, P.J., Brown, D.M., Heier, J.S., et al. (2006): Ranibizumab for neovascular age-related macular degeneration. *N. Engl. J. Med.*, 355, 1419-1431.
- SanGiovanni, J.P., Agrón, E., Clemons, T.E., Chew, E.Y. (2009): Omega-3 long-chain polyunsaturated fatty acid intake inversely associated with 12-year progression to advanced age-related macular degeneration. *Arch. Ophthalmol.*, 127, 110-112.

- SanGiovanni, J.P., Agrón, E., Meleth, A.D., et al. (2009):  $\omega$ -3 long-chain polyunsaturated fatty acid intake and 12-y incidence of neovascular age-related macular degeneration and central geographic atrophy: AREDS report 30, a prospective cohort study from the Age-Related Eye Disease Study. *Am. J. Clin. Nutr.*, 90, 1601-1607.
- SanGiovanni, J.P., Chew, E.Y. (2005): The role of omega-3 long-chain polyunsaturated fatty acids in health and disease of the retina. *Prog. Retin. Eye Res.*, 24, 87-138.
- Saravanan, P., Davidson, N.C., Schmidt, E.B., Calder, P.C. (2010): Cardiovascular effects of marine omega-3 fatty acids. *Lancet.*, 375, 540-550.
- Saremi, A., Arora, R. (2009): The utility of omega-3 fatty acids in cardiovascular disease. *Am. J. Ther.*, 16, 421-436.
- Schmier, J.K., Jones, M.L., Halpern, M.T. (2006): The burden of age-related macular degeneration. *Pharmacoeconomics*, 24, 319-334.
- Seddon, J.M., Rosner, B., Sperduto, R.D., et al. (2001): Dietary fat and risk for advanced age-related macular degeneration. *Arch. Ophthalmol.*, 119, 1191-1199.
- Sommer, A., Tielsch, J.M., Katz, J., et al. (1991): Racial differences in the cause-specific prevalence of blindness in East Baltimore. *N. Engl. J. Med.*, 325, 1412-1417.
- Wright, A.F., Chakarova, C.F., Abd El-Aziz, M.M., Bhattacharya, S.S. (2010): Photoreceptor degeneration: genetic and mechanistic dissection of a complex trait. *Nat. Rev. Genet.*, 11, 273-284.
- Yehoshua, Z., Rosenfeld, P.J., Albin, T.A. (2011): Current clinical trials in dry AMD and the definition of appropriate clinical outcome measures. *Semin. Ophthalmol.*, 26, 167-180.
- Yildirim, Z., Ucgun, N.I., Yildirim, F. (2011): The role of oxidative stress and antioxidants in the pathogenesis of age-related macular degeneration. *Clinics (Sao Paulo)*, 66, 743-746.
- Zerbib, J., Seddon, J.M., Richard, F., et al. (2009): rs5888 variant of SCARB1 gene is a possible susceptibility factor for age-related macular degeneration. *PLoS One*, 4, e7341.

***FUNCTIONAL FOOD AND DIETARY SUPPLEMENTS /***  
**FUNKCIONALNA HRANA I DODACI PREHRANI**



## UTJECAJ ZASLAĐIVAČA I SIROVINSKOG SASTAVA NA GLIKEMIJSKI INDEKS I PRIHVATLJIVOST RAZLIČITIH VRSTA KEKSA

### THE EFFECT OF SWEETENERS AND RAW MATERIALS ON THE GLYCAEMIC INDEX AND THE ACCEPTABILITY OF THE DIFFERENT KINDS OF BISCUITS

Melisa Oraščanin\*, Edina Šertović, Emina Omeragić, Lejla Dervišević

Univerzitet u Bihacu, Biotehnički fakultet, Luke Marjanovića bb, 77000 Bihać,  
Bosna i Hercegovina

\*melissa.bajramovic@gmail.com

stručni rad / professional paper

#### SAŽETAK

Posljednjih godina u suvremenom svijetu dominira visokoprerađena i osiromašena hrana čija prekomjerna konzumacija može utjecati na zdravlje potrošača. Prehrambena industrija prilagođava se prehrambenim navikama i potrebama potrošača proizvodnjom funkcionalnih proizvoda u cilju prihvatljivosti i očuvanja senzorskih svojstava. Za potrebe ovog istraživanja kao dodatak za obogaćivanje kekasa u cilju dobivanja funkcionalnog proizvoda koristili su se različiti zaslađivači (med, kokosov šećer i šećer) i bezglutenska brašna (heljda, rogač, suncokretovo i kokosovo brašno) u cilju razvoja kekasa nižeg glikemijskog indeksa prihvatljivih senzorskih svojstava. U istraživanju je dobrovoljno sudjelovalo 6 zdravih ispitanika, oba spola, starosti od 22 do 24 godine. Rezultati mjerenja šećera u krvi pokazali su značajno smanjenje glikemijskog indeksa upotrebom meda i kokosovog šećera kao zaslađivača. Pored zaslađivača utjecaj na glikemijski indeks imao je i keks s dodatkom kokosovog i suncokretovog brašna. Svi uzorci s dodatkom šećera slabije su senzorski ocijenjeni u odnosu na uzorke s dodatkom meda i kokosovog šećera kao zaslađivača. Dobiveni funkcionalni proizvodi, uz pozitivni utjecaj na smanjenje glikemijskog indeksa različitih vrsta kekasa, imaju zbog jednostavne proizvodnje potencijal za komercijalizaciju, kao i prihvatljivost širem krugu potrošača.

*Ključne riječi:* keks, med, kokosov šećer, bezglutenska brašna

*Keywords:* biscuits, honey, coconut sugar, gluten-free flours



## UVOD

Keks je u svijetu prihvaćen zbog svog raznolikog okusa, dugog roka trajanja i prihvatljive cijene. Obično je obogaćen zasićenim masnim kiselinama i šećerima (saharoza), te prekomjerna konzumacija može dovesti do narušavanja zdravlja. Upravo to je razlog zašto su zadnjih godina nastojanja prehrambenih tehnologa i nutricionista usmjerena u pripremu keksa s potencijalno funkcionalnim svojstvima. Kako je brašno osnovni sastojak keksa, odabirom tehnološkog postupka izrade i optimalne sirovine, pokušava se poboljšati funkcionalnost proizvoda, kao i nutritivni sastav (Gambuš, 2009).

S obzirom na porast svjesnosti o preventivnoj i protektivnoj ulozi prehrane s niskim glikemijskim indeksom u nekim zemljama se osobe s dijabetes melitusom potiču na konzumaciju niskoglikemijskih namirnica (FAO/WHO, 2003). U okviru ovog rada istraživane su mogućnosti razvoja keksa nižeg glikemijskog indeksa kao funkcionalnog proizvoda na bazi žitarica, korištenjem različitih zaslađivača (kokosov šećer, med i saharoza), kao i određenih vrsta bezglutenskog brašna. Osim toga vrlo je važno kod proizvodnje (pečenja) keksa dobiti proizvod koji se svrstava u kvalitetnu i organoleptički prihvatljivu potencijalnu funkcionalnu hranu (Ötles, 2003).

## MATERIJALI I METODE

Eksperimentalni dio rada obuhvatio je proizvodnju dvije vrste keksa s različitim vrstama bezglutenskog brašna i različitim zaslađivačima. Za izradu uzoraka keksa korišteno je pšenično integralno brašno (T-1700), bijelo pšenično brašno (T-500), smjesa kokosovog i suncokretovog brašna (Keks 1) i smjesa heljdinog i rogačevog brašna (Keks 2). Uzorci keksa koji su korišteni tijekom ovog istraživanja izrađeni su u laboratoriju Biotehničkog fakulteta Univerziteta u Bihaću. Svim uzorcima proizvedenog keksa procijenjene su organoleptičke karakteristike iskazane ponderiranim bodovima (Filajdić, 1983). Glikemijski indeks (GI) proizvedenih uzoraka keksa određen je na zdravim osobama oba spola. U istraživanju je dobrovoljno sudjelovalo 6 zdravih ispitanika, starosti 20 – 24 godine. Svaki ispitanik je primjenom lancetara i glukometra izvadio krv u vremenskom intervalu od 120 minuta (0', 15', 30', 45', 60', 90' i 120'). Senzorsko ocjenjivanje uzoraka keksa provedeno je metodom bodovanja od strane pet senzorskih analitičara (Filajdić, 1983). Prihvatljivost uzoraka provedena je testiranjem između 20 potrošača mlađe životne dobi (studenti) putem hedonističke skale (Vujić, 2013).

## REZULTATI I RASPRAVA

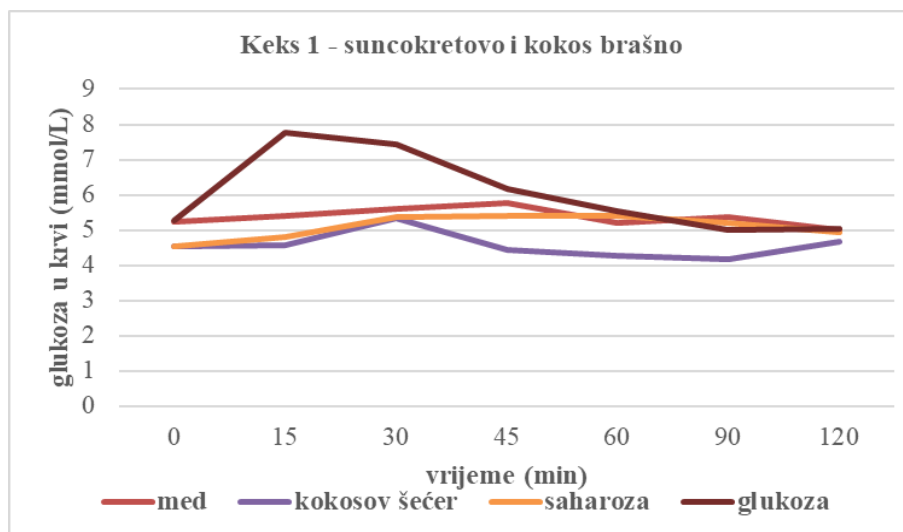
Rezultati određivanja glikemijskog indeksa dvije vrste bezglutenskog keksa s različitim zaslađivačima prikazani su Tablici 1 i Slikama 1 i 2. Najviše razine glukoze u krvi ispitivanih dobrovoljaca primijećene su u periodu od 30 – 45 minuti nakon unosa ispitivanih uzoraka (Slike 1 i 2).

**Tablica 1.** Razine glukoze u krvi i glikemijski indeks nakon konzumacije glukoze i ispitivanih vrsta keksa

**Table 1.** Blood glucose levels and glycemic index after glucose consumption and the types of biscuits tested

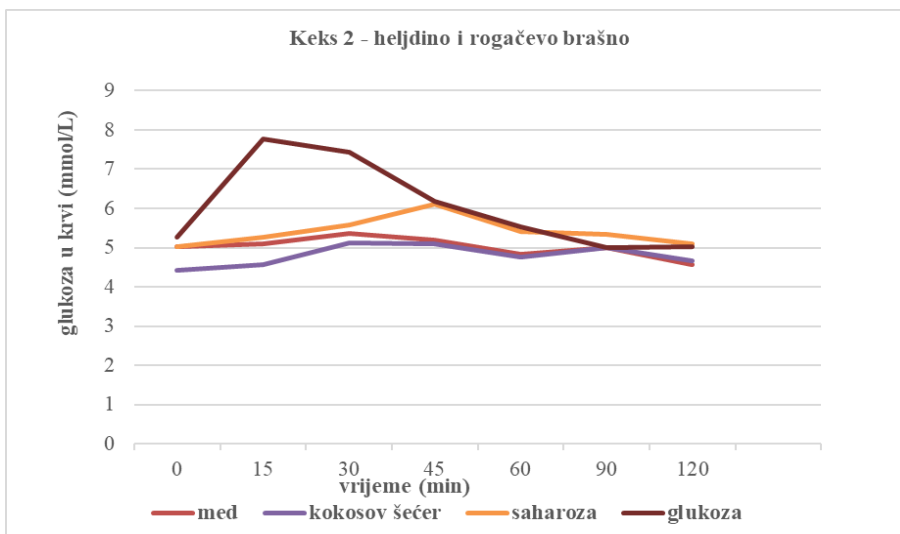
Uzorci	Zaslađivač	Razina glukoze u krvi (mmol/L)							GI
		0'	15'	30'	45'	60'	90'	120'	
Keks 1	1	5,20	5,40	5,60	5,80	5,20	5,40	5,00	22,50
	2	4,53	4,57	5,33	4,43	4,27	4,17	4,67	12,52
	3	4,53	4,80	5,37	5,40	5,40	5,20	4,93	75,30
	4	5,27	7,77	7,43	6,17	5,53	5,00	5,03	100,00
Keks 2	1	5,03	5,10	5,37	5,20	4,83	5,00	4,57	7,58
	2	4,43	4,57	5,13	5,10	4,77	5,00	4,53	48,90
	3	5,03	5,27	5,57	6,10	5,40	5,33	5,10	46,12
	4	5,27	7,77	7,43	6,17	5,53	5,00	5,03	100,00

Legenda: Keks 1 (smjesa suncokretovog i kokos brašna); Keks 2 (smjesa heljdingog i rogačevog brašna); 1 – med; 2 – kokos šećer; 3 – saharoza; 4 – glukoza;



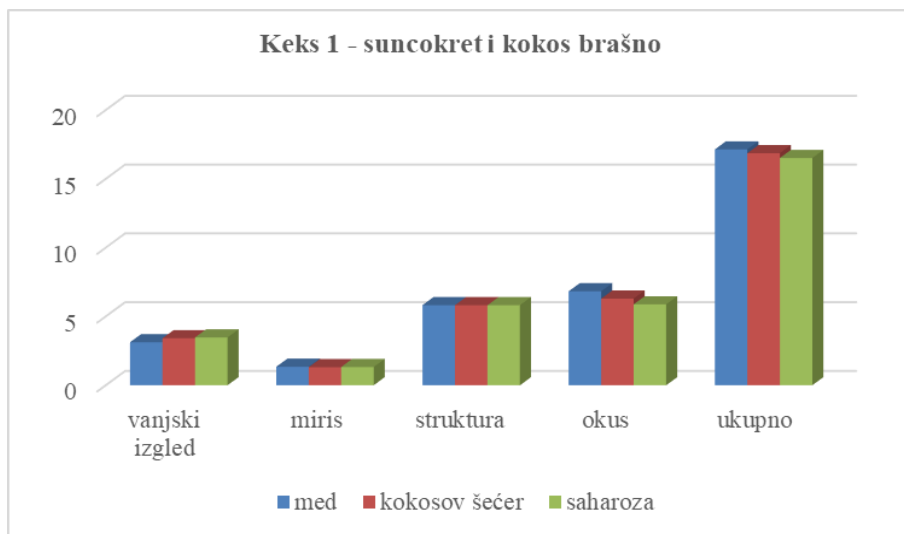
**Slika 1.** Razine glukoze u krvi zdravih dobrovoljaca tijekom 120 minuta nakon konzumacije glukoze i ispitivanih keksa (suncokret i kokos brašno)

**Figure 1.** Blood glucose levels of healthy volunteers for 120 minutes after consuming glucose and biscuits tested (sunflower and coconut flour)



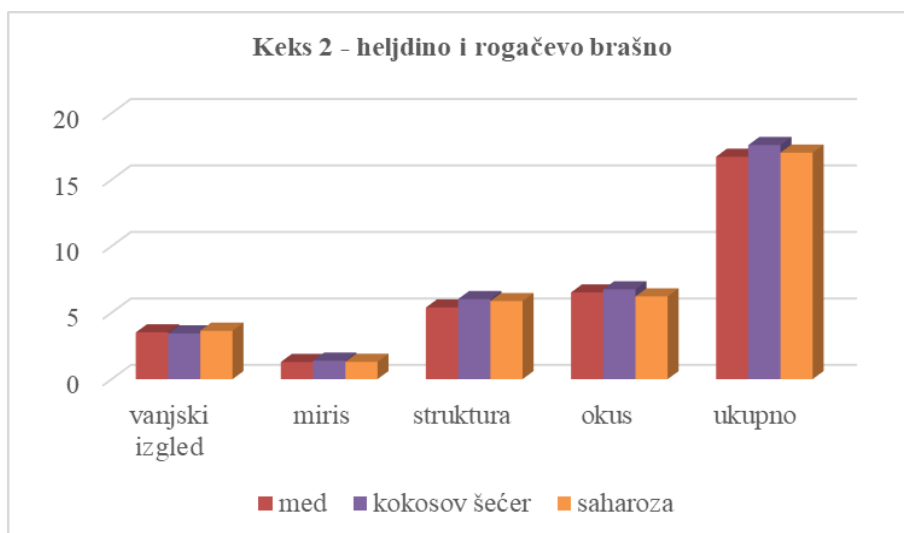
**Slika 2.** Razine glukoze u krvi zdravih dobrovoljaca tijekom 120 minuta nakon konzumacije glukoze i ispitivanih uzoraka bezglutenskog keksa (heljda i rogač)  
**Figure 2.** Blood glucose levels of healthy volunteers during 120 minutes after consuming glucose and gluten free biscuit samples tested (buckwheat and carob)

Najveći porast koncentracije glukoze u krvi kod obje vrste keksa postignut je nakon konzumacije keksa sa saharozom kao zaslađivačem (nakon 45 min), iako uspoređujući s referentnim uzorkom ta razlika nije značajna. Konzumiranje obje vrste keksa s kokosovim šećerom rezultirao je prosječno najnižim vrijednostima glukoze u krvi, koja se pokazala značajnom uspoređujući s uzorcima keksa gdje je zaslađivač saharoza (nakon 30 i 45 min). Prilikom mjerenja ustanovljeno je da su se med i kokosov šećer kao zaslađivači dobro pokazali kod mjerenja glikemijskog indeksa ispitanika, jer nije došlo do velikog porasta šećera u krvi. Rezultati senzorne analize proizvedenih uzoraka keksa različitog sirovinskog sastava s različitim zaslađivačima prikazani su Slikama 3 i 4. Nakon konzumacije uzoraka keksa najbolje senzorske ocjene dobili su uzorci proizvedeni uz med i kokos šećer bez obzira na sirovinski sastav keksa.



**Slika 3.** Senzorska ocjena svojstava bezglutenskog keksa (suncokret i kokos brašno) sa različitim zaslađivačima

**Figure 3.** Sensory evaluation of gluten-free biscuit properties (sunflower and coconut flour) with various sweeteners



**Slika 4.** Senzorska ocjena svojstava bezglutenskog keksa (heljdino i rogačevo brašno) sa različitim zaslađivačima

**Figure 4.** Sensory evaluation of gluten-free biscuit properties (buckwheat and carob flour) with different sweeteners

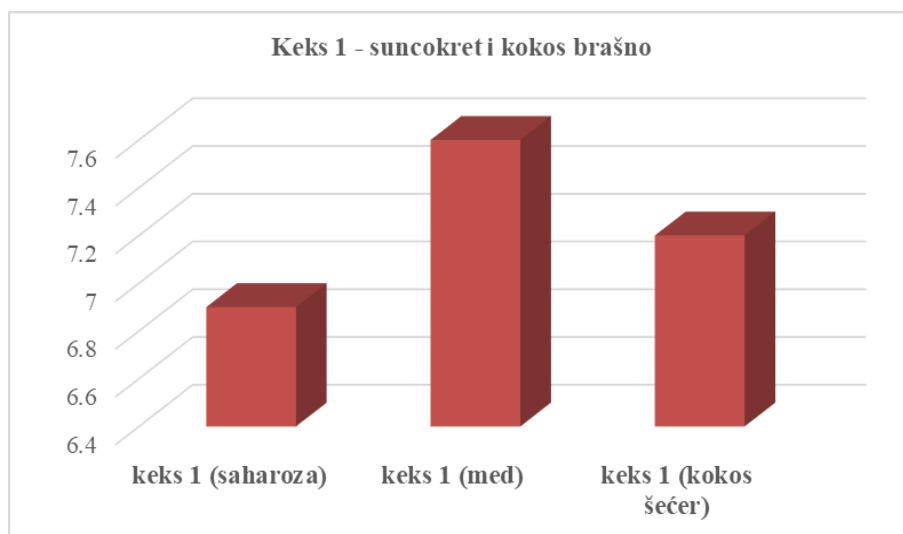
Na osnovu dobivenih podataka nakon provedene analize testa prihvatljivosti različitih vrsta keksa izračunati su osnovni statistički parametri: aritmetička sredina ( $\bar{x}$ ), standardna devijacija ( $s$ ) i koeficijent varijacije (CV), kao i postotak poželjnosti, te su prikazani u Tablici 2 i Slikama 5 i 6.

**Tablica 2.** Prihvatljivost i poželjnost različitih vrsta keksa

**Table 2.** Acceptability and desirability of different types of biscuits

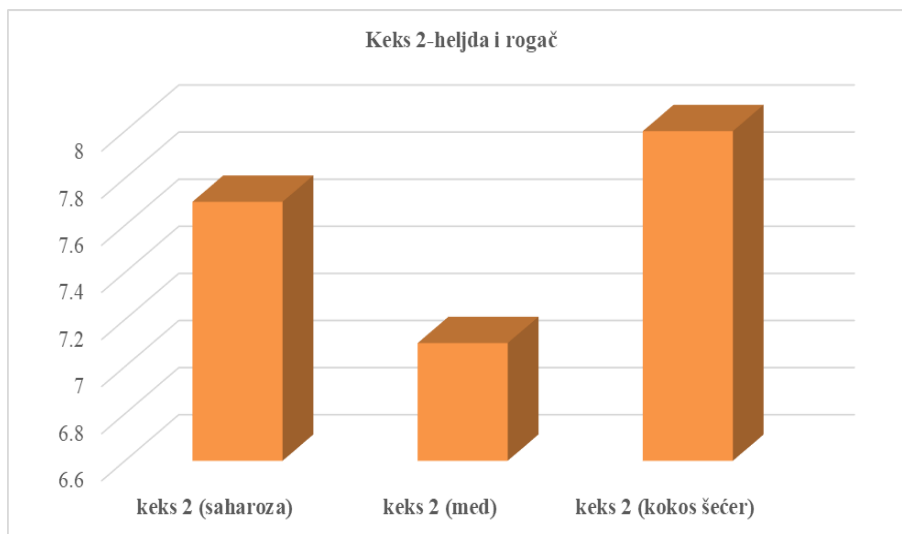
Uzorak	Ukupno	$\bar{x}$	$s$	CV (%)	% poželjnosti	
<b>Keks 1</b>	1	25	6,90	1,50	22,00	75,00
	2	25	7,60	1,00	13,15	91,30
	3	25	7,20	1,20	16,66	86,40
<b>Keks 2</b>	1	21	7,70	1,20	15,59	100,00
	2	21	7,10	1,80	26,61	76,50
	3	20	8,00	1,60	21,07	94,70

Legenda: Keks 1 (smjesa suncokretovog i kokos brašna); Keks 2 (smjesa heljadinog i rogačevog brašna); 1 – med; 2 – kokos šećer; 3 – saharoza



**Slika 5.** Rezultati ocjene prihvatljivosti keksa (suncokretovo i kokos brašno) pomoću hedonističke skale

**Figure 5.** Results of biscuit acceptability assessment (sunflower and coconut flour) using a hedonic scale



**Slika 6.** Rezultati ocjene prihvatljivosti keksa (heljda i rogač) pomoću hedonističke skale

**Figure 6.** Results of biscuit acceptability assessment (buckwheat and carob) using a hedonic scale

Prema hedonističkoj skali najbolje ocjenjen keks bez obzira na sirovinski sastav je keks s kokos šećerom kao zaslađivačem, a zatim slijede keks s medom i saharozom. Test prihvatljivosti je pokazao dobru prihvaćenost proizvedenih uzoraka keksa bez obzira na sirovinski sastav i vrstu zaslađivača.

## ZAKLJUČAK

Rezultati mjerenja glukoze u krvi pokazali su značajno smanjenje glikemijskog indeksa upotrebom meda i kokos šećera kao zaslađivača. Pored zaslađivača utjecaj na glikemijski indeks imao je i keks s dodatkom kokosovog i suncokretovog brašna. Na senzorska svojstva uzoraka uglavnom su utjecali vrsta i omjer sirovine, kao i zaslađivač korišten u pripremi keksa. Dodatak kokos šećera i meda kao zaslađivača poboljšalo je senzorska svojstva proizvoda, posebno mirisa, okusa i boje. Test prihvatljivosti je pokazao dobru prihvaćenost svih uzoraka keksa bez obzira na sirovinski sastav i zaslađivač. Dobiveni potencijalni funkcionalni proizvodi, uz pozitivni utjecaj na smanjenje glikemijskog indeksa različitih vrsta keksa, imaju zbog jednostavne proizvodnje potencijal za komercijalizaciju, kao i prihvatljivost širem krugu potrošača.

## LITERATURA

- FAO/WHO (2003): Diet, nutrition and prevention of chronic diseases: WHO Technical Report Series 916.
- Filajdić, M., Viličić, D. (1983): Metode za organoleptičku procjenu namirnica. Sveučilište u Zagrebu, Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Zagreb, pp. 57-60.
- Gambuś, H., Gambuś, F., Pastuszka, D., Wrona, P., Ziobro, R., Sabat, R., Mickowska, B., Nowotna, A., Sikora, M. (2009): Quality of gluten-free supplemented cakes and biscuits. *Int. J. Food Sci. Nutr.*, 60, 31-50. doi: 10.1080/09637480802375523
- Ötles, S., Cagind, Ö. (2006): Cereal based functional foods and nutraceuticals. *Acta Sci. Pol., Technol. Aliment.*, 5, 107–112.
- Vujčić, L. (2013): Utjecaj sirovinskoga sastava na glikemijski indeks keksa kao funkcionalne namirnice. *Doktorski rad*, Zagreb.

## INFLUENCE OF NATURAL ANTIOXIDANTS ON COLOR AND FAT STABILITY IN SYSTEM OF NITRITE LOW ORGANIC COOKED SAUSAGES

Dragan Vujadinović<sup>1</sup>, Milan Vukić<sup>1\*</sup>, Marko Ivanović<sup>1</sup>, Ardea Milidrag<sup>2</sup>,  
Vladimir Tomović<sup>3</sup>

<sup>1</sup>University of East Sarajevo, Faculty of Technology, Karakaj 34a, 75400 Zvornik,  
Republic of Srpska, Bosnia and Herzegovina

<sup>2</sup>University of Kragujevac, Faculty of Medicine, Svetozara Markovića 69,  
34000 Kragujevac, Republic of Serbia

<sup>3</sup>University of Novi Sad, Faculty of Technology, Bulevar cara Lazara 1,  
21000 Novi Sad, Republic of Serbia

\*milan.vukic@tfzv.ues.rs.ba

*original scientific paper*

### ABSTRACT

Biologically active substances from vegetables, fruits, spices and their derivatives are a good source of natural nitrates and antioxidants. Nitrates can be reduced to nitrites through the employment of nitrate reduction macrobiotic strain under controlled conditions and antioxidants can improve the oxidative stability of pigments, lipids, and proteins of cooked sausages. As a result, they can be used to modify industrial formulations of cooked sausages and produce organic products. Consequently, the research objective of this study was to stabilize the system of organic cooked sausages with natural sources of nitrates and antioxidants in the presence of unsaturated fat and reduced nitrites content. Changes of color parameters, pH, TBARS values, nitrate and residual nitrite salt content were tested. During the fifteen-day storage period, the pH value significantly decreased in all models in which essential oils were not added, while the addition of the essential oils of Tea tree and oregano almost completely inhibited pH change. Lowest TBARS values were achieved in models in which the essential oils of Tea tree, oregano and Cinnamon were used. Desirable pink-reddish color of cooked sausages and content of nitrate as well as nitrite salt were achieved in the model system with the addition of celery powder and "liquid supplements" were used, which were incubated for 12 h at 20 °C.

*Keywords:* color, fat, natural antioxidants, natural nitrate, nitrite, organic cooked sausages



## INTRODUCTION

Study conducted in Belgium, Netherlands, Italy and Germany interviewees 2,057 consumers, Hung et al., (2016), where investigate general knowledge about nitrite additives in meat products. Their findings indicate that consumers had limited knowledge about nitrite being added to meat products. The data also showed that consumers expressed a positive attitude and intentions for purchase of new processed meat products labeled as a natural or organic. These preferences are likely connected with potential health benefits usually associated with this type of meat product (Jiang and Xiong, 2016). Organic meat products must have all sensory properties, color, texture, etc. like the products manufactured according to conventional methods (Sebranek et al., 2012). As a natural source of nitrites in organic cured meat products, different plants rich in nitrates can be used. Naturally, present nitrates are reduced to nitrites by nitro- reduction starter strains (Hayes et al., 2011; Hayes et al., 2013). Vegetables are known as a good source of natural nitrate, where nitrate content can range from 1000 to over 3000 ppm (Weiss et al., 2010). Spices are also a good source of nitrate. However, because of the intense sensory effect, they cannot be used in large quantities; coriander around 2500 ppm, basil 2300 ppm, borage 1900 ppm, parsley 1000 ppm, dill 1300 ppm (Mureşan et al., 2012). One of the main additives for each organic cooked meat product is the starter culture which has to have the capacity of reducing nitrate salts to nitrites. These strains of microorganisms provide the reduction of nitrate, which gives the desired content of nitrite and hence influence desirable sensory characteristics of the final product (Grasso et al., 2014). Gram-positive, catalase-positive cocci (GCC+), such as *Kocuria* strains, *Staphylococcus xylosum*, *Staphylococcus carnosus*, *S. epidermidis*, *S. equorum*, *S. lentus*, *S. simulans*, and other strains reduce nitrates to nitrites (Weiss et al., 2010). The pH value in such a complex colloidal meat system is crucial in order to achieve the desired reduction of nitrate to nitrites, needed for the proper development of the reddish color of the cured meat products.

Different products based on fruits, vegetables, and spices (dried, extracts, essential oils) are naturally rich in phenolic compounds (Amrane-Abider et al., 2018; Vasiljević et al., 2017). Phenolic compounds are known as secondary metabolites in plant materials and they are able to inhibit or delay the oxidative processes in meat products (Falowo et al., 2014). Therefore, they are considered to be natural sources of antioxidants and are widely used in the production of organic meat products (Rohlík et al. 2010; Eun et al., 2012; Karre et al., 2013; Manzoor et al., 2014; Embuscado et al., 2015; Novak et al., 2016). Based on the oxidation level in the ring structure, the classification of flavonoids is carried out (14 classes according to Seigler, 1998). However, the most important dietary flavonoids are often classified under six groups: anthocyanidins, flavonols, flavanols, isoflavonoids, flavones, and flavanones (Yilmaz, 2006). Extra-virgin olive oil is naturally rich in eicosapentaenoic acid (EPA) or docosahexaenoic acid (DHA). It contains a significant amount of  $\alpha$ -linolenic acid (ALA, C18: 3) (Weiss et al., 2010). Research on polyphenols has shown that they can protect lipids and proteins against oxidation, provide color stability and antioxidant activity in meat products (Tang et al., 2002,

2006; Bastida et al., 2009; Armenteros et al., 2016). The aim of this study was to stabilize the system of organic cooked sausages with natural sources of nitrate and antioxidants in the presence of unsaturated fat and reduced nitrite salt content.

## MATERIALS AND METHODS

The procedure of making the experimental models began when the meat (pork 34.59% and beef 11.59%), salt (sea salt 1.80%, nitrate 250 ppm and nitrite 140 ppm), spices (pepper, coriander, and cardamom 0.02% each) and 37.26% of ice homogenized in the first stage until it reached 6 °C, then, extra virgin olive oil 8.69%, and 5.79% citrus fiber was added. Homogenization continued until the temperature reached between 12 °C and 14 °C. Control models were M0 with the usual amount of nitrite salt (140 ppm), as well as models M1, and M2 with added nitrate salt (250 ppm) and nitro reductive strain of *Staphylococcus carnosus* 0.03%. In all control models, 500 ppm sodium ascorbate as an antioxidant was used. Besides the control models, two groups of organic cooked sausage models were tested. The aim of the first group of models was to identify the natural supplements that give the best color of cooked sausages, while in the second group of models the antioxidative potential of natural additives was investigated. In both groups of models, the addition of nitrate/nitrite salts, prior to homogenization is substituted with the addition of natural sources of nitrates in conjunction with the nitro reductive strain of *Staphylococcus carnosus*.

In the first group (M3 to M12) as a natural source of nitrate salts in combination with a nitro reductive starter culture of *Staphylococcus carnosus* (0.03%), were added celery powder 0.34% (M3 and M4), beet powder 0.15% (M5 and M6) carrot powder 0.34% (M7 and M8), spinach powder 0.34% (M9 and M10) and "liquid supplements" 3% (1/3 of the ferment of Kombucha and 2/3 of leaf beet juice (*Eruca sativa*)) (M11 and M12). Odd models were incubated for 2.5 hours at 37 °C, while even models, including control models M1 and M2, incubated for 12 hours at 20 °C. Model M0 was not incubated and treated with a nitro reductive strain, considering that in this model nitrite salt was added directly.

In the second group of models (M13 to M24) essential oils and fruit powders were used as natural sources of antioxidants. They were applied to the models from the first group in which the most desirable color was achieved after incubation for 12 h at 20 °C. Those were models with celery powder 0.34% and "liquid supplements" 3%. In these models, acerola powder 0.26% (*Malpighia glabra*) (M13 and M19) and fruit mix powder "Superfruits® Bioton" 0.26% (M14 and M20) were added as fruit natural antioxidants. To all other models in this group, essential oils were added in concentrations of 0.08%. The essential oil of Tea tree (*Camellia sinensis*) (M15 and M21), Cloves (*Syzygium aromaticum*) (M16 and M22), Oregano (*Origanum vulgare*) (M17 and M23), and Cinnamon (*Cinnamomum zeylanicum*) (M18 and M24) were used. The meat batter for all models in both groups, except M0 was packed in vacuum bags and incubated. After incubation, the batter is stuffed into plastic casings Ø50mm and heated up to achieve a temperature in the center of samples in the range of 71 – 75 °C in the cooking chamber. The sausages were

cooled with a mixture of water and ice until the temperature in the center reached +4 °C. After production, samples were kept in the refrigerator for 12 h at +4 °C, and then they were cut into 5mm thick slices, wrapped in air-permeable plastic foils and tested every five days for fifteen days of storage.

#### *Color determination*

Changes of the observed color parameters were monitored using the Minolta Chroma Meter (CR-410) with 50 millimeter diameter of measuring area and standard illumination for meat (D65), established for the range of colors L\*, a\*, b\* (CIELab). The color was measured on the surface of the sample, on a sliced model and on the cross section of the model of organic cooked sausages in the coating.

#### *Determination of pH value*

The pH in samples of tested models was measured directly by using portable devices Hanna Instruments, pH-meter (HI 99163), with specially adapted electrode for direct pH measurement in meat. Before each planned measurement, the device was calibrated by using standard buffer solution.

#### *Determination of nitrite and nitrate content*

The total content of residual nitrite was determined by the method of ISO 2918 (1999), which is based on the diazotization of sulfanilic acid in an acid medium, wherein the resulting diazonium compounds with  $\alpha$ -naphthylamine, give red-colored azo compounds whose color intensity is directly proportional to the nitrite content. The intensity of this color is measured spectrophotometrically at 530 nm.

Total nitrate content was determined by the ISO 3091 (1999), whose essence is based on the reduction of nitrate, while in the presence of diphenyl-amine a blue colored compound is formed whose intensity is determined by spectrophotometry at 520 nm to 550 nm.

#### *Determination of TBARS value*

TBARS (Thiobarbituric acid reactive substance) value is determined according to the Ventanas et al. (2006). 2.5 g of homogenised sample was weighed and transferred in a plastic tube, then 7.5 mL of perchloric acid (3.86%) with 0.25 mL of butylated hydroxy toluene (BHT) (4.2% in ethanol) was added. During the homogenization, the plastic tubes were kept in an ice bath to minimize oxidative reaction in the process of malondialdehyde extraction (MDA). Before filtration, the samples were centrifuged at 67000 g for 5 min. In the test tubes, 2 mL of aliquot part of the sample was stirred, after filtration, with 2 mL of thiobarbituric acid (TBA) (0.02 M). Then, the test tubes were heated in a water bath at a temperature of 90 °C for 30 min together with the tubes which are used for standard curve. After cooling to the room temperature, the absorption of the developed color of the sample was measured at 532 nm. A standard curve was prepared using 1,1,3,3-tetraethoxypropane (TEP) solution (0.2268 g) in 3.86% perchloric acid. The results are expressed as the TBARS value (mg MDA/kg).

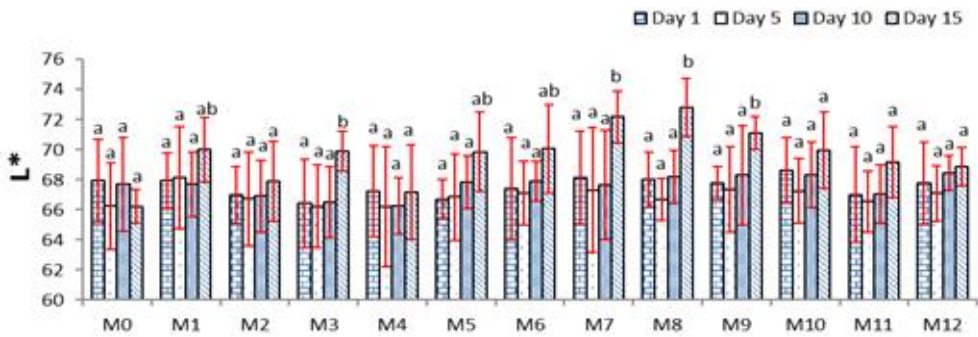
*Statistical analysis*

All experiments were carried out in triplicate. The results are expressed as mean value and standard deviations (SD). Statistical analysis was performed using R for Windows, an open-source language and environment for statistical computing R-3.3.2 (Austria) in conjunction with the R-commander (Fox, 2017; R Development Core Team, 2014). The analysis of variance (ANOVA) and Tukey’s test for mean comparison was used to determine statistical significance at ( $p \leq 0.05$ ).

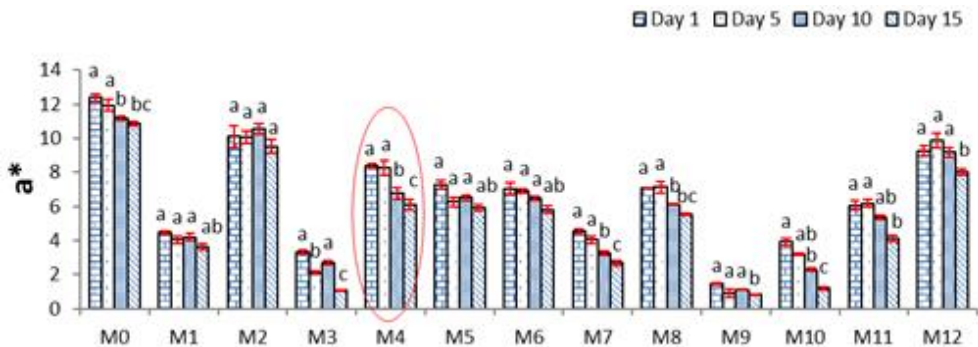
**RESULTS AND DISCUSSION**

*Color stability*

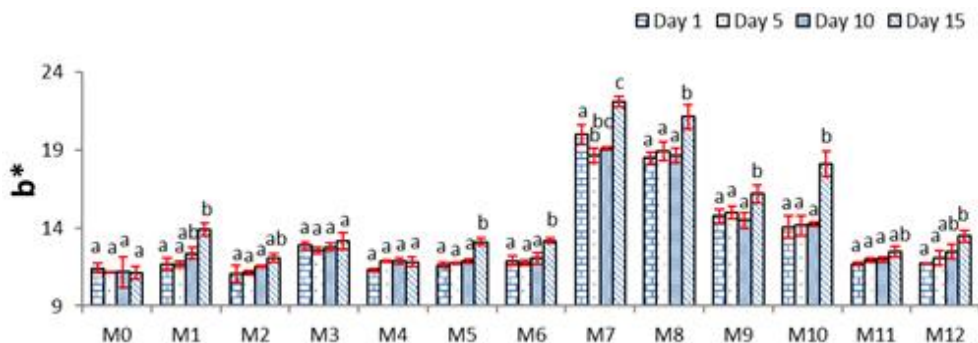
Changes of the color parameters ( $L^* a^* b^*$ ) in the first group of models samples for models (M0 to M12) in the observed period of fifteen days is shown in Figures from 1 to 3.



**Figure 1.**  $L^*$  value changes in the first group of models during storage. Letters denote statistical differences between the samples in each model ( $p \leq 0.05$ )

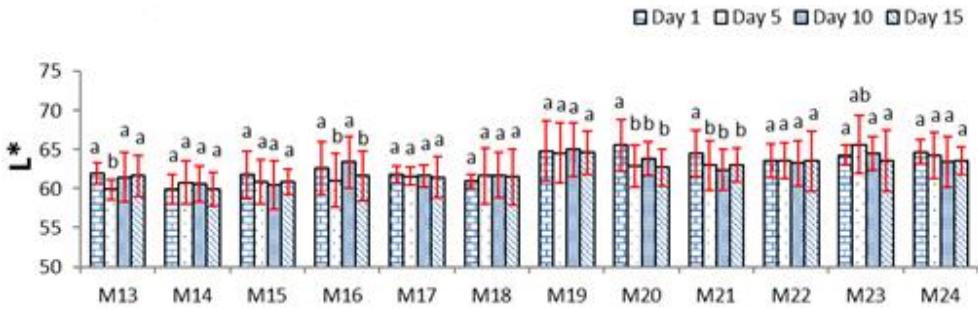


**Figure 2.**  $a^*$  value changes in the first group of models during storage. Letters denote statistical differences between the samples in each model ( $p \leq 0.05$ )

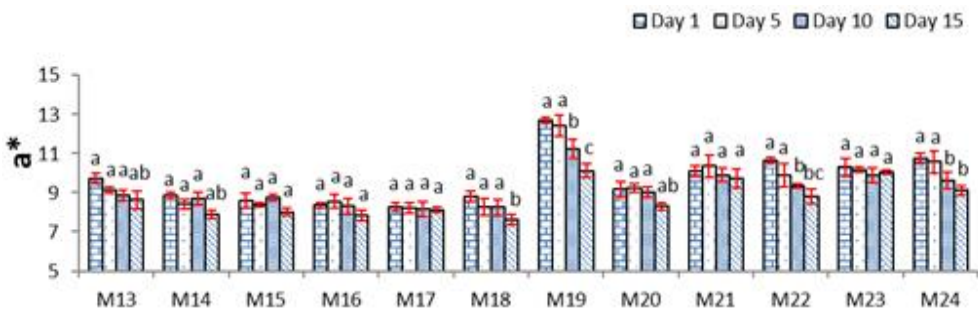


**Figure 3.**  $b^*$  value changes in the first group of models during storage. Letters denote statistical differences between the samples in each model ( $p \leq 0.05$ )

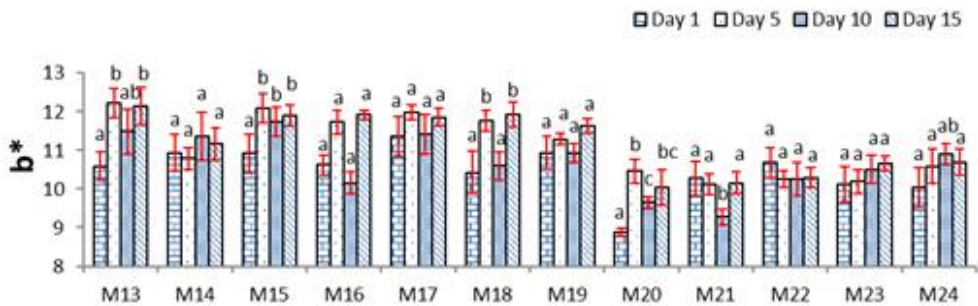
The  $L^*$  values, as a measure of whiteness, measured 24 hours after cooking and storage at 4 °C, varied to a small extent in all models but was not different compared to the control model (M0)  $67.95 \pm 2.76$  formulated accordingly to the classical industrial formulation. All models from the first group that were incubated for 12 h at 20 °C have higher value of the color parameter  $a^*$  than the models which were incubated at for 2,5 h at 37 °C, except for the models M5 and M6 in which powder of beetroot was used. The models in which the celery powder (M4) and "liquid supplements" (M12) were added, had significantly higher  $a^*$  value, hence developed more reddish color. The  $a^*$  values 24 hours after incubation for M4, was  $8.41 \pm 13$ , and for the model M12 was  $9.25 \pm 0.31$ . Hence, these values were comparable to  $a^*$  value of control model M2. In the model M12 as a natural material rich in nitrate salts, "liquid supplement" was used, which is basically a mixture of Kombucha ferment and beet leaf juice. The  $b^*$  value also did not significantly differ, compared to the control model M0 in which it was  $11.43 \pm 0.28$  except for models M7, M8 and M10 after fifteen days of storage. The models with the highest content of nitrite (M4 and M12), as well as the models M5 and M6, to which the powder of beetroot was added, showed more stable values of red color. This is a consequence of the fact that flavonoids are naturally present in beetroot (Zarringhalami et al., 2009; Wójciak et al., 2014). The change of the observed color parameters in the second group of the models (M13 to M24), stored for fifteen days at 4 °C, are shown in Figures 4 to 6. Figure 4. present the  $L^*$  value for models M13 to M18 (in which celery were used to generate the color) are less than in models where "liquid supplement" was used (M19 to M24). The models with the addition of acerola powder (M13 and M19) had higher  $a^*$  values compared to the models from the first group in which antioxidants were not used, and in which the same color generators (M4 and M12) were used, see Figure 2.



**Figure 4.** L\* value changes in the second group of models during storage. Letters denote statistical differences between the samples in each model ( $p \leq 0.05$ )



**Figure 5.** a\* value changes in the second group of models during storage. Letters denote statistical differences between the samples in each model ( $p \leq 0.05$ )



**Figure 6.** b\* value changes in the second group of models during storage. Letters denote statistical differences between the samples in each model ( $p \leq 0.05$ )

Figure 6. shows the evaluation of b\* value in the second group of models. The models in which celery was used, the b\* value is higher compared to those models in which "liquid supplements" were used as a natural source of nitrate salts (M19 to M24). In the reviews of Sebranek and Bacus (2007); Weiss et al., (2010); Sebranek et al., (2012); Hayes et al. (2013) a large number of studies are presented referring to organic cooked products in which conversion of nitrate to nitrite was carried out through the usage of nitro-reductive starter culture in different incubation conditions. Their findings affirmed that the level of generated nitrite salts could range from a few ppm up to over 150 ppm. Also, the intensity of the developed

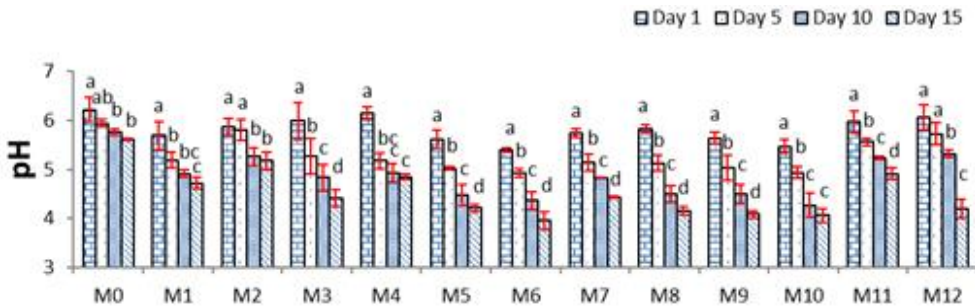
desirable reddish color could be identical compared to the control sample in which the standard amount of inorganic nitrite salt was added. Other studies show that the desired color in the organic models can be obtained at relatively low values of nitrite salts, around 50 ppm (Krause et al., 2011; Grasso et al., 2014). In the studies which were conducted by Zarringhalami et al., (2009); Rojsuntornkitti et al., (2010); Hayes et al., (2013); Wójciak et al., (2014), different natural products rich in flavonoids were used (annatto, red rice, tomato pulp, etc.). The value of color parameters in these studies depends on the type and concentration of natural herbal products used. The color of the finished product formed in this way has always been almost the same as the color of the control model in which nitrite salts were added. Hence, the results obtained in this study referring to the color generation using the natural mixtures rich in nitrate salts and plant flavonoids are highly consistent with the over-mentioned studies.

A large number of studies investigated the influence of antioxidant ingredients from plants and fruits (broccoli, grapes, avocados, black currant, cherry, annatto, etc.), as well as essential oils (oils derived from oregano, cinnamon, rosemary, clove) on the stability of colors in different meat products (Rodriguez-Carpena et al., 2011; Doolaege et al., 2012; Sampaio et al., 2012; Jia et al., 2012; Kobus-Cisowska et al., 2014; Yasin et al., 2020). The common conclusion is that antioxidant properties and stability of the desirable color of meat products are directly dependent on the type and concentration of phenolic compounds contained in herbal ingredients (Manzoor et al., 2014). The structure of phenolic compounds, number, and position of hydroxyl groups are directly linked with the antioxidant stability (Armenteros et al., 2013; Falowo et al., 2014). To preserve the desirable color of meat products, besides the antioxidant stability of phenols, antimicrobial activity indicated by a large number of essential oils (for example, tea tree oil and oregano) is important as well (Sampaio et al., 2012; Kim et al., 2013; Grasso et al., 2014).

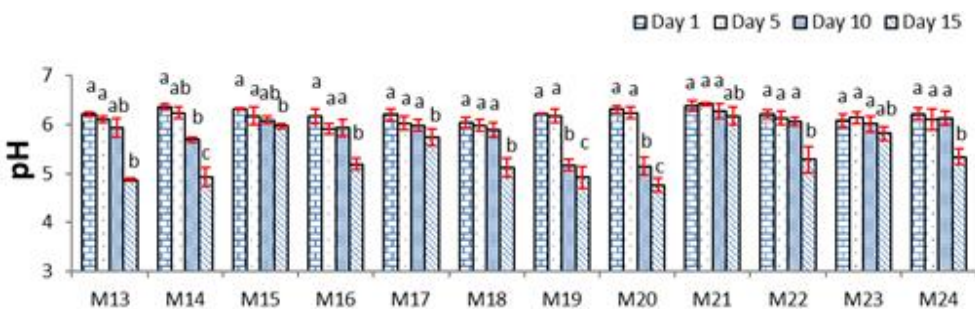
The results obtained in this study, for the models in which essential oils and fruit supplements were used, are in direct compliance with the above-mentioned researchers. All used fruit mixtures and essential oils showed a remarkable level of antioxidant stability and increasing intensity of the desirable reddish color. This especially refers to Acerola powder as a fruit supplement. Concerning the evolution of the desirable color, during a fifteen-day storage period, better results were achieved when essential oils were used, especially essential oils of Oregano and Tea tree.

#### *pH value*

Changes of the pH values for the first (M0 to M12) and the second groups of models (M13 to M24) during the fifteen days are shown on Figures 7 and 8.



**Figure 7.** pH value changes in the first group of models during storage. Letters denote statistical differences between the samples in each model ( $p \leq 0.05$ )



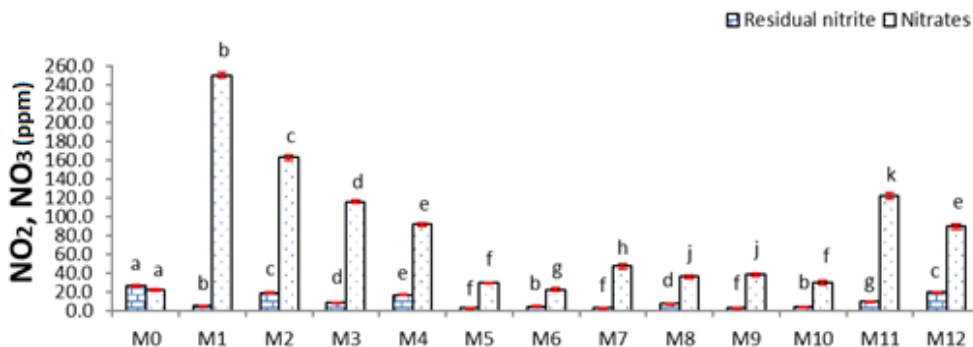
**Figure 8.** pH value changes in the second group of models during storage. Letters denote statistical differences between the samples in each model ( $p \leq 0.05$ )

The pH value in the second group of models (M13 to M24) shown in Figure 8. mostly depended on the functional activity of natural antimicrobials which were used. In the models from the second group, in models in which essential oils were added (M15 to M18 and M21 to M24), pH value at the end of the storage period of fifteen days is significantly higher compared to the models in which they were not added (M13, M14, M19, and M20). In the models in which essential oils of Tea tree and the Oregano were added (M15 and M21), (M17 and M23), there were almost no significant changes of the pH during the testing period. If the growth of *Lactobacillus spp.* is inhibited, there will be a less amount of acid, especially lactic acid, which result in less reduction of pH value during storage of meat products (Efthimia et al., 2002; Bostan et al., 2011; Cachaldora et al., 2013; Aaslyng et al., 2014).

#### *Nitrate and nitrite contents*

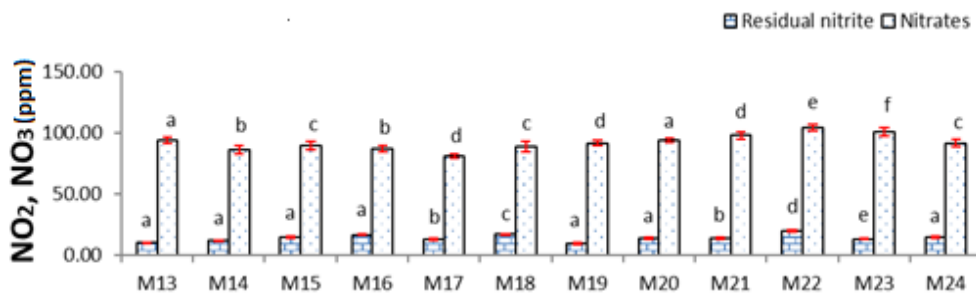
The content of residual nitrite and nitrate in the first and the second group of the models (M0 to M12) and (M13 to M24) is shown in Figures 9 and 10. The highest intake of natural nitrate salts was in models M3, M4, M11, and M12, which, before incubation, varied between 150 ppm and 160 ppm. In the control model M2, the initial entry of inorganic nitrate salt was 250 ppm.





**Figure 9.** The content of residual nitrite and nitrate in the first group of models during storage. Letters denote statistical differences between the samples in each model ( $p \leq 0.05$ )

Figure 10. show that the mean value of residual nitrites is very low and 24 hours after storage it ranged from  $9.78 \pm 0.81$  ppm (M19) to  $19.87 \pm 0.95$  ppm in the model (M22). In the models (M13, M14, M19, and M20), in which fruit ingredients were used (acerola, and "Superfruit"), the content of residual nitrites was lower compared to the control model M0. Nitrites have an important role in meat products, which is reflected in providing the desirable pink-reddish color of the products and inhibition of microbial processes, especially pathogenic microorganisms such as *Clostridium botulinum* and *Listeria monocytogenes* (Honikel, 2008; Suryati et al., 2014; Grasso et al., 2014).



**Figure 10.** The content of residual nitrite and nitrate in the second group of models during storage. Letters denote statistical differences between the samples in each model ( $p \leq 0.05$ )

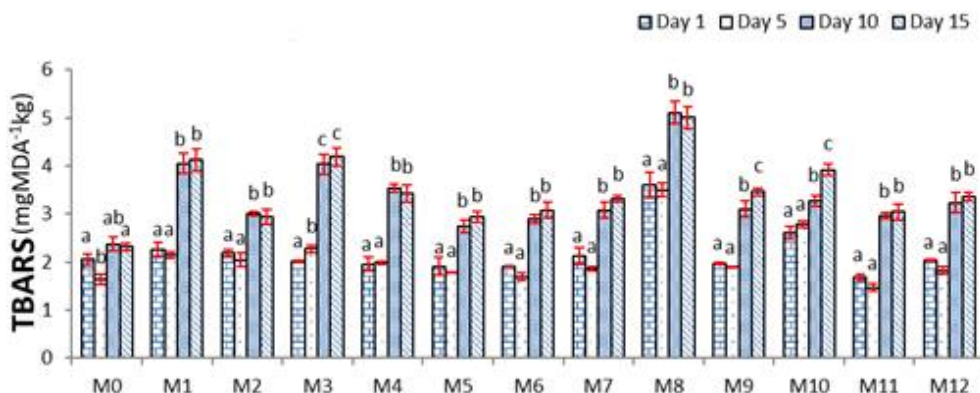
The permitted content of nitrates and nitrites, which may be found in the finished meat product in the EU is currently regulated by Directive 2006/52 /EC. According to this directive, the maximum permitted amount of residual nitrite salts is up to 150 ppm. (European Commission, 2006). The most studied and used natural supplement as a color generator in organic cooked meat products is celery. Celery is used in the form of juice concentrate or dry powder. The most commonly used amounts of celery supplement range between 0.2% and 0.4% (Nascimento et al., 2013; Grasso et al., 2014). In the research conducted on the cooked sausages, prepared with celery

powder and incubated at 38 °C for 30 min, or 120 min, it was noted that the incubation time is a key factor for the formation of the desired color of the final product. The amount of residual nitrite in these studies ranged between 24.5 ppm and 46.0 ppm (Sebranek et al., 2012; Suryati et al., 2014). Also, it is noted that the value of residual nitrate increases with the increase in the amount of added celery, while the content of residual nitrite rises with the extension of incubation time (Luecke, 2008; Matthew et al., 2011; Nascimento et al., 2013).

As can be seen, for both groups of the studied models of organic cooked sausages, the results related to the nitrate/nitrite salts are highly consistent with the ones previously published. The content of residual nitrite salt is generally slightly lower than the average in studies conducted with the addition of celery powder. The content of nitrates and residual nitrites in the studied models dependent on the incubation conditions, type, and source of used plant products rich in nitrate salts.

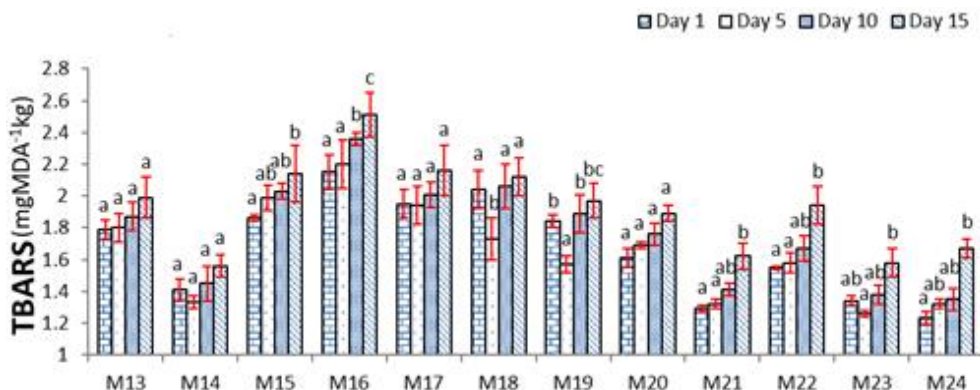
### TBARS value changes

The intensity of the fat oxidation in the first and the second group of models (M0 - M12) and (M13 to M24) over a period of fifteen days of storage at 4 °C, is shown in the figures 11 and 12. In all models from the first group (Figure 11), after the tenth day of storage, a significant increase of TBARS value can be noted, compared to the control model M0. Additionally, in the majority of models, after the fifth day, a slight decrease in TBARS values could be noted, which can be explained by the subsequent reaction of malondialdehyde (MDA) with the secondary products of oxidation, which occurs depending on the conditions (Ulu, 2004; Youn Ju and Byong-Won, 2013).



**Figure 11.** Change of the TBARS value in the first group of models during storage. Letters denote statistical differences between the samples in each model ( $p \leq 0.05$ )

Figure 12 show the change of the TBARS value for the second group of models, the lowest TBARS values were achieved in the models in which acerola powder (M14) and essential oils of tea tree (M21), oregano (M23) and cinnamon (M24) were used. The mentioned models had significantly lower TBARS values compared to the control model M0 after fifteen days of storage at 4 °C.



**Figure 12.** Change of the TBARS value in the second group of models during storage. Letters denote statistical differences between the samples in each model ( $p \leq 0.05$ )

According to the research of many authors who used various extracts and ingredients of fruit and vegetable origin such as blackcurrant, acerola, avocado, grapes, broccoli, extract of sage, rosemary, sage, mint etc. as well as cinnamon and oregano spices in the formulation of different products such as cooked meat, fresh beef, pork and chicken meat, a significant antioxidant activity can be noticed depending on the concentration and storage conditions (Shan et al., 2009; Biswas et al., 2012; De Oliveira et al., 2012; Moarefian et al., 2012; Kim et al., 2013; Krishnan et al., 2014). Previous studies showed that all used herbal and fruit ingredients had a very strong antioxidant effect, thanks to the content of various phenolic compounds (Kricher et al., 2011).

From the results shown in Figures 11 and 12 in each group (M0 to M12) and (M13 to M24), it can be seen that in models where natural antioxidants were used, oxidative processes were significantly inhibited. Thus, the results are strongly correlated with the above-mentioned studies regarding the influence of natural supplements to the antioxidative stability of meat products.

## CONCLUSION

The best results in the formation of the desirable pink-reddish color of organic cooked sausages were achieved with the model system in which celery powder (M4) and "liquid supplement" (M12) were added and incubated for 12 h at 20 °C. The a\* value of the model M12 was comparable to the control model M2, which was incubated under identical conditions. During fifteen days of storage, the pH value significantly decreased in all models of the first group in which essential oils were not added. On another hand, significant changes in declining pH values were almost not existent in the models in which the essential oils of Tea tree (M15 and M21) and Oregano (M17 and M23) were added. The content of nitrite salts was a direct function of the amount of the nitrate salts intakes by natural supplements and the conditions under which anaerobic reduction of nitrate to nitrite was performed. The

highest content of nitrate as well as nitrite salt was in the models with the most intensive red color. In the models with celery powder (M4) and in models with "liquid supplement" (M12) the average content of the nitrate salts after the incubation for 12 h at 20 °C, was around 80ppm, while the total content of nitrite salts was between 60ppm and 70ppm. All natural supplements showed very strong antioxidant properties. Acerola was proved to be a powerful enhancer of the intensity of the desirable pink-reddish color of nitroso myoglobin, strongly inhibiting the oxidation process at the same time. Significantly lower TBARS values were achieved in models in which essential oils of Tea tree (M21), oregano (M23), and cinnamon (M24) were added. In the models in which acerola was added (M13 and M19) there were no significant changes in the increase of TBARS values during the observed time interval.

## REFERENCES

- Aaslyng, M. D., Vestergaard, C., Koch, A.G. (2014): The effect of salt reduction on sensory quality and microbial growth in hotdog sausages, bacon, ham and salami. *Meat Sci.*, 96, 47-55.
- Amrane-Abider, M., Nerin, C., Cannelas, E., Zeroual, B., Hadjal, S., Louaileche, H. (2018): Prickly pear (*Opuntia ficus-indica*) seeds as a source of phenolic compounds: microwave-assisted extraction optimization and effect on food lipid oxidations. *The Annals of the University Dunarea de Jos of Galati. Fascicle VI-Food Technology*, 42(2), 23-35.
- Armenteros, M., Morcuende, D., Ventanas, J., Estévez, M. (2016): The application of natural antioxidants via brine injection protects Iberian cooked hams against lipid and protein oxidation. *Meat Sci.*, 116, 253-259.
- Armenteros, M., Morcuende, D., Ventanas, S., Estévez, M. (2013): Application of Natural Antioxidants from Strawberry Tree (*Arbutus unedo* L.) and Dog Rose (*Rosa canina* L.) to Frankfurters Subjected to Refrigerated Storage. *J. Integr. Agr.*, 12(11), 1972-1981.
- Bastida, S., Sanchez-Muniz, F.J., Olivero, R., Perez-Olleros, L., Ruiz-Roso, B., Jimenez-Colmenero, F. (2009): Antioxidant activity of Caroc fruit extracts in cooked pork meat systems during chilled frozen storage. *Food Chem.*, 116, 748-754.
- Biswas, A.K., Chatli, M.K., Sahoo, J. (2012): Antioxidant potential of curry (*Murraya koenigii* L.) and mint (*Mentha spicata*) leaf extracts and their effect on colour and oxidative stability of raw ground pork meat during refrigeration storage. *Food Chem.*, 133, 467-472.
- Bostan, K., Mahan, F.I. (2011): Microbiological Quality and Shelf-life of Sausage Treated with Chitosan. *J. Fac. Vet. Med. Istanbul Üniv.*, 37(2), 117-126.

- Cachaldora, A., García, G., Lorenzo, J.M., Camino, M.G.F. (2013): Effect of modified atmosphere and vacuum packaging on some quality characteristics and the shelf-life of “morcilla”, a typical cooked blood sausage. *Meat Sci.*, 93, 220-225.
- De Oliveira, T.L.C., De Carvalho, S.M., De Araújo, R.S., Das Graças, M.A.A., Cardoso, M., Ramos, E.M., Piccoli, R.H. (2012): Antioxidant effects of *Satureja montana* L. essential oil on TBARS and color of mortadella-type sausages formulated with different levels of sodium nitrite. *LWT - Food Sci. Technol.*, 45, 204-212.
- Doolaeghe, E.H.A., Vossen, E., Raes, K., De Meulenaer, B., Verhé, R., Paelinck, H., De Smet, S. (2012): Effect of rosemary extract dose on lipid oxidation, colour stability and antioxidant concentrations, in reduced nitrite liver pâtés. *Meat Sci.*, 90, 925-931.
- Efthimia, S.P., Metaxopoulos, J., Eleftherios, H.D. (2002): Evaluation of shelf life of cured, cooked, sliced turkey fillets and cooked pork sausages ‘piroski’ stored under vacuum and modified atmospheres at +4 °C and +10 °C. *Meat Sci.*, 62, 33-43.
- Embuscado, M. E. (2015): Spices and herbs: natural sources of antioxidants—a mini review. *J Funct. Foods*, 18, 811-819.
- Eun, Y.J., Yun, I.R., Gwang, W.G., Gap, D.K., Hyun, W.S., Seon, T.J., Han, S.Y. (2012): Effects of radix puerariae extracts on physicochemical and sensory quality of precooked pork sausage during cold storage. *LWT - Food Sci. Technol.*, 46, 556-562.
- European Commission (2006): European Directive 2006/52/EC of the European Parliament and of the Council of 5 July 2006.
- Falowo, A.B., Fayemi, P.O., Muchenje, V. (2014): Natural antioxidants against lipid-protein oxidative deterioration in meat and meat products. *Food Res. Int.*, 64, 171-181.
- Fox, J. (2016): *Using the R commander: a point-and-click interface for R*. CRC Press.
- Grasso, S., Brunton, N.P., Lyng, J.G., Lalor, F., Monahan, F.J. (2014): Healthy processed meat products - Regulatory, resupplements and consumer challenges. *Trends Food Sci. Tech.*, 39(1), 4-17.
- Hayes, J.E., Canonico, I., Allen, P. (2013): Effects of organic tomato pulp powder and nitrite level on the physicochemical, textural and sensory properties of pork luncheon roll. *Meat Sci.*, 95, 755-762.

- Hayes, J.E., Stepanyan, V., Allen, P., O'Grady, M.N., Kerry, J.P. (2011): Evaluation of the effects of selected plant-derived nutraceuticals on the quality and shelf-life stability of raw and cooked pork sausages. *LWT - Food Sci. Technol.*, 44, 164-172.
- Honikel, K.O. (2008): The use and control of nitrate and nitrite for the processing of meat products. *Meat Sci.*, 78, 68-76.
- Hung, Y., De Kok, T.M., Verbeke, W. (2016): Consumer attitude and purchase intention towards processed meat products with natural compounds and a reduced level of nitrite. *Meat Sci.*, 121, 119-126.
- ISO 2918. (1999): Meat and meat products. Determination of nitrite content.
- ISO 3091. (1999): Meat and meat products. Determination of nitrate content.
- Javadi, A., Safarmashaei, S., Dehbandi, A. (2011): Study on microbial properties of Frankfurters during shelf life. *Ann. Biol. Res.*, 2(5), 407-412.
- Jia, N., Kong, B., Liu, Q., Diao, X., Xia, X. (2012): Antioxidant activity of black currant (*Ribesnigrum L.*) extract and its inhibitory effect on lipid and protein oxidation of pork patties during chilled storage. *Meat Sci.*, 91, 533-539.
- Jiang, J., Xiong, Y. L. (2016): Natural antioxidants as food and feed additives to promote health benefits and quality of meat products: a review. *Meat Sci.*, 120, 107-117.
- Karre, L., Lopez, K., Getty, K.J.K. (2013): Natural antioxidants in meat and poultry products. *Meat Sci.*, 94, 220-227.
- Kim, S., Min, S.C., Shin, H., Lee, Y., Cho, A.R., Kim, S.Y. (2013): Evaluation of the antioxidant activities and nutritional properties of ten edible plant extracts and their application to fresh ground beef. *Meat Sci.*, 93, 715-722.
- Kobus-Cisowska, J., Flaczyk, E., Rudzinska, M., Kmiecik, D. (2014): Antioxidant properties of extracts from Ginkgo biloba leaves in meatballs. *Meat Sci.*, 97, 174-180.
- Krause, B.L., Sebranek, J.G., Rust, R.E., Mendonca, A. (2011): Incubation of curing brines for the production of ready-to-eat, uncured, no-nitrite-added, ground, cooked and sliced ham. *Meat Sci.*, 89, 507-513.
- Kricher, J. (2011): Tropical ecology (1st ed.), New Jersey, USA: Princenton University Press, Chapter 8.
- Krishnan, R.K., Babuskina, S., Babu, P.A.S., Sasikala, M., Sabina, K., Archana, G., Sivarajan, M., Sukumar, M. (2014): Antimicrobial and antioxidant effects of spice extracts on the shelf life extension of raw chicken meat. *Int. J. Food Microbiol.*, 171, 32-40.

- Luecke, F.K. (2008): Manufacture of meat products without added nitrite or nitrate – quality and safety aspects. *3rd Baltic Conference on Food Science and Technology, Foodbalt Proceedings, Jelgava*, 41-45.
- Manzoor, A.S., Sowriappan, J.D.B., Shabir, A.M. (2014): Plant extracts as natural antioxidants in meat and meat products. *Meat Sci.*, 98, 21-33.
- Matthew, J.T., Milkowski, A.L., Claus, J.R., Sindelar, J.J. (2011): Investigating the effect of incubation time and starter culture addition level on quality attributes of indirectly cured, emulsified cooked sausages. *Meat Sci.*, 88, 454-461.
- Moarefian, M., Barzegar, M., Sattari, M., Naghdi, B.H. (2012): Production of Functional Cooked Sausage by Mentha piperita Essential Oil as a Natural Antioxidant and Antimicrobial Material. *J. Med. Plants*, 11(41), 46-57.
- Mureșan, C., Tofană, M., Socaci, S., Salanță, L. (2012): Content Evaluation on Nitrates and Nitrites in Local and Imported Vegetables. *Bulletin UASVM Agriculture*, 69(2), 510-512.
- Nascimento, R., Carraro, C.I., Santos, B.A., Campagnol, P.C.B., Pollonio, M.A.R. (2013): Reducing salt and sodium nitrite in cooked turkey ham: effect of celery extract and starter culture on physicochemical properties. *59th International Congress of Meat Science and Technology, ICOMST Proceeding, Turkey*, 1-4.
- Nowak, A., Czyzowska, A., Efenberger, M., Krala, L. (2016): Polyphenolic extracts of cherry (*Prunus cerasus L.*) and blackcurrant (*Ribes nigrum L.*) leaves as natural preservatives in meat products. *Food Microbiol.*, 59, 142-149.
- R Development Core Team (2013): A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org>. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Rodriguez-Carpena, J.G., Morcuende, D., Estévez, M. (2011): Avocado by-products as inhibitors of color deterioration and lipid and protein oxidation in rawporcine patties subjected to chilled storage. *Meat Science*, 89, 166-173.
- Rohlík, B.A., Pipek, P., Pánek, J. (2010): The effect of natural antioxidants on the colour of dried/cooked sausages. *Czech J. Food Sci.*, 28, 249-257.
- Rojsuntornkitti, K., Jittrepotch, N., Kongbangkerd, T., Kraboun, K. (2010): Substitution of nitrite by Chinese red broken rice powder in Thai traditional fermented pork sausage (Nham). *Int. Food Res. J.*, 17, 153-161.
- Sampaio, G.R., Saldanha, T., Soares, R.A.M., Torres, E.A.F.S. (2012): Effect of natural antioxidant combinations on lipid oxidation in cooked chicken meat during refrigerated storage. *Food Chem.*, 135, 1383-1390.

- Sebranek, J.G., Bacus, J.N. (2007): Cured meat products without direct addition of nitrate or nitrite: what are the issues? *Meat Sci.*, 77, 136-147.
- Sebranek, J.G., Jackson-Davis, A.L., Myers, K.L., Lavieri, N.A. (2012): Beyond celery and starter culture: Advances in natural/organic curing processes in the United States. *Meat Sci.*, 92, 267-273.
- Seigler, D.S. (1998): Phenylpropanoids. *In: Plant Secondary Metabolism*, Seigler, D.S. (ed.), Boston, USA: Kluwer Academic Pubs. pp. 106–129.
- Shan, B., Cai, Y.Z., Brooks, D.B., Corke H. (2009): Antibacterial and antioxidant effects of five spice and herb extracts as natural preservatives of raw pork. *J. Sci. Food Agric.*, 89, 1879-1885.
- Suryati, T., Astawan, M., Lioe, H.N., Wresdiyati, T., Usmiati S. (2014): Nitrite residue and malonaldehyde reduction in dendeng – Indonesian dried meat – influenced by spices, curing methods and precooking supplements. *Meat Sci.*, 96, 1403-1408.
- Tang, S.Z., Kerry, J.P., Sheehan, D., Buckley, D.J. (2002): Antioxidative mechanisms of tea catechins in chicken meat system. *Food Chem.*, 76, 45-51.
- Tang, S.Z., Ou, S.Y., Huang, X.S., Li, W., Kerry, J.P., Buckley, D.J. (2006): Effects of added tea catechins on colour stability and lipid oxidation in minced beef patties held under aerobic and modified atmospheric packaging conditions. *J. Food Eng.*, 77, 248-253.
- Ulu, H. (2004): Evaluation of three 2-thiobarbituric acid methods for the measurement of lipid oxidation in various meats and meat products. *Meat Sci.*, 67, 683-687.
- Vasiljević, L., Beribaka, M., Vulinović, J., Petronić, S. (2017): Estimation of antioxidative potential of thyme (*Thymus alpestris* L.). *J. Eng Process. Manag.*, 9(1), 29-32.
- Ventanas, S., Estevez, M., Florencio, J.T., Ruiz, J. (2006): Protein and lipid oxidation in Longissimus dorsi and dry cured loin from Iberian pigs as affected by crossbreeding and diet. *Meat Sci.*, 72, 647-655.
- Weiss, J., Gibis, M., Schuh, V., Salminen, H. (2010): Advances in ingredient and processing systems for meat and meat products. *Meat Sci.*, 86, 196-213.
- Wójciak, K.M., Karwowska, M., Dolatowski, Z.J. (2014): Use of acid whey and mustard seed to replace nitrites during cooked sausage production. *Meat Sci.*, 96, 750-756.
- Yasin, U., Madina, K., Olga, K. (2020): Improved technology for new-generation Kazakh national meat products. *Foods Raw Mater.*, 8(1), 76-83.



Yilmaz, Y. (2006): Novel uses of catechins in foods. *Trends Food Sci. Technol.*, 17, 64-71.

Youn-Ju, L., Won-Byong, Y. (2013): Effects of particle size and heating time on thiobarbituric acid (TBA) test of soybean powder. *Food Chem.*, 138, 841-850.

Zarringhalami, S., Sahari, M.A., Hamidi-Esfehani, Z. (2009): Partial replacement of nitrite by annatto as a colour additive in sausage. *Meat Sci.*, 81, 281-284.

***FOOD ANALYSIS /***  
**ANALIZA HRANE**



## COMPARATIVE ANALYSIS OF CONJUGATED LINOLEIC ACID CONTENT IN COW, SHEEP AND GOAT MILK

Mila Arapcheska<sup>1\*</sup>, Jovanka Tuteska<sup>2</sup>, Zehra Hajrulai-Musliu<sup>3</sup>, Risto Uzunov<sup>3</sup>

<sup>1</sup>University “St. Kliment Ohridski”, Faculty of Biotechnical Sciences – Bitola,  
Partizanska bb, 7000 Bitola, Republic of North Macedonia

<sup>2</sup>University “St. Kliment Ohridski”, High Medical School – Bitola, Vasko  
Karangesleski bb, 7000 Bitola, Republic of North Macedonia

<sup>3</sup>University “Ss. Cyril and Methodius”, Faculty of Veterinary Medicine – Skopje,  
Lazar Pop Trajkov 5, 1000 Skopje, Republic of North Macedonia

\*arapcheska@yahoo.com

*original scientific paper*

### ABSTRACT

In recent years there has been increased interest in research on conjugated linoleic acid (CLA) and its potential health benefits: anticarcinogenic, antiatherogenic, antidiabetic and immunomodulatory effects. Term CLA describes a group of positional and geometric isomers of linoleic acid characterized by conjugated system of double bonds, separated by one single bond. The objective of this study was to analyze the differences in fatty acid (FA) profiles in cow, sheep and goat milk with an emphasis on the content of CLA. Milk samples were collected at conventional cow, sheep and goat farms, and according milk type were grouped in three groups. FA profiles were analyzed by gas chromatography. FAs were analyzed as methyl esters (FAMES), and identified by comparison with methyl esters of standards. According to obtained results, significant difference ( $p < 0.05$ ) in CLA content was noted between three groups of samples, and also considerable individual variations in CLA content were noted inside each of group. Sheep milk samples were richer in CLA compared to goat and cow's milk samples. Milk fat is the richest natural dietary source of CLA, and its content can be increased by manipulation of feeding regimes and genetic selection of dairy animals.

*Keywords:* CLA, fatty acids, GC-FID

### INTRODUCTION

The changes in the alimentary patterns in the last years are the reasons for many human diseases. Lifestyle related diseases, such as obesity, hyperlipidemia, arteriosclerosis, diabetes mellitus and hypertension are increasingly prevalent in developed countries. The pathogenesis of lifestyle related diseases is complicated, and it is has been noted that dietary lipids could be important modulator in morbidity of these diseases (Nagao and Yanagita, 2005).

In recent years there has been a growing interest in foods that contain components with bioactive properties. Milk and dairy products have long traditions in human nutrition (Miller et al., 2000; Rogelj, 2000).

The composition of milk is quite complex. Its components are subject of research for many years. Milk is composed of various substances with bioactive properties and therefore milk has been given an epithet of functional food. Not only nutritional value but also other physiological properties of milk components are subject of interest (Miller et al., 2000).

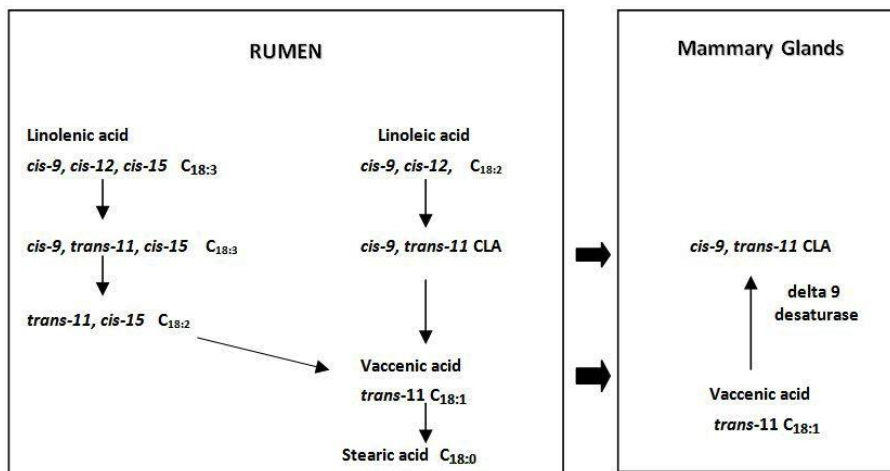
The most variable component of milk is milk fat. It is one of the components which determine nutritive quality and technological performances of milk. Milk fat has influence on smell and aroma of milk, and on consistence and texture of dairy products. Despite of other milk components milk fat has highest energetic value (9 kcal/g or 37 kJ/g).

Milk fat is a complex of lipids, and exists in microscopic globules in an oil-in water emulsion in milk. The majority of milk lipids are triglycerides or the esters of fatty acids combined with glycerol (97 – 98%), and the minority are phospholipids (0.2 – 1%), free sterols (0.2 – 0.4%) and traces of free fatty acids. About 62% of milk fat is saturated, 30% monounsaturated, 4% polyunsaturated and 4% of minor types of fatty acids (Miller et al., 2000; Jensen, 2002; Keenan and Mather, 2003; Evers, 2004). Milk fat plays an important role in the nutritional quality and technological properties of milk, and its composition is directly involved in the health of human consumers. It is one of the most complex natural fats that consist of approximately 400 – 500 fatty acids (Barłowska and Litwińczuk, 2009).

It contains a number of components which are metabolically active such as: sphingolipids, conjugated linoleic acids (CLA), butyric acid, other fatty acids, vitamins A and D. A variety of health benefits have been associated with these compounds (Bauman and Lock, 2010).

CLA which are naturally occurring fatty acids found in animal and dairy fats, exhibit a number of health benefits. CLA are found in relatively large quantities in the milk and/or meat of ruminant animals and appear to be metabolized differently than linoleic acid. In the diet of many consumers, meat and dairy products are a significant source of CLA (Barbosa et al., 2003).

CLA refers to a mixture of 28 positional and geometric isomers of linoleic acid (C18:2, *cis*-9, *cis*-12) with two conjugated double bonds at various carbon position in the fatty chain. The most abundant isomer in food products from ruminants is *cis*-9, *trans*-11 (rumenic acid) comprising 80 – 90% of the total CLA, whereas *cis*-12, *trans*-10 is present in smaller amounts (3 – 5%). Both isomers have been proven to have biological activities. CLA found in milk and meat of ruminants originates from two sources. It is formed as an intermediate during the biohydrogenation of linoleic acid by linoleic acid isomerase from the rumen bacteria *Butyrivibrio fibrisolvens* or from the endogenous conversion of C18:1 *trans*-11, (vaccenic acid) another intermediate of linoleic or linolenic acid by  $\Delta$ 9-desaturase in the mammary gland (Figure 1) (Grinari et al., 2000; Bauman et al., 2003; Dhiman et al., 2005).



**Figure 1.** Metabolic pathways involved in the biosynthesis of CLA in ruminants (Bauman et al., 2003)

Milk fat and meat of ruminants are the richest natural dietary source of CLA. Reported beneficial health-related effects of CLA include: anticarcinogenic, antiatherogenic, antidiabetic and immune modulating properties. Hence CLA is considered as functional food (Akalin et al., 2006).

The objective of this study was to analyze the differences in fatty acid profiles in cow, sheep and goat milk with an emphasis on the content of CLA.

## MATERIALS AND METHODS

Milk samples (n=60) were collected at conventional cow, sheep and goat farms belonging to three different breeders, and according the milk type (cow, sheep or goat milk) were grouped in three groups. Samples of raw milk from each of herd (cow, sheep, and goat) were collected in period of one month from (April to May) (n=20 samples per herd). Herds were grazing on pastures at highland area in Pelagonia region.

Extraction of milk fat was performed using 25% ammonia, 95% ethyl alcohol and hexane (Rose-Gottlieb, AOAC (2000), modified according Secchairi et al. (2003)). To minimize oxidative degradation of fatty acids the butylated hydroxytoluene was added as a preservative. Fatty acids were than trans-esterified with BF<sub>3</sub>/Methanol into fatty acid methyl esters (FAMES). Fatty acids methyl esters (FAMES) were prepared according to AOAC Official Method 996.06 (2000). Analysis of the FAMES was carried out on a GC-FID, (GC Agilent Technologies 7890 GC System, CN 11251075, USA). Column HP88 (J&W 112 -8867; 250 °C; 60m x 250mm x 0.2 mm, Agilent, USA) was used for FAMES analysis. The injector and detector temperature were 250 °C and 300 °C respectively. The column temperature parameters were as follow: initial oven temperature of 70 °C (1 minute) was ramped at 5 °C/minute to 100 °C and maintained for 2 minutes. Than temperature was increased at 10 °C/minute to 175 °C and maintained for 2 minutes, which was

followed by last increasing at 3 °C/minute to 220 °C and hold for 5 minutes. Injection volume of FAMES was 1 µL, helium was carrier gas, and total run was 38.50 minutes. The reliability and accuracy of the analytical method for the detection of fatty acids were ensured by use of the certified reference matrix that consisted a mixture of FAME standards (Supelco, Sigma-Aldrich). The calculation of the results was done with Chemstation software, and results were expressed as percentage of identified fatty acid on total analysed fatty acids (%).

Statistical analysis was performed using the statistical software package SPSS 15.0. The results are presented as the means ± SD. One way ANOVA was used to assess the statistically significant difference between groups of samples grouped according to milk type. The level of statistical significance was determined at  $p < 0.05$ .

## RESULTS AND DISCUSSION

Milk fatty acid composition depends on many factors, such as: genetic predisposition, stage of lactation, nutrition etc. The objective of this study was to analyze the differences in fatty acid profiles in cow, sheep and goat milk with an emphasis on the content of CLA.

According obtained results (Table 1), comparative analysis of fatty acid profile of cow, sheep and goat milk has shown higher content of medium-chain fatty acids (C8:0 – caprylic acid, and more markedly, C10:0 – capric acid) in goat milk, compared with cow and sheep milk. These fatty acids reduce the production of cholesterol in the human body (Chilliard et al., 2006). Conversely, cow milk has higher content of butyric (C4:0), myristic (C14:0), palmitic (C16:0), stearic (C18:0) and oleic (C18:1) acids compared with sheep and goat milk. In this respect, goat milk contains about 30% medium chain fatty acids (C6:0 – C14:0), cow milk about 21%, while sheep milk 25%.

Highest content of saturated fatty acids was noted in goat milk samples, then follow cow and sheep milk. Conversely, highest content of unsaturated fatty acids has cow milk, than follow samples of sheep and goat milk. The same pattern was noted in monounsaturated fatty acids (MUFA). The highest content of polyunsaturated fatty acids (PUFA), specially  $\alpha$ -linoleic acid (C18:3 *cis*-9, *cis*-12; *cis*-15) was noted in sheep milk, compared with cow and goat milk.

The comparative analysis of CLA content between three groups of samples has shown significant difference ( $p < 0.05$ ). Sheep milk samples were richer in CLA than goat and cow's milk samples (Table 1).

In general, the results obtained from the analysis of the fatty acid profile of the three groups of samples are in accordance with the data of numerous studies. Fatty acid composition of milk fat is affected by several factors, such as: lacting ruminant's species, breed, age, diet, and management factors related to feed supplements affecting the diet (Bauman and Griinari, 2001; Dhiman et al., 2005; Arnould and Soyeyrt, 2009).

**Table 1.** Fatty acids profile in goat, sheep, and cow milk

Fatty acids (%)	Cow milk (n=20)	Sheep milk (n=20)	Goat milk (n=20)
C4:0; butiric acid	2.91 ± 0.63 <sup>a</sup>	2.61 ± 0.67 <sup>a</sup>	2.07 ± 0.35 <sup>b</sup>
C6:0; caproic acid	2.05 ± 0.64 <sup>a</sup>	1.91 ± 0.37 <sup>a</sup>	2.82 ± 0.31 <sup>b</sup>
C8:0; caprylic acid	1.43 ± 0.24 <sup>a</sup>	1.95 ± 0.28 <sup>a</sup>	2.96 ± 0.27 <sup>b</sup>
C10:0; capric acid	3.07 ± 0.77 <sup>a</sup>	6.67 ± 0.84 <sup>a</sup>	9.83 ± 0.62 <sup>b</sup>
C12:0; lauric acid	3.68 ± 0.91 <sup>a</sup>	4.03 ± 0.74 <sup>a</sup>	4.56 ± 0.71 <sup>a</sup>
C14:0; myristic acid	10.96 ± 1.53 <sup>a</sup>	10.21 ± 1.50 <sup>a</sup>	9.87 ± 1.83 <sup>a</sup>
C16:0; palmitic acid	28.74 ± 2.47 <sup>b</sup>	25.14 ± 3.48 <sup>a</sup>	24.68 ± 1.4 <sup>a</sup>
C18:0; stearic acid	11.27 ± 2.24 <sup>b</sup>	8.89 ± 2.32 <sup>a</sup>	8.91 ± 2.30 <sup>a</sup>
C18:1, <i>cis</i> -9; oleic acid	22.40 ± 3.47 <sup>a</sup>	20.22 ± 3.24 <sup>a</sup>	18.69 ± 4.5 <sup>b</sup>
C18:2, <i>cis</i> -9, <i>cis</i> 12; linoleic acid	2.61 ± 0.97 <sup>a</sup>	2.36 ± 0.75 <sup>a</sup>	2.29 ± 0.60 <sup>a</sup>
C18:2, <i>cis</i> -9, <i>trans</i> -11; linoleic acid - CLA	0.61 ± 0.74 <sup>a</sup>	0.80 ± 0.73 <sup>b</sup>	0.49 ± 0.57 <sup>a</sup>
C18:3 <i>cis</i> -9, <i>cis</i> -12; <i>cis</i> -15; $\alpha$ -linoleic acid	0.54 ± 0.46 <sup>a</sup>	0.96 ± 0.48 <sup>b</sup>	0.81 ± 0.36 <sup>b</sup>
SFA	64.11 ± 4.76 <sup>a</sup>	61.41 ± 3.55 <sup>a</sup>	65.70 ± 3.48 <sup>a</sup>
UFA	26.16 ± 3.91 <sup>a</sup>	24.34 ± 3.06 <sup>a</sup>	22.28 ± 3.95 <sup>b</sup>
PUFA	3.76 ± 0.95 <sup>a</sup>	4.12 ± 1.37 <sup>b</sup>	3.59 ± 1.07 <sup>a</sup>

SFA – saturated fatty acids; UFA – unsaturated fatty acids; PUFA – polyunsaturated fatty acids  
Different superscript letters in the same row indicate significant differences ( $p < 0.05$ )

According literature data total CLA content in milk or dairy products ranges from 0.34% to 1.07% of total fat (Dhiman et al., 2005). Obtained values of CLA content in analysed samples of cow, sheep and goat milk are in accordance with literature data.

The animal diet strongly influence CLA content of milk (Dhiman et al., 2005). Literature data indicate that pasture based diets have positive effects on the CLA content of milk (Kelly et al., 1998a; Kelly et al., 1998b; Dhiman et al., 2000; Ward et al., 2003). Collomb et al. (2002) have noted that variation in CLA content could be due to differences in fatty acid composition of the plant species in the pasture.

On the other hand, Dhiman et al. (2005) suggest the individual variation of CLA content in milk among lactating animals inside herds, even when the same diet is fed.



These differences could be due simply to differences in desaturase enzyme activities in the mammary gland, age of animals, disease conditions, differences in ruminal metabolism, or other factors.

Milk fat biosynthesis is a complex process, and according Chilliard et al. (2006) the regulation in mammary cells differs between caprine and bovine species, particularly in the elongation process of FA, which are synthesized *de novo* by the “fatty acid synthase” complex.

According literature data it is widely recognized that diet plays a primordial role in modulating fatty acid composition of ruminants’ milk (Jensen, 2002; Chilliard et al., 2006).

Analysis of factors affecting milk fatty acids composition is very important for understanding of physiological and biochemical characteristics of milk, which have impact on the maintenance or improvement of the consumer's health.

## CONCLUSION

According obtained results sheep milk samples were richer in CLA than goat and cow milk samples. In recent years, conjugated fatty acids have attracted considerable attention because of their potential beneficial effects of attenuating lifestyle related disease. Milk fat is the richest natural dietary source of CLA, and its content can be increased by manipulation of feeding regimes and genetic selection of dairy animals.

## REFERENCES

- Akalin, S., Göncü, S., Ünal, G. (2006): Functional Properties of Bioactive Components of Milk Fat in Metabolism. *Pak. J. Nutr.*, 5(3), 194-197. <https://doi.org/10.3923/pjn.2006.194.197>
- AOAC (2000): Official Methods of Analysis of AOAC International. 17<sup>th</sup> Edition. Horwitz, W. (ed.), Association of Official Analytical Chemist. Gaithersburg, Maryland, USA.
- Arnould, V.M.R., Soyeurt, H. (2009): Genetic variability of milk fatty acids. *J. Appl. Genet.*, 50(1), 29-39. <https://doi.org/10.1007/BF03195649>
- Barłowska, J., Litwińczuk, Z. (2009): Nutritional and pro-health properties of milk fat. *Med. Weter.*, 65(3), 171-174.
- Barbosa, E., Oliveira, C., Casal, S., Soares, L., Vale, A.P., Lopes, J.C., Oliveira, B. Brito N.V. (2003): Quantification and Variability of Conjugated Linoleic Acids in Sheep milk of Two Autochthonous Portuguese Breeds. *EJEAFChe.*, 2(4), 493-497.
- Bauman, D.E., Griinari, J.M. (2001): Regulation and nutritional manipulation of milk fat: Low-fat milk syndrome. *Livest. Prod. Sci.*, 70, 15-29. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(01\)00195-6](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(01)00195-6)

- Bauman, D.E., Perfield, J.W., de Veth, M.J., Lock, A.L (2003): New Perspectives on Lipid digestion and Metabolism in Ruminants. *Proc. Cornell Nutr. Conf.*, 175-189.
- Bauman, D.E., Lock, A.L. (2010): Milk Fatty Acid Composition: Challenges and Opportunities related to human health. *In: Proceedings of the 26th World Buiatrics Congress*, Wittwer, F (ed.), Santiago, pp. 278-289.
- Chilliard, Y., Ferlay, A., Rouel, J., Lamberet, G. (2006): A Review of Nutritional and Physiological Factors Affecting Goat Milk Lipid Synthesis and Lipolysis. *J. Dairy Sci.*, 86(5), 1751-1770. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73761-8](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73761-8)
- Collomb, M., Butikofer, U., Sieber, R., Jeangros, B., Bosset, J. (2002): Composition of fatty acids in cow's milk fat produced in the lowlands, mountains and highlands of Switzerland using high-resolution gas chromatography. *Int. Dairy J.*, 12, 649-659. [https://doi.org/10.1016/S0958-6946\(02\)00061-4](https://doi.org/10.1016/S0958-6946(02)00061-4)
- Dhiman, T.R., Satter, L.D., Pariza, M.W., Galli, M.P., Albright, K., Tolasa, M.X. (2000): Conjugated linoleic acid (CLA) content of milk from cows offered diets rich in linoleic and linolenic acid. *J. Dairy Sci.*, 83, 1016-1027. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(00\)74966-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(00)74966-6)
- Dhiman, T.R., Nam, S.H., Ure, A.M. (2005): Factors Affecting Conjugated Linoleic Acid Content in Milk and Meat. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 45, 463-482. <https://doi.org/10.1080/10408390591034463>
- Evers, J.M. (2004): The milk fat globule membrane-composition and structural changes post secretion by the mammary secretory cell. *Int. Dairy J.*, 14 (8), 661-674. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2004.01.005>
- Griinari, J.M., Corl, B.A., Lacy, S.H., Chouinard, P.Y., Nurmela, K.V., Bauman D.E. (2000): Conjugated linoleic acid is synthesized endogenously in lactating dairy cows by delta (9)-desaturase. *J. Nutr.*, 130(9), 2285-2291. <https://doi.org/10.1093/jn/130.9.2285>
- Jensen, R.G. (2002): The Composition of Bovine Milk Lipids: January 1995 to December 2000. *J. Dairy Sci.*, 85, 295-350. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(02\)74079-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(02)74079-4)
- Keenan, T.W., Mather, I.H. (2003): Milk fat globule membrane. *In: Encyclopedia of dairy sciences*, Roginski, H., Fuquay, J.W., Fox, P.F., (ed.), London: Academic Press. pp. 1568-1576.
- Kelly, M.L., Kolver, E.S., Bauman, D.E., Van Amburgh, M.E., Muller, L.D. (1998a): Effect of intake of pasture on concentrations of conjugated linoleic acid in milk of lactating cows. *J. Dairy Sci.*, 81, 1630-1636. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(98\)75730-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(98)75730-3)

- Kelly, M.L., Berry, J.R., Dwyer, D.A., Griinari, J.M., Chouinard, P.Y., Van Amburgh, M.E., Bauman, D.E. (1998b): Dietary fatty acid sources affect conjugated linoleic acid concentrations in milk from lactating dairy cows. *J. Nutr.*, 128, 881-885. <https://doi.org/10.1093/jn/128.5.881>
- Miller, G.D., Jarvis, J.K., Mcbean, L.D. (2000): *Handbook of Dairy Foods and Nutrition*. Taylor & Francis Inc, Second Edition, CRC Press.
- Nagao, K., Yanagita T. (2005): Conjugated Fatty Acids in Food and Their Health Benefits. *J. Biosci. Bioeng.*, 100(2), 152-157. <https://doi.org/10.1263/jbb.100.152>
- Rogelj, I. (2000): Milk, Dairy Products, Nutrition and Health. *Food Technol. Biotechnol.*, 38(2), 143-147.
- Secchairs, P., Antonogiovanni, M., Mele, M., Serra, A., Boccioni, A., Ferruzzi, G., Paletti, F., Petacchi F. (2003): Effect of kind of dietary fat on quality of milk fat from Italian Fresian cows. *Livest. Prod. Sci.*, 83(1), 43-52. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(03\)00043-5](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(03)00043-5)
- Ward, A.T., Wittenberg, K.M., Froebe, H.M., Przybylski, R., Malcolmson, L. (2003): Fresh forage and solin supplementation on conjugated linoleic acid levels in plasma and milk. *J. Dairy Sci.*, 86(5), 1742-1750. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73760-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73760-6)

## MIKROBIOLOŠKA KONTAMINACIJA SIRA U KRIŠCI

### MICROBIOLOGICAL CONTAMINATION OF CHEESE IN SLICE

Senita Isaković<sup>1\*</sup>, Enver Karahmet<sup>1</sup>, Almir Toroman<sup>1</sup>, Edin Šatrović<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Univerzitet u Sarajevu, Poljoprivredno-prehrambeni fakultet, Zmaja od Bosne 8,  
71000 Sarajevo, Bosna i Hercegovina

<sup>2</sup>Univerzitet u Sarajevu, Veterinarski fakultet, Zmaja od Bosne 90, 71000 Sarajevo,  
Bosna i Hercegovina

\*senita.ciklas@hotmail.com

stručni rad / professional paper

#### SAŽETAK

Mliječni proizvodi zauzimaju značajno mjesto u prehrani ljudi svih starosnih skupina, a zbog svog sastava su i prikladna podloga za razvoj različitih skupina mikroorganizama. S obzirom da se proizvodnja autohtonih sireva zasniva na preradi sirovog, termički neobrađenog mlijeka, vrlo je važno imati mlijeko za sirenje koje je higijenski ispravno. Mikroflora koja je prisutna u mlijeku u određenom broju za vrijeme izrade sira nije statična, već se postupno mijenja.

U ovom istraživanju obavljena je mikrobiološka analiza salamurenih sireva u krišci koji se mogu kupiti na tržištu. Ispitivanje je vršeno na 4 uzorka Travničkog/Vlašički i 2 uzorka Sjeničkog sira u tri ponavljanja, a uzorci su kupljeni na sarajevskoj tržnici. U analiziranim uzorcima najveći je broj aerobnih mezofilnih bakterija i njihov broj se kretao od  $73 \cdot 10^3$  CFU/mL do  $1453 \cdot 10^3$  CFU/mL. Poslije aerobnih mezofilnih bakterija najzastupljeniji su bili kvasci i plijesni, a najveći broj kolonija je bio  $197 \cdot 10^3$  CFU/mL, a najmanji  $32,3 \cdot 10^3$  CFU/mL. U tri uzorka je utvrđeno prisustvo enterobakterija, a u dva uzorka njihov broj je bio iznad dozvoljenog. Kod oba uzorka Sjeničkog sira pronađena je *Salmonella spp* i kao takav se smatra neispravnim. U pogledu mikrobiološke ispravnosti preko 55 % uzoraka salamurenog sira na tržištu ne zadovoljava mikrobiološke kriterije kvalitete.

*Ključne riječi:* sir, kontaminacija, Travnički sir, Sjenički sir

*Keywords:* cheese, contamination, Travnik cheese, Sjenica cheese

## UVOD

Jedna od autohtonih vrsta sira u Bosni i Hercegovini je i salamureni ovčji ili kravlji sir u kriškama, odnosno poznatiji kao Travnički (Vlašički) sir. Sir u kriškama spada u grupu punomasnih, mekih, bijelih sireva koji zriju u salamuri, a proizvode se od ovčijeg, kravljeg, kozjeg mlijeka ili njihove mješavine. Sir u krišci najviše se proizvodi na malim gospodarstvima od strane individualnih proizvođača koji svoje proizvode plasiraju najviše na tržnicama, a trend proizvodnje ove vrste sira prati sve više i industrijska proizvodnja. S obzirom da se tradicionalna proizvodnja odvija na pojedinačnim gospodarstvima može se reći da se radi o nestandardiziranoj proizvodnji koja sa sobom nosi određene rizike i opasnosti jer se radi o proizvodima koji su prikladan medij za razvoj različitih vrsta mikroorganizama među kojima su i mnogi patogeni za ljude (Stojković i sur., 2009.; Cvetanović i sur., 2008.; Samaržija i sur., 2007b).

Tradicionalno sir u krišci proizvodi se od svježeg, nepasteriziranog mlijeka, te je neophodno uspostaviti i održavati visoki stupanj higijene i čistoće, brinuti o zdravlju životinja, odnosno neophodno je primijeniti principe dobre proizvođačke i higijenske prakse u čitavom proizvodnom lancu počevši od mužnje sve do prodaje finalnog proizvoda. Ukoliko se zanemare ovi principi postoji rizik od kontaminacije sirovina i samog proizvoda tijekom proizvodnje, što na kraju može rezultirati da finalni proizvod ne udovoljava zahtjevima Pravilnika kada su u pitanju mikrobiološki kriteriji kvalitete (Sarić i sur., 2007; Sarić, 2010).

Pored kvantitativnih promjena komponenti mlijeka, u siru se, tijekom proizvodnje, događaju i složeni biokemijski procesi pri kojima se pojedini sastojci znatno mijenjaju i razlažu na jednostavnije komponente, što omogućava lakše probavljanje i bolju resorpciju u ljudskom organizmu (Sarić i Bijeljac, 2003a). Prema Pravilniku o proizvodima od mlijeka i starter kulturama (Sl. List BiH 21/11), sir u krišci je svježi proizvod ili proizvod s različitim stupnjem zrelosti, koji se proizvodi odvajanjem sirutke nakon koagulacije mlijeka (kravljeg, ovčijeg, kozijeg, bivoljeg i/ili njihovih mješavina), obranog ili djelimično obranog mlijeka, vrhnja, sirutke, ili kombinacijom navedenih sirovina.

### *Osnovne karakteristike salamurenog sira u krišci*

Sir u krišci ili bijeli, meki, salamureni sir je predstavnik niza različitih vrsta, među kojima su najpoznatiji: Feta, Telemea, Domiati, Šarplaninski, Lipski, Homoljski, Travnički (Vlašički), Sjenički i drugi. Te vrste se razlikuju po nekim tehnološkim operacijama, ali u osnovi, tehnološki proces proizvodnje isti je za sve njih. Izrađuje se od ovčjeg ili kravljeg mlijeka ili se ta dva mlijeka miješaju, što predstavlja glavnu razliku pojedinih vrsta (Pejić, 2017.; Dozet, 1983). Osnovna karakteristika ove grupe sireva je da se zrenje i skladištenje obavlja u slanom naljevu (salamuri). Tijekom zrenja dolazi do složenih kemijskih, fizikalnih i mikrobioloških promjena, koje dovode do formiranja željenih senzornih, kao i reoloških karakteristika sireva. Meki sir u kriškama se karakterizira blagim slano-kiselim sirnim tijestom, mekše, nježnije konzistencije, na presjeku porculanskog sjaja i povezane strukture. Na presjeku se zapaža veći ili manji broj šupljina veličine leće, ispunjenih slanim

naljevom. Ima relativno kratak period zrenja. Sir sazrijeva u kiselo-slanom naljevu u kome se čuva i poslije završenog procesa zrenja. Sirevi u salamuri su sirevi rezani na kriške i zaliveni salamurom. Salamura je vodena otopina soli s još nekim dodacima (Matijević i sur., 2015). Sam sir prije salamurenja prilično je bezukusan i tek zrenjem u salamuri postiže punu aromu.

Travnički sir u krišci se autohtono proizvodi na planini Vlašić i njenim ograncima, od nepasteriziranog, svježeg ovčijeg i kravljeg mlijeka odmah poslije mužnje (Slike 1 i 2). Prema nekim izvorima, tehnologiju bijelih mekih sireva, tipa Travničkog, donijeli su stočari nomadi (nazivaju ih Arnauti) s istoka, vjerojatno s područja Peštera i Sjenice. Počeci njegove proizvodnje na planini Vlašić stari su od 130 do 140 godina (druga polovina XIX. stoljeća) (Sarić i Bijeljac, 2003).



**Slika 1.** Travnički sir u drvenoj kaci  
**Figure 1.** Travnik cheese in wooden barrel



**Slika 2.** Cijedenje sirarskim maramama  
**Figure 2.** Squeezing in cheese cloth

Cilj ovog rada je bio ispitati zdravstveni status sira u krišci na tržištu Sarajeva, odnosno odrediti ukupan broj bakterija, kvasaca i plijesni te izvršiti detekciju patogenih i potencijalno patogenih mikroorganizama. Pored toga rezultate mikrobiološke analize je bilo potrebno usporediti s mikrobiološkim kriterijima kvalitete važećeg Pravilnika o proizvodima od mlijeka i starter kulturama. Na kraju je bilo potrebno dati preporuke za osiguravanje zdravstveno ispravnih proizvoda, ukoliko rezultati mikrobiološke analize budu nezadovoljavajući.

## MATERIJALI I METODE

Prema postavljenim ciljevima formirani su sljedeći zadaci:

- Prikupiti 6 uzoraka salamurenog sira u krišci (Sjenički i Travnički) s različitih prodajnih lokacija na području grada Sarajeva.
- Izvršiti mikrobiološku analizu i odrediti ukupan broj: aerobnih mezofilnih bakterija, enterobakterija, *Salmonella spp.*, *E. coli*, kvasaca i plijesni, prema Pravilniku o vršenju mikrobioloških analiza (Sl. List BiH 11/13) i prema Pravilniku o mikrobiološkim kriterijima za hranu (Sl. List BiH 11/13), te prema Pravilniku o proizvodima od mlijeka i starter kulturama (Sl. List BiH 21/11).
- Obraditi i interpretirati rezultate.

U ovom istraživanju obavljena je mikrobiološka analiza salamurenih sireva u krišci kupljenih na 3 lokacije na području grada Sarajeva. Ispitivanje je izvršeno na 4 uzorka Travničkog – uzorci 1, 2, 5 i 6, te 2 uzorka Sjeničkog sira – uzorci 3 i 4, a uzorci su kupljeni na sarajevskoj tržnici Markale, Bingo marketu i tržnici Merkur Otoka. Mikrobiološka analiza uzoraka je napravljena u lipnju 2017. godine u laboratoriju za mikrobiologiju Poljoprivredno-prehrambenog fakulteta Sarajevo.

## REZULTATI I RASPRAVA

Mikrobiološkom analizom ispitivanih uzoraka dokazano je prisustvo *Salmonelle* spp. u dva uzorka Sjeničkog sira. Prema Pravilniku o mikrobiološkim kriterijima za hranu nije dozvoljena prisutnost bakterija iz roda *Salmonella* spp. Budući da je u analiziranim uzorcima Sjeničkog sira dokazana prisutnost bakterije iz roda *Salmonella* spp. može se zaključiti da su uzorci po ovom kriteriju bili mikrobiološki neispravni.

Rezultati mikrobiološke analize Travničkog i Sjeničkog sira su predstavljeni u Tablici 1. Rezultati analize za detekciju koliformnih bakterija u McConkey bujonu i dokazivanje na selektivnim podlogama predstavljeni su kvalitativno. Svi rezultati mikrobiološke analize uspoređeni su s vrijednostima propisanim u Pravilniku o mikrobiološkim kriterijima za hranu (Sl. List BiH 11/13) i Pravilniku o proizvodima od mlijeka i starter kulturama (Sl. List BiH 21/11).

**Tablica 1.** Rezultati mikrobiološke analize ispitivanih uzoraka sira u krišci (CFU/mL)

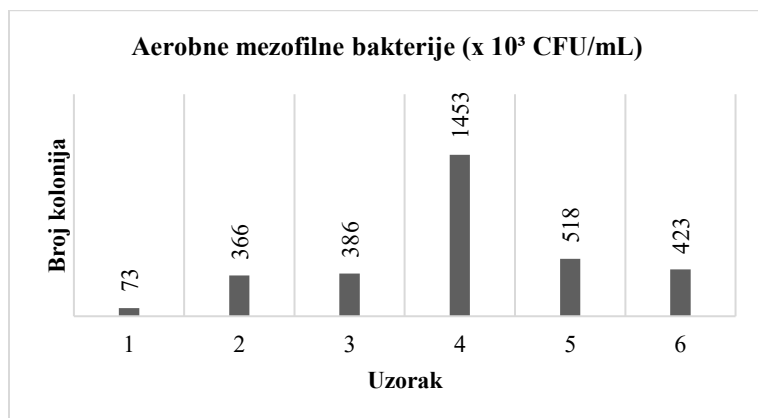
**Table 1.** Results of microbiological analyses of samples of cheese in slice (CFU/mL)

Uzorak	<i>Salmonella</i> spp.	Enterobakterije	<i>E. coli</i>	Aerobne mezofilne bakterije	Kvasci i plijesni
S1	-	0	-	73	32,3
S2	-	0,07	+	366	153,6
S3	+	41,3	+	386	52,3
S4	+	0,5	-	1453	197,3
S5	-	0	-	518	45,4
S6	-	0	+	423	118,4

S1, S2, S5 i S6 – uzorci Travničkog sira

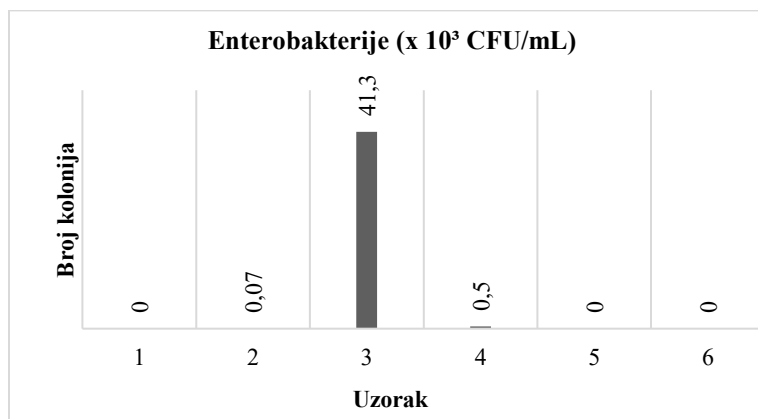
S3 i S4 – uzorci Sjeničkog sira

Uočljiva je prisutnost aerobnih mezofilnih bakterija i kvasaca i plijesni u svim uzorcima, dok je prisutnost kolonija enterobakterija zabilježena u uzorcima 2, 3, 4. Uzorak 1 ima najmanji broj kolonija po mL uzorka kada su u pitanju sve grupe mikroorganizama, dok uzorak 4 ima najveći broj aerobnih mezofilnih bakterija, kvasaca i plijesni, a uzorak 3 najveći broj enterobakterija.



**Slika 3.** Ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija u uzorcima  
**Figure 3.** Total number of aerobic mesophilic bacteria in samples

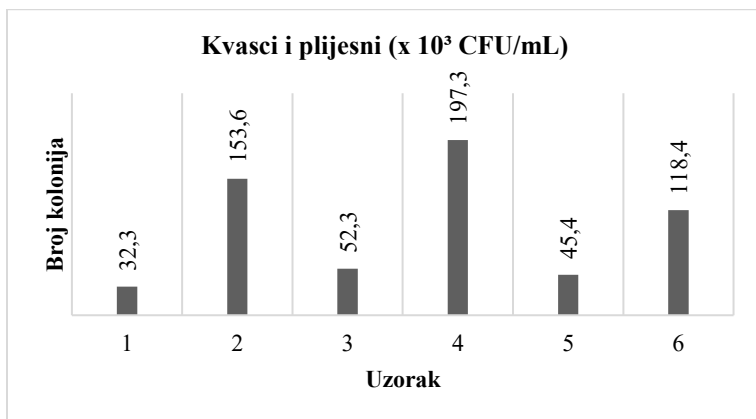
Za većinu mliječnih proizvoda maksimalno dozvoljeni broj kolonija *enterobakterija* se nalazu rasponu od  $10^1$  do  $10^2$  CFU/mL. U uzorcima 3 ( $41,3 \cdot 10^3$  CFU/mL) i 4 ( $0,5 \cdot 10^3$  CFU/mL) broj kolonija *enterobakterija* ne zadovoljava propisane vrijednosti, dok se uzorak 2 može smatrati prihvatljivim ( $0,07 \cdot 10^3$  CFU/mL) po tom kriteriju. I pored ovoga uzorci 3 i 4 su i po drugom pogledu koji je u ovom slučaju mnogo važniji neprihvatljivi, jer ja u njima potvrđena prisutnost *Salmonella* vrste.



**Slika 4.** Ukupan broj enterobakterija u uzorcima  
**Figure 4.** Total number of enterobacteria in samples

Najveći broj kolonija kvasaca i plijesni zabilježen je u uzorku 4 ( $197 \cdot 10^3$  CFU/mL), nešto manje u uzorku 2 ( $153,6 \cdot 10^3$  CFU/mL), dok je najmanja vrijednost zabilježena u uzorku 1 ( $32,3 \cdot 10^3$  CFU/mL). Maksimalno dozvoljeni broj CFU/mL za kvasce i plijesni je  $10^3$  CFU/mL uzorka, a na osnovu rezultata može se vidjeti da je broj CFU/mL iznad dozvoljene vrijednosti za svih 6 uzoraka.





Slika 5. Ukupan broj kvasaca i plijesni u uzorcima

Figure 5. Total number of yeasts and molds in samples

Na osnovu mikrobiološke analize može se vidjeti da je u svim uzorcima ispitivanog sira u krišci zabilježen veći broj aerobnih mezofilnih bakterija, kvasaca i plijesni u odnosu na propisane vrijednosti. U tri uzorka su zabilježene enterobakterije. *E. coli* također je izolirana u tri uzorka, što govori o lošim higijenskim uvjetima proizvodnje kod tih proizvođača, jer su bakterije ove vrste preživjele anaerobne uvjete zrenja (Antunec, 2005). *Salmonella spp.* je izolirana u dva uzorka, a do kontaminacije može doći za vrijeme mužnje, proizvodnje sira, prodaje, od zdravih kliconoša. Serija Sjeničkog sira iz koje je izolirana *Salmonella spp.* povučena je iz prodaje.

Slična istraživanja izvršena su na uzorcima Travničkog (Vlašićkog) sira s područja općine Kotor Varoš, kao i za Bijeli salamureni sir na širem području Crne Gore. Analiza Vlašićkog sira izvršena je u cilju potpore zaštite geografskog porijekla Vlašićkog sira, gdje je ispitan kemijski sastav i mikrobiološka ispravnost 7 različitih uzoraka sira kupljenih od individualni proizvođača (Bojanić Rašović i sur., 2010; Stojković i sur., 2009).

Kozačinski i sur. (2003) su ispitujući mikrobiološku ispravnost svježih sireva utvrdili da je 26,77 % bilo neispravno. Autori navode da je razlog mikrobiološke neispravnosti uzoraka bio povećani broj enterobakterija, kvasaca i plijesni, povećani ukupni broj bakterija, prisustvo *E. coli* i *Staphylococcus aureus*.

## ZAKLJUČAK

Mikrobiološkom analizom uzoraka dvije vrste sira u krišci utvrđeno je prisustvo patogena iz grupe salmonela u dva uzorka Sjeničkog sira. Prisustvo bakterija *E. coli* je potvrđeno u tri uzorka sira ali i dalje u okviru zahtjeva Pravilnika. Da bi se smanjilo prisustvo bakterije potrebno je primjenjivati dobru higijensku praksu u pripremi mlijeka od mužnje do pripreme salamurenja. Treba naglasiti da je neophodno podići nivo lične higijene i higijene posuđa u svim proizvodnim objektima, uz upoznavanje osoblja sa mogućim posljedicama kontaminacije salamurenog sira u krišci.

## LITERATURA

- Antunac, N. (2005): Značaj higijenske kvalitete mlijeka u proizvodnji sira, Sedmo savjetovanje uzgajivača ovaca i koza u Republici Hrvatskoj i Šesta izložba ovčjih i kozjih sireva, Zadar, 41-58.
- Bojanić Rašović, M., Mirecki, S., Nikolić, N., Vučinić, S., Ivanović, I., Rašović, R. (2010): Mikrobiološki i hemijski kvalitet autohtonih sireva u Crnoj Gori. *Prehrambena industrija - mleko i mlečni proizvodi*, 21, 127-134.
- Cvetanović, S., Nikolić, D., Đorđević, B., Miletić, I., Stanković, I., Vidović, B. (2008): Ispitivanje belih sireva u salamuri sa teritorije pirotskog okruga. *Prehrambena industrija - mleko i mlečni proizvodi*, 19, 88-92.
- Dozet, N., Stanisić, M., Bijeljac, S., Perović, M. (1983): Ispitivanje tehnologije bijelog sira - tipa travničkog. *Mljekarstvo*, 33, 132- 138.
- Kozačinski L., Cvrtila Ž., Hadžiosmanović M., Majnarić D., Kukuruzović B. (2003). Mikrobiološka ispravnost mlijeka i mliječnih proizvoda. *Mljekarstvo*, 53(1), 17-22.
- Matijević, B., Kalit, S., Božanić, R., Barukčić, I., Stručić, D., Perko, B. (2015): Sirarstvo u teoriji i praksi, Karlovac, Hrvatska.
- Pejić, O. (2017): Tehnologija proizvodnje belih mekih sireva. <https://www.tehnologijahrane.com/>
- Pravilnik o vršenju mikrobioloških analiza (Sl. List BiH 11/13)
- Pravilniku o mikrobiološkim kriterijima za hranu (Sl. List BiH 11/13)
- Pravilniku o proizvodima od mlijeka i starter kulturama (Sl. List BiH 21/11).
- Puđa, P. (2009): Tehnologija mleka i sirarstvo – opšti deo, Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Beogradu, Srbija.
- Samaržija D., Podoreški M., Sikora S., Skelin A., Pogačić T. (2007b): Mikroorganizmi - uzročnici kvarenja mlijeka i mliječnih proizvoda. *Mljekarstvo*, 57(4), 251-273.
- Sarić, Z., Bijeljac, S., (2003): Autohtoni sirevi Bosne i Hercegovine. *Mljekarstvo*, 53(2), 135-143.
- Sarić, Z., Puhan, Z., Dizdarević, T. (2007). Sirarska proizvodnja na raskršću tradicije i industrije. *Savremena poljoprivreda*, 5, 103-113.
- Sarić, Z. (2010): Osnovi tehnologije mlijeka - neautorizovana predavanja, Poljoprivredno-prehrambeni fakultet, Sarajevo, Bosna i Hercegovina.
- Stojković, S., Grujić, R., Maćej, O., Mandić, S., Gajić, A., Novaković, B. (2009): Prilog proučavanju standardizacije kvaliteta vlašičkog (travničkog) sira u cilju zaštite njegovog geografskog porijekla. *Glasnik*, 1, 125-130, Banja Luka, Bosna i Hercegovina.



## SENZORSKA I MIKROBIOLOŠKA OCJENA RIBE

### SENSORY AND MICROBIOLOGICAL ASSESSMENT OF FISH

Enver Karahmet\*, Senita Isaković, Almir Toroman

Univerzitet u Sarajevu, Poljoprivredno-prehrambeni fakultet, Zmaja od Bosne 8,  
71000 Sarajevo, Bosna i Hercegovina

\*enverkarahmet@yahoo.com

stručni rad / professional paper

#### SAŽETAK

Kvarenje ribe je složen proces, posebno u postmortalnom periodu u koji su uključeni biokemijski, mikrobiološki i fizički mehanizmi. Ovi mehanizmi neposredno nakon ulova ribe uvjetuju promjene njene svježine, kvalitete i sigurnosti za konzumiranje. Cilj i zadatak rada je bio da se utvrdi mikrobiološka i zdravstvena ispravnost kalifornijske (*Oncorhynchus mykiss*) i potočne pastrmke (*Salmo trutta m. fario* L.) u ribarnicama prema Pravilniku o vršenju mikrobioloških analiza (Sl. List BiH 11/13). Broj aerobnih mezofilnih bakterija se kretao u rasponu od  $0,21 \cdot 10^3$  CFU/mL pa sve do  $0,75 \cdot 10^3$  CFU/mL za kalifornijsku pastrmku, a za potočnu pastrmku u rasponu od  $0,21 \cdot 10^3$  CFU/mL pa sve do  $0,90 \cdot 10^3$  CFU/mL. Brojnost kvasaca i plijesni se kretala u rasponu od  $1,46 \cdot 10^3$  CFU/mL do  $8,70 \cdot 10^3$  CFU/mL za kalifornijsku pastrmku dok je kod potočne pastrmke za sve uzorke vrijednost se kretala u opsegu od  $1,26 \cdot 10^3$  CFU/mL do  $8,6 \cdot 10^3$  CFU/mL. Rezultati ukazuju da je kvaliteta svježih ribe na zadovoljavajućem nivou, jer je brojnost bakterija u okvirima graničnih vrijednosti Pravilnika u Bosni i Hercegovini.

*Ključne riječi:* kalifornijska i potočna pastrmka, kvarenje ribe, senzorska ocjena, mikrobiološka analiza

*Keywords:* Rainbow and brown trout, fish spoilage, sensorial assesment, microbiological analyzes

#### UVOD

Riba je bez sumnje vrlo cijenjena i tražena hrana na tržištu jer u prehrani čovjeka ima veliki značaj. Ona je, iako biološki veoma vrijedna namirnica, lako kvarljiva i podložna mnogim onečišćenjima. Različiti kemijski, biokemijski i mikrobiološki procesi neposredno nakon izlova uvjetuju promjene koje dovode u pitanje njezinu svježinu, održivost i kvalitetu, a time i zdravstvenu ispravnost. Manipulacijom i rukovanjem svježih ribe od izlova do pakiranja ubrzan je rast različitih mikroorganizama što se odražava na njenu svježinu (Kožačinski i sur., 2006; Karahmet i sur., 2015).

Pod zdravstvenom sigurnošću ribe podrazumijeva se mikrobiološku ispravnost, a ona ovisi o načinu i uvjetima čuvanja ribe, redovnoj higijeni radnog okoliša, opreme i pribora za rad s ribom, osobnoj higijeni radnika koji rade s ribom, te njihovom znanju i primjeni načela dobre higijenske prakse (Karahmet i sur., 2013).

Mikroorganizmi koji uzrokuju kvarenje ribe prvo iskorištavaju jednostavne kemijske spojeve i u tom procesu se oslobađaju kemijski spojevi koji imaju neugodan miris. Unutarnje mišićno tkivo zdravih i živih riba se smatra sterilnim. Bakterije se nalaze u vanjskom, sluzavom sloju na koži, na površini škrge i u probavnom sustavu. Lošom manipulacijom, kojom nastaju fizička oštećenja ribe i stvaranjem uvjeta koji pogoduju rastu bakterija, ubrzava se kvarenje ribe (Šoša, 1989; Korjenić, 2011). Nisu sve bakterije koje su prisutne na ribi odgovorne za kvarenje niti su sve opasne, a one koje jesu trebaju posebne uvjete da bi bile aktivne. Meso riba brže podliježe kvarenju u odnosu na meso toplokrvnih životinja zbog većeg sadržaja vode i što je najčešće više kontaminirana raznim mikroorganizmima.

Postoje tri kritična elementa u proizvodnji kvalitetne ribe: čistoća-higijena, čuvanje i zamrzavanje. Čist proces, površina na kojoj se riba obrađuje pomaže u prevenciji bakterijske kontaminacije. Pravilna obrada minimizira oštećenja i fizičke promjene na ribi. Na kraju, hlađenje i zamrzavanje usporava bakterijski rast i enzimsku aktivnost. Već nakon 48 h riba počinje gubiti na svježini, nije pokvarena, ali nije ni ekstra kvalitetna. U uznapredovaloj fazi govori se o ribi dobre kvalitete i nema promjene. U sljedećoj fazi su prisutni rani pokazatelji kvarenja ribe, te na kraju u završnoj fazi dolazi do kvarenja ribe zbog aktivnosti bakterija. Posebnu pažnju s gledišta povećanja sigurnosti ribe treba posvetiti zakonskim regulativama i djelotvornom radu veterinarskih inspeksijskih službi (Huss i sur., 2005; Kozačinski i sur., 2009). To se prije svega odnosi na činjenicu da neposredno nakon izlova kod zdrave ribe nastupaju promjene koje dovode u pitanje njezinu svježinu, održivost i kvalitetu, a time i zdravstvenu ispravnost. Kako je riba izrazito kvarljiv proizvod, ključ očuvanja kvalitete i sigurnosti leži u tome da joj se odmah nakon ulova temperatura tijela snizi što bliže temperaturi otapajućeg leda i takvom zadrži do konzumacije ili prerade (Šimat, 2011; Kozačinski i sur., 2006).

## MATERIJALI I METODE

Za ovaj istraživački rad korišteno je 10 uzoraka svježe kalifornijske (K) i 10 uzoraka potočne (P) pastrmke kupljene u ribarnicama Sarajeva. Sve ribe su bile zapakirane na polistirenske tacne i umotane u prozirnu foliju te dostavljene u laboratorij u hladnjaku s ledom. Svježi uzorci ribe su čuvani na ledu do obavljanja mikrobioloških analiza koje su napravljene tijekom sljedeća 24 sata. Mikrobiološka analiza uzetih uzoraka obavila se u Laboratoriju za mikrobiologiju Poljoprivredno-prehrambenog fakulteta sarajevo i evaluirana prema službenom Pravilniku o vršenju mikrobioloških analiza (Sl. List BiH 11/13). Od mikroorganizama su određivani: *E. coli*, *Salmonella* spp., aerobne mezofilne bakterije, enterobakterije, ukupni kvasci i plijesni. Nakon inkubacije, prebrojane su izrasle kolonije te izračunat broj izraslih kolonija mikroorganizama u 1 mL proizvoda (CFU/mL).

## REZULTATI I RASPRAVA

Mikrobiološkom analizom ispitivanih uzoraka dokazano je odsustvo *Salmonella* spp. u svim analiziranim uzorcima ribe kod obje vrste riba. Prema Pravilniku o mikrobiološkim kriterijima za hranu nije dozvoljena prisutnost bakterija iz roda *Salmonella* spp., stoga možemo zaključiti da su uzorci kalifornijske i potočne pastrmke po ovom kriteriju bili mikrobiološki ispravni.

Rezultati mikrobiološke analize uzoraka kalifornijske pastrmke (Tablica 1) pokazuju da su enterobakterije prisutne u svim analiziranim uzorcima. Broj enterobakterija se kretao u vrijednostima od  $0,1 \cdot 10^3$  CFU/mL pa sve do  $2,70 \cdot 10^3$  CFU/mL. Utvrđeno je da je najmanja vrijednost prisutnih bakterija zabilježena u uzorku K8 ( $0,10 \cdot 10^3$  CFU/mL), a najveća vrijednost je bila u uzorku K10 ( $2,7 \cdot 10^3$  CFU/mL).

Iz rezultata analiziranih uzoraka kalifornijske pastrmke može se vidjeti da se bakterija *Escherichia coli* u svim uzorcima nalazi u okviru graničnih vrijednosti prema Pravilniku o mikrobiološkim kriterijima za hranu (Službeni glasnik BiH br 11/13), s tim da su u uzorcima K10 ( $0,88 \cdot 10^2$  CFU/mL), K2 ( $0,84 \cdot 10^2$  CFU/mL) i K5 ( $0,80 \cdot 10^2$  CFU/mL) dobivene vrijednosti blizu maksimalne granične vrijednosti koja iznosi  $10 - 10^2$  CFU/mL. U ostalim analiziranim uzorcima kalifornijske pastrmke vrijednosti su bile nešto manje i bile su u okviru graničnih vrijednosti propisanih Pravilnikom.

**Tablica 1.** Rezultati mikrobiološke analize uzoraka kalifornijske pastrmke (CFU/mL)

**Table 1.** Results of microbiological analyses of Rainbow trout samples (CFU/mL)

Uzorak	<i>Salmonella</i> spp.	Enterobakterije	<i>E. coli</i>	Aerobne mezofilne bakterije	Kvasci i plijesni
K1	0	1,46	0,22	0,21	8,7
K2	0	1,30	0,84	0,25	3,8
K3	0	0,35	0,54	0,44	1,46
K4	0	2,60	0,45	0,75	2,12
K5	0	0,70	0,80	0,56	2,34
K6	0	2,66	0,18	0,2	8,6
K7	0	1,09	0,24	0,24	3,7
K8	0	0,10	0,10	0,45	1,4
K9	0	1,44	0,11	0,55	2,3
K10	0	2,70	0,88	0,74	2,1

\*K – kalifornijska pastrmka

Najveća vrijednost je iznosila  $0,75 \cdot 10^3$  CFU/mL za uzorak K4, a najmanja vrijednost je dobivena za uzorak K6 ( $0,20 \cdot 10^3$  CFU/mL). Ostali testirani uzorci su imali slične vrijednosti (oko  $0,25 \cdot 10^3$  CFU/mL) ili dvostruko više (oko  $0,55 \cdot 10^3$  CFU/mL) u odnosu na uzorak K1.

Brojnost kvasaca i plijesni se kretala u rasponu od  $1,40 \cdot 10^2$  CFU/mL do  $8,70 \cdot 10^2$  CFU/mL tj. uzorak K1 je imao najveću vrijednost kvasaca i plijesni  $8,70 \cdot 10^2$  CFU /mL, a najmanju uzorak K8 ( $1,40 \cdot 10^2$  CFU/mL).

Može se zaključiti da je prisustvo kvasaca i plijesni veća u odnosu na aerobne mezofilne bakterije. Najveća vrijednost aerobnih mezofilnih bakterija je pronađena u uzorku K4 ( $0,75 \cdot 10^3$  CFU/mL), a za kvasce i plijesni u uzorku K1 ( $8,70 \cdot 10^2$  CFU/mL). Najmanja zabilježena vrijednost aerobnih mezofilnih bakterija je u uzorku K6 ( $0,20 \cdot 10^3$  CFU/mL), dok za kvasce i plijesni u uzorku K8 ( $1,40 \cdot 10^2$  CFU/mL).

**Tablica 2.** Rezultati mikrobiološke analize uzoraka potočne pastrmke (CFU/mL)

**Table 2.** Results of microbiological analyses of brown trout samples (CFU/mL)

Uzorak	<i>Salmonella</i> spp.	Enterobakterije	<i>E. coli</i>	Aerobne mezofilne bakterije	Kvasci i plijesni
P1	0	1,8	0,42	0,34	4,7
P2	0	2,88	0,68	0,5	3,6
P3	0	1,2	0,76	0,2	7,4
P4	0	1,8	0,56	0,38	1,8
P5	0	1	0,56	0,6	2,2
P6	0	2,3	0,48	0,46	2,8
P7	0	1,64	0,82	0,55	4,4
P8	0	0,80	0,54	0,68	2,5
P9	0	1,84	0,48	0,71	2,1
P10	0	2,62	0,52	0,25	3,6

\*P – potočna pastrmka

U Tablici 2 može se vidjeti da je brojnost enterobakterija i *E. coli* nađenih u uzorcima potočne pastrmke u odnosu na broj bakterija u kalifornijskoj pastrmci bila veća. Najveća zabilježena vrijednost enterobakterija bila je u uzorku P2 ( $2,88 \cdot 10^3$  CFU/mL), dok je vrijednost *E. coli* u uzorku P7 iznosila  $0,82 \cdot 10^2$  CFU/mL. Ukupna vrijednost utvrđenih bakterija je veća u grupi potočne pastrmke u odnosu na grupu kalifornijske pastrmke.

Broj utvrđenih aerobnih mezofilnih bakterija u grupi potočne pastrmke se kretao u rasponu od  $0,2 \cdot 10^3$  CFU/mL, pa sve do  $0,71 \cdot 10^3$  CFU/mL i bio je u okviru vrijednosti kao kod kalifornijske pastrmke. Najveća vrijednost je iznosila  $0,71 \cdot 10^3$  CFU/mL za uzorak P9, a najmanja vrijednost  $0,2 \cdot 10^3$  CFU/mL za uzorak P3. Ostali uzorci u grupi potočne pastrmke su općenito imali nešto veće vrijednosti i bili su na granici ispunjenja zahtjeva Pravilnika.

Brojnost kvasaca i plijesni u ovoj grupi se kretala u skladu s utvrđenim rezultatima u grupi kalifornijske pastrmke, kao što se može vidjeti iz Tablice 2.

## ZAKLJUČAK

Analizom uzoraka dvije vrste pastrmke utvrđeno je odsustvo patogena iz grupe *Salmonella*. Broj bakterija *E. coli* u svim uzorcima je bio dosta visok, ali i dalje u okviru zahtjeva Pravilnika. Da bi se smanjila prisustnost bakterije potrebno je primjenjivati dobru higijensku praksu u ribogojilištima i prodajnim prostorima ribe. Treba naglasiti da je neophodno podići nivo higijene u svim prostorima ribogojilišta, uz upoznavanje osoblja s mogućim posljedicama kontaminacije.

## LITERATURA

- Huss H.H., Dillon M., Derrick, S. (2005): A guide to seafood hygiene management. Accessing the European and American market. Eurofish Humber Institute of Food and Fisheries, Swiss Import Promotion Programme (SIPPO), 76 pp.
- Karahmet E., Vileš A., Muhamedagić S., Omanović H., Toroman A., Omanović N. (2013): Usporedno ispitivanje senzornih svojstava tri vrste pastrmke čuvanih u istim uslovima, Stručni rad.
- Korjenić E. (2010): Salmonikultura. Autorizovana skripta. Prirodno-matematički fakultet Sarajevo.
- Korjenić E. (2011): Nutrologija. Autorizovana skripta. Prirodno-matematički fakultet Sarajevo.
- Hamzić, A.: Akvakultura u Bosni i Hercegovini, Sarajevo, 2003.
- Karabasil N., Dimitrijević M., Teodorović V., Kilibarda N., Baltić T.M. (2005): Najčešće bakterijske kontaminacije mesa riba, Beograd, Srbija.
- Kozačinski L., Filipović I., Cvrtila Ž., Hadžiosmanović M., Zdolec N. (2006): Ocjena svježine morske ribe. *Meso*, 7(3), 158-164.
- Kozačinski L., Njari B., Cvrtila Fleck Ž., Smajlović M., Alagić D. (2009): Analiza rizika u proizvodnji slatkovodne ribe. *Meso*, 11(6), 366-370.
- Pravilnik o mikrobiološkim kriterijima za hranu („Službeni glasnik BiH“, broj 11/13).
- Pravilniku o vršenju mikrobioloških analiza (Sl. List BiH 11/13).
- Sidhu K.S. (2003): Health benefits and potential risks related to consumption of fish or fish oil. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 38(3), 336-344.
- Šoša B. (1989): Higijena i tehnologija prerade morske ribe. Školska knjiga, Zagreb.
- Šimat V. (2011): Parametri kvalitete u proizvodima ribarstva. Konferencija o sigurnosti i kakvoći hrane u RH. Opatija, Svibanj 2011.





*AUTHOR INDEX /*  
**KAZALO AUTORA**



## **AUTHOR INDEX / KAZALO AUTORA**

### **A**

Arapcheska, Mila, 105

### **B**

Bečić, Ivana, 53

Bočkor, Luka, 41

### **Č**

Čoklo, Miran, 41

### **D**

Dervišević, Lejla, 77

Dolanc, Ivan, 41

### **G**

Gajdoš Kljusurić, Jasenka, 53

### **H**

Hajrulai-Musliu, Zehra, 105

### **I**

Isaković, Senita, 113, 121

Ivanović, Marko, 85

### **K**

Karahmet, Enver, 113, 121

Kenjeric, Daniela, 15

Keser, Irena, 3

Kokot, Karmen, 15

### **L**

Lončarić, Petra, 3

### **M**

Milidrag, Ardea, 85

Molnar, Dunja, 41

### **N**

Nikolić-Pavljasević, Suzana, 63

### **O**

Omeragić, Emina, 77

Orašćanin, Melisa, 77

### **P**

Podvorac, Diana, 31

### **S**

Sorić, Tamara, 41

Suljić, Una, 31

### **Š**

Šabanović, Marizela, 31, 63

Šarac, Jelena, 41

Šatrović, Edin, 113

Šertović, Edina, 77

### **T**

Tomović, Vladimir, 85

Toroman, Almir, 113, 121

Tušek, Kristina, 53

Tuteska, Jovanka, 105

### **U**

Uzunov, Risto, 105

### **V**

Vujadinović, Dragan, 85

Vukić, Milan, 85



***SPONSORS, DONORS AND EXHIBITORS /  
SPONZORI, DONATORI I IZLAGAČI***



## SPONSORS / SPONZORI

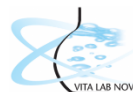
### GOLDEN / ZLATNI



### SILVER / SREBRNI



### BRONZE / BRONČANI





## OTHER SPONSORS AND DONORS / OSTALI SPONZORI I DONATORI



## EXHIBITORS



## GOLDEN SPONSOR / ZLATNI SPONZOR

ULTRA Scientific is Now Agilent  
– and That's Good News for You



Ultra Scientific i Agilent od sada su jedno!  
Sada možete na istom mjestu dobiti kvalitetne  
proizvode i stručne savjete iz svih područja  
rada u vašem laboratoriju – od kemijskih standarda,  
pripreme uzoraka, separacija, detekcije i analize,  
do savjeta i servisa.

### Agilent ULTRA Chemical standardi vam pružaju:

- online pretragu, usporedbu i sve potrebne informacije za brzo i lako naručivanje
- brzu dostavu za 99.9% narudžbi koje se šalju unutar 48h
- personalizirana rješenja prema potrebama vašeg laboratorija
- pripremu uzoraka, kolone, potrošni materijal i dijelove, instrumentaciju i referentne materijale iz jednog izvora
- proizvode koji su rigorozno testirani i proizvedeni po ISO 9001, ISO 170252 te Guide 34 certifikatima

Sada su vaše kalibracije pouzdane s maksimalnom preciznošću.

### Istražite naš novi portfolio!

**Više od 7000 kemijskih standarda za vas na jednom mjestu.**

Otkrijte kako možete iskoristiti široki izbor referentnih materijala za analizu hrane, okolišta te elementarnu analizu. Ovo je još jedan način na koji Agilent podupire vaš rad u laboratoriju u svakom dijelu procesa - od instrumenata, kolona, potrošnog materijala, do desetljeća aplikativnog iskustva.

[www.agilent.com/chem/standards](http://www.agilent.com/chem/standards)



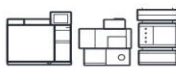
Chemical standards



Sample prep



Separation



Detection



Analysis



Services



AlphaChrom d.o.o.  
Karlovačka cesta 24, 10000 Zagreb  
tel: +385 1 550 2200  
[www.alphachrom.hr](http://www.alphachrom.hr)

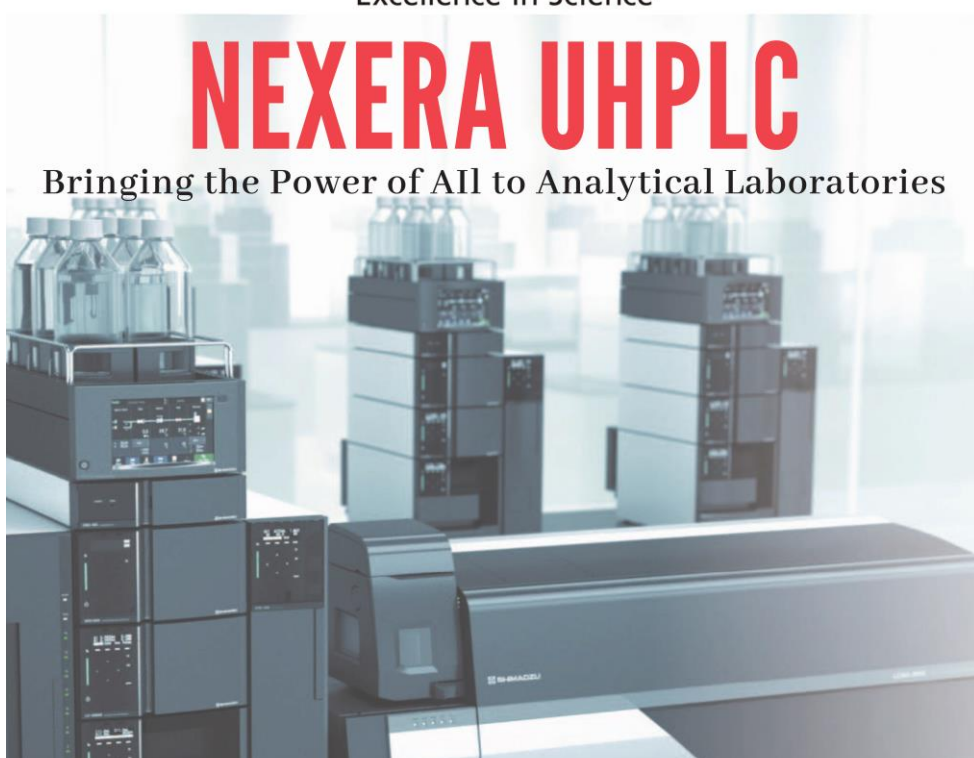


Authorized  
Distributor

**SILVER SPONSOR / SREBRNI SPONZOR**



 **SHIMADZU**  
Excellence in Science



Shimadzu d.o.o. - Zavrtnica 17 - 10000 Zagreb - tel. +385 1 6185 777

shimadzu@shimadzu.hr - www.shimadzu.hr

**SILVER SPONSOR / SREBRNI SPONZOR**

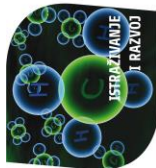
**U kontroli i zaštiti zdravlja životinja  
Sigurnost i kvaliteta hrane i hrane za životinje  
Spoj znanosti i tehnologije**



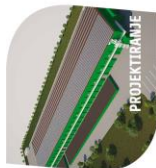
SILVER SPONSOR / SREBRNI SPONZOR

**croiteh**

CROTEH d.o.o. | Av. Dubrovnik 15, 10 020 Zagreb  
www.croteh.eu | info@croteh.eu | +385 1 7773 883



ISTRAŽIVANJE  
I RAZVOJ



PROJEKTIRANJE

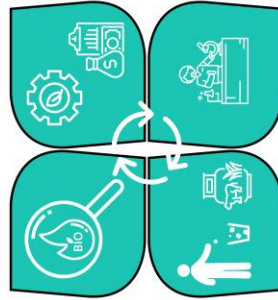


LABORATORIJ



OPTIMIZACIJA I KONTROLA  
RADA POSTROJENJA

CROTEH nudi usluge kroz projektiranje i nadzor procesa te istraživanje i razvoj tehnologija. Procesno-analički laboratorij provodi ispitivanja procesa obrade otpadnih materijala i voda te analizu i karakterizaciju biorazgradivih materijala. Testiranje procesa u laboratorijskom i pilot mjerilu osigurava "projektiranje po mjeri" učinkovitih i održivih tehnologija na području gospodarenja komunalnim otpadom, otpadnim tokovima prehrambene, pivarske, papirne i mliječne industrije te poljoprivrede.



IZRADA LABORATORIJSKIH  
REAKTORA



IZRADA PILOT POSTROJENJA  
PO SISTEMU "KLJUČ U RUKE"



INŽENJERING



ISPITIVANJE BIORAZGRADIVOSTI  
I BIOPLINSKOG POTENCIJALA

**BRONZE SPONSOR / BRONČANI SPONZOR**



## Zašto je riba omega?

Riba sadrži omega-3 masne kiseline (EPA i DHA) koje doprinose normalnoj funkciji srca\*.  
Činite dobro za sebe uz ribu barem dva puta tjedno.



**Svježe Smrznuto!**

\*Koristan učinak postiže se dnevnim unosom od 250 mg EPA i DHA. Ne zaboravite na važnost raznolike i uravnotežene prehrane i zdravog načina života.

## BRONZE SPONSOR / BRONČANI SPONZOR

### Smjernice pravilne i zdrave prehrane

*„Sve što hranom unosimo u organizam gradi nas i mijenja, a o tome što smo unijeli ovisi naša snaga, naše zdravlje i naš život.”*

*„Neka hrana bude tvoj lijek, a lijek neka bude tvoja hrana.”*

Neka nam ove Hipokratove misli budu nit vodilja u smjernicama pravilne prehrane. Pravilno se hraniti znači uživati u raznolikosti namirnica koje organizam čine zdravim. Obilno uživanje većih količina visokokaloričnih jela rezultira poremećajem u organizmu. Pretjerano konzumiranje ugljikohidrata, šećera i masti dovodi do stanja nadutosti, pa čak i boli u abdomenu. Dolazi do narušavanja ravnoteže crijevne mikroflore, osjećaja tromosti crijeva, težine u želucu, žgaravice i zatvora. Javlja se bezvoljnost i depresija te često osjećaj krivnje što smo opet pretjerali s konzumiranjem hrane i dobili na težini.

#### **Ako ipak pretjerate – što učiniti?**

Ako nakon svega imate problem, potražite stručnu pomoć u ljekarni. Savjetujemo vam uporabu biljnih čajeva koji će potpuno prirodnim putem regulirati probavu te pomoći u izlučivanju loših toksina iz organizma. Probiotici su mikroorganizmi (iz roda laktobacila i bifidobakterija) dosta učinkoviti kod proljeva i kod zatvora. Uporabom antacida neutralizirat će se želučana kiselina i žgaravica. Laksative je preporučeno koristiti samo s oprezom, ne prečesto jer mogu izazvati nadraženost crijeva i jake grčeve.

Koristiti suplemente i preparate za podizanje imuniteta, cink, selen, beta karoten, vitamin C i magnezij. Našem su organizmu potrebni vitamini i minerali koji pridonose normalnoj funkciji imunološkog sustava. Potrebno je piti dosta tekućine kako bi se štetne tvari pojačano izlučile iz organizma. Konzumirati dosta sezonskog voća i povrća te osigurati unos fermentiranih mliječnih proizvoda koji sadržavaju dobre bakterije. Prestati s lošim prehrambenim navikama bila bi dobra odluka.

Marika Ćebo, mag.pharm.

Ljekarne srce – Ljekarne Osječko-baranjske županije





## BRONZE SPONSOR / BRONČANI SPONZOR

**LIFE SCIENCE**

**DeNovix**

**VITA LAB NOVA D.O.O.**  
ILICA 37  
10 000 ZAGREB

**BMG LABTECH**

**highQu**

**ZYMO RESEARCH**  
*The Beauty of Science is to Make Things Simple*

**ANALITIČKA KEMIJA**

**phenomenex**  
...breaking with tradition™

Obratite nam se s povjerenjem na:  
**info@vitalab.hr**

VITA LAB NOVA

## BRONZE SPONSOR / BRONČANI SPONZOR

**25**  
1994. - 2019. godine

**KemLab**

Prodaja i servis laboratorijske opreme

CERTIFIED BY  
DNV-GL  
MARITIME

Osnovni mali laboratorijski uređaji

Analiitičke i precizne vage, vlagomjeri

Sustavi za ultra čistu vodu

Pipete, nastavci, automatizirani pipetori, priprema uzoraka

Liofilizatori, perilice, koncentratori, glove box

i mnogi drugi...

kemolab.hr

+385 1 660 5233

Nadinska 11, 10000 Zagreb

**BRONZE SPONSOR / BRONČANI SPONZOR**



**Uređaji za analizu žitarica, uljarica i brašna**



**Infatec NOVA**

Svjetski NIR standard  
za brzu analizu žitarica,  
uljarica i brašna



**Alphatec**

FOSS Aparati za određivanje  
broja padanja



**Infratec SOFIA**

Prijenosni NIR aparat  
za brzu analizu žitarica  
i uljarica



**EZ-READER**

Aparati za brzo i  
kvantitativno određivanje  
mikotoksina u žitu



**Hammertec**

FOSS Mlin za pripremu  
uzroka za analizu  
broj padanja




**FOSS**



Kontakt na telefon: 01/ 655 06 01  
ili na e-mail: [info@labena.hr](mailto:info@labena.hr)

## BRONZE SPONSOR / BRONČANI SPONZOR

Tvrtka V.I.A.-lab d.o.o. sa sjedištem za R. Hrvatsku u Varaždinu, bavi se zastupanjem, uvozom i distribucijom različitim dijagnostičkim proizvodima poznatih proizvođača za kontrolu namirnica i kontrolu higijene životne sredine. To su testovi za brzu i klasičnu mikrobiološku kontrolu namirnica i ulaznih sirovina, ELISA testovi, testovi za PCR, kolonama za pročišćavanje uzoraka za HPLC i C18 te testovima za kontrolu higijene po HACCP sustavu. Opskrbljujemo laboratorije prehrambene industrije, laboratorije nacionalnih instituta i laboratorije zavoda za zaštitu zdravlja, bolnice, samouslužne restorane i restorane brze hrane na području R. Hrvatske. Svjesni smo da samo tvrtka sa vizijom uspješno raste i razvija se, zato ćemo i ubuduće tome posvetiti puno pažnje i sredstava.

R-Biopharm – Vodeći svetski proizvođač testova za kontrolu hrane, stočne hrane i higijene.	Celsis – Proizvođe aparature na bazi bioluminiscencije za brzu mikrobiološku kontrolu gotovih proizvoda.	HiMedia – globalni proizvođač mikrobioloških medija i podloga, podloge u granulama.
<b>Proizvodi:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Encimatski testovi</li> <li>• Alergeni</li> <li>• Antibiotici, Hormoni i anabolici</li> <li>• GMO</li> <li>• Mikrobiologija</li> <li>• Mikotoksini</li> <li>• Vitamini</li> <li>• Potvorbe</li> <li>• Automatizacija</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Celsis Accel System</li> <li>• Celsis Advance II System</li> <li>• Celsis Innovate System</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mikrobiologija</li> <li>• Molekularna biologija</li> <li>• Laboratorijska oprema</li> </ul> 



Pouzdan partner u kontroli namirnica, stočne hrane i higijene.

SLO

CRO

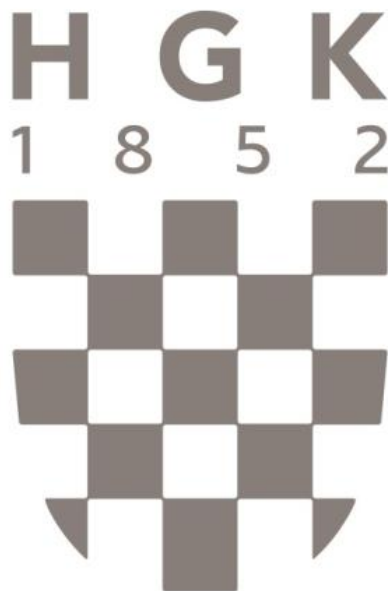
BIH

SRB

MNE

V.I.A.-lab d.o.o.  
 Optujska cesta 46  
 42000 Varaždin  
 Tel.: 042 25 00 57  
 Fax.: 042 30 00 80  
 E-mail: [via@viams.net](mailto:via@viams.net)

***OTHER SPONSORS AND DONORS /  
OSTALI SPONZORI I DONATORI***



**HRVATSKA  
GOSPODARSKA  
KOMORA**

**OTHER SPONSORS AND DONORS /  
OSTALI SPONZORI I DONATORI**

**PRVO**  
HRVATSKO PIVO  
—1664—  
BEER

 **OSJEČKO** 1664

*Nāše pivo*

Faculty of Food Technology Osijek (University of Osijek, Croatia) / Prehrambeno-tehnološki fakultet Sveučilišta u Osijeku

Faculty of Technology (University of Tuzla, B&H) / Tehnološki fakultet Univerziteta u Tuzli (BiH)

Faculty of Pharmacy (University of Tuzla, B&H) / Farmaceutski fakultet Univerziteta u Tuzli (BiH)

Association for Nutrition and Dietetics (B&H) / Udruženje za nutricionizam i dijetetiku (BiH)

Croatian Association of Nutritionists / Hrvatski zbor nutricionista

Faculty of Chemistry and Technology (University of Split, Croatia) / Kemijsko-tehnološki fakultet Sveučilišta u Splitu

Faculty of Food Technology and Biotechnology (University of Zagreb, Croatia) / Prehrambeno-biotehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek (University of Osijek, Croatia) / Fakultet agrobiotehničkih znanosti Sveučilišta u Osijeku

Polytechnic in Požega (Croatia) / Veučilište u Požegi

European Hygienic Engineering & Design Group – EHEDG (Germany) / European Hygienic Engineering & Design Group – EHEDG (Njemačka)

ISEKI – Food Association (IFA) (Austria) / ISEKI – Food Association (IFA) (Austrija)

Croatian Agency for Agriculture and Food / Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu

Faculty of Agriculture and Food Technology (University of Mostar, B&H) / Agronomski i prehrambeno-tehnološki fakultet Sveučilišta u Mostaru (BiH)

Department of Biology (University of Osijek, Croatia) / Odjel za Biologiju Sveučilišta u Osijeku

Faculty of Tourism and Hospitality Management Opatija (University of Rijeka, Croatia) / Fakultet za menadžment u turizmu i ugostiteljstvu Opatija

Croatian Society of Nutritionists and Dietitians / Hrvatsko društvo nutricionista i dijetetičara

Chamber of Pharmacists of Tuzla Canton (Tuzla, B&H) / Komora magistara farmacije Tuzlanskog kantona (BiH)

Andrija Štampar – Association of People's Health / Udruga narodnog zdravlja Andrija Štampar



ISBN 978-953-7005-73-3



9 789537 005733