

ULJARSTVO

ČASOPIS ZA INDUSTRIJU BILJNIH ULJA, MASTI I PROTEINA

Volumen 37.

Broj 3-4

Godina 2006.

Pregledni radovi

Review papers

1. Danica Andreevska, Verica Ilieva, Dobro Andoy
 REZULTATI NAUČNIH ISTRAŽIVANJA I
 STANJE PIRINČA U REPUBLICI MAKEDONIJI
Results of scientific investigation and state of rice in Republic of Macedonia 3
2. Mirjana Bocevska
 RICE: BRAN AND HULL IN OIL INDUSTRY
Pirinač: ljuska i mekinje u industriji ulja 15

Originalni naučni radovi

Original scientific papers

3. Etelka Dimić, Ranko Romanić, Draginja Peričin, Branislav Panić
 ISPITIVANJE MOGUĆNOSTI VALORIZACIJE NUSPROIZVODA
 PRERADE SEMENA ULJANE TIKVE GOLICE
Use of byproducts of naked pumpkin seed processing 29
4. Petar Dokić, Veljko Krstonošić i Tamara Dapčević
 UTICAJ KONCENTRACIJE EMULGATORA I PRISUSTVA
 HIDROKOLOIDA NA REOLOŠKE KARAKTERISTIKE I
 STABILNOST EMULZIJA
*Influence of emulsifier concentration and presence of hydrocolloids
 on rheological properties and stability of emulsions* 37
5. Snežana Kravić, Nikola Marjanović, Zvonimir Suturović, Jaroslava Švarc-Gajić, Mira Pucarević
 SASTAV MASNIH KISELINA INDUSTRIJSKIH I MARGARINA
 ZA DOMAĆINSTVO UKLJUČUJUĆI TRANS IZOMERE
Fatty acid composition of industrial and cooking margarines including trans isomers 45
6. Sveto Rakić, Gordana Svrzić, Ana Tomić
 NEKE FIZIČKO-HEMIJSKE KARAKTERISTIKE
 ULJA SEMENA CERA (*Quercus cerris* L.)
*Some physical and chemical characteristics of turkey oak seed oil (*Quercus cerris* L.)* 51
7. Dejana Saftić-Panković, Ana Marjanović-Jeromela, Zvonimir Sakač, Radovan Marinković
 MOLEKULARNI MARKERI I KVALITET ULJA KOD
 RAZLIČITIH POPULACIJA IZ RODA *Brassicaceae*
Molecular markers and oil quality in different Brassicaceae populations 55
8. Dragan Škorić, Siniša Jocić, Nada Lečić, Zvonimir Sakač
 MOGUĆNOST STVARANJA HIBRIDA SUNCOKRETA
 SA RAZLIČITIM KVALITETOM ULJA
Possibility of developing sunflower hybrids with different oil quality 61
9. Milena Bečelić, Božo Dalmacija, Žarko Vrbaški
 INDUSTRIJA ULJA I BILJNIH MASTI KAO DEO TENDENCIJE
 KA NAJBOLJIM DOSTUPNIM TEHNIKAMA (BAT)
*Vegetable oil and fat industry as a part of the tendency for best
 available techniques (BAT)* 69

Stručni radovi

Professional papers

10. Dragić Živković, Petar Munćan, Rade Radoičić
 TEHNOLOŠKA I ORGANIZACIONO-EKONOMSKA
 OBELEŽJA PROIZVODNJE SOJE
Technological, organizational and economic characteristics of soybean production 75

Prilozi

Supplement

83

Izdavač
Publisher

Tehnološki fakultet; Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo; DOO "Industrijsko bilje", Novi Sad
Faculty of Technology; Institute of Field and Vegetable Crops; "Industrial crops", Novi Sad

Savetodavni odbor
Advisory Board

Dr Etelka Dimić, akademik dr Dragan Škorić, dr Zoltan Zavargo, dr Sonja Đilas, dr Ksenija Pićurić-Jovanović, dr Milica Hrustić, Vujadin Đurković, dipl. ing., Sonja Jovanov, dipl. ing., Slavko Zečević, dipl. ing., Slobodan Mitrović, dipl. ing., Zorica Belić, dipl. ing., Nada Grbić, dipl. ing., Bogoljub Vujčić, dipl. ing., Dušan Nikolić, dipl. ing.

Članovi Savetodavnog odbora iz inostranstva
Advisory Board Members from Abroad

Dr. Gerhard Jahreis, Friedrich-Schiller-Universität, Jena, Germany; Dr. Werner Zschau, Wörthsee, Germany; Dr. Nedyalka Yanishlieva, Institute of Organic Chemistry, Bulgarian Academy of Sciences, Sofia, Bulgaria; Dr. Katalin Kővári, Bunge Europe, Budapest, Hungary; Dr. Mirjana Bocevska, Faculty of Technology and Metalurgy, Skopje, Macedonia; Dr. Đerđ Karlović, Bunge Europe, Margarine Center of Expertise, Kruszwica, Poland; Dr Vlatko Marušić, Strojarski fakultet, Slavonski Brod, Hrvatska

Uređivački odbor
Editorial Board

Dr Etelka Dimić, Zoran Nikolovski, dipl. ing., mr Zvonimir Sakač

Glavni i odgovorni urednik
Editor in Chief

Dr Etelka Dimić

Urednik
Co-Editor

Mr Olga Čurović

Tehnički urednik
Technical Editor

Vjera Vukša, dipl. ing.

Adresa redakcije
Editorial Board Address

Tehnološki fakultet, Tehnologija biljnih ulja i proteina, 21000 Novi Sad, Bul. cara Lazara 1, Republika Srbija
Faculty of Technology, Vegetable oils and proteins technology, 21000 Novi Sad, Bul. cara Lazara 1, Republic of Serbia
Telefon: 021-485-37-00; Fax: 021-450-413; E-mail: edimic@uns.ns.ac.yu

Tiraž
Number of copies

250

Štampa
Print

Štamparija "FELJTON", 21000 Novi Sad, Stražilovska 17, Republika Srbija

REZULTATI NAUČNIH ISTRAŽIVANJA I STANJE PIRINČA U REPUBLICI MAKEDONIJI

Danica Andreevska, Verica Ilieva, Dobre Andov

Proizvodnja pirinača u Republici Makedoniji uglavnom je skoncentrisana u regionima istočno od toka reke Bregalnice i to u Kočanskom, Štipskom, Viničkom i Blatečkom regionu. Pirinač se, osim u ishrani, koristi i kao sirovina za proizvodnju skroba, alkohola i alkoholnih pića, kao i u kozmetici, a značajna je njegova primena i u makrobiotskoj ishrani. Nuz proizvodi koji se dobijaju tokom prerade sirovog pirinča (ljuske i mekinje) imaju višenamensku primenu u uljarskoj industriji. U ovome radu prikazani su rezultati naučno-istraživačke delatnosti vezane za pirinač, kao i sadašnje stanje u proizvodnji pirinča u Makedoniji. Kao rezultat naučno-istraživačkog rada stvorene su domaće sorte pirinča: br-69, br-51, biser-2, kočanski, osogovka, nada-115, ranka, prima riska i montesa. Uvedene su u proizvodnju i registrovane italijanske sorte: montičeli, r-76/6, san andrea, drago i baldo, sa karakteristikama koje traži tržište. Opično proizvodni objekat za pirinač u Kočanima raspolaže i čuva kolekciju od 220 sorti pirinča iz sveta i veliki broj novostvorenih domaćih genotipova, i proizvodi kvalitetni semenski materijal koji može da zadovolji potrebe proizvodnje pirinča u Makedoniji.

Ključne reči: pirinač, proizvodnja, sorte, seme

RESULTS OF SCIENTIFIC INVESTIGATION AND STATE OF RICE IN REPUBLIC OF MACEDONIA

The production of rice in R. Macedonia is mainly concentrated in the eastern part around the river Bregalnica, especially in Kocani, Stip, Vinica and Blatec. Beside its usage as a food, rice is also used as raw material for industrial production of starch, alcohol and alcohol drinks, as well as in cosmetics. It is also significant for macrobiotic food. During the processing of paddy-rice, by milling, by-products, hull and bran, are obtained. They could have various applications in oil industry. In this work some results of scientific investigation related to rice in Macedonia, as well as the current situation in the production of rice are presented. Domestic varieties of rice No-69, No-51, biser-2, kočanski, osogovka, nada-115, ranka, prima riska and montesa are obtained as the result of research. Some Italian varieties, with characteristics needed at the market, were also introduced and registered: montičeli, r-76/6, san andrea, drago and baldo. The department for rice in Kocani possesses a collection of 220 varieties of rice from all over the world and a great number of new produced domestic genotypes. It has also produced seed with needed properties or appropriate quality for rice production in Macedonia.

Key words: rice, production, varieties, seed

UVOD

Pirinač je jedna od najstarijih žitnih kultura. Vrsta *Oryza sativa* L. vodi poreklo iz jugoistočne Azije, tačnije područja između Južne Indije i Kine, odakle je prenet i rasprostranjen u celom

svetu (1), dok *Oryza glaberrima* Steud. potiče iz Zapadne Afrike (2).

Prema prvoj klasifikaciji, od strane Guščina (1934) (3), i kasnijih dopuna od strane Piaccoa (1961) (4) vrsta kulture *Oryza sativa* L. je podeljena u dve podvrste:

- obični pirinač - *Oryza sativa* ssp. *communis* Gust. i
- sitnozrnasti pirinač - *Oryza sativa* ssp. *brevis* Gust.

Na bazi nekih karakteristika zrna i metlica kod običnog pirinča identifikovana su tri klona ili tzv.

Dr. Danica Andreevska, Dr. Verica Ilieva i Dr. Dobre Andov, naučni saradnici OPO za pirinač Kočani, u sklopu JNU Zemjodl-ski institut - Skopje, Makedonija, JNU Zemjodl-ski institut - Skoplje, OPO za oriz - Kočani, Republika Makedonija
danicaandreevska@yahoo.com

ekovrste: *japonica*, *javanica* i *indica* (5). **Japonica** je ekovrsta oformljena u subtropskom regionu i egzistira u vodenim uslovima, kako bi izbegla hladnoću. **Javanica** je oformljena u tropskom regionu i to u brdsko-kišnim predelima sa toplom klimom i kišnim padavinama tokom cele godine. **Indica** je ekovrsta oformljena u brdskim predelima sa visokim temperaturama i letnjim monsunskim kišama, kao i u ravničarskim predelima sa monsunskim kišama i poplavama. Ovisno od uslova i načina gajenja, od ove tri ekovrste stvoreno je mnogo tipova i sorti koje se odlikuju posebnim morfološko-biološkim osobinama.

Na području Makedonije gaje se sorte koje pripadaju ekovrsti *japonica*. U Evropu je pirinač prenešen u XIV, i rasprostranjen već u XV veku, a za njegovo prvo kultivisanje i proširenje postoje različite pretpostavke. U Egipat je pirinač prenet od strane Arapa u VII veku, dok je na oba Američka kontinenta to veoma nova kultura, prenet tek u XVII veku.

Prema zasejanim površinama pirinač zauzima drugo mesto u svetu, odmah iza pšenice (Tabela 1), a prema prinosima zauzima prvo mesto i predstavlja vodeći proizvod u ishrani više od polovine stanovništva sveta (6).

Tabela 1. Površina, prosečni prinosi i proizvodnja sirovog pirinča (arpe) u svetu (prosek 1995-2000, FAO Rice Information) (6)

Table 1. Area, average yields and production of rice (paddy) in the world (average 1995-2000, FAO Rice Information) (6)

Kontinent Continent	Površina/ Area (ha)	Prosečni prinos /Average yield (kg/ha)	Proizvodnja/ Production (tons)	Udeo u svetskoj proizvodnji/ Pars in world production %
Azija /Asia	136.541.633	3.875	529.267.950	89,67
J. Amerika / S. America	6.137.314	3.395	20.844.325	4,03
Afrika /Africa	7.278.147	2.175	13.873.100	4,78
S. Amerika / N. America	1.268.542	6.620	8.387.802	0,83
Australija /Australia	122.000	8.336	1.017.000	0,08
Okeanija /Oceania	146.293	8.641	1.264.760	0,10
Evropa/Europe	590.070	5.264	3.106.959	0,39
Svet	152.270.950	3.804	579.382.150	100,00

Najveći proizvođači pirinča su: Indija, Kina, Indonezija, Bangladeš, Vijetnam, Nepal itd. U Evropi najviše je zastupljen u Italiji, Španiji, Francuskoj i Portugaliji (Tabela 2). Pirinač se proizvodi i u drugim zemljama, međutim njegova je proizvodnja vrlo mala, tako da oni svoje potrebe zadovoljavaju uvozom (7). Od zemalja proizvođača pirinča najveći prosečni prinosi po hektaru postignuti su u Grčkoj (8.000 kg/ha), Egiptu (7.718 kg/ha), Japanu (6.770 kg/ha), Španiji (6.185 kg/ha) itd. U Makedoniji pirinač se počeo prvi put gajiti nakon povratka Aleksandra Makedonskog sa pohoda po Indiji (356-323 god. p.n.e.), te zatim u XIV veku dolaskom Turaka, i to u svim regionima, osim planinskih. Proizvodnja pirinča u Republici Makedoniji uglavnom je skoncentrisana u regionima istočno od toka reke

Bregalnice i to u Kočanskom, Štipskom, Viničkom i Blatečkom regionu, a na manjim površinama zastupljen je i u regionu Velesa i Probištipa. Ne tako davno (u periodu od 1970. do 1992. godine) pirinčom je zasejavana i do 9.500 ha. Najveće su površine (9.675 ha) bile zasejane 1987. godine kada je proizvedena 49.342 t sirovog pirinča (arpe). Godišnjom proizvodnjom od oko 45.000 t sirovog pirinča (arpe), odnosno 27.000 t belog pirinča, u periodu 1970/92. godine, Republika Makedonija je zadovoljavala oko 60% potreba stanovništva bivše Jugoslavije. Poslednjih nekoliko godina površine zasejane pirinčom veoma su promenljive, odnosno smanjene, pre svega zbog sve manjih količina raspoložive vode, za što su uzrok višegodišnje suše, ali je uticalo i niz drugih faktora.

Tabela 2. Površina, prinos i proizvodnja sirovog pirinča (arpe) u Evropi u 2002 (FAO Rice Information) (7)
Table 2. Area, yield and production of rice (paddy) in Europe in 2002 (FAO Rice Information)(7)

	Površina/ Area (ha)	Prinos / Yield (kg/ha)	Proizvodnja /Production (tons)
Evropska unija / European Union			
Italija /Italy	218.676	6.270	1.371.100
Španija /Spain	112.900	7.225	815.700
Francuska / France	18.490	5.691	105.227
Grčka /Greece	22.413	7.526	168.682
Portugalija /Portugal	25.198	5.786	145.801
Ostali deo Evrope / Rest of Europe			
Ruska Federacija / Russian Federation	130.100	3.713	483.000
Turska / Turkey	70.000	5.143	360.000
Ukrajina /Ukraine	25.000	3.000	75.000
Mađarska / Hungary	2.104	4.643	9.768
Bugarska / Bulgaria	4.166	4.310	17.955
Rumunija / Romania	1.600	937	1.500
Bivša Jugoslovenska Republika Makedonija /FYR of Macedonia	1.870	4.738	8.860
Evropa, ukupno / Europe, total	628.351	5.670	3.562.593

Osim u ishrani, pirinač se koristi i kao sirovina u industriji proizvodnje skroba, alkohola i alkoholnih pića i u kozmetici. Njegov je osobiti značaj u makrobiotskoj ishrani.

Tokom prerade sirovog pirinča, pored glavnog proizvoda - belog pirinča koji je namenjen ishrani, dobijaju se ljuške i mekinje. Ovi nuz proizvodi imaju potencijal za višenamensku primenu u uljarskoj industriji: kao izvor nutritivno vrednog, oksidativno stabilnog ulja koje se može koristiti kao funkcionalna hrana, kao adsorbenti za beljenje ulja i sredstva za prečišćavanje otpadnih voda (8).

Osnovni cilj u ovome radu je da se prikažu neki naučno-istraživački rezultati vezani za pirinač u Republici Makedoniji, kao i da se prikaže sadašnje stanje u proizvodnji pirinča.

KOČANSKA KOTLINA - PRIMARNI REGION ZA GAJENJE PIRINČA U MAKEDONIJI

Najveći proizvodni region pirinča u Makedoniji je Kočanska kotlina, u severoistočnom delu Makedonije, oko sredine toka reke Bregalnice, na nadmorskoj visini od 291-330 m. Visoke

planine koje je okružuju, kotlini daju posebno klimatsko obeležje u regionu. Makedonija se može podeliti na osam klimatsko-vegetaciono-zemljišnih područja (9), a Kočanska kotlina se ubraja u tzv. kontinentalno-submediteransko područje, u kome su najizraženije translacije kontinentalne i mediteranske klime sa velikim temperaturnim amplitudama. Temperaturna suma za vreme vegetacije pirinča u Kočanskom regionu (10), kreće se u granicama od 2.700°C do 4.500°C, što znači da su za proizvodnju pirinča zadovoljeni osnovni uslovi: toplota, voda i svetlost.

Temperatura je bitan faktor koji utiče na fiziološko-biohemijske procese kod pirinča. Za njihovo odvijanje potrebne su određene optimalne temperature. Za uspešno gajenje pirinča prosečna srednja dnevna temperatura vazduha tokom vegetacije treba da iznosi 18-20°C. Pirinač ima velike i intenzivne potrebe sunčane svetlosti, a difuzna svetlost produžava period sazrevanja. U regionima gde se proizvodi pirinač ne smeju biti prisutni jaki vetrovi koji uzrokuju opadanje zrna sa metlica, poleganje ili iskorenjivanje celih biljaka. Klimatske prilike u regionu najčešće zavise od geografskog položaja i reljefa zemljišta.

Tabela 3. Meteorološki podaci Kočanskog regiona u toku vegetacije pirinča
Table 3. Meteorological data of the rice vegetation in Kochani region

Godina Year	Meseci/Months							Prosek Average
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
Srednja mesečna temperatura / Average monthly temperature (°C)								
1992/2005	13,3	18,8	23,0	25,1	24,5	19,8	14,8	19,9
Srednja mesečna maksimalna temperatura Average monthly maximal temperature (°C)								
1992/2005	18,7	24,6	29,2	31,4	31,1	26,0	20,7	26,0
Srednja mesečna minimalna temperatura Average monthly minimal temperature (°C)								
1992/2005	4,3	8,9	12,2	13,9	13,6	9,7	6,2	9,8
Mesečna suma padavina Monthly rainfalls (mm)								Suma Sum
1992/2005	43,2	45,9	53,0	45,1	35,5	49,7	54,8	327,2

Indica sorte su bolje adaptirane na visoke temperature, dok *japonica* sorte za bolje sazrevanje traže niže temperature (11). Neke meteorološke karakteristike Kočanskog regiona u toku vegetacije pirinča prikazane su u Tabeli 3. Treba istaći da kišne padavine u Makedoniji imaju indirektni značaj, jer od njih zavisi samo količina akumulirane vode u hidrosistemima kojima se snabdevaju područja sa vodom za navodnjavanje tokom vegetacije pirinča.

REZULTATI NAUČNO-ISTRAŽIVAČKOG RADA, BAZA ZA PROIZVODNJU I PRERADU PIRINČA

Naučno-istraživačkim i aplikativnim delatnostima vezanim za proizvodnju pirinča u Republici Makedoniji bavi se Obitno proizvodni objekat za pirinač (OPO) u Kočanima (ranije Institut za pirinač - Kočani) koji je u sklopu Javne naučne ustanove Poljoprivredni institut - Skoplje, od 1999. godine.

Glavni predmeti ispitivanja su: stvaranje i uvođenje novih sorti pirinča, proizvodnja kvalitetnog semenskog materijala, uvođenje i osavremenjavanje mehanizacije u proizvodnji pirinča, ispitivanje i primena pesticida (integralna zaštita od korova, bolesti i štetnika). Pravilna primena mineralne ishrane (upotreba đubriva, količina, vreme i način njihovog doziranja), bazirana na rezultate agrohemijske analize o plodnosti zemljišta i potrebe pirinčanih biljaka, kvalitetne osobine arpe i belog pirinča, racionalizacija proizvodnje u tehnološkom i ekonomskom pogledu, kao i proizvodnja zdrave hrane se takođe permanentno ispituju.

1. Stvaranje novih sorti pirinča

Kao rezultat vlastitog naučno-istraživačkog rada u OPO za pirinač - Kočani (12-17) stvorene su domaće sorte pirinča: *br-69*, *br-51*, *biser-2*, *kočanski*, *osogovka*, *nada-115*, *ranka*, *prima riska i montesa* (Tabela 4).

Osogovka je sorta pirinča dobivena ukrštanjem italijanskih sorti *marateli x baldo*. Priznata je i registrovana 1984. godine. Ona je srednje rana sorta sa dužinom vegetacije od 144 dana od nicanja do zrelosti. Visina stabla je 80 cm, a dužina metlica 15 cm. Dobro bokori i ima odličnu otpornost prema ronjenju. Zrno je krupno, ovalno, bez osiljaka sa masom 1.000 zrna od 41g i hektolitarskom masom 55-59 kg. Prosečni prinos pirinčane arpe je 9.000 kg/ha. Prinos celih zrna belog pirinča pri ljuštenju u laboratorijskim uslovima iznosi 60,45%.

Kočanski je takođe sorta pirinča stvorena u Institutu za pirinač - Kočani ukrštanjem italijanskih sorti *korbenta x baldo*. Priznata je i registrovana 1984. godine. To je srednje rana sorta sa dužinom vegetacije od 143 dana od nicanja do zrelosti. Visina stabljike iznosi 82 cm, dužina metlice 16 cm. Zrno je krupno, dugo, bez osiljaka, apsolutna masa je 41g, a hektolitarska masa je 55 kg. Kvalitet je dobar, sadrži 8,5% proteina. Ova je sorta slabo otporna na poleganje, ali ima dobru otpornost prema ronjenju i bolestima. Prinos je iznad 8.000 kg/ha. Prilikom prerade dobija se oko 62,66% celih zrna belog pirinča.

Biser-2 je domaća selekcija i predstavlja liniju iz sorti *osogovka* čiji su roditelji italijanske sorte *marateli x baldo*. Priznata je 1990. godine. Ona je srednje rana sorta, srednje otporna na poleganje i dosta otporna na ronjenje zrna. Ima srednje

otvoreni tip metlice. Zrno je okruglo, bez osiljaka, sa slamastom bojom lema i paleja i belog vrha. Masa 1.000 zrna iznosi oko 45g, a sadržaj proteina u arpi je 8,27%. Randman belog pirinča pri ljuštenju u laboratorijskim uslovima iznosi 60,98%. Prema kvalitetu zrna spada u grupi finih sorti. To je visokoproduktivna sorta čiji je genetski potencijal za prinos arpe iznad 10.000 kg/ha. Ne podnosi visoku dozu azotnih đubriva. Uspeva na svim tipovima zemljišta pogodnim za gajenje pirinča do 450m nadmorske visine. Podnosi višegodišnje monokulturno gajenje.

Ranka je domaća sorta pirinča, dobijena ukrštanjem italijanskih sorti *prekočisimo x P.G.* Priznata je i registrovana 1990. godine. To je dosta rana sorta, pogodna za gajenje kao druga kultura i za kasniju setvu. Ima otvoreni tip metlica, bez osiljaka, sa srednje sitnim zrnima čija je apsolutna masa 31g, plevice zlatne boje i slamaste boje na vrhu. Odlika joj je srednja otpornost na poleganje i na niskim temperaturama, a dosta je otporna prema ronjenju zrna i bolestima. Podnosi visoku agrotehniku, a osetljiva je prema jednostranom azotnom đubrenju. Prinos celih zrna belog pirinča pri ljuštenju u laboratorijskim uslovima iznosi 61,78%. Spada u grupu finih sorti. Genetski potencijal za prinos arpe je iznad 10.000 kg/ha.

Nada-115 je domaća sorta pirinča, dobijena ukrštanjem sorti *gritna x iskra*. Priznata je i registrovana u 1990. godini. To je srednje rana

sorta sa dužinom vegetacije od 144 dana od nicanja do zrelosti. Visina stabljika iznosi 93 cm, dužina metlice 21 cm. Ima otvoreni tip metlice, zrno je krupno, dugo, bez osiljaka, sa plevicom zlatno-žute boje, apsolutna masa je 37g, a hektolitarska masa 55kg. Kvalitet joj je dobar, sadrži 8,2% proteina. Otpornost prema poleganju i bolestima je dobra. Podnosi intenzivnu agrotehniku. Pri ljuštenju u laboratorijskim uslovima randman celih zrna belog pirinča iznosi 61,78%. Pripada grupi finih sorti. Genetski potencijal za prinos arpe je iznad 11.000 kg/ha.

Prima riska je domaća sorta pirinča, dobijena ukrštanjem sorti *lemont x montičeli*. Priznata je i registrovana 2004. godine. Ona je srednje kasna sorta sa dužinom vegetacije od 148 dana od nicanja do zrelosti. Visina stabljike iznosi 75-80 cm, a dužina metlice 18-22 cm. Ima srednje otvoreni tip metlice, zrno je srednje dugo, bez osiljaka, sa zlatnom bojom leme i paleje, apsolutna masa je 41-45 g, a hektolitarska 56-58 kg. Kvalitet je dobar, sadrži oko 7,5% proteina. Odlika joj je izuzetno dobra otpornost prema poleganju i bolestima. Podnosi intenzivnu agrotehniku. Prilikom ljuštenja u laboratorijskim uslovima randman celih zrna belog pirinča iznosi 60-62%. Pripada grupi finih sorti. Genetski potencijal za prinos arpe je iznad 12.000 kg/ha, a proizvodni potencijal 9000 kg/ha.

Tabela 4. Domaće sorte pirinča i njihove karakteristike
Table 4. Domestic rice varieties and their characteristics

Sorta/ Variety	Period vegetacije od nicanja do zrelosti (dani)/ Vegetative cycle from emergence to maturity/ (days)	Visina biljke/ Height of plant (cm)	Boja plevice/ Colour of spikelets	Osatost metlice/ Aristation of panicle	Otpornost prema poleganju/ Lodgement resistance	Otpornost prema bolestima/ Resistance to diseases	Prinos/ Yield (kg/ha)	Težina 1000 zrna (arpa)/ 1000 seed weight (paddy) (g)	Randman/ Milling yield (%)
osogovka	144	95	slam.žuta/ straw yellow	bez osil./ awnless	dobra/ good	dobra/ good	8 500	38- 41	60-62
kočanski	143	98	zlatna/gold	bez osil./ awnless	dobra/ good	dobra/ good	8 000	38-41	62-64
biser-2	144	95	slam.žuta/ straw yellow	bez osil./ awnless	dobra/ good	dobra/ good	8 500	41-45	60-62
ranka	125	95	zlatna/gold	bez osil./ awnless	sredna/ medium	dobra/ good	7 000	29-31	60-62
nada-115	144	114	zlatna/gold	bez osil./ awnless	dobra/ good	dobra/ good	8 000	34-37	60-62
prima riska	148	102	zlatna/gold	bez osil./ awnless	dobra/ good	dobra/ good	9 000	41-45	60-62
montesa	148	97	slam.žuta/ straw yellow	bez osil./ awnless	sredna/ medium	dobra/ good	7 500	30-35	60-63

Montesa je domaća sorta pirinča, dobijena ukrštanjem sorti *lemont x S-201*. Priznata je i registrovana 2004. godine. To je srednje kasna sorta sa dužinom vegetacije od 148 dana od nicanja do zrelosti. Visina stabljike iznosi 70-75cm, a dužina metlice 18-22 cm. Ima srednje otvoreni tip metlice, zrno je srednje sitno, bez osiljaka, sa slamasto žutom bojom leme i paleja, apsolutna masa je 30-35g, a hektolitarska 57-60 kg. Dobrog je kvaliteta, sadrži 7,2% proteina. Odlika joj je srednja otpornost prema poleganju ali dobra prema bolestima. Randman celih zrna belog pirinča u laboratorijskim uslovima iznosi 60-63%.

Genetski potencijal za prinos arpe je 9.000 kg/ha, a proizvodni potencijal 7.500 kg/ha.

2. Uvođenje stranih sorti pirinča

Uvedene su i registrovane italijanske sorte: *montičeli*, *r-76/6*, *san andrea*, *drago* i *baldo* sa karakteristikama koje traži tržište (Tabela 5). Institut raspolaže i čuva kolekciju od 220 sorti pirinča iz sveta i veliki broj novostvorenih domaćih genotipova. Daje doprinos u razvoju tehnologije proizvodnje pirinča i proširuje saradnju sa individualnim proizvođačima primenom novih tehnologija gajenja na bazi vlastitih naučno-is traživačkih dostignuća (18).

Tabela 5. Uvedene sorte pirinča i njihove karakteristike

Table 5. Introduced rice varieties and their characteristics

Sorta/ Variety	Period vegetacije od nicanja do zrelosti (dani)/ Vegetative cycle from emergence to maturity (days)	Visina bilkje/ Height of plant (cm)	Boja plevice/ Colour of the spikelets	Osatost metlice-Aris- tation of the panicle	Otpornost prema poleganju/ Lodgement resistence	Otpornost prema bolestima/ Resistence to diseases	Prinos Yield (kg/ha)	Težina 1000 zrna (arpa)/ 1000 seed weight (paddy) (g)	Randman/ Milling yield (%)
monticelli	140	107	slam.žuta/ straw yellow	polu osil./ semi awnless	sredna/ medium	sredna/ medium	7 000	32-33	60-62
R-76/6	148	100	slam.žuta/ straw yellow	polu osil./ semi awnless	dobra/ good	dobra/ good	8 500	38-41	60-63
San Andrea	148	100	slam.žuta/ straw yellow	polu osil./ semi awnless	dobra/ good	dobra/ good	8 500	39-43	60-62

Montičeli je italijanska sorta koja je stvorena u Institutu žitnih kultura u Rimu. To je linija sorte R-253. Priznata je i registrovana 1961. godine (19). Kod nas je, za proizvodnju, registrovana 1976. godine i od tada, pa sve do danas, je prema zasejanim površinama najzastupljenija sorta. To je srednje rana sorta čiji je period vegetacije od 140-145 dana od nicanja do zrelosti. Ima srednje sitno zrno sa zlatno žutom bojom plevice i tamnoljubičastim osiljkavim vrhom, a perikarp je žućkaste boje. Apsolutna masa zrna iznosi 32-33 g, a hektolitarska oko 56-60 kg. Ova je sorta osetljiva na bolesti (*Piricularia*, *Helminthosporium* i *Fusarium*) i poleganje, ali se odlikuje odličnom otpornošću prema niskim temperaturama. Prilikom prerade ima dobre tehnološke osobine tako da se beljenjem postiže randman celih zrna belog pirinča od 62%. Prema kvalitetu spada u grupu polufinih sorti. Sorta *montičeli* ima visok genetski potencijal za prinos - iznad 10.000 kg/ha arpe, ali se u proizvodnji postiže prinos od 6.500-7.000 kg/ha.

R-76/6 je italijanska sorta, u Makedoniji priznata i registrovana u proizvodnji 1982. godine.

Ona je srednje kasna sorta sa dužinom vegetacije od 148 dana od nicanja do zrelosti. Visina stabljike iznosi 75-80 cm, a dužina metlice 16-20 cm. Ima srednje otvoreni tip metlice, zrno je srednje dugo, bez osiljaka, sa slamasto žutom bojom leme i paleja, apsolutna masa je 38-41 g, a hektolitarska 47-53 kg. Kvalitet joj je dobar i sadrži oko 7,5% proteina. Odlika joj je izuzetno dobra otpornost prema poleganju i dobra prema bolestima. Podnosi intenzivnu agrotehniku. Prilikom ljuštenja u laboratorijskim uslovima randman celih zrna belog pirinča iznosi 60-63%. Spada u grupu finih sorti. Genetski potencijal za prinos arpe je iznad 10.000 kg/ha, a proizvodni potencijal 8.500 kg/ha.

San Andrea je italijanska sorta pirinča, u Makedoniji priznata i registrovana u proizvodnji 1999. godine. Ona je srednje kasna sorta sa dužinom vegetacije od 148 dana od nicanja do zrelosti. Visina stabljike iznosi 75-80 cm, a dužina metlice 18-20 cm. Ima srednje otvoreni tip metlice, zrno je srednje dugo, bez osiljaka, sa slamasto žutom bojom lemena i paleja, apsolutna

masa zrna je 39-43 g, a hektolitarska 47-54 kg. Pripada grupi pirinača sa dobrim kvalitetom, sa sadržajem proteina od oko 7,2%. Otpornost ove sorte prema poleganju je vrlo dobra, i dobra prema bolestima. Podnosi intenzivnu agrotehniku. Randman celih zrna belog pirinča pri ljuštenju u laboratorijskim uslovima iznosi 60-62%. Spada u grupu finih sorti. Genetski potencijal za prinos arpe je iznad 10.000 kg/ha, a proizvodni potencijal 8.500 kg/ha.

3. Proizvodnja kvalitetnog semenskog materijala

U širokoj proizvodnji najzastupljenije su sorte: *montičeli*, *r-76/6*, *biser-2*, *san andrea* i *prima riska*. Proizvodnja semena pirinča po sortama i godinama prikazani su u Tabeli 6. Kako se može uočiti iz predstavljenih podataka, proizvodnja semenskog materijala iz godine u godinu sve je manja, zbog činjenice da su površine koje se zasejavaju pirinčem sve manje kao i zbog smanjene finansijske moći proizvođača.

Tabela 6. Proizvodnja semena pirinča po sortama i godinama (t)

Table 6. Production of rice seed per varieties and per years (t)

Godina Year	Montičeli	R-76/6	Biser-2	San andrea	Prima riska	Ukupno Total
1992.	298,4	77,1	-	-	-	375,5
1993.	44,2	29,5	0,8	-	-	74,5
1994.	86,0	24,2	1,9	-	-	112,1
1995.	56,3	74,4	-	-	-	130,7
1996.	93,9	67,7	-	-	-	161,6
1997.	61,0	58,9	-	-	-	119,9
1998.	105,0	18,7	-	5,2	-	128,9
1999.	82,8	9,5	-	1,4	-	93,7
2000.	38,9	12,5	-	12,9	-	64,3
2001.	20,4	5,9	-	7,6	-	33,9
2002.	-	13,4	-	7,9	-	21,3
2003.	-	-	-	3,0	-	3,0
2004.	5,0	-	-	10,0	-	15,0
2005.	-	1,0	-	2,1	2,1	5,2

4. Izrada elaborata o zemljištu

U OPO za pirinač izrađen je i veliki broj naučno-istraživačkih projekata i elaborata o zemljištu, za projektovanje i izgradnju detaljne mreže hidrosistema u Makedoniji (za Skopsko, Radoviško, Gostivarsko i Probištipsko polje). Od osobitog je značaja rad na elaboratu o hidrosistemu "Bregalnica" (koji obuhvata Kočansko, Štipsko polje i Ovčepoljski region), kao i na elaboratima o proizvodnim ciljevima zemljišta - površine u vlasništvu poljoprivrednih kombinata, zadruga i individualnih poljoprivrednika u istočnom delu Makedoniji.

SADAŠNJE STANJE PIRINČA U REPUBLICI MAKEDONIJI

1. Zasejane površine i prinosi

Poslednjih godina površine zasejane pirinčem, prosečan prinos i ukupna proizvodnja su veoma varijabilni (Tabela 7). Najmanje je površina (1.200 ha) zasejano 1994. godine, a najviše (8.465 ha) 1992. godine. Najmanji prinos po jedinici površine (1.830 kg/ha) postignut je 1993. god., kao rezultat ekstremnih suša i nedostatka vode za navodnjavanje, dok su najveći prinosi (6.500 kg/ha) ostvareni u 2003. godini.

Tabela 7. Zasejane površine, prosečni prinosi i ukupna proizvodnja pirinča u Makedoniji
Table 7. Planted areas, average yields and total production of rice in Macedonia

Godina Year	Površine (ha) Areas (ha)	Prosečni prinos (kg/ha) Average yield (kg/ha)	Ukupna proizvodnja (tona) Total production (tons)
1992.	8.465	5.000	42.000
1993.	3.500	1.830	6.420
1994.	1.200	5.100	6.120
1995.	1.316	5.200	6.843
1996.	4.800	5.300	25.440
1997.	5.500	3.600	19.800
1998.	3.905	4.800	18.744
1999.	3.455	4.870	16.825
2000.	4.510	4.530	20.430
2001.	1.978	4.200	8.307
2002.	2.450	4.500	11.025
2003.	3.962	6.500	25.753
2004.	3.870	5.000	19.350
2005.	2.700	5.500	14.850
Prosek / Average	3.687	4.709	17.279

Prosečni prinos pirinčane arpe u Makedoniji kreće se oko 4.709 kg/ha, što je veoma blizu proseka zemalja Evropske Zajednice.

2. Priprema površina za setvu

Priprema površina za setvu pirinča je mehanizovana i ista kao i za druga strna žita. Optimalni rok za setvu počinje u drugoj dekadi aprila i traje do kraja maja. Najčešće se primenjuje setva ručnim raspršivanjem u vodenom sloju. Navodnjavanje je permanentno putem prelevanja i potrebna je oko 15.000 do 18.000 m³/ha vode u proseku.

3. Korovi, bolesti i štetočine kod pirinča

Proizvođači po potrebi vrše zaštitu od korova i štetočina tokom vegetacije, koristeći pretežno registrovana zaštitna sredstva. Pojava bolesti je veoma retka usled povoljnih klimatskih uslova za gajenje pirinča, tako da tretiranje hemijskim sredstvima u te svrhe izostaje. Najznačajniji korovi koji prate pirinač u Makedoniji su vrste i varijeteti *Echinochloa spp.*, kao i vrste fam. *Cyperaceae*: *Scirpus spp.* i *Cyperus spp.* (20, 21). Izuzetno je opasan korov - crveni pirinač koji je veoma sličan sa kulturom pirinča, odnosno predstavlja njegov varijetet, te se vrlo teško razaznaje (22). Ove forme pirinča predstavljaju stabilizovane varijetete vrste *Oriza sativa L.*, grupa *utillisima*, *Korn*, podgrupe *communis*, *Korn*; klon *japonica*. Prema klasifikaciji Guščina (3) pripadaju varietetima *bicolorata*, *Kanevsk.*, *desvauxii*, *Korn*.

i *caucasica*, *Bat.* (23). Efikasna borba protiv korova zahteva sistematsku kombinaciju preventivnih, mehaničkih i proizvodnih mera i hemijskih tretmana (24). Hemijska borba podrazumeva pravilnu primenu herbicida koji selektivno kontrolišu nicanje i razvoj korova u pirinču, dok njihova efikasnost zavisi od primenjenih vidova herbicida i njihove adekvatne kombinacije podešene florističkom sastavu korova. Istraživanjem entomofaune kod pirinča u Makedoniji utvrđeno je prisustvo insekata iz sledećih 10 redova: *Diptera*, *Homoptera*, *Himenoptera*, *Thysanoptera*, *Collembola*, *Coleoptera*, *Lepidoptera*, *Heteroptera*, *Orthoptera* i *Odonata* (25). Najbrojniji su insekti reda *Diptera Brachicera* i to 189 vrste svrstane u 23 familija. Od njih su dominantne vrste: *Ephydra riparia* Fall., *Hidrellia griseola* Fall., *Notiphila stagnicola* R.-D., *Caenia fumosa* Stenh., *Dichaeta caudata* Fall. (fam. *Ephydridae*), *Chrysotus cilipes* Meig. i *Chrysotus suavis* Lw. (fam. *Dolichopodidae*) (26). U fauni *Diptere Brachicera* štetne vrste su više zastupljene po kvantitativnom (26,34%), nego po kvalitativnom sastavu (1,06%).

4. Primena mineralne ishrane (upotreba đubriva, količina, vreme i način njihovog doziranja)

Istraživanja su pokazala da se prinos pirinča može povećati od 40-50% đubrenjem, izborom sorte za 40-50%, obradom zemljišta 10-20% i primenom kvalitetnog semenskog materijala od 10-20%. Najbolji prinosi se postižu ako se površine namenjene za zasejavanje pirinčem đubre

nakon diskovanja zemljišta, a pre setve pirinča, i to kompleksnim mineralnim đubrivima (NPK sa različitim odnosom sadržaja aktivnih materija) ili Urejom (27, 28, 29). U toku vegetacije pirinča prema potrebi vrši se prihranjivanje urejom ili KAN-om. Pri đubrenju pirinča optimalna doza azota kreće se od 120-140 kg/ha a fosfora i kalijuma 60-75 kg/ha. Azotna đubriva se unose u više mahova i to 2/3 pre setve, a jedna trećina za vreme bokorenja.

5. Primena pesticida (integralna zaštita od korova, bolesti i štetnika)

Poslednjih godina pirinač rotira u plodoredu sa drugim kulturama, tako da je kompleksna integralna zaštita od korova od prioritetnog značaja. U određenim uslovima agrotehnika se javlja kao preduslov za bolji razvoj ili razmnožavanje korova kod pirinča (30). Naime, loše izvedena nivelacija površina može biti uzrok za njihovu veću zastupljenost.

6. Kvalitetne osobine sirovog pirinča (arpe) i njuegovih proizvoda

Žetva pirinča se izvodi mehanizovano (kombajnom) u oktobru. Nakon žetve pirinčana arpa

(sirovi pirinač) se nosi u adekvatna skladišta gde se vrši prijem, čišćenje, sušenje, skladištenje, i gde će se ona sačuvati u zdravstvenom i hemijsko-tehnološkom ispravnom stanju. Dužina roka skladištenja arpe zavisi od više faktora koji uslovljavaju način čuvanja.

Zrno arpe je omotano ljuskom i zbog toga ono nije pogodno za direktnu ishranu. U fabrikama, takozvanim ljuštionicama, sirovi pirinač (arpa) se prerađuje primenom operacija: čišćenje, sušenje, ljuštenje arpe, izdvajanje zdravih zrna iz loma, čišćenje belog pirinča od kamenčića, klasifikacija prema boji, pakovanje i skladištenje. Ovisno od stepena prerade dobijaju se različiti proizvodi: *oljušteni pirinač (kargo ili braon pirinač), beli pirinač, glazirani pirinač i vitaminizirani pirinač.*

Sastav, odnosno zastupljenost određenih nutritivnih sastojaka u zrnu pirinča, osnovne su odlike njegove vrste iako postoje određena odstupanja ovisno od sorti, pedoloških i klimatskih uslova, i nivoa i intenziteta primene određenih agrotehničkih mera (đubrenja, korišćenje određenih hemijskih ili fizičkih biostimulatora itd.)

Tabela 8. Sadržaj pojedinih elemenata u zrnu pirinča (32)

Table 8. Content of some elements in grain (32)

Element/Element	N	P	K	Ca	Mg
Sadržaj na suvu masu/ Content on dry matter (%)	0,97-1,78	0,30-0,36	0,52-0,68	0,014-0,036	0,022-0,052

Tabela 9. Hemijski sastav zrna (Vasilevski, 1997)

Table 9. Chemical composition of grain (Vasilevski, 1997)

Vid pirinča Type of rice	Voda Water (%)	Ugljeni hidrati Carbohydrates (%)	Sirovi proteini Crude protein (%)	Masti Fats (%)	Celuloza Fiber (%)	Pepeo Ash (%)
arpa (sirovi pirinač) / paddy rice	13,50	66,00	6,80	1,60	7,41	4,07
kargo (braon)/ brown or cargo rice	10,40	77,20	7,90	2,90	3,50	1,50
beo / white or milled rice	11,40	79,90	7,10	0,70	1,00	0,60
vitaminiziran/ parboiled	10,20	81,70	6,80	0,70	1,80	0,80
polukuvani/ precooked or instant	8,10	83,60	7,70	0,30	1,60	0,30

Rezultati ispitivanja sadržaja proteina u neoljuštenom sirovom zrnu - arpi i oljuštenog - kargo pirinča, kod 61 sorte pirinča domaćeg i stranog porekla (Italija, SAD, Rusija, Kina, Koreja, Francuska i Bugarska) su pokazali da su

vrednosti dosta variraju i da njihov sadržaj u ispitivanim sortama iznosi 6,72-10,12% u arpi i 6,31-10,29% u kargo pirinču. Od domaćih sorti sa najvećim sadržajem proteina odlikuje se sorta Br. 51 (arpa - 9,52%, kargo - 9,88%), a od stranih:

italijanska - *Rodio* (arpa - 9,52%, kargo - 9,88%); američka - *Lemont* (arpa - 10,12%; kargo - 9,88%); kineska - *Si jon N^o 6* (arpa - 10,00%, kargo - 10,29%) i ruska sorta *Uzros 275* (arpa - 9,10%, kargo - 8,98%) (31). Sorte sa najvećim sadržajem proteina se koriste kao roditelji u programu selekcije prilikom stvaranja novih visokoproteinskih sorti pirinča.

Sadržaj pojedinih elemenata u zrnu pirinča izražen u procentima na suhu materiju je prikazan u tabeli 8 (32).

Osnovni kvalitet pirinča temelji se na njegovom hemijskom sastavu, odnosno sadržaju:

Tabela 10. Sadržaj vitamina i mineralnih materija pirinča (2)

Table 10. Content of vitamins and minerals in rice (2)

Vitamins i minerali/ Vitamins and minerals	Sirovi pirinač (arpa) Paddy rice (mg/kg)	Beli pirinač/ White or milled rice (mg/kg)	Vitaminizirani Parboiled (mg/kg)
B1	4,3	0,5	1,9
B2	0,4	0,1	0,2
PP	73	6,5	59
B5	12	3,7	11
B6	5,7	1,3	5,6
Fosfor / Phosphorus	3.200	830	1.210
Kalium / Potassium	2.300	650	1.230

Od 1980. god. u Makedoniji počinje da se proizvodi i tzv. "parboiled" - prirodno vitaminizirani pirinač, proizvod koji je Evropi poznat od ranije. Proizvodnja vitaminiziranog (parboiled) pirinča zasniva se na tretmanu vodenom parom ili toplom vodom pirinčane arpe, pre ljuštenja. Tokom ovog tretmana gube se male količine belančevina i skroba, dok u vodi rastvorljivi vitamini i mineralne materije difuzijom prelaze iz ljuske u zrno. Tako ovaj tretman uzrokuje povećanje randmana i sadržaja vitamina i mineralnih materija (Tabela 10). Zbog svojih kvalitetnih osobina prirodno vitaminizirani (parboiled) pirinač ubraja se u paletu proizvoda "Prehrana 5", koje imaju veće hranljive vrednosti.

ZAKLJUČAK

Iz prikazanih rezultata naučnih istraživanja vezana za pirinač i stanje proizvodnje pirinča u Makedoniji mogu se izvesti sledeći zaključci:

- Proizvodnja pirinča je veoma varijabilna kako u odnosu na zasejane površine, tako i u odnosu na prinose, međutim, pirinač i dalje ostaje značajna poljoprivredna kultura u R. Makedoniji, koja zadovoljava celokupne domaće potrebe, a značajne se količine i izvoze.

vode, bezazotnih ekstraktivnih materija (ugljenohidrata), sirovih proteina, masti, celuloze i pepela (Tabela 9) i on je uslovljen stepenom prerade (2).

Naime, znatne su razlike u sadržaju svih sastavnih komponenata između braon (kargo) i belog pirinča, proizvoda dobivenih klasičnim postupkom ljuštenja kao i vitaminiziranog i polukuvanog pirinča, proizvoda dobivenih novim tehnološkim postupcima.

- Postignuti rezultati naučno-istraživačkog rada, na kojima se temelje proizvodnja i prerada pirinča, zajedno sa zemljišno-klimatskim uslovima za gajenje pirinča, dobra su osnova za dalju proizvodnju i širenje ove kulture.
- Unapređivanje tehnologije proizvodnje i prerade kao i marketing su preduslov za dalja istraživanja, sa naučnog i aplikativnog aspekta.

LITERATURA

1. Boaksen, H i Č. Šuja, Kina: 7000 godini odgledovanje na oriz. Glasnik na UNESCO, Dekemvri, Paris, France, (1984)
2. Vasilevski, G. i P. Nikolov, Oriz: proizvodstvo i prerabotka, Tribina Makedonska, pp. 160, Biblioteka Agronauka, Skopje, (1997)
3. Gušcin, G., Botanička klasifikacija kulturnog risa, Krasnodar, (1934)
4. Piacco, R., La coltivazione del riso, Vercelli, (1961)
5. Tsunoda, S., N. Takahashi, Biology of Rice, Japan Sci.Soc. Press, Tokyo/Elsevier, Amsterdam, pp.361-375 (1984)
6. Nguyen, V. N., Chapter I. Rice production, consumption and nutrition, FAO Rice Information, Available online at

- <http://www.fao.org/DOCREP/005/Y4347E/y4347e02.htm> (2002).
7. FAO Rice Information, Rice in Europe. Twenty-Forth FAO Regional Conference for Europe, Montpellier, France, 5-7 May 2004. Agenda Item 10. International Year of Rice 2004. Available online at <http://www.fao.org/DOCREP/MEETING/008/J2133E.HTM> (2004)
 8. Bocevska M., D. Andreevska, V. Ilieva, Pirinač-višenamenska sirovina za uljarsku industriju. 44. Savetovanje "Proizvodnja i prerada uljarica", Zbornik radova, pp. 113-119, Budva, (2003)
 9. Filipovski, Đ., R. Rizovski, P. Ristevski, Karakteristiki na klimatsko-vegetacijsko-počvenite zoni (regioni) vo R.Makedonija. pp.177, MANU, Skopje, (1996)
 10. Lazarevski, A., Klimata vo Makedonija. Kultura, pp.282, Skopje, (1993)
 11. Yoshida, S., Fundamentals of rice crop science, in: The International Rice Research Institute, Los Bano, Laguna, Philippines. pp. 269, (1981)
 12. Sozdavanje na novi sorti oriz, Završen Izveštaj za naučno-istraživački projekt, Kočani, (1985)
 13. Selekcija na visokoproteinski sorti oriz, Završen Izveštaj za naučno-istraživački projekt J F P-625, Kočani, (1990)
 14. Selekcija na oriz, Završen Izveštaj za naučno-istraživački projekt, Kočani, (1990)
 15. Selekcija na oriz, Završen Izveštaj za naučno-istraživački projekt, Kočani, (1994)
 16. Selekcija na oriz, Završen Izveštaj za naučno-istraživački projekt, Kočani, (1997)
 17. Sozdavanje novi sorti oriz so hibridizacija među geografski oddalečeni roditelski formi, Završen Izveštaj za naučno-istraživački projekt, Kočani, (2000)
 18. Ispitivanje na možnostite za postiganje na maksimalni prinosi od oriz, Završen Izveštaj za naučno-istraživački projekt, Kočani, (1988)
 19. Baldi, G., G. Fossati, M. Moletti, Varieta di riso in Italia. Ente nazionale risi, (1988)
 20. Serafimov, I., "Primena na herbicidi protiv plevelite *Echinochloa* spp., *Scirpus* spp. i *Cyperus* spp. vo orizot". Simpozium za klasesti pleveli, Ohrid, Rezime na referati, (1971)
 21. Serafimov, I., Klasestite pleveli vo orizištata vo kočansko i rezultatite od hemiskata borba protiv niv., Simpozium za klasesti pleveli, Skopje p.111-117, MANU (1973)
 22. Gjorgieva, V., Nekoi karakteristiki na hibridite dobieni so krstosuvanje na kulturni beli sorti i crveno-zrnesti genotipovi oriz. Magisterski trud, Zemjodelski fakultet Skopje, (1997)
 23. Ilieva V., J. Matveeva, Taksonomska pripadnost na najzastapenite crveno-zrnesti formi oriz vo Kočansko. Zbornik na trudovi XXIII Sredba "Fakultet-Stopanstvo"98, vol.6, pp. 61-72, Skopje (1998)
 24. Karov, I., Suzbivanje na ednogodišnite i mnogogodišnite pleveli vo orizištata so selektivni i totalni herbicidi. Godišen izveštaj za naučna rabota vo orizoproizvodstvoto, Institut za oriz, Kočani, (1989)
 25. Tomeva E., Sostav na entomofaunata na orizot vo Makedonija. Sredba Fakultet-Stopanstvo '98, Skopje Zbornik na trudovi XXIII, vol. 6, p. 73-85, (1998)
 26. Tomeva E., Faunata na Diptera Brachycera na orizot vo Republika Makedonija. Godišen Zbornik na Zemjodelskiot institut- Skopje, Skopje, vol. XXII/XXIII, pp. 141-154 (2004)
 27. Bojadieva N., Upotreba kompleksnih (NPK) đubriva za povećanje prinosa pirinča, "Agrohemija", No 1-2, Beograd, pp.35-41, (1981)
 28. Gjorgjiev, M., D. Andreevska, Vlijanie na različni količini azot na prinosit, sođržinata na hlorofil vo listovite i vkupen azot, proteini, proteinskite frakcii, fosfor i kalium vo zrnoto na oriz. God. Zbornik, Biol. kn. 41-42, pp. 351-369, Skopje, (1990)
 29. Vlijanie na načinot i vremeto na koristenje na azotot vrz prinosit i kvalitetot na zrnoto kaj dve sorti oriz i sođržinata na pristapen mangan i magnezium vo oriznite počvi. Završen izveštaj za naučno-istraživački projekt Kočani, (1998)
 30. Andov, D., Morfološki-biološki i hemisko-tehnološki svojstva na neкои sorti oriz odgleduvani kako prva i kako vtora kultura. Magisterski trud, Zemjodelski fakultet, Skopje, (1997)
 31. Andreevska D., V. Ilieva, Sođržina na proteini vo zrnoto kaj različni sorti oriz, 16. Kongres na hemičarite i tehnoložite na Makedonija (so međunarodno učestvo), Skopje, Kniga na trudovi, t.1 pp. 267-270, (1999)
 32. Andreevska D., M. Spasenoski, Zastapenosta na poznačajnite makroelementi vo zrnoto na orizot vo zavisnost od sortata i azotnoto gjubrenje. Godišen Zbornik na Zemjodelskiot institut Skopje, vol. XXI, pp. 47-64, (2001)

RICE: BRAN AND HULL IN OIL INDUSTRY

Mirjana Bocevska

Hulls and bran are byproducts of rough rice milling to white rice. Their composition, high level of silica in the hulls and lipids in the bran, makes them valuable raw materials for oil industry. Rice bran is a good source of nutritive, stable and healthy oil, hulls can be used as adsorbents for oil bleaching and both hulls and bran as agents for waste water treatment. The presence of enzyme lipase in rice bran causes fast rancidity. The article describes various techniques used for stabilization of rice bran and extraction and refining of rice bran oil.

Key words: rice, bran, hulls, stabilization, oil, extraction, refining, waste water treatment

PIRINAČ: LJUSKA I MEKINJE U INDUSTRIJI ULJA

Ljuske i mekinje su sporedni proizvodi koji se dobijaju tokom prerade sirovog pirinča do belog pirinča. Njihov sastav, visoki sadržaj silike u ljuskama, i ulja kod mekinja čini ih vrednim sirovinama za industriju ulja. Pirinčane mekinje su dobar izvor nutritivnog, stabilnog i zdravog ulja, dok je ljuska pogodni adsorbent za beljenje ulja, a zajedno ljuska i mekinje se koriste kao agensi za pročišćavanje otpadnih voda. Prisustvo enzima lipaze kod pirinčanih mekinja uzrok su pojave užeglosti. U ovom radu opisane su raznovrsne tehnike za stabilizovanje pirinčanih mekinja i ekstrakciju i rafinaciju ulja pirinčanih mekinja.

Ključne reči: pirinač, mekinje, ljuske, stabilizacija, ulje, ekstrakcija, rafinacija, tretman otpadnih voda

INTRODUCTION

Rice is an annual plant, growing to 1-1.8 m in height, occasionally more, with long slender 50-100 cm long and 2.5 cm broad leaves (1). The seed is a grain (caryopsis) 5-12 mm long and 2-3 mm thick (2,3). Although it is believed that rice cultivation is well suited to countries and regions with high rainfall, it can be grown practically anywhere, even on steep hillsides. Two species of rice are domesticated, Asian rice (*Oryza sativa*) and African rice (*Oryza glaberrima*). *O. sativa* originates around the hills of the Himalayas with variety *indica* (with thin grains) on the Indian side, and *japonica* variety (with bold grains) on the Chinese side. Around the 800 BC *O. sativa* was adopted for cultivation in the Middle East and Mediterranean Europe. Rice is the third widespread crop in the world, after corn and wheat (3). World production has risen steadily from about 200 million tons of rough rice (paddy) in 1960 to 600 million tons in 2004 (Fig.1) (4).

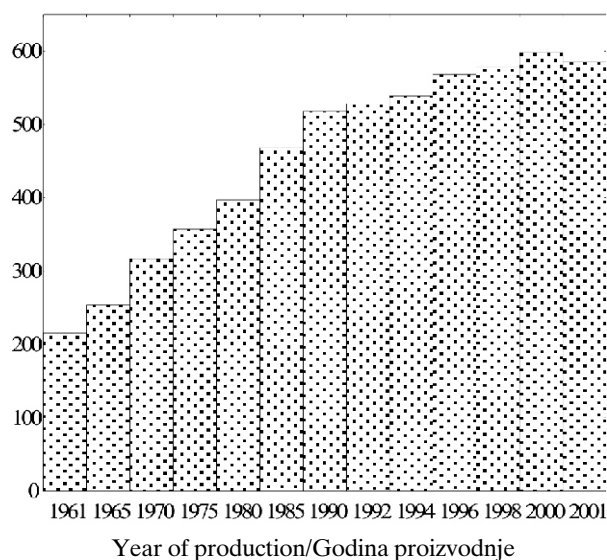


Figure 1. Rough rice production (x 1000.000 t) for the period 1961-2001

Slika 1. Proizvodnja sirovog pirinča (x 1.000.000 t) za period 1961-2001.

The main rough rice producers in 2005 were China, India, Indonesia, Bangladesh, Vietnam, Thailand, Myanmar, Pakistan, Philippines, Brazil and Japan (1). Of total world rice production only about 0.5% are produced in Europe (mainly in

Dr Mirjana Bocevska, Faculty of Technology and Metallurgy, University "Sts. Cyril and Methodius, Skopje, Department of Food Technology, Rudger Bosković, 16, 1000 Skopje, Macedonia, e-mail:mirjana@tmf.ukim.edu.mk

Italy, Spain, Portugal and Greece), however their productivity is considerably higher (5,25 t/ha) than in the rest of the world (3,87 t/ha) (1). The climate in Republic of Macedonia favours rice cultivation along the rivers Bregalnica and Struma and less around the river Vardar, on areas of about 6000 ha.

A small amount of rice crop is used as ingredients in processed foods and as feed but the bulk is consumed as cooked rice. Rice is a staple food for about three billion people in Asia and also part of diet of people in other parts of the world (5). Rice has a bland taste and possesses unique nutritional properties. Some of its quality characteristics, like digestibility (6) and gelatinization behavior (7) correlate very well with physico-chemical characteristics of the grains. Compared with other cereals rice contains about 7-10% of proteins (8) which are hypoallergenic and rich in essential amino acid lysine. The lysine content of 3-4% (~50% higher than that of wheat) is among the highest in cereal proteins (9). Furthermore, rice proteins exert cholesterol-lowering effects (10) and inhibitory effect on mammary tumors induced by model carcinogen 7,12-dimethylbenz[a]anthracene (DMBA) (11).

Rough rice is processed into white rice (polished rice) through a series of operations where hull, germ and bran are separated. First, all extraneous matters, such as leaves, empty grains, stalks and stones are removed in the process of cleaning. In some occasions parboiling (keeping in hot water for some time) is used to improve minerals and vitamins content of the grain and facilitate hull removal. In modern rice mills hull is separated first in the sheller, leaving the bran on the endosperm. Hulled rice is commonly called brown (cargo) rice. Then, removing the bran with separate operation of polishing white rice is obtained. Depending on type of rice, rate of milling and other factors, the percentage of white rice and byproducts- hulls and bran varies (Fig. 2).

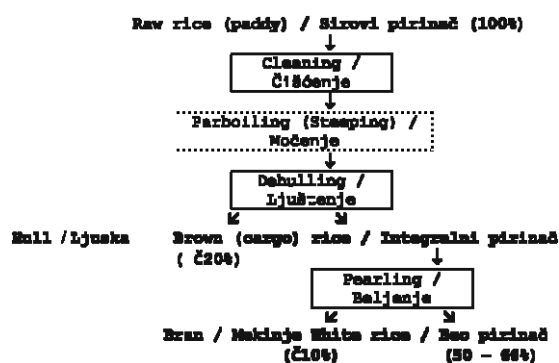


Figure 2. Processing steps in rice milling
Slika 2. Procesne faze prerade pirinča

Agricultural byproducts are often used as waste materials, therefore high nutraceutical value is lost. Using proper techniques rice hulls can be burned and used as power fuel, while the ashed product as effective abrasive material. Until recently rice bran was mostly used as cattle feed. However, in the last years a perceptible changes towards modernization of processing, product quality and utilization of rice byproducts occurred. Very important possibility is to use them as valuable raw materials for oil industry: as source of nutritive, stable and healthy oil, as adsorbents for oil bleaching and agents for waste water treatment.

CHARACTERISTICS OF RICE BRAN AND HULLS

Utilization of rice hulls and bran as value-added byproducts is predetermined of their composition (Tab.1). High level of silica is the main characteristic of hulls. Compared to other cereal brans, rice bran is rich in lipids, proteins, fiber, minerals, B vitamins, phytin, phospholipids and wax (Tab.1). It also contains enzymes, microorganisms, insects and potential harmful contaminants (12, 13).

When bran is abraded during rice milling, lipase and neutral oil are brought together. Lipases, both endogenous to the bran and of microbial origin, hydrolyze bran oil to produce long chain fatty acids that are responsible for acidic and soapy flavors. Lipolysis commences shortly after the bran is removed from brown rice and the rate of fatty acid release is very high (14), depending on moisture content and environmental conditions, relative humidity and temperature. (Fig. 2).

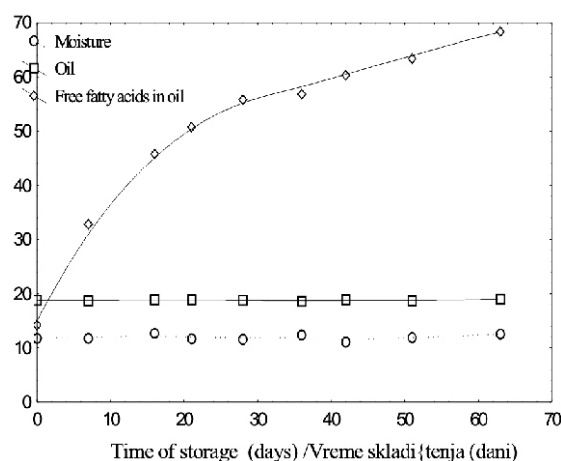


Figure 3. Total free fatty acid in raw rice bran stored at ambient temperature (22- 26°C)
Slika 3. Sadržaj slobodnih masnih kiselina u sirovim pirinčanim mekinjama tokom skladištenja na sobnoj temperaturi (22- 26°C)

Table 1. Composition of rice bran and hulls
Tabela 1. Sastav pirinčanih mekinja i ljuske

Components/ Komponente	Bran	Hulls
Proteins/ Proteini	10 - 22	2 - 5
Oil / Ulje	4 - 22	4 - 7
Carbohydrates/ Ugljenihidrati	30- 50	65 - 80
Ash/ Pepeo	7- 28	14 - 22
Fibers/ Vlakna		65 - 80
Crude/ Sirova	3-7	-
Total dietary/ Ukupni dietetski	25 - 36	-
Soluble fiber/ Rastvorljiva vlakna	1.8- 3.2	-
Insoluble fiber /Nerastvorlva vlakna	22 - 33	-
Macrielements / Makroelementi (mg/g)		
Silica/ Silika	10-60	130-160
Magnesium /Magnezijum	5 -13	-
Calcium / Kalcijum	0,3 - 1,2	0.13 - 21
Phosphorus / Fosfor	11 - 15	0.02 - 0.07
Phytin phosphorus / Fitin fosforiliran	9 - 22	0,09 - 0.1
Microelements/ Mikroelementi (mg/g) (defatted)/ (obezmaščene)		
Chromium / Hrom	0.8	1.2
Cobalt / Kobalt	< 0.8	< 0.8
Copper / Bakar	26.0	< 2.0
Cink / Zinc	95.7	<0.2
Nickel/Nikl	2.1	8.5
Vitamins/Vitamini (mg/g)		
Thiamine (B1)/ Tiamin (B1)	12-24	-
Riboflavin (B2)	1.8-2.4	-
Niacin	224-389	-

The rice bran utilization for human consumption was not feasible until a practical method of stabilization was developed.

RICE BRAN OIL

The oil is a minor constituent of rough rice, making up just about 2% of its weight. The most of the oil is concentrated in the germ and bran layers, which comprised the bran - product of rice

milling. The oil content of the bran, produced in a modern rice mill, depends on rice variety and degree of milling, varying between 15 - 25%. Although this amount is nearly equivalent to that of soybean, rice bran has been used only to a small extent of its potential for producing edible oil. Decentralized rice milling and consequent logistical problems, as well as destabilization of the oil due to active lipase were major hurdles for greater utilization of rice bran for edible oil production. However, since 1930 the use of rice bran oil has increased, at first in Japan and later in other countries. In Japan approximately 80 thousand tons of rice bran oil are consumed annually (15, 16). Due to its composition this oil is considered premium health food (15).

a) Chemical composition

The major components of crude rice bran oil are neutral lipids, free fatty acids, waxes and unsaponifiable matters (Tab 2) (15, 16).

Table 2. Chemical composition and physicochemical parameters of crude rice bran oil
Tabela 2. Hemijski sastav i fizikohemijske karakteristike sirovog ulja pirinčanih mekinja

Components / Sastojci	(%)
Saponifiable lipids/Osapunjivi lipidi	90-96
Neutral lipids/ Neutralni lipidi	88-89
Triglycerides/Trigliceroli	83-86
Diglycerides/ Digliceridi	3-4
Monoglycerides/ Monogliceridi	6-7
Free fatty acids/ Slobodne masne kiseline	2-4
Waxes/ Voskovi	3-4
Glycolipids/ Glukolipidi	6-7
Phospholipids/ Fosfolipidi	4-5
Unsaponifiable lipids/ Neosapunjivi lipidi	4.2
Phytosterols/ Fitosteroli	43
Sterolesters/ Sterolestri	10
Triterpene alcohol/ Triterpenski alkoholi	28
Hydrocarbons/ Ugljovodonici	18
Tocopherols/ Tokoferoli	1
Physicochemical parameters/ Fizikohemijski parametri	
Acid value / Kiselinski broj	1.2
Iodine value/ Jodni broj	91.5
Saponifiable value/ Sapunifikacioni broj	211.8

Major lipid classes of lipid rice bran oil and their acid composition given in Table 3. point to

very good balance of saturated, monosaturated and polyunsaturated fatty acids (17).

Table 3. Major lipid classes of crude rice bran oil and their fatty acid composition
Tabela 3. Glavne klase lipida i sadržaj masnih kiselina sirovog ulja pirinčanih mekinja

Lipid class/ Klase lipida	Wt (%)	Fatty acid composition/ Sadržaj masnih kiselina (%)								
		14:0	16:0	18:0	18:1	18:2	18:3	20:0	Saturated/ Zasićene	Unsaturated / Nezasićene
TL	20.1	0.40	22.21	2.21	38.85	34.58	1.14	0.61	25.43	74.57
NL	89.2	0.43	23.41	1.88	37.24	35.29	1.07	0,68	26.40	73.60
GL	6.8	0.09	27.34	0.18	36.45	35.76	0.18	-	27.61	72.39
PL	4.0	0.11	22.13	0.16	38.11	39.32	0.17	-	22.40	77.60

TL-total lipids/ukupni lipidi; NL-neutral lipids/neutralni lipidi (nonpolar and free fatty acid/ nepolarni i slobodne masne kiseline); GL-glycolipids/glikolipidi; PL-phospholipids/fosfolipidi

Table 4. The triacylglycerol composition of crude rice bran oil

Tabela 4. Sastav triglicerida sirovog ulja pirinčanih mekinja

Triacylglycerols/ Triacilgliceroli	Crude rice bran oil / Sirovo ulje pirinčanih mekinja (%) \pm SD	Tm/ TT (°C)
LnLnLn	0.4 \pm 0.03	-
LLL	3.9 \pm 0.41	- 13.3
LLO	11.0 \pm 0.25	- 6.7
LLP	10.2 \pm 0.35	- 5.6
OOL or (OLO)	14.1 \pm 0.24	- 1.1
OLP	18.6 \pm 0.30	- 2.8
PPL	4.8 \pm 0.42	27.2
OOO	10.3 \pm 0.31	5.6
OPO	14.2 \pm 0.22	15.6
PPO	3.8 \pm 0.31	35.0
PPP	0.1 \pm 0.43	56.1
OOS	0.7 \pm 0.05	22.8
POS	0.6 \pm 0.06	37.8
Rest/ Ostatak	Unidentified/ Neidentifik.	Unidentified/ Neidentifik.

The ratio of saturated to polyunsaturated fatty acids (PUFA), as well as the effectiveness of antioxidants and antioxidant precursors in the oil are two main factors that predetermine the oil heat stability. Oil stability seems to be also dependent on the arrangement of PUFA in the triacylglycerol (TAG) molecules (Tab. 4). It affects and determines the functional and nutritional charac-

teristics of an oil because of well-known fact that the fatty acids incorporated in the TAG sn-2 position are better absorbed than those in sn-1 and sn-3 position.

The triacylglycerols of crude rice bran oil are divided into six classes: UUU, UUS, SSU, USU, SSS, SUS (18). The major TAG molecule species are OLP, OLO, OPO, OOO, LLP and LLO. Furthermore, it is interesting to note that the saturated fatty acids e.g. palmitic acid (16:0) in rice bran oil are located preferentially at position s-1,3, whereas the distribution of 18:0 did not differ greatly at both position, and 18:3 was also mostly located at the sn-1,3 position (19).

b) Nutritive value

Rice bran oil is among the best cooking oil. The oil has received attention because it is more stable under frying conditions than any other common vegetable oil (16, 20) due to a more even balance between linoleic and oleic acid, low level of linolenic acid and high content of nutraceutical compounds like oryzanols and vitamin E (14, 17, 19, 21, 22, 23). The term "vitamin E" covers a family of related compounds that possess a hydrochromane ring and a terpenoid side chain located at position 2 of the ring as a common feature (Fig. 4). They are divided into two main groups: tocopherols with a saturated isoprenic side chain (Structure I) and tocotrienols with three double bonds on the isoprenic chain (Structure II). Within this two groups, distinction is made between α -(5,7,8-trimethyltocol), β -(5,8-dimethyltocol), γ -(7,8-dimethyltocol) and δ -(8-methyl-tocol) tocopherols and tocotrienols according to the number and position of the methyl substituents of the chromane ring (24).

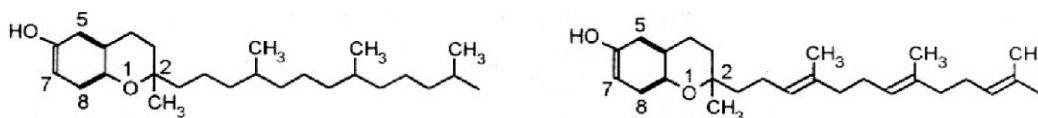


Figure 4. Structures of tocopherols, substances having vitamin E activity
Slika 4. Struktura tokola, supstance koje poseduju aktivnost vitamina E

Tocotrienols are known for their greater *in vivo* antioxidant potency than that of α -tocopherol. Immuno modulation, anti platelet aggregation, antithrombotic and anticancer activities are other health attributes of tocotrienols (15).

γ -Oryzanol is a lipid fraction, unique to rice bran oil, containing ferulate (4-hydroxy-3-methoxy cinnamic acid) esters of triperpene alcohols and plant sterols (Fig. 5): I-cycloartenyl ferulate, II-2,4-methylene cycloartenyl ferulate, III-cam-

pestryl ferulate, IV-cycloartenyl ferulate and V- β -sitosterol ferulate (22,24). The quantitative and selective extraction of these compounds from the complex matrix of the bran is tedious and care must be taken to avoid their oxidation during extraction (24). The γ -oryzanol component of rice bran oil can be simultaneously separated and quantified by high performance liquid chromatography (24-26).

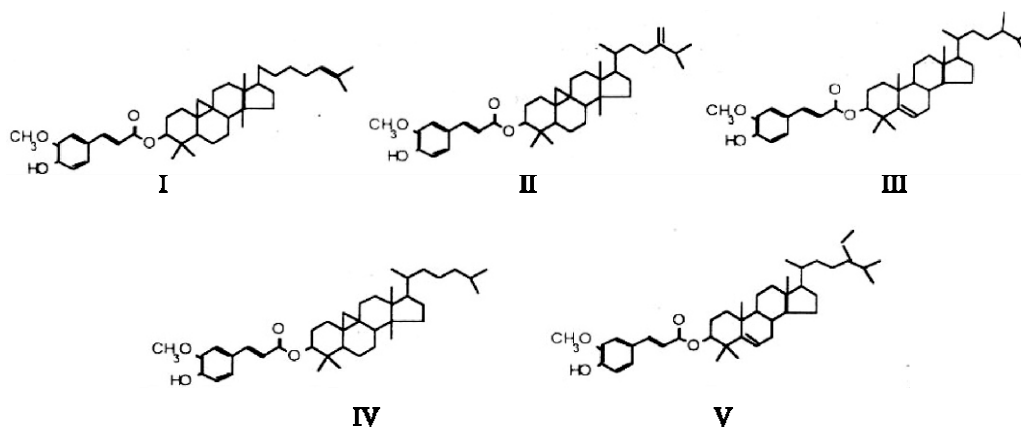


Figure 5. Oryzanol components
Slika 5. Komponente orizanova

Oryzanol is an antioxidant and is believed to possess curative functions for various human diseases. It is known as hypocholesterolemic (25), agent that promotes growth, facilitates blood circulation, stimulates hormonal secretion (27). Oryzanol has also been used to treat hyperlipidemia, menopause disorders and to increase muscle mass (22).

STABILIZATION OF RICE BRAN

Rice bran may be an important source of oil for direct human consumption, of proteins and of some nutrients on condition that rancidity of bran is prevented. Several processes have been studied to inactivate lipases and stabilize rice bran, from thermal and chemical treatments to storage in controlled atmosphere, at low temperatures, and simultaneous blanching and extraction.

Radiation processing of food is used to inhibit enzymes and reduce the number and/or activity of viable microorganisms and insects. The effect of three irradiated doses, 5, 10 and 15 kGy, on an-

oxidants and stability of oil in rice bran during post γ -irradiation storage is investigated (17). The level of free fatty acid (3.6 % in bran oil) and phospholipids content (4.02% in oil) of rice bran irradiated at 5 kGy are not significantly different from that of raw bran, however an increase of irradiation doses to 15 kGy results in significant increase of free fatty acid content of oil to 6.06% and decrease of phospholipids content in oil to 3.66%. Irradiated rice bran shows similar increase in free fatty acid content as raw bran during 50 weeks storage. Decomposition of tocopherols (from 50 to 80%), tocotrienols (from 20 to 90%) and oryzanol (from 10 to 22%), in depends of used radiation dose, was observed as the result of irradiation. During storage further loss of total E vitamins and oryzanol occurred. This indicates that γ -irradiation does not provide any beneficial effects on rice bran stabilization.

Ohmic or electrical heating is also used for rice bran stabilization (28). Rice bran samples are heated electrically using an alternating current of 1 or 60 Hz and electric field strength of 100 V/cm.

It was found that ohmic heating is not enough effective stabilization method for rice bran without the addition of moisture. The low electrical conductivity of the bran does not allow the temperature of the sample to increase, which would provide the means for stabilization. This is reflected in increased free fatty acid content during storage, however, not as quickly as in control, indicating that ohmic treatment without moisture addition had a damping effect on lipase activity. With moisture addition to content of 21%, which enables heating over 100°C, stabilization of rice bran was satisfactory. Free fatty acid concentration increases more slowly during storage than in control samples, subjected to ohmic heating with no corresponding temperature rise, indicating that electricity has a non-thermal effect on lipase activity.

Microwave heating is not suitable for bran with initial moisture content of 10.5%, because the lack of moisture results in burnt bran. When adjusted to 21% moisture content, rice bran is stabilized satisfactorily with 3 min heating in microwave oven preheated for three minutes prior to loading the rice bran (29). The free fatty acid content of microwave-heated bran samples (21% moisture content) stored for 6 weeks in bags at room temperature (25°C), increased only by 0,7% (from 3.2% to 3.9%), while in untreated raw bran, stored identically, from 3.9% to 18% (28).

The most common procedure for rice bran stabilization is with an extruder. The extrusion process can be used to inactivate lipases by increasing the temperature of the extruded material. However, the severe conditions of temperature, pressure, and intense mechanical shear employed during extrusion affect physical and chemical changes in

rice bran. The total free fatty acids in stabilized rice bran oil and stability of vitamin E vitamers and oryzanol depend on extrusion temperatures and post extrusion time of storage. As the time of storage proceeds the level of FFA in oils extruded at temperatures 110-140°C increase (Fig. 6). The free fatty acid level is higher in rice bran extruded at 110°C than for the other three extrusion temperatures. It is believed that higher residual lipase activity (2.3%) in rice bran extruded at 110°C than from extrusion above 120°C may have been the reason for more pronounced free fatty acid content.

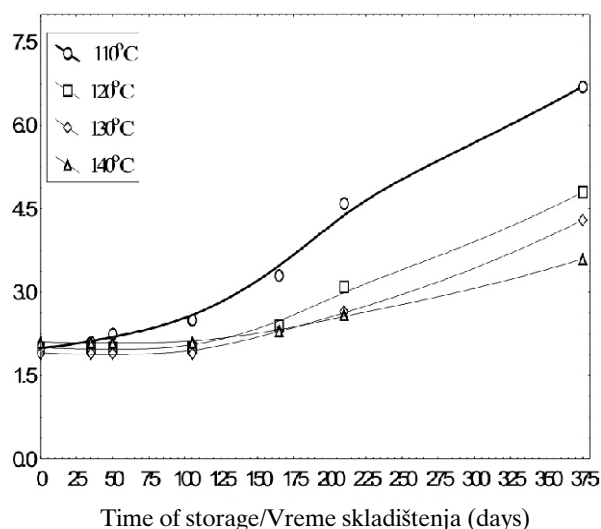


Figure 6. Total free acid in stabilized rice bran at different extrusion temperature, stored at ambient temperature (22-26°C)

Slika 6. Ukupne masne kiseline u pirinčanim mekinjama stabilizovani pri različitoj temperaturi ekstrudiranja, skladištenim pri sobnoj temperaturi (22-26°C)

Table 5. Loss of E vitamers and oryzanol during extrusion stabilization of rice bran
Tabela 5. Gubitak E vitamera i orizanola tokom ekstruzione stabilizacije pirinčanih mekinja

Extrusion temperature/ Temperatura ekstrudiranja (°C)	Total E vitamers/ Ukupni E vitameri (mg/kg bran) (mg/kg mekinja)	Loss of E vitamers / Gubitak E vitamera (%)							Oryzanol/ Orizanoli	
		α -T	α -T3	β -T	γ -T	γ -T3	δ -T	δ -T3	Total/ Ukupni (mg/kg bran)	Lost/ Gubitak (%)
110	304.23	8.7	7.9	4.8	7.1	9.1	4.2	5.9	3132.2	4.1
120	297.96	10.5	8.7	6.5	8.0	10.5	6.4	7.5	3089.6	4.8
130	286.21	13.7	10.6	8.8	11.7	13.7	6.8	12.3	3052.5	5.7
140	273.91	17.6	14.5	11.1	13.7	18.0	9.2	13.2	2981.1	7.7

The extrusion temperature also affects the content of E vitamins and oryzanol in extruded rice bran (Tab. 5). γ -tocotrienol is the most sensitive to heat. The order of stability of E vitamins in extruded rice bran for all extrusion temperatures is: δ -T > β -T > δ -T3 > γ -T > α -T3 > α -T > γ -T3. Oryzanol is relatively stable to heat, however during extrusion at 140°C and holding time of 6 min about 10,8 % is lost (14).

During storage of raw rice bran (unstabilized) loss amounting 44% of total vitamins was estimated after 35 days. The order of loss of E vitamins and oryzanol in raw rice bran after 35 days is: α -T (57,7%) \geq α -T3 (56,8%) > γ -T3 (39,6%) > γ -T (34,9%) \geq δ -T3 (34,0%) \geq β -T (33,4%) \geq δ -T (32,9%) > oryzanol (16,4%). This confirmed that α -tocopherol and α -tocotrienol are less stable than other E vitamins during storage. Beyond 35 days storage, the decomposition of α -tocopherol and α -tocotrienol is slower. On the other hand, γ -tocotrienol and oryzanol exhibit a steady decomposition rate during storage. After 1 year storage 73% of the total vitamin E content and about 61.5% of oryzanol was lost. Change of E vitamins and oryzanol in extruded rice bran during storage also occurred. In rice bran extruded at 110°C total concentration of vitamin E was reduced by 21% and 46% after 7 days and 105 days of storage, respectively. However, the content of E vitamins and oryzanol of rice bran extruded at 110°C was higher from 105 days through 375 days storage even though the content of free fatty acids was significantly higher (Fig.6) compared to rice bran extruded at 120, 130 and 140°C. Trace minerals (ferric iron and cupric copper) originating from the extruder, the concentration of which increases with the increase of extrusion temperature, are considered to affect total E vitamins content of extruded bran. Extrusion of rice bran at 110°C provided slightly reduced protection against hydrolytic rancidity but greatly reduced degradation of endogenous antioxidants, especially during long term storage. Therefore, it is recommended to use extrusion the lowest possible temperature when stabilizing rice bran, preferably below 120°C and without post-extrusion holding at elevated temperatures.

Combined effect of chemical treatment (acid, with HCl; or alkali, with Ca(OH)₂) and extrusion (thermal treatment) for the stabilization of rice bran is also used. It was shown that low pH values of rice bran decrease lipase activity, whereas higher pH values enhance lipase action. The free fatty acid content in acid-extruded rice bran im-

mediately after treatment and stored at room temperature (between 20 and 28 °C) for 98 days, is significantly lower than of unmodified- pH or alkaline brans (30).

EXTRACTION AND REFINING OF RICE BRAN OIL

Rice bran is a fine powdered oil bearing material. Rice bran oil can be extracted from rice bran by solvent extraction with food grade n-hexane or some alternative solvents or methods. Chemical, physical or biorefining could be used depending on crude oil characteristics.

a) Recovery of crude oil

Commercially oil is extracted from stabilized, palletized and if required dried rice bran with hexane. Countercurrent percolation process is used (31).

Oil with low phospholipid, free fatty acid content, and low peroxide value could be obtained by rapid equilibrium extraction of raw rice bran that could pass through a 40 mesh screen, with **hexane** to bran ratio 10:1 at ambient temperature (22°C). Ninety percent of oil could be extracted in a minute with low yield increase with time. The temperature is not a limiting factor in oil extraction, however, high fiber content of the bran restricts solvent and oil movement and thus lowers the extraction rate (32).

The oil is almost completely recovered by 10 min extraction with **isopropanol** instead of hexane. Additionally, the oil extracted with isopropanol contains a higher amount of antioxidants that makes it significantly more stable to heat-induced oxidation than hexane extracted oil (33). The amount of obtained crude oil, vitamin E and oryzanol depend of solvent-to-bran ratio, extraction temperatures and time. It was shown that extraction time of 15 min is sufficient for optimum crude oil, vitamin E and oryzanol extraction from stabilized rice bran at 3:1 w/w ratio of hexane or isopropanol to rice bran. With preheated isopropanol at 60°C less crude oil, but more vitamin E and similar amounts of oryzanol can be obtained relative to hexane (21). It was shown that ohmic heating increased the yield of total lipids in hexane extracted rice bran oil. Lowering the frequency of alternating current (1 Hz) significantly increased the amount of extracted oil, probably due to electroporation. Thus ohmic heating, beside as an effective treatment for rice bran stabilization, may be used to enhance oil extraction (28).

Mechanical pressing is considered as a promising alternative method of producing edible oil at the rice mill site. It offers possibilities to overcome the existing problems of scattered nature of solvent extraction industry located in towns opposite to rice mills in villages. Using hydraulic presses, it was shown that 45% of total bran oil could be extracted with combination of 12.5 MPa applied pressure and 45 min holding time, without any hydrothermal treatment (34).

Aqueous extraction process has been shown to be effective for extracting rice bran oil with improved quality. The most influential variable affecting oil yield is the pH of the extraction medium. Extraction under alkaline conditions is the most effective. The oil extractability increased considerably when extraction temperature was raised from 40°C to 50°C, however, temperatures above 50°C have no significant effect. Extraction time, agitation speed and the ratio of bran mass to the volume of extraction medium had negligible effects on oil extractability, but, lower speeds tended to allow bran settling, whereas very high speeds tended to stabilize oil-in water emulsion, making oil separation more difficult. The highest yield (85%) is obtained at pH 12.0, rice bran to water ratio 1.5 - 1.0 (w/w), extraction temperature 50°C, agitation speed 1000 rpm, extraction time 30 min and then centrifugation at 16.800 x g for 45 min. With regard to quality, oil extracted by aqueous process has a lower content of free fatty acids and lower color imparting components than the hexane-extracted oil. The peroxide value is, however, much higher (35).

Enzymatic assisted extraction was also investigated for recovery of oil from rice bran. It has been shown that time of enzyme reaction, water and enzyme amounts are the most significant factors, while the temperature is not so significant for oil extraction. Recovery of rice bran oil can be achieved almost in full (99.5%) when rice bran is steam cooked at 120°C for 1 min and then treated with enzymes (Pectinex Ultra SPL and cellulase Celuclast R) 3% w/w of each on weight of bran, at 60°C, pH 4.5, water to bran 3:1 (vol/wt), during 6 h and when 1.5 volumes of n-hexane based on the weight of bran is added at the end of the process, additionally oil water emulsion is de-emulsified during 15 min at 80°C and then centrifuged at 27.000 x g for 10 min. The obtained oil is of good quality. The most of the characteristics are identical to those of commercial solvent-extracted oil, but enzymatically extracted oil has a lower content of color substances and higher acidity (36). Other advantages of enzymatic extraction compared to other extraction processes is recovery of a protein

concentrate with increased protein and meal with reduced fiber and ash content.

A novel process for simultaneous recovery of protein (hydrolysates) and rice bran oil was developed recently, based on **enzyme assisted three phase partitioning** (37). This process consists of simultaneous addition of *t*-butanol and ammonium sulphate to enzyme pretreated rice bran slurry. Pretreatment of slurry (prepared in ratio bran to distilled water 1:4, and pH adjusted to 7.0), is performed with addition of Protozyme - enzyme with 75.000 protease activity units per gram (184 Units/20 mL), and constant shaking at 100 rpm at 50°C during 1 hr. Three phases are formed after incubating the slurry, in the presence of *t*-butanol (1:2, v/v) and ammonium sulphate 30% (w/v), at 37°C for 1 h and centrifugation at 2.000 g for 10 min, and a precipitate of the protein rich phase separates upper organic layer from the lower aqueous layer. In this case about 86% of oil is yielded. The efficiency of this technique is comparable to solvent extraction with an added advantage of being less time consuming and using *t*-butanol which is a safer solvent compared to *n*-hexane used in conventional oil extraction process.

Supercritical fluid extraction (SCFE) is an emerging technology that is an ecofriendly approach to edible oil extraction. Supercritical (SC-CO₂) extraction is applied to rice bran aiming to obtain information about the yield and lipid composition of the extracts (15, 38-40). Supercritical carbon dioxide is nonflammable, nontoxic, nonexclusive, inexpensive solvent with relatively low critical temperature of 31°C and pressure of 74 MPa which minimizes the thermal degradation of proteins, antioxidants and other nutritionally valuable components. The extraction yield increases with increased temperature, because the solvent density is the factor that enhances the extraction capability of SC-CO₂, and linearly with increasing pressure, because solubility of a substances in a super critical fluid increases with pressure. In supercritical fluid extraction, both the temperature and pressure can be controlled to modify solvent physical properties such as density, diffusivity and viscosity. Control of these physical properties could result in the improvement of overall extraction efficiency and/or selectivity and yield of specific compounds (41). It was found that rice bran particle size has no influence on extraction yield. The yield of 60% is reached when pressure of 28 MPa and 70°C were used during 2 h (38). Thus obtained extract is lighter in color but richer in waxy component, and contains 0.15% phospholipids compared to 0.15% in hex-

ane-extracted oil. The oxidative stability of both extracts is similar as they contain very similar content of tocopherols (280 ppm in the SC-CO₂ extract and 295 ppm in hexane extract) and the content of free fatty acids was about 0.5%. The fatty acid and alcohol composition are similar in both extracts, however at different ratios. Hexane dissolved more palmitic, oleic, linoleic and linolenic acid, while the fraction soluble in SC-CO₂ contained higher proportion of long-chain fatty acids C₂₀ - C₃₄, mainly tetracosanoic and decosanoic acids. The fatty alcohol proportions were similar in both extracts. A maximum yield (99%) of oil with excellent color quality, lower free fatty acid and high content of useful g-oryzanol is obtained at 100°C and 60 MPa during 90 min extraction. When SC-CO₂ is allowed to flow through the par-boiled stabilized rice bran for a period of 30 min at flow rate of 25 g/min, pressure of 35 MPa and temperature of 40°C a maximum yield of 85% of rice bran oil was obtained. (39). *Propane* has some advantages over both hexane and CO₂. First, propane is relatively inexpensive and does not leave a toxic residue. Second, the pressures involved in oil extraction using propane are at least ten times lower than those in SC-CO₂ extraction. With higher extraction pressure and the amount of propane more oil is extracted. The highest yield achieved is 86% of the oil extracted with hexane at conditions of 0.76 MPa and 1.58 kg of propane at ambient temperature. The fatty acid profile of the oil extracted with propane is similar to the profile of oil extracted with hexane at 100°C, and SC-CO₂ extraction at 35 MPa and 45°C; high oleic acid (46%), linoleic (32%) and 15% palmitic acid (40).

b) Refining of crude rice bran oil

Crude rice bran oil produced by conventional hexane extraction as currently practiced in the industry, is dark brown in color with a greenish tinge (50 - 70 lovibond units in 1/4 : cell). The free fatty acid content is the major determinant of oil quality and can range from 5 - 30% of the total oil. Gums (phosphatides) and wax content fall between 1 - 3% and 2 - 5%, respectively. Crude rice bran oil is extremely rich in bio-active phytochemicals, micronutrients with unsaponifiable matter accounting for 4 - 6% of the oil. Among the micronutrients, oryzanol accounts for 1-2% of total oil (15). The crude rice bran oil obtained in solvent extraction process is subjected to either chemical or physical refining to meet the specifications of edible oil grade vegetable oil. During the degumming step a dark coloring constituent is formed, which after further processing, fixed color to bleached oil. The color thereby produced

remains in the finished oil. The darkening of rice bran oil is the result of oxidation of monoglycerides present in crude oil (42). This findings suggests that:

- removal of monoglycerides from crude/dewaxed RBO eliminates the color fixation from bleached oil;
- removal of monoglycerides from crude RBO helps in faster wax-settling rate;
- removal of color and wax from RBO may be enhanced by minimizing the formation of monoglycerides or eliminating them by proper processing.

The refining of rice bran oil with aqueous sodium hydroxide solutions is accompanied by losses considerably greater than those encountered in many other vegetable oils with similar free fatty acid content. The inordinately high refining loss of rice bran oil are due, along with the acidity to the presence of monoglycerides (0.5-1.4%) and other hydroxylated compounds such as diglycerides and glucosides (43). This findings suggest that with removing of monoglycerides color could be improved and refining loss minimized.

Biorefining/enzymatic deacidification reactions of high free fatty acid rice bran oil with a stoichiometric amount of glycerol are carried out in stirred batch reactor at 70°C in hexane with Novozym 435 (10%, w/w), for 21 h (26) The enzymatic refining involves a series of consecutive esterification steps. Free fatty acid (FFA), monoacylglycerol (MG) and diacylglycerol (DG) are continuously converted with glycerol (G) to form triacylglycerol (TG). The reaction of $2\text{FFA} + \text{G} \rightarrow \text{DG} + 2\text{H}_2\text{O}$ appears to occur until the glycerol is exhausted; than follows the reaction of $\text{FFA} + \text{DG} \rightarrow \text{TG} + \text{H}_2\text{O}$. In that way with lowering free fatty acid content in oil monoglycerides are also removed (Table 6).

Continuous enzymatic refining of degummed and dewaxed rice bran oil with high free fatty acid content (27.6%) is performed for more than a month by a reactor with two circulation loops, each being connected to a fixed-bed reactor and dehydrator. Using lipase from *Rhizomucor miehei* immobilized on anion-exchange resin and in the presence of 2-8 ppm water the TG content reached 74-88%, while the FFA level 5.1% (44,45). *In situ* esterification of high-acidity rice bran oil (19-68% FFA) with methanol and ethanol and with sulfuric acid as catalyst may also be considered as a deacidification process. All free fatty acids dissolved in the methanol are interesterified/removed from the bran as methyl esters, whereas practically all of the triglycerides remain in the bran (46).

Table 6. Composition of reaction mixture of enzymatic deacidification of high free fatty acid (FFA) rice bran oil using lipase, Novozym 435 after 21 h of reaction (26)**Tabela 6.** Sastav reakcione smeše enzimske deacidifikacije ulja pirinčanih mekinja sa visokim sadržajem slobodnih masnih kiselina, pomoću Novozym 435 nakon 21 h reakcije (26)

Reaction components/ Reakcione komponente (% w/w)	Monoacylglycerols/ Monoacilgliceroli	Fatty acids/ Masne kiseline	Diacylglycerols/ Diacilgliceroli	Triacylglycerols/ Triacilgliceroli
Before deacidification/ Pre deacidifikacije	2,34	54,16	20,85	22,46
After deacidification/ Nakon deacidifikacije	Not detectable/ Nisu utvrđeni	6,96	13,89	78,93

Countercurrent supercritical CO₂ extraction at 25 MPa and 67°C of SC-CO₂ extracted rice bran oil (with 7% FFA) is used as deacidification process. Deacidified oil compose mainly of triglycerides and with < 1% FFA is obtained (47).

In the oil industry, **dewaxing** is generally employed to produce liquid oils that resist clouding at cool temperature, making them acceptable aesthetically, and to avoid high oil losses during refining. Dewaxing is a special process, which is of interest for certain types of oils such as rice bran oil. Wax is the only constituent of rice bran oil that significantly increased the viscosity (81.5%) of oil. Monoacylglycerides synergistically raised the viscosity of the oil (by 114.2%) and lowered the rate of wax settling. Any attempt to accelerate wax settling by altering oil viscosity, without removal of native monoglycerides, would meet with little success and excessive refining loss is dependent not only on viscosity but also on constituent other than wax and monoglycerides, such as oryzanol, which may not have influence on viscosity individually but has a synergistic effect/ direct influence on increasing refining loss. This leads to conclusion that monoglycerides must be removed before degumming and dewaxing; thereafter oryzanol and phospholipids have to be removed, before alkali refining. Thus wax and other by-products free of oil can be obtained and reduce processing losses (42). From the nutritional point of view, it has been reported that dewaxing increases the coefficient of digestibility of dewaxed rice bran oil to 94,8%. During dewaxing the settling of cloud-forming materials depends not only on crystallization temperature but on dewaxing time as well. Sedimentation is a crystallization process of pure waxes with other compounds co-crystallizing in the sediment. The sediment formation in vegetable oils is generally attributed to waxy components and/or to uncommon triacylglycerols, particularly those rich in sat-

urated fatty acids. The triacylglycerols found in the solid fraction are only the oil occluded and entrapped within the crystal matrix. About 13.8% of total tocopherols, 5.6% of γ -oryzanol and 56.2% of total sterols complex with the waxy materials. Dewaxing has a relative minor effect on the removal of trace elements, except Ca (reduced to 38.6) and Mg (removed to 12,6%). Waxes are bound to non-hydratable phospholipids of the oil lowering the phosphorous content in oil by about 12,1% (18).

Oil intended for physical refining should have low phosphorous content, and this is not readily achieved by the conventional acid/water degumming process. Very recently **enzymatic degumming** has been proposed and has been received commercial acceptance (48).

Tubular ceramic membranes with active and supporting layers of zirconium oxide and monolith, respectively, are used to remove phospholipids and other impurities from rice bran oil miscela, at room temperature, pressure on permeate flux of 1-3 bar. More than 95% of phosphorous, even non-hydratable, is rejected over the used range of pressure (49). The membrane-degummed oil met the requirements for physical refining. Substantial reduction in color was also observed which resulted in lower consumption of bleaching earth. A combination of miscela dewaxing and miscela refining was suggested as the process for obtaining edible-quality oil from high-FFA rice bran oil. Physical refining is attractive because of its simplicity, lack of environmental impact, low oil loss, and good-quality product. Physical refining removes FFA, thereby eliminating soap stock and reducing neutral oil loss to minimal levels. The color, FFA, total gum and wax, oryzanol, and tocopherol content of physically refined rice bran oil after combined water (0.5%) degumming-dewaxing (at low temperature - 10°C with constant stirring for 1 h) are quite

good. The overall results indicate that a single-step degumming-dewaxing at low temperature is a better approach than the conventional two-stage process of degumming and dewaxing in obtaining good-quality refined RBO, and also reduces the process by one operational step (50).

RICE HULL ASH- ADSORBENT IN COMMERCIAL BLEACHING

Synthetic silica hydrogel adsorbents are often added to clay in commercial oil bleaching to increase selective binding of phospholipids and reduce their competition with pigments for clay adsorption sites. Rice hull silica could be also used as an alternative adsorbent. Usually rice hull is burnt as energy source, although in small amounts (up to 15%) can be included in high-concentrate diets for feeding cattle. Resulting ash could be further burnt at 500°C to yield 97% silica in the form of amorphous cristobalite, and 2% potassium oxide (51). It was shown for thus obtained hull ash (silica) to absorb lutein, FFA and phospholipids from soya oil/miscela at room temperature. Under commercial temperature (100°C) and pressure conditions (2 mm Hg) it was an efficient phospholipid adsorbent, lowering phosphorous level from 20,0 to 2,25 ppm in soya oil. The potential of hull ash was markedly lower than of synthetic silica hydrogel compared on weight basis, however it was four times more effective when both adsorbents were dosed in quantities of the same surface area (52). Using FTIR spectroscopy was demonstrated that rice hull ash had structural similarities to silica acid, including silanol groups and silica structure (53), but the relative surface area is small (41, 22 m²g⁻¹) which is less than 15% of that of the bleaching clay Filtrol 160, and less than 8% of the silica hydrogel Trisyl. This information suggest that rice hull ash could be used as inexpensive phopspholipid adsorbent in oil processing in the countries where rice is plentiful.

RICE HULLS AND BRAN- ADSORBENTS FOR WASTE WATER TREATMENT

Rice hulls and bran have potential to absorb some heavy metals (Cr, Co, Zn, Ni) (13,54) and organic compounds - chlorophorm (55). This ability makes them very attractive as natural and renewable agents for chemical industrial wastewater treatments. In oil industry this means that they could be used as ecological adsorbents for treatment of wastewaters of control laboratories.

CONCLUSION

Since rice hulls and bran are inexpensive materials in plentiful supply, their conversion to value-added products is very desirable. Awareness of the health benefits of rice bran oil seriously has to attract the fats and oil industry interest on rice bran oil production, in areas where rice is cultivated.

ACKNOWLEDGEMENTS

The author thanks the Ministry of education and science of R. Macedonia for the financial support. This article is a part of the project "Characterization and possibilities for complete utilization of rough rice".

LITERATURE

1. FAOSTAT Database, 2001, FAO, Rome. 19 February 2002.
2. Bocevaska, M., Andreevska, D., Ilieva, V., Pavlovska, N., Characterization of components obtained during the processing of three rough rice cultivars, ICOSECS4, Book of Abstracts, Vol.II. p.164, Belgrade, 2004.
3. Mačihina L.I. Očistka risa, Kolos, Moskva, 1981.
4. Available from: www.riceweb.org
5. Gural, H.S., Rosell, C.M., Functionality of rice flour modified with a microbial transglutaminase, *J. Cereal Sci.*, 39: 225-230 (2004).
6. Tetens, I., Biswas, S.K., Glitso, L.V., Kabir, K.A., Thilsted, S.H., Choudhury, N.H., Psysico-chemical characteristics as indicators of starch availability from milled rice, *J. Cereal Sci.*, 25: 355-361 (1997).
7. Bocevaska, M., Aldabas, I., Andreevska, D., Ilieva, V., Visual appearance of milled rice indicator of its gelatinization behaviour (submitted).
8. Andreevska, D., Ilieva, V., Sadržina na proteini vo zrnoto kaj različni sorti oriz, 16. Kongres na hemičarite i tehnoložite na Makedonija, Kniga na trudovi, pp. 267-270, Skopje, 1999.
9. Shih, F.F., Daigle, K., Use of enzymes for the separation of protein from rice flour, *Cereal Chem.*, 74 (4): 437-441 (1997).
10. Morita, T., Oh-hashii, A., Takei, K., Ikai, M., Kasaoka, S., Kiriyaama, S., Cholesterol-lowering effects of soybean, potato and rice proteins depend on their low methionin contents in rats fed a cholesterol-free purified diet, *J. Nutr.*, 127:470-477 (1997).

11. Morita, T., Kiriyama, S., A rice protein isolate alters 7,12- dimethylbenz[a]anthracene-induced mammary tumor development in female rats, *J.Nutr. Sci. Vitaminol*, 42: 325-337 (1996).
12. Deckere, E.A.M. and Korver, O., Minor constituents of rice bran oil as functional foods, *Nutrition Reviews*, 54, S120-S126 (1996).
13. Bocevska, M., Aldabas, I., Ilieva, V., Andreevska, D., Use of rice hulls and bran for removal of metal ions from wastewater, XVIII Congress of Chemists and Technologists of Macedonia, Extended abstracts, CD-ROM, COBISS, MK-ID 58455050, Ohrid, 2004.
14. Shin T-S., Godber, S.J., Martin, D.E., Wells J.H., Hydrolytic stability and changes in E vitamers and oryzanol of extruded rice bran during storage, *J. Food Sci.* 62:704-707 (1997).
15. Arumughan, C., Skhariya, R., Arora, R., Rice bran oil: An untapped health food, *INFORM* 15 (11): 706-707 (2004).
16. Ortohoefer, F.T., Rice Bran oil: Healthy lipid source, *Food Techn.* 63 :62-64 (1996).
17. Shin, T-S., Godber, S., Changes of endogenous antioxidants and fatty acid composition in irradiated rice bran during storage, *J. Agric. Food Chem.*, 44 : 567-573 (1996).
18. Mezouari, S., Kochhar, S.P., Schwarcz, K., Eichner, K., Effect of dewaxing pretreatment on composition and stability of rice bran oil: Potential antioxidant activity of wax fraction, *Eur. J. Lipid. Technol.*, 108 : 679-686 (2006).
19. Mezouari, S., Eishner, K., Effect of stirring on the thermooxidative stability of refined rice oil, *Eur. J. lipid. Technol.*, 108 :848-857 (2006).
20. Yuki, E., Ishikawa, Y., Tocopherol contents of nine vegetable frying oils and their changes under simulated deep-frying conditions, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 53: 673-676 (1976).
21. Hu, W., Wells, J. H., Shin, T-S., Godber, S., Comparison of isopropanol and hexane for extraction of vitamin E and oryzanol from stabilized rice bran, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 73 (12):1653- 1656 (1996).
22. Patel, M., Naik, S.N., Gamma-oryzanol from rice bran oil-A review, *J. Scient. & Ind. Res.*, 63 (7): 569-578 (2004).
23. Chatha, S.A.S., Hussain, A.I., Bajwa, J.U.R. Sagir, M., Antioxidant activity of different solvent extracts of rice bran at accelerated storage of sunflower oil, *J. Food Lipids* 13: 424-433 (2006).
24. Diak, M., Saska, M., Separation of vitamin E and g-oryzanols from rice bran by normal-phase chromatography, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 71 (11): 1211-1217 (1994).
25. Sasaka, M., Rossiter, G.J., Recovery of γ -oryzanol from rice bran oil with silica-based continuous chromatography, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 75 (10) :1421-1427 (1998).
26. Kadam, M., Bhowmick, D.N., HPLC analyses of rice bran oil, *J. Food Lipids*, 13 :354-361 (2006).
27. Most, M.M., Tulley, R., Morales, S., Lefevre, M., Rice bran oil not fiber lowers cholesterol in humans, *Amer. J. Clinic. Nutr.*, 81(1):64-68 (2005).
28. Lakkakula, N.R., Lima, M., Walker, T., Rice bran stabilization and rice bran oil extraction using ohmic heating, *Bioresource Technology*, 92: 157-161 (2004).
29. Ramezanzadeh, F.M., Rao, R.M., Prinyawitkul, W., Marshall, W.E., Windhauser, M., Effects of microwave heat, packaging, and storage temperature on fatty acid and proximate compositions in rice bran, *J. Agric. Food Chem.*, 48 (2) :464-467 (2000).
30. Castillo, B.E., Montellano, R.V., Tovar, S.A.S., Fuentes, J.A.S., deBazua, C.D., Extrusion deactivation of rice bran enzymes by pH modification, *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 107 : 871-876 (2005).
31. Hui, Y.H., Rice bran oil, in Bailey's industrial oil and fat products, 5th ed. John Wiley & Sons Inc. pp.393-409, New York, 1996.
32. Proctor, A., Jackson, V.M., Scott, M., Clark, P.K., Rapid equilibrium extraction of rice bran oil at ambient temperature, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 71 (11): 1295- 1296 (1994).
33. Proctor, A., Bowen, D.J., Ambient-temperature extraction of rice bran oil with hexane and isopropanol, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 73 (6): 811-813 (1996).
34. Sivala, K., Mukherjee, R.K., Bhole, N.G., A preliminary study of rice bran oil expression in a manually operated hydraulic press, *J. Food Engineering*, 20 : 215-222 (1993).
35. Hanmoungjai, P., Pyle, L., Niranjana, K., Extraction of rice bran oil using aqueous media, *J. Chem. Technol. Biotechnol.* 75: 348-352 (2000).
36. Sengupta, R., Bhattacharyya, D.K., Enzymatic extraction of mustard seed and rice bran, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 73 (6):687-692 (1996).
37. Gaur, R., Sharma, A., Khare, S.K., Gupta, M.N., A novel process for extraction of edible oils enzyme assisted three phase partitioning (EATPP), *Biores. Technol.*, 98:696-699 (2007).
38. Garcia, A., De Lucas, A., Rincon, J., Alvarez, A., Gracia, I., Garcia, M.A., Supercritical carbon dioxide extraction of rice bran, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, (9): 1127-1131 (1996).

39. Kuk, M.S., Dowd, M.K., Supercritical CO₂ extraction of rice bran, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 75(5):623-628 (1998).
40. Sparks, D., Hernandez, R., Zappi, M., Blackwell, D., Fleming, T., Extraction of rice bran oil using supercritical carbon dioxide and propane, *J. Am. Oil Chem. Soc.* 83 (10): 885-891 (2006).
41. Mukhopadhyay, M., Natural extracts using supercritical carbon dioxide, CRC Press, NJ., 2000.
42. Gopala Krishna, A. G., Isolation and identification of the causative factors responsible for color fixation in rice bran oil, *J. Am. Oil Chem. Soc.* 70(8); 785- 788 (1993).
43. Hartman, L., Dos Reis, M. I. J., A study of rice bran oil refining, *J. Am. Oil Chem. Soc.* 53 (4): 148-151 (1976).
44. Kosugi, Y., Kunieda, T., Azuma, N., Continual conversion of free fatty acid in rice bran oil to triacylglycerol using immobilized lipase, *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 41: 407-412 (1994).
45. Kosugi, Y., Azuma, N., Continuous and consecutive conversion of free fatty acid in rice bran oil to triacylglycerol by immobilized lipase, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 71 (4): 445-448 (1994).
46. Özgül, S., Türkay, S., In situ esterification of rice bran oil with methanol and ethanol, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 70 (2): 145-147.(1993).
47. Danielski, L., Zetzel, C., Hense, H., Brunner, G., A process line for the production of refined rice oil from rice bran, *J. Supercrit. Fluids* 34 :133-141 (2005).
48. Roy, S.K., Rao, B.V.S.K., Prasad, R.B.N., Enzymatic degumming of rice bran oil, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 79 (8): 845-846 (2002).
49. Subrahmanyam, C.V., Rao, M.V., Bhowmick, D.N., Membrane degumming of crude rice bran oil: Pilot plant study, *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 108 :746-752(2006).
50. De, B.K., Bhattacharyya, D.K., Physical refining of rice bran oil in relation to degumming and dewaxing, *J. Am. Oil Chem. Soc.* 75(11): 1683- 1686 (1998).
51. Proctor, A., X-ray diffraction and scanning electron microscope studies of processed rice hull silica, *J. Am. Oil Chem Soc.*, 67(4):576-584 (1990).
52. Proctor, A., Clark, P. K., Parker, C. A., Rice hull ash adsorbent performance under commercial soy oil bleaching conditions, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 72 (4) : 459- 462 (1995).
53. Proctor, A., Adhikari, C., Blyholder, G. D., Mode of oleic acid adsorption on rice hull ash cristobalite, *JAOCS*, 72 (3): 331- 335 (1995).
54. Marshall W.E., Champagne E.T., Evans, W.J., Use of rice milling byproduct (hulls & bran) to remove metal ions from aqueous solution, *J. Environ. Sci. Health*, A28 (9): 1977-1992 (1993).
55. Adachi, A., Takagi, S., Okano, T., Adsorption and adsorption mechanism of rice bran for chloroform from tap water, *Chemosphere*, 46: 87-92 (2002).

ISPITIVANJE MOGUĆNOSTI VALORIZACIJE NUSPROIZVODA PRERADE SEMENA ULJANE TIKVE GOLICE

Etelka Dimić, Ranko Romanić, Draginja Peričin, Branislav Panić

Seme uljane tikve je veoma bogato uljem, proteinima, biljnim vlaknima, vitaminima i mineralnim materijama. Većina nabrojanih nutritivno visoko vrednih sastojaka, nakon izdvajanja ulja zaostaje u pogači. U ovom radu je ispitana mogućnost valorizacije pogače od semena uljane tikve golice u vidu namaza za humanu ishranu. Dodatkom suncokretovog ulja visoke oksidativne stabilnosti samlevenoj pogači pripremljeni su namazi pastozne konzistencije. Osim detaljnog hemijskog sastava definisana su senzorska svojstva, kao i reološka i oksidativna stabilnost namaza. Rezultati su pokazali da su namazi sa 45 i 50% ulja prijatnih senzorskih svojstava i visoke hranljive vrednosti. Pri tom je konstatovano da finoća meljave pogače znatno utiče na senzorska svojstva proizvoda. Oksidativna stabilnost svih namaza je izuzetno dobra, indukcioni period iznosio je više od 42 sata pri 100°C na Rancimat testu, međutim stabilnost emulzije nije bila zadovoljavajuća. Na površini namaza došlo je do izdvajanja ulja.

Ključne reči: pogača od uljane tikve golice, namaz, hemijski sastav, senzorska svojstva, oksidativna stabilnost, stabilnost emulzije

USE OF BYPRODUCTS OF NAKED PUMPKIN SEED PROCESSING

Oil pumpkin seed is very rich in oil, protein, fibers, vitamins and mineral matters. Most of the mentioned nutritively valuable components, remain in the cake after oil separation. The possibility of naked pumpkinseed cake use for the production of spreads for human consumption was investigated in this work. Spreads of paste consistency were prepared by addition of high oxidative stability sunflower oil to ground cake. Besides detailed chemical composition, the sensory characteristics, as well as the rheologic and oxidative stability of spread samples were defined. The obtained results showed that spreads containing 45% i.d. 50% of oil have pleasant sensory characteristics and high nutritive value. The oxidative stability of all spread samples is very good, the induction period was more than 42 hours at 100°C, determined by Rancimat test, however, emulsion stability was not satisfying. Oil separation on spread surface was estimated.

Key words: pumpkinseed cake, spread, chemical composition, sensory characteristics, oxidative stability, emulsion stability

UVOD

Poslednjih godina se i kod nas sve više gaji uljana tikva (*Cucurbita pepo* L.) (1, 2), pre svega zbog semena, čiji konstitutivni sastojci poseduju, kako je nauka dokazala, određena lekovita svojstva (3, 4). Mogući mehanizmi delovanja pojedinih komponenata prisutnih u semenu ili ulju uljane tikve su višestruki: fitosteroli, pre svega delta-7-steroli u slobodnom obliku ili kao glukozidi, deluju antiinflamatorno i diuretски,

regulišu napetost mišićne bešike i ublažavaju negativne simptome pri benignoj hiperplaziji prostate. Esencijalna linolna masna kiselina je prekursor prostaglandina koji imaju povoljan uticaj na antiupalne procese i na sadržaj lipida u krvi, te blagotvorno deluju na kardiovaskularni sistem. Alfa-tokoferol je snažan biološki antioksidans, a gama- i delta-tokoferoli jačaju vezivna tkiva i mišiće. Karotenoidi blokiraju slobodne radikale, dok magnezijum poboljšava neuromuskularne funkcije. Seme tikve, kao *snack* proizvod, može da deluje preventivno u sprečavanju formiranja kamena u bubregu (5, 6, 7).

Proteini i peptidi biljaka koje pripadaju familiji *Cucurbitacea* imaju metaboličku aktivnost

Dr Etelka Dimić, vanr. prof., Ranko Romanić, dipl. ing., asistent pripravnik, dr Draginja Peričin, red. prof., Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet, Novi Sad, Bul. cara Lazara 1, Branislav Panić, DOO "Panunion", Novi Sad, Sonje Marinković 9a.
E-mail: edimic@uns.ns.ac.yu

te pokazuju ribozom inaktivirajuću, antitumornu, anti-AIDS i antifungalnu aktivnost. Pored ovih metabolički aktivnih proteina, seme ovih biljaka sadrži strukturne i rezervne proteine. Rezervni proteini imaju primenu i važnu ulogu u prehrambenoj industriji, kao i u proizvodnji aditiva i ambalaže (8, 9, 10, 11).

Proizvodi od semena uljane tikve su veoma omiljeni u Sloveniji, Hrvatskoj, Austriji, Mađarskoj i Nemačkoj, a poslednjih godina postaju "hit" i u drugim zemljama širom sveta. Izuzetno ih cene pristalice tzv. funkcionalne hrane, koje smatraju da namirnice, između ostalog, treba da budu i "lek" i da doprinose prevenciji bolesti (12). Ovih proizvoda je sve više i u ponudi naših prodavnica "zdrave", odnosno biološki vrednije hrane.

Seme uljane tikve je bogato uljem, proteinima, biljnim vlaknima, vitaminima i mineralnim materijama. Prema literaturnim podacima sadržaj ulja u semenu tikve golice se kreće od 40 do 50%, a sirovih proteina od 35 do 45% (3, 13, 14, 15). Od mineralnih materija seme je posebno bogato fosforom (1020 mg/kg), kalijumom (896 mg/kg) i magnezijumom (510 mg/kg) (3). Prema Mansour i sar., iako su prisutni u manjim količinama, značajni su i kalcijum, gvožđe i bakar, a osim navedenih, seme tikve je bogat izvor i vitamina grupe B: 6.9 mg/kg - B₁, 2.5 mg/kg - B₂, 4.9 mg/kg - B₆, kao i niacina 61.4 mg/kg (računato na suhu materiju) (16).

Ulje semena tikve se veoma razlikuje od ostalih jestivih ulja, kako po boji tako i po specifičnoj aromi (mirisu i ukusu), zahvaljujući činjenici da se ovo ulje ne rafiniše. Zbog toga se uglavnom koristi kao poseban dodatak jelima, specijalitetima, raznim vrstama salata, pa je poznato kao salatno - gurmansko ulje. Ulje se iz semena izdvaja isključivo mehaničkim putem, tj. postupkom ceđenja (17). Nakon izdvajanja ulja zaostaje pogača u kojoj dolazi do koncentrisanja proteina, mineralnih materija, vitamina i drugih minornih sastojaka. S obzirom na visoku nutritivnu i biološku vrednost, mogućnosti primene pogače kao dodatka raznim prehrambenim proizvodima su široke (15, 18).

U našem okruženju sve je veći broj pogona u kojima se proizvodi hladno ceđeno ulje semena tikve i u tom procesu nastaju i značajne količine pogače. Na pužnim presama se presuje uglavnom seme uljane tikve golice, a pogača se smatra nusproizvodom. Rastuće potrebe za hranom bogatom kvalitetnim proteinima, koja će se bazirati na domaćim sirovinama, rukovodila nas je idejom da se ispita mogućnost valorizacije pomenute pogače, u vidu namaza za humanu

ishranu poput kikiriki putera, koji je poznat i veoma omiljen proizvod u mnogim zemljama uključujući i našu. Kod nas se pogača za sad, nažalost, koristi uglavnom kao komponenta hrane za životinje.

MATERIJAL I METODE

Kao polazna sirovina uzeto je seme uljane tikve golice, sorte Olinka koje je sirovinska baza preduzeća DOO "Panunion" Novi Sad, sledećeg kvaliteta, tabela 1.

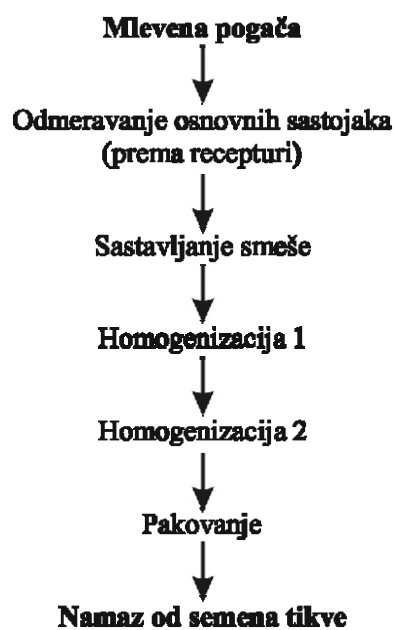
Tabela 1. Kvalitet semena uljane tikve golice - sorta Olinka

Table 1. Quality of hull-less pumpkin seed Olinka variety

Ukupne nečistoće (%)	1.04	Sirovi proteini (N×6.25) (%)	35.29
Vlaga i isparljive materije (%)	6.18	Kiselinski broj* (mgKOH/g)	0.97
Sadržaj ulja (% tel quel)	42.65	Peroksidni broj* (mmol/kg)	0.67

* u ulju izdvojenom iz semena hladnom ekstrakcijom

Seme je bez prethodne pripreme presovano na pužnoj presi kapaciteta oko 6 kg na sat. Pogača je samlevena na kamenom mlinu do određene granulacije čestica, pri čemu je poprimila oblik brašna. Od mlevene pogače pripremljen je namaz prema postupku datom na slici 1.



Slika 1. Šematski prikaz pripreme namaza od pogače semena uljane tikve golice
Figure 1. Spread production of naked pumpkin seed cake

Pri sastavljanju smeše u cilju pripreme namaza pastozne konzistencije korišćeno je jestivo rafinirano ulje suncokreta visoke oksidativne stabilnosti. Kvalitet ulja bio je sledeći: vlaga i isparljive materije 0.08%, peroksidni broj 0.7 mmol/kg,

kiselinski broj 0.37 mgKOH/g i sadržaj ukupnih tokoferola (izražen kao alfa-tokoferol) 547 mg/kg. Indukcioni period ulja pri 100°C, određen aparatom Rancimat 617, iznosio je 20 sati.

Tabela 2. Metode za ispitivanje sastava, kvaliteta i održivosti pogače i namaza
Table 2. Methods for composition, quality and stability determination of cake and spread

Sadržaj ulja	SCS ISO	Kiselinski broj	(20)
Sadržaj sirovih proteina	(19)	Peroksidni broj	(20)
Rastvorljivi proteini	SCS ISO (Macro Kjeldahl)	Stabilnost emulzije	(21)
Indeks rastvorljivosti proteina	računski	Ukupni tokoferoli	(20)
Sadržaj sirove celuloze	A.O.C.S. Official Method	Sastav aminokiselina	
Sadržaj pepela	A.O.C.S. Official Method	Održivost pri 100°C i protoku vazduha 20 l/h na aparatu Rancimat 617	(20)
Sadržaj ugljenih hidrata	računski 100% - (% vlage + % ulja + % proteina + % pepela + % sirove celuloze)		

Za ispitivanje hemijskog sastava pogače i namaza primenjene su metode navedene u tabeli 2.

Senzorna ocena pripremljenih namaza data je opisno od strane tročlane komisije eksperata iz oblasti jestivih ulja i masti.

Granulometrijski sastav mlevene pogače određen je prosejavanjem 100 g uzorka na sistemu sita prečnika otvora od 0.25 do 1.6 mm pomoću tresilice tipa "MLV" pri maksimalnom stepenu vibriranja u trajanju od 15 min.

REZULTATI I DISKUSIJA

A. Hemijski sastav mlevene pogače od semena uljane tikve golice

Osnovni hemijski sastav mlevene pogače dobijene presovanjem semena tikve golice na pužnoj presi prikazan je u tabeli 3.

Postupkom hladnog presovanja visokokvalitetnog semena tikve golice (tabela 1) najveći deo ulja je izdvojen usled čega je došlo do povećanja koncentracije proteina u pogači. Sadržaj ulja u mlevenoj pogači iznosi svega 8.66%, dok je u semenu iznosio 42.65%. Sadržaj zaostalog ulja zavisi od više faktora, a prema literaturnim podacima u pogači sa pužne prese se najčešće kreće od 8 do 12% (15, 18). Optimizacijom postupka presovanja, u svakom slučaju, treba težiti što nižem sadržaju ulja u pogači.

Tabela 3. Osnovni hemijski sastav mlevene pogače
Table 3. Basic chemical composition of ground pumpkin cake

Sadržaj vlage i isparljivih materija (%)	2.38
Sadržaj ulja (%)	8.66
Sadržaj ukupnog pepela (%)	8.80
Sadržaj sirove celuloze (%)	4.50
Sadržaj ugljenih hidrata (%)	12.14
Sadržaj ukupnih proteina (%)	63.52
Sadržaj rastvorljivih proteina (%)	8.32
Indeks rastvorljivosti proteina	12.70
Sastav aminokiselina (g/100g uzorka)	
Arginin	10.13
Lizin*	2.20
Alanin	2.10
Treonin*	2.04
Glicin	2.06
Valin*	1.92
Serin	2.25
Izoleucin*	1.89
Leucin*	2.02
Metionin*	1.95
Fenilalanin*	6.52
Glutaminska kiselina	5.87

* esencijalne aminokiseline

Najbitniji konstitutivni sastojak semena tikve, osim ulja, su proteini. Svi proteini (izuzev

zanemarljivog dela, koji ostaje u sastavu ulja) nakon presovanja zaostaju u pogači. Sadržaj ukupnih proteina u mlevenoj pogači iznosi 63.52% i znatno je povećan u odnosu na njihov sadržaj u semenu od 35.29%. Léder Ferencé i Molnár (18) navode podatak da se sadržaj proteina u pogači sa pužne prese (pri hladnom ceđenju ulja) povećava na 55 do 67% u odnosu na seme golice gde je iznosio 39.6%. Prema podacima Štrucelj (13) sadržaj ukupnih proteina u pogači dobijenoj industrijskim presovanjem semena tikve golice iznosio je 61.46%. Količina u vodi rastvorljivih proteina mlevene pogače iznosi 8.32%, odnosno, indeks rastvorljivosti proteina je 12.7. Nešto veću vrednost u vodi rastvorljivih proteina, kako navodi Štrucelj (13), ima seme, 13 do 14, dok se ona smanjuje prilikom pripreme materijala za presovanje (prženje) ili pod uticajem temperature tokom samog presovanja, tako da kod pogače ima vrednost 8 do 12.

Peričin i Radulović (22) su izveli komparativna istraživanja sastava i svojstva proteina iz semena i pogače uljane tikve golice sorte Olinka pri čemu su našli da je albuminska frakcija proteina iz pogače značajno manja u odnosu na sadržaj ove frakcije u proteinima semena. I globulinska frakcija je pokazala sličan trend.

Kao što se iz tabele 3 vidi, aminokiselinski sastav mlevene pogače je povoljan, pri čemu oko 45% od ukupnih aminokiselina čine esencijalne.

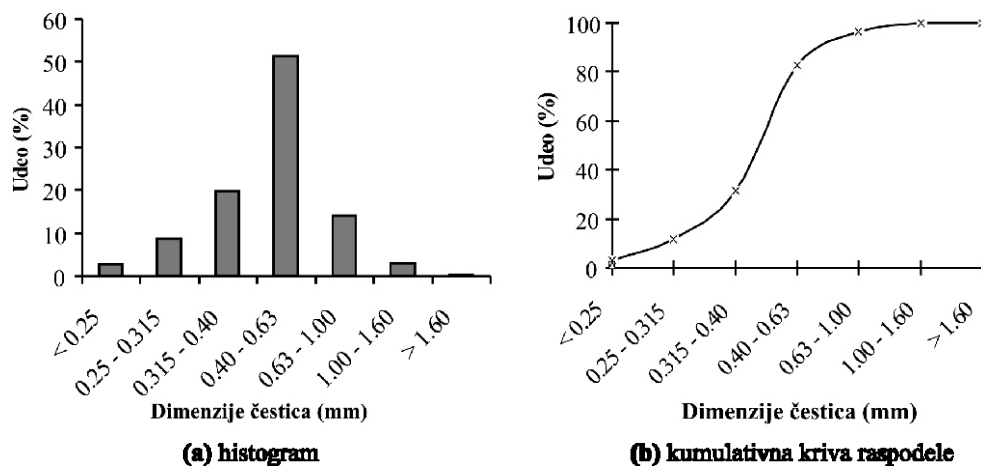
Limitirajuće aminokiseline pogače od semena tikve golice su lizin, valin, treonin i izoleucin (13, 16). Podaci iz literature govore da je prehrambena vrednost proteina ("Protein score") pogače veoma dobra, čak je bolja od proteina soje, arašida, susama, pirinča, pšenice i kukuruza (13), a svarljivost *in vitro* i biološka vrednost se kreću u granicama 88-97% i 73-86% respektivno (16).

Visok sadržaj pepela, 8.8%, ukazuje i na bogat mineralni sastav pogače, a sadržaj sirove celuloze iznosi 4.5%. Ovakve karakteristike pogače, nusproizvoda prerade semena tikve golice, svakako opravdavaju ideju da se ista valorizuje kao namirnica.

B. Granulometrijski sastav mlevene pogače od semena uljane tikve golice

Granulometrijski sastav mlevene pogače, koji je prikazan histogramom i definisan kumulativnom krivom raspodele čestica po veličini, prikazan je na slici 2.

Za pripremu proizvoda tipa namaza veličina čestica čvrste faze je veoma bitna, kako radi konzistencije, mazivosti, homogenosti, tako i zbog senzorskih karakteristika proizvoda. Kao što se sa slike 2 vidi, 82% mlevene pogače je dimenzija čestica ispod 0.63mm, a oko 50% čestica ima dimenzije u rasponu od 0.40 do 0.63 mm. Udeo krpunijih delića, čije su dimenzije iznad 0.63 mm, iznosi oko 16%.



Slika 2. Granulometrijski sastav mlevene pogače
Figure 2. Granulometric composition of ground cake

C. Hemijski sastav, kvalitet i održivost namaza od mlevene pogače

Prema sopstvenoj recepturi, na bazi mlevene proteinske pogače semena tikve golice, sunco-kretovog ulja i kuhinjske soli, pripremljena su tri uzorka namaza pastozne konzistencije. Najveća razlika u sastavu namaza je po sadržaju proteina i ulja, koji su u tesnoj korelaciji. Osnovni

hemijski sastav pripremljenih namaza prikazan je u tabeli 4.

Pastozna konzistencija namaza, na bazi mlevene proteinske pogače, je postignuta dodatkom ulja, te su namazi pripremljeni sa nižim - 40%; srednjim - 45% i višim - 50% sadržajem ulja. U zavisnosti od sadržaja ulja, udeo ostalih komponentata iz pogače, a pre svega proteina se ade-

kvatno menjao. Tako je u namazu sa najmanjim udelom ulja sadržaj proteina bio najveći, 41%, i obrnuto u namazu sa najvećim udelom ulja sadržaj proteina je bio najmanji, 34.1%. S obzi-

rom da je pogača nosilac i celuloze i mineralnih materija njihov udeo u namazima je u direktnoj korelaciji sa udelom proteina.

Tabela 4. Osnovni hemijski sastav namaza od pogače semena tikve golicе
Table 4. Basic chemical composition of spread made of pumpkin seed cake

Pokazatelj / Characteristic	Sadržaj ulja u namazu / Oil content of spread		
	niži / low	srednji / medium	viši / high
Sadržaj ulja (%)	40	45	50
Sadržaj proteina (%)	41	37.54	34.10
Sadržaj vlage (%)	1.50	1.40	1.30
Sadržaj kuhinjske soli (%)	1	1	1
Sadržaj celuloze (%)	2.90	2.66	2.40
Sadržaj pepela (%)	5.70	5.20	4.70
Sadržaj ugljenih hidrata (%)	8.90	8.20	7.50

Senzorska svojstva prehrambenog proizvoda koji se konzumira neposredno su od veoma velikog značaja. Opisna senzorska ocena pri-

premljenih namaza data je u tabeli 5, u funkciji parametara kvaliteta boje (izgleda), konzistencije (mazivosti) i arome (mirisa i ukusa).

Tabela 5. Opisna senzorska ocena namaza od pogače semena tikve golicе
Table 5. Sensory evaluation of spread made of pumpkin seed cake

Parametar kvaliteta / Quality parameter	Sadržaj ulja u namazu / Oil content of spread		
	niži - 40% - low	srednji - 45% - medium	viši - 50% - high
Boja - izgled	svojstvena tamno-zelenkasta na površini izdvojeni sloj ulja crvenkasto-smeđe boje	svojstvena tamno-zelenkasta na površini izdvojeni sloj ulja crvenkasto-smeđe boje	svojstvena tamno-zelenkasta na površini izdvojeni sloj ulja crvenkasto-smeđe boje
Konzistencija - mazivost	zrnasta struktura slaba mazivost teže se guta	zrnasta struktura dobra mazivost lako se guta	zrnasta struktura dobra mazivost lako se guta
Miris	nedovoljno izražen na seme tikve	prijatan, svojstven proizvodu, ali nedovoljno izražen	prijatan, svojstven proizvodu, ali nedovoljno izražen
Ukus	nedovoljno izražen naglašena slanost	prijatan, svojstven proizvodu naglašena slanost	prijatan, svojstven proizvodu naglašena slanost

Boja svih namaza je bila skoro identična, definisana kao svojstvena, tamo-zelenkasta, slična boji mlevene pogače. Kao tehnološki nedostatak može se uzeti pojava ulja na površini, koje se izdvojilo za veoma kratko vreme, par dana nakon homogenizacije. Iako je u proizvod dodato rafinisano suncokretovo ulje veoma svetle boje, izdvojeno ulje je crvenkasto-smeđe boje što znači da je i dodato ulje poprimilo boju svojstvenu ulju semena tikve.

Kod svih uzoraka konstatovana je zrnasta stuktura koja zavisi od finoće meljave pogače. Što

se tiče mazivosti namaza uočene su izvesne razlike. Naime, kod uzorka sa najmanjim sadržajem ulja mazivost je bila slaba što je uticalo na adhezivnost - lepljivost proizvoda, koji se kao takav teže guta. Uzorci sa 45 i 50% ulja su imali dobru mazivost i znato manju adhezivnost.

Miris svih namaza je bio karakterističan po mirisu sirovog semena tikve, međutim nedovoljno izražen. Namazi sa srednjim i višim sadržajem ulja su imali sojstven, prijatan ukus semena tikve. Dodatak kuhinjske soli u količini od 1% je očito previsok, s obzirom da je kod svih uzoraka slanost bila naglašena.

Kvalitet namaza sagledan je na bazi kiselinskog i peroksidnog broja, kao i stabilnosti emulzije, a održivost je procenjena preko indu-

kcionog perioda pri povišenoj temperaturi od 100°C, tabela 6.

Tabela 6. Kvalitet i oksidativna stabilnost namaza od pogače semena tikve golice

Table 6. Quality and oxidative stability of spread made of pumpkin seed cake

Pokazatelj/ Characteristic	Sadržaj ulja u namazu / Oil content of spread		
	niži - 40% - low	srednji - 45% - medium	viši - 50% - high
Kiselinski broj (mgKOH/g)	5.5	5.0	5.5
Peroksidni broj (mmol/kg)	0	0	0
Ukupni tokoferoli (mg/kg) (izraženi kao alfa-tokoferol)	245	278	305
Stabilnost emulzije - % izdvojenog ulja	6.28	8.29	9.42
Indukcioni period (h)	> 42	> 42	> 42

Kiselinski broj sva tri namaza je nešto veći, kreće se od 5.0 do 5.5 mgKOH/g. Budući da je kiselinski broj polaznog semena bio izuzetno mali; 0.97 mgKOH/g (tabela 1), najverovatnije je da su u mlevenoj pogači nastupile određene hidrolitičke promene.

Kao što je konstatovano i vizuelno pri senzornom ocnjivanju, vremenom dolazi do izdvajanja ulja na površini proizvoda što govori o nedovoljnoj stabilnosti emulzije. Prema primenjenoj metodologiji određivanja stabilnosti emulzije, količina izdvojenog ulja je u direktnoj korelaciji sa njegovim ukupnim sadržajem u proizvodu. Kod namaza sa najmanjim ukupnim sadržajem (40%) izdvojilo se 6.28% ulja, a kod uljem najbogatijeg namaza (50%) izdvojilo se 9.42%. Problem izdvajanja ulja bi se, verovatno mogao rešiti dodatkom pogodnog emulgatora ili nekog stabilizatora.

Na bazi sadržaja ukupnih tokoferola, izraženih kao alfa-tokoferol namazi poseduju određenu biološku vrednost, zahvaljujući dodatku suncokretovog ulja, u čijem sastavu tokoferola preko 95% čini vitamin E (23).

Za održivost, odnosno, oksidativnu stabilnost može se reći da je veoma dobra, bez obzira na hemijski sastav proizvoda. Kod svih uzoraka peroksidni broj je bio 0, a indukcion period pri 100°C na aparatu Rancimat 617 iznosio je više od 42 sata. Ovo je bilo i za očekivati iz dva razloga:

- za pripremu namaza je korišćeno veoma stabilno suncokretovo ulje sa indukcionim periodom od 20 sati, a
- zaostalo ulje u sastavu pogače (8.66%, tabela 3) karakteriše veoma dobra održivost svojstvena tikvinom ulju (17), zahvaljujući sastavu masnih kiselina (24) i prisustvu gama-tokoferola (5).

ZAKLJUČAK

Mlevena pogača od semena uljane tikve golice je veoma visokog hranljivog i nutritivnog kvaliteta, pri čemu je sadržaj ukupnih proteina iznad 60%. Dodatkom suncokretovog ulja visoke oksidativne stabilnosti mlevenoj pogači pripremljeni su namazi pastozne konzistencije. Da bi imao dobra senzorska svojstva, namaz mora imati najmanje 45% ulja. Veličina čestica mlevene pogače, takođe, znatno utiče na senzorska svojstva proizvoda. Radi fine strukture namaza, poželjno bi bilo da granulacija čestica bude ispod 0.63 mm. Oksidativna stabilnost svih namaza je bila izuzetno dobra, indukcion period iznosio je više od 42 sata pri 100 °C na Rancimat testu, međutim stabilnost emulzije nije bila zadovoljavajuća. Na površini namaza došlo je do izdvajanja ulja, što bi se verovatno moglo rešiti dodatkom emulgatora.

LITERATURA

1. Berenji J., Proizvodnja i korišćenje uljane tikve (*Cucurbita pepo* L.) 40. savetovanje: Proizvodnja i prerada uljarica, Zbornik radova, pp. 303-308, Palić, 1999.
2. Sabadoš V., J. Berenji, M. Martinov, Proizvodnja uljane tikve golice, 44. savetovanje: Proizvodnja i prerada uljarica, Zbornik radova, pp. 105-111, Budva, 2003.
3. Peredi J., T. Balogh, A tökmagolaj és nyersanyagai, Olaj Szappan Kozmetika, 54 (3): 131-135 (2005).
4. Berenji J., Tikve - hrana, lek i ukras, Zbornik radova Naučnog instituta za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, 31: 63-75 (1999).
5. Karlović Đ., J. Berenji, K. Recseg, K. Kővári, Savremeni pristup uljanoj tikvi (*Cucurbita pepo*

- L.) s posebnim osvrtom na tikvino ulje (*Oleum cucurbitae*), 42. savetovanje: Proizvodnja i prerada uljarica, Zbornik radova, pp. 177-182, Herceg Novi, 2001.
6. Bastić M., Lj. Bastić, J. A. Jovanović, G. Spiteller, Sterols in pumpkin seed oil, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 54: 525-527 (1977).
 7. Akihisa T., P. Ghosh, S. Thakur, F. U. Rosenstein, T. Matsumoto, Sterol compositions of seeds and mature plants of family Cucurbitaceae, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 63: 653-658 (1986).
 8. Wang H. X., T. B. Ng, Isolation of Cucurmoschin, a novel antifungal peptide abundant in arginin, glutamate and glycine residues from black pumpkin seed, *Peptides*, 24: 969-972 (2003).
 9. Ng T. B., W. Y. Chan, H. W. Yeung, Proteins with abortifacient, ribosome inactivating, immunomodulatory, antitumor and anti-AIDS activities from Cucurbitaceae plants, *General Pharmacology: The Vascular System*, 23: 575-590 (1992),
 10. Zhang D., F. T. Halaweis, Isolation and identification of foetidissimin: A novel ribosome-inactivating protein from *Cucurbita Foetidissima*, *Plant Science*, 164: 387-393 (2003).
 11. Peričin D., Lj. Radulović, S. Trivić, E. Dimić, The use of glycohydrolase in the processing of hull-less seed variety of pumpkin in the relation to enhanced protein extraction, *Acta Periodica Technologica*, 37: 163-170 (2006).
 12. Roberfroid M. B., Defining functional foods, in *Functional foods - Concept to product*, editors: G. R. Gibson and C. M. Williams, Woodhead Publishing Limited, Cambridge, England, 2000.
 13. Štrucelj D., Prilog poznavanju lipidnih i proteinskih sastojaka bundevinih koštica i promjena nastalih pri preradi, Doktorska disertacija, Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 1981.
 14. Mansour E. H., E. Dworschak, J. Peredi, A. Lugasi, Evaluation of pumpkin seed (*C. Pepo L.*, Kákai) as a new source of protein, *Acta Alimentaria*, 22: 3-13 (1993).
 15. Dimić E., V. Dimić, R. Romanić, A csigaprésen hidegen sajtolt tökmagolaj technológiája és minősége, *Olaj Szappan Kozmetika*, 52 (3): 93-96 (2003).
 16. Mansour E. H., E. Dworschak, A. Lugasi, E. Barna, A. Gergely, Nutritive value of pumpkin (*Cucurbita Pepo Kakai* 35) seed products, *J. Sci. Food Agric.*, 61: 73-78 (1993).
 17. Dimić E., Hladno ceđena ulja, Monografija, Tehnološki fakultet, Novi Sad, 2005.
 18. Léder Ferencné, I. Molnár, A nagy tápértékű olajtökmag-présmaradék hasznosítási lehetősége, *Gabonaipar*, 15 (1): 17-18 (1993).
 19. Karlović Đ., N. Andrić, Kontrola kvaliteta semena uljarica, Tehnološki fakultet, Novi Sad i Savezni zavod za standardizaciju, Beograd, 1996.
 20. Dimić E., J. Turkulov, Kontrola kvaliteta u tehnolgiji jestivih ulja, Tehnološki fakultet, Novi Sad, 2000.
 21. Bergner .G., K.F. Gander, K. Hummel, H.v. Pezold, H. Pardun, H. Wissenbach, *Fette und Lipoide, Analyse der Fette und Fettblegleitstoffe*, Springer-Verlag, Berlin, 1969.
 22. Peričin D., Lj. Radulović, Proteini i njihova ekstrakcija iz semena i pogače uljane tikve golice c.v. "Olinka", 47. savetovanje: Proizvodnja i prerada uljarica, Zbornik radova, pp. 169-174, Herceg Novi, 2006.
 23. Kuč R., E. Dimić, S. Demković, Lj. Vujačić, D. Tešanović, Promene kvaliteta jestivih rafiniranih ulja tokom čuvanja II. Deo: Sastav masnih kiselina i nutritivna vrednost, *Uljarstvo* 34 (3-4): 33-36 (2003)
 24. Vukša V., E. Dimić, V. Dimić, Characteristics of cold pressed pumpkin seed oil, 9th Symposium: Vitamins and additives in nutrition of man and animal, *Proceedings*, pp. 493-496, Jena/ Thüringen, 2003.

Ovaj rad je finansiran od strane Ministarstva nauke i zaštite životne sredine Republike Srbije u okviru projekta: Unapređenje proizvodnje funkcionalne hrane od semena uljane tikve; primena enzimskog inženjstva: NPBTN 371007.

UTICAJ KONCENTRACIJE EMULGATORA I PRISUSTVA HIDROKOLOIDA NA REOLOŠKE KARAKTERISTIKE I STABILNOST EMULZIJA

Petar Dokić, Veljko Krstonošić i Tamara Dapčević

U radu su izučavani uticaji različitih faktora na reološke osobine i stabilnost emulzija kukuruznog ulja u vodi. Ispitivani su emulzioni sistemi različitih koncentracija uljne faze (40, 50 i 60%) stabilizovani mikromolekularnim surfaktantom trietanolaminoleatom, kao i makromolekularnim emulgatorom na bazi skroba (oktenilsukcinat skrob). Radi podešavanja konzistencije emulzije dodavan je hidrokoloid, Na-karboksimetilceluloza. Reološke karakteristike emulzionih sistema određivane su uz pomoć rotacionog viskozimetra pri čemu su utvrđeni sledeći tipovi proticanja: pseudoplastično, antitiksotropno i viskoelastično. Stabilnost emulzija ispitivana je praćenjem kinetike kringinga. Pri tom su varirani sledeći faktori: vrsta i koncentracija emulgatora i prisustvo Na-karboksimetilceluloze. Cilj je bio izazvati specifične efekte koji određuju osobine čitavog sistema, i izvesti zaključke o uticaju na složenost reološkog ponašanja i strukturaciju emulzionog sistema i interakcije kojima se struktura izgrađuje.

Ključne reči: emulzija, reologija, emulgator, makromolekularni emulgator, stabilnost

INFLUENCE OF EMULSIFIER CONCENTRATION AND PRESENCE OF HYDROCOLLOIDS ON RHEOLOGICAL PROPERTIES AND STABILITY OF EMULSIONS

In this work influences of different factors on rheological properties and stability of corn oil-in-water emulsions have been widely studied. Emulsions with different concentrations of oil phase (40, 50 and 60%) stabilized with micromolecular surfactant triethanolamine oleate and also with octenyl succinic starch emulsifier were investigated. To correct viscosity of emulsion hydrocolloid Na-carboxymethylcellulose was added. Rheological characteristics of emulsions were determined with rotational viscometer and following flow types were registered: pseudoplastic, anti-thixotropic and viscoelastic. Stability of emulsions was investigated by following kinetics of creaming. Following factors were varied: emulsifier nature and concentration and presence of Na-carboxymethylcellulose. The aim was to induce specific effects which define properties of the whole system, and to find out conclusions about influence on complex emulsion behaviour, structure and interactions.

Key words: emulsion, rheology, emulsifier, macromolecular emulsifier, stability

UVOD

Savremene formulacije prehrambenih i kozmetičkih emulzija zasnivaju se na uvođenju sastojaka prirodnog porekla. Pri tom je poželjno očuvati ili, ako je moguće, i poboljšati kvalitet proizvoda (1). Tako se kao uljna komponenta uvode visokokvalitetna biljna ulja, kao što je ulje kukuruznih klica (kukuruzno ulje), koje je bogat izvor mono i polinezasićenih masnih kiselina,

posebno linolne, koja spada u esencijalne masne kiseline i sterola, naročito fitosterola. Upravo zbog toga je njegovo konzumiranje preporučljivo za prevenciju kardiovaskularnih bolesti. Osim sa zdravstvenog aspekta primena kukuruznog ulja u formulaciji emulzija korisna je i zbog njegovih prijatnih senzornih karakteristika i dobre stabilnosti usled prisustva γ -tokoferola (2).

Takođe se, u formulacijama, u cilju smanjenja koncentracije niskomolekularnih surfaktanata, koji su u većim količinama štetni za zdravlje ili su neprijatnog, gorkog ukusa, uvode hidrokoloidi, koji imaju ulogu stabilizatora emulzije (3, 4, 5).

Prof. dr Petar Dokić, Veljko Krstonošić, dipl. ing., Tamara Dapčević, dipl. ing., Tehnološki fakultet, 21000 Novi Sad, Bul. Cara Lazara 1, R Srbija, e-mail: petardok@uns.ns.ac.yu

Pri tom treba biti obazriv prilikom odabira komponenata, jer hidrokoloide svojom veličinom i zbog interakcija sa drugim molekulima menjaju svojstva emulzije, često i u nepoželjnom smeru (6). Druga solucija je potpuna zamena niskomolekularnih surfaktanata, hidrofobno modifikovanim makromolekulima, koji nakon modifikacije dobijaju amfifilni karakter, pa u emulzijama deluju kao kombinacija surfaktanta i stabilizatora (7, 8, 9).

Upravo, zbog prethodno navedenog, u ovom radu će za pripremu emulzija biti korišćeno kukuruzno ulje, a koncentracija niskomolekularnog emulgatora trietanolaminoleata biti redukovana upotrebom Na-karboksimetilceluloze, ili izbegnuta upotrebom modifikovanog skrobnog emulgatora. Radi ispitivanja teksturalnih karakteristika sistema, upotrebe i promena prilikom čuvanja najčešće se vrše reološka merenja i praćenje kriminga, kao jednog od najčešćih oblika nestabilnosti, što će i biti predmet istraživanja ovog rada. Pri tom će se varirati različiti faktori, kao što su vrsta i koncentracija emulgatora i prisustvo Na-karboksimetilceluloze u cilju izazivanja specifičnih reoloških efekata i ponašanja, kao i promena u stabilnosti koji određuju osobine čitavog sistema. Dobijeni rezultati treba da usmere dalja istraživanja na izučavanje unutrašnje strukture i interakcija kojima se ona uspostavlja, radi dobijanja jasnije slike o složenosti i specifičnosti ponašanja ispitivanog sistema.

MATERIJAL I METODE

Materijal

- kukuruzno ulje, proizvođača "Ipok", Zrenjanin
- bidestilovana voda
- oleinska kiselina, p.a. (OA) proizvođača Merck, Germany
- trietanolamin (TEA), SB Trade, Beograd
- natrijum-karboksimetilceluloza, p.a. (CMC), Centrohem, Beograd
- makromolekularni hidrofobno modifikovani emulgator, oktenilsukcinat skrob, Hi Cap[®]100 (OSA H), proizvođača National Starch and Chemical Co, USA

Metode

Spravljanje emulzija

Emulzije U/V spravljanje su u količinama od 200g pri čemu su korišćene sledeće

- koncentracije supstanci:
- koncentracije kukuruznog ulja: 40, 50 i 60% (g/g)

- koncentracije emulgatora trietanolaminoleata (TEAO) u odnosu na masu ulja: 3, 5, 10 i 20% (g/g), pri čemu je odnos TEA/OA = 0,35/0,65 (g/g)
- koncentracije emulgatora OSA H u odnosu na masu ulja: 3% (g/g)
- odnos H₂O/CMC = 1/0,00535 (g/g)

Koristeći navedene koncentracije pripremani su sledeći emulzioni sistemi:

1. Emulzije U/V sa TEAO kao emulgatorom, koje su pripremane tako što se u posebnoj čaši odmeri potrebna količina TEA i rastvori u bidestilovanoj vodi (kontinualna faza), a u drugoj čaši se pripremi rastvor OA u kukuruznom ulju (disperzna faza). Zatim je celokupna uljna faza dodavana u čašu sa vodenom fazom i vršeno je homogenizovanje pri konstantnoj temperaturi od 30°C, i konstantnom broju obrtaja od 9500min⁻¹ (*homogenizer Ultra - Turrax T25 basic*). Emulgator TEAO formiran je u procesu emulgovanja *in situ*.

Ukupno vreme homogenizovanja iznosilo je 60min, čemu je prethodilo 30s inicijalnog homogenizovanja.

2. Emulzije U/V sa TEAO kao emulgatorom i CMC kao makromolekularnim regulatorom viskoziteta, kod kojih je najpre odmerena potrebna količina CMC, dodata količina vode dovoljna da se CMC rastvori i tako pripremljena CMC ostavljena 24h kako bi se izvršila njena potpuna hidratacija. Zatim je u posebnoj čaši pripremljena vodena faza (TEA i preostala količina vode) i preneti u čašu sa CMC. Uljna faza (kukuruzno ulje i OA) dodata je u čašu sa vodenom fazom. Dalji postupak pripreme (vreme i uslovi homogenizovanja) bio je isti kao i kod postupka 1.

3. Emulzije U/V sa OSA H kao emulgatorom, koje su pripremane tako što je potrebna količina OSA H rastvorena u vodi, a zatim dodato kukuruzno ulje. Dalji postupak pripreme (vreme i uslovi homogenizovanja) bio je isti kao i kod postupka 1.

Napomena: Prilikom pripreme visoko koncentrovanih emulzija (50% i 60%) uljna faza dodavana je u vodenu u porcijama kako bi se isključila mogućnost inverzije faza.

Reološka merenja

Reološke osobine određivane su na rotacionom viskozimetru *HAAKE RheoStrees 600*, (Thermo Electron Corporation) na temperaturi 20°C, pri čemu su korišćeni merni senzori konus-ploča C60/1Ti i ploča-ploča PP60Ti. Rezultati su prikazivani kao zavisnost napona smicanja τ (Pa) od brzine smicanja D (s⁻¹), odnosno zavisnost

elastičnog G' (Pa) i viskoznog G'' (Pa) modula smicanja od frekvencije f (Hz).

Ispitivanja stabilnosti emulzije

Stabilnost emulzije ispitivana je praćenjem kringinga uzoraka (10ml) homogenizovanih 60min, na sobnoj temperaturi, vizuelnim očitavanjem visine prozirnog sloja formiranog na dnu menzure (H_S) izraženog u procentima, u odnosu na ukupnu visinu uzorka emulzije u menzuri (H_E):

$$\text{Kringing indeks} = (H_S/H_E) \times 100.$$

Stabilnost 60% emulzionog sistema sa 20% emulgatora, koji je pokazao viskoelastične osobine, praćena je određivanjem zavisnosti elastičnog modula smicanja G' (Pa) od frekvencije f (Hz), pri konstantnom naponu smicanja od 10Pa. Zavisnost $G'-f$ je određivana svaka 24h, u periodu od 72h, a vrednosti G' očitavane za frekvenciju od 50Hz.

REZULTATI I DISKUSIJA

Ispitivani su uticaji vrste i koncentracije emulgatora, kao i dodatka hidrokoloida CMC na reološke osobine i stabilnost 40, 50 i 60% emulzija.

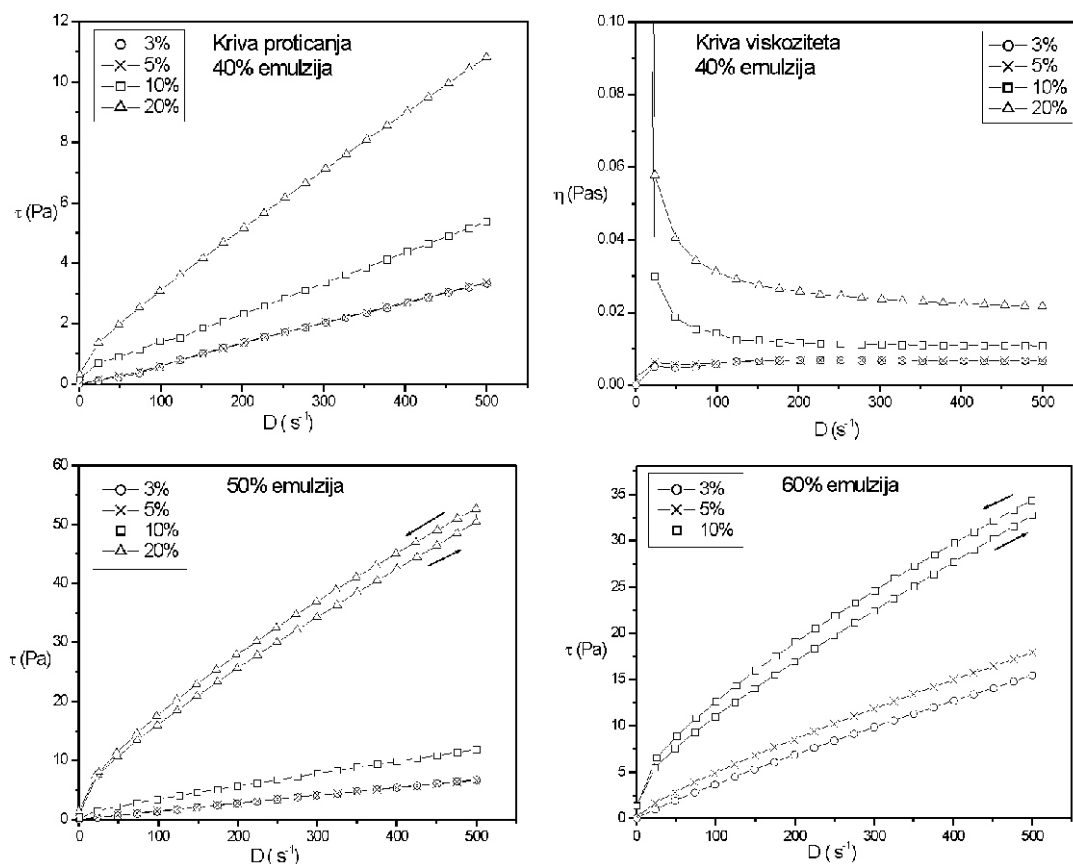
Kao bazni sistem, sa kojim su poređeni svi ostali sistemi, uzeta je 40% emulzija sa 3% TEAO, zbog svog kompleksnog reološkog ponašanja.

Reološko ponašanje i karakteristike

Uticaj koncentracije emulgatora

Rezultati određivanja veličine napona smicanja τ (Pa) u zavisnost od primenjene brzine smicanja D (s^{-1}) za 40, 50 i 60% emulzije sa različitim koncentracijama TEAO (3, 5, 10 i 20%) prikazani su na slici 1. Takođe je, za 40% emulziju, osim krive proticanja (zavisnost napona smicanja od brzine smicanja), prikazana i kriva viskoziteta (zavisnost viskoziteta od brzine smicanja), kako bi se pokazalo da su uzajamni odnosi krivi identični i da se, upoređujući krive proticanja različitih sistema, pojam brzina smicanja, može zameniti pojmom viskoziteta.

Pri manjim koncentracijama emulgatora (3 i 5%) efekat porasta napona smicanja, odnosno viskoziteta sa porastom koncentracije emulgatora prisutan je samo kod 60% emulzije. Kod 50% i 40% emulzija pomenuti efekat je izostao.



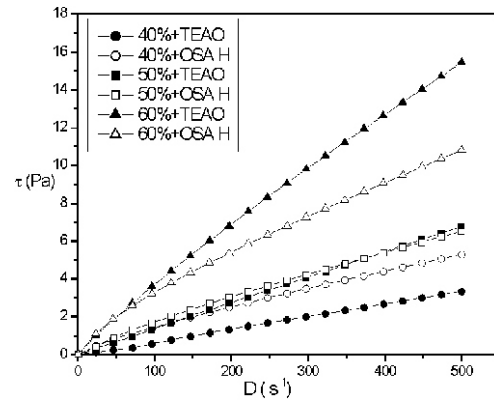
Slika 1. Uticaj koncentracije TEAO na reološko ponašanje 40, 50 i 60% emulzije kukuruznog ulja u vodi
Figure 1. Influence of TEAO concentration on rheological behaviour of 40, 50 and 60% corn oil-in-water emulsions

Daljim porastom koncentracije emulgatora na 10% efekat porasta viskoziteta je mnogo izraženiji u sva tri slučaja. Kod 60% emulzije osim do porasta viskoziteta dolazi i do promene u tipu proticanja sa pseudoplastičnog (3 i 5% TEAO) na antitiksotropno (10% TEAO). Uticaj koncentracije emulgatora na tip proticanja izražen je i kod 50% emulzije, ali tek pri koncentracijama emulgatora od 20%, dok je kod 40% emulzije izostao.

Uticaj vrste emulgatora

Zavisnost napona smicanja τ (Pa) od primenjene brzine smicanja D (s^{-1}) za 40, 50 i 60% emulzije stabilizovane sa 3% TEAO i 3% OSA H prikazana je na slici 2.

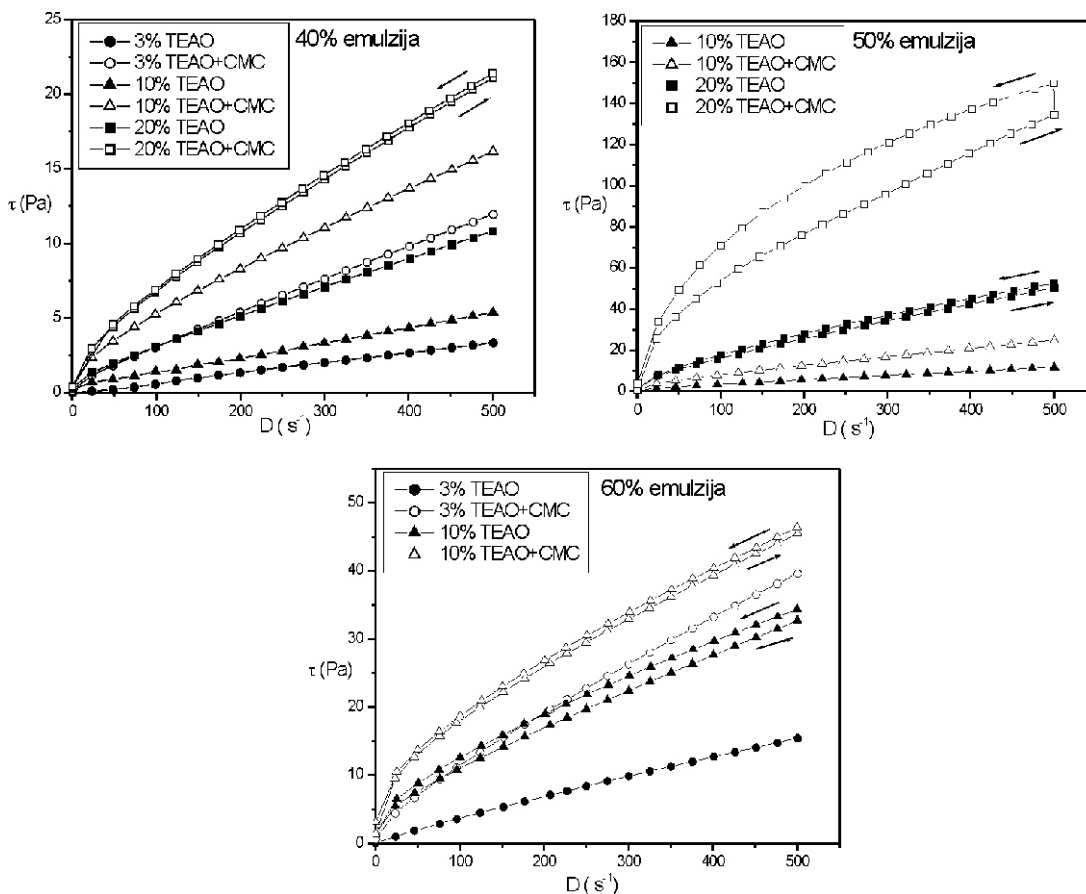
Uticaj vrste emulgatora na reološke karakteristike emulzija je različit i zavisi od koncentracije uljne faze. U slučaju 40% emulzionih sistema veću vrednost viskoziteta pokazuje emulzija sa OSA H, kod 50% sistema viskoziteti emulzija sa OSA H i TEAO su izjednačeni, dok je kod 60% sistema emulzija sa TEAO viskozija.



Slika 2. Uticaj vrste emulgatora na reološke osobine 40, 50 i 60% emulzije kukuruznog ulja u vodi stabilizovane sa 3% TEAO i 3% OSA H
Figure 2. Influence of emulsifier nature on rheological properties of 40, 50 and 60% corn oil-in-water emulsions stabilized with 3% TEAO and 3% OSA H

Uticaj dodatka CMC

Zavisnost napona smicanja τ (Pa) od brzine smicanja D (s^{-1}) za 40, 50 i 60% emulzije sa različitim sadržajem TEAO i sa dodatkom CMC, odnosno bez dodatka CMC prikazana je na slici 3.



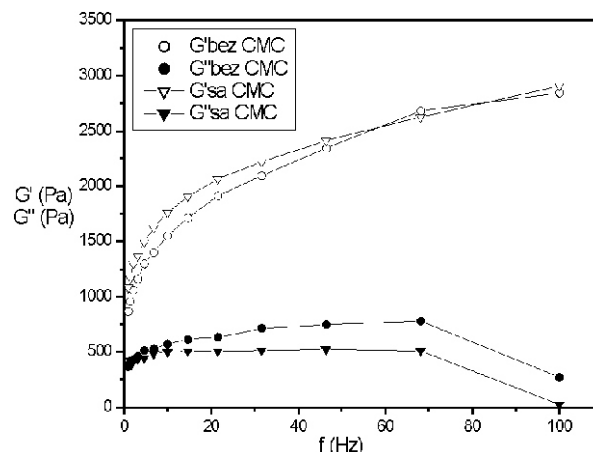
Slika 3. Uticaj dodatka CMC na reološke osobine 40, 50 i 60% emulzije kukuruznog ulja u vodi stabilizovane sa 3, 10 i 20% TEAO

Figure 3. Influence of added CMC on rheological properties of 40, 50 and 60% corn oil-in-water emulsions stabilized with 3, 10 and 20% TEAO

Dodatak CMC povećava vrednost viskoziteta u slučaju svih udela uljne faze i svih koncentracija emulgatora TEAO. Pri većim koncentracijama TEAO, prisustvo CMC dovodi i do promena u reološkom ponašanju sistema, što ukazuje na moguće interakcije između TEAO i CMC. Tako, 40% emulzija sa 20% TEAO i dodatkom CMC pokazuje mali iznos antitiksotropije, za razliku od 40% emulzije bez CMC, a 50% sa 20% TEAO pokazuje različiti iznos antitiksotropije u slučaju kada je CMC prisutna i kada nije. 60% emulzija sa 10% TEAO, kao i 50% emulzija sa 20% TEAO, pokazuje antitiksotropno ponašanje i u prisustvu, i bez CMC.

Pošto je 60% emulzija sa 20% TEAO pokazivala viskoelastične osobine uticaj dodatka CMC praćen je određivanjem zavisnosti elastičnog G' (Pa) i viskoznog G'' (Pa) modula smicanja, od frekvencije oscilovanja f (Hz), što je prikazano na slici 4.

Emulzija sa CMC ima izraženiju elastičnu prirodu nego emulzija bez CMC, što ukazuje da je sistem sa CMC jače strukturiran, čime se potvrđuje mogućnost postojanja interakcija, odnosno nameće se zaključak o mogućnosti međudejstva adsorpcionog sloja emulgovanih kapi ili micela emulgatora sa rastvorenim makromolekulom u kontinualnoj fazi i njihov uticaj na unutrašnju strukturu emulzije.



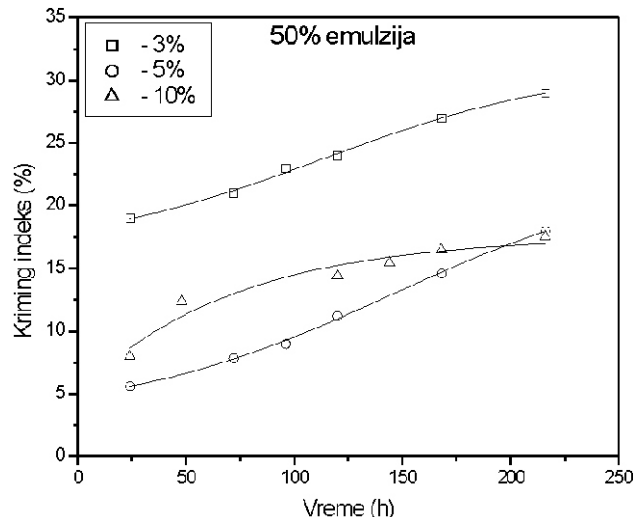
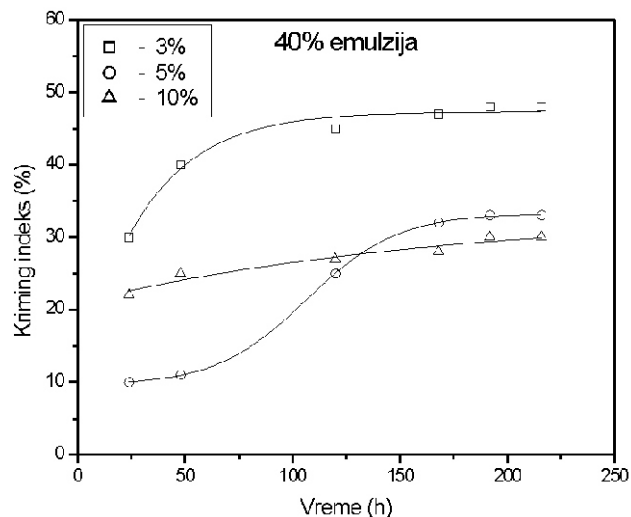
Slika 4. Uticaj dodatka CMC na viskoelastične osobine 60% emulzije kukuruznog ulja u vodi stabilizovane sa 20% TEAO

Figure 4. Influence of added CMC on viscoelastic properties of 60% corn oil-in-water emulsion stabilized with 20% TEAO

Stabilnost emulzija

Uticaj koncentracije emulgatora

Rezultati ispitivanja promene indeksa kriminga (%) sa vremenom (h) za 40% i 50% emulzije sa 3, 5 i 10% TEAO emulgatora prikazani su na slici 5.



Slika 5. Uticaj koncentracije TEAO na kinetiku kriminga 40 i 50% emulzije kukuruznog ulja u vodi
Figure 5. Influence of TEAO concentration on kinetics of creaming of 40 and 50% corn oil-in-water emulsions

Praćenjem uticaja koncentracije emulgatora na kinetiku kriminga mogu se zapaziti dva tipa zavisnosti. Kod emulzija sa malim sadržajem TEAO (3 i 5%) povećanjem koncentracije emulgatora smanjuje se indeks kriminga, odnosno povećava stabilnost sistema. Međutim, poređenjem emulzija sa većim sadržajem emulgatora (5 i

10%) može se zapaziti da u početnom periodu veću stabilnost poseduju emulzije sa manjim sadržajem TEAO, dok kasnije njihova stabilnost naglo opada i indeks kriminga postaje veći od onog koji poseduju emulzije sa većim sadržajem TEAO. Ovo ponašanje ukazuje na to da se između koncentracija 5 i 10% nalazi kritična koncen-

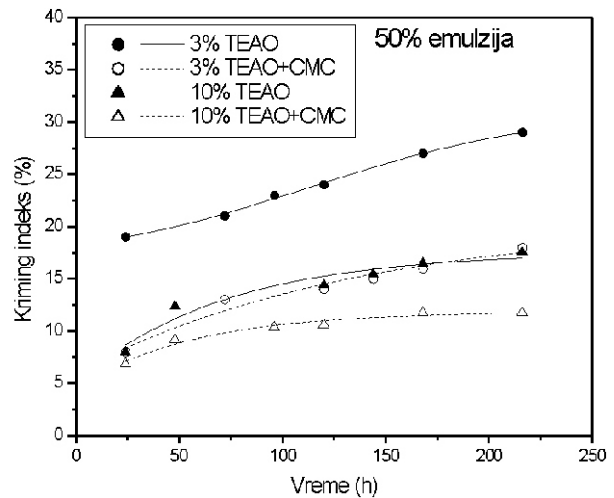
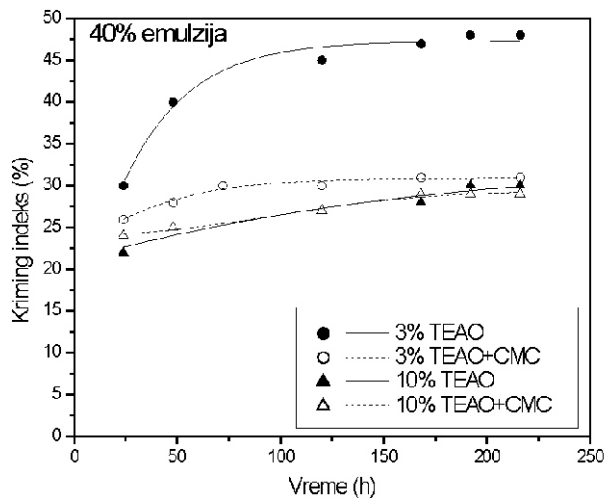
tracija emulgatora pri kojoj dolazi do pojave micelarne deplecije (slične pojavi deplecione flokulacije u slučaju polimera) kada usled razlike u osmotskom pritisku micela bivaju istisnute iz prostora između kapljica emulzije u prostor okolnog rastvarača.

Opadanje stabilnost emulzija sa povećanjem vremena skladištenja može se objasniti starenjem strukture mreže formirane između micela emulgatora. Pri tom se kapljice približavaju i dolazi do koagulacije i bržeg izdvajanja.

Uticaj vrste emulgatora

Zavisnost indeksa kriminga (%) od vremena (h) za 40, 50 i 60% emulzije kukuruznog ulja u vodi sa 3% TEAO i 3% OSA H prikazana je na slici 6.

Emulzija stabilizovane sa TEAO pokazuju manji indeks kriminga, odnosno bolju stabilnost od emulzija stabilizovanih sa OSA H i to tako da se razlika u indeksu kriminga između emulzija stabilizovanih sa TEAO i OSA H povećava sa povećanjem sadržaja disperzne faze.

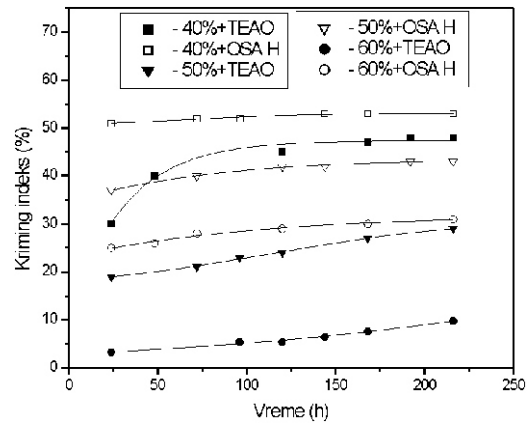


Slika 7. Uticaj CMC na kinetiku kriminga 40 i 50% emulzije kukuruznog ulja u vodi stabilizovane sa 3 i 10% TEAO

Figure 7. Influence of added CMC on kinetics of creaming of 40 and 50% corn oil-in-water emulsions stabilized with 3 and 10% TEAO

Na osnovu grafika se vidi da je razlika između indeksa kriminga za emulzije sa i bez CMC veća u slučaju emulzija sa manjim sadržajem TEAO. Tako u slučaju emulzija sa 10% TEAO dodatak makromolekula nema veliki uticaj na njenu stabilnost.

Takođe se pokazalo da emulzije sa CMC imaju bliske vrednosti indeksa kriminga, što praktično znači da se dodavanjem CMC emulziji mogu dobiti stabilni sistemi i u slučaju malih koncentracija TEAO.



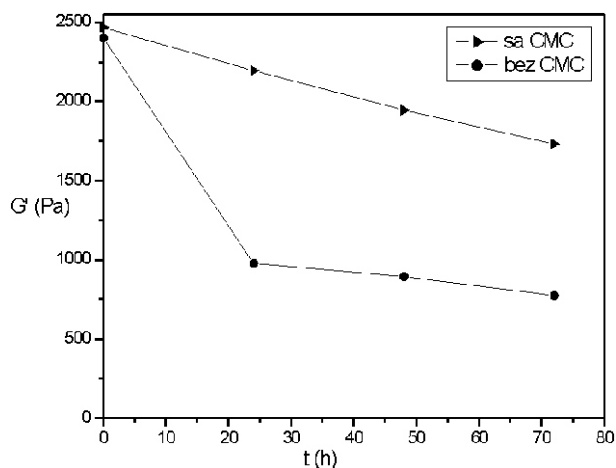
Slika 6. Uticaj vrste emulgatora na kinetiku kriminga 40, 50 i 60% emulzije kukuruznog ulja u vodi stabilizovane sa 3% TEAO i 3% OSA H
Figure 6. Influence of emulsifier nature on kinetics of creaming of 40, 50 and 60% corn oil-in-water emulsions stabilized with 3% TEAO and 3% OSA H

Uticaj dodatka CMC

Zavisnost indeksa kriminga (%) od vremena (h) za 40 i 50% emulzije sa različitim sadržajem TEAO (3 i 10%) uz dodatak CMC, odnosno bez CMC prikazana je slikom 7.

Stabilnost 60% emulzije sa 20% TEAO prikazana je kao zavisnost elastičnog modula smicanja G' (Pa) od vremena skladištenja t (h) na slici 8.

Kod emulzionog sistema bez CMC nakon prvih 24h dolazi do naglog pada vrednosti G' , odnosno kolapsa gel strukture. Redukcija viskoelastične konzistencije se nastavlja i narednih 48h ali u mnogo blažem obliku. Kod emulzije sa CMC, međutim, pad vrednosti G' je znatno blaži, što ukazuje na veću stabilnost strukture.



Slika 8. Uticaj CMC na stabilnost 60% emulzije sa 20% TEAO

Figure 8. Influence of added CMC on stability of 60% corn oil-in-water emulsion stabilized with 20% TEAO

LITERATURA

- Cardinali M. S., Lam T. Y., Schweid B., Hashimoto T., Gestmann A., Specialty starch technologies for delivering aesthetic benefits to the skin, *National Starch Personal Care*, 2005, pp. 1-15
- Dimić E., Hladno ceđena ulja, Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet, Novi Sad, 2005
- Clasen C., Kulicke W.-M., Determination of viscoelastic and rheo-optical material functions of water-soluble cellulose derivatives, *Prog. Polym. Sci* 26, 2001, pp. 1839-1919
- Dickinson E., Hydrocolloids at interfaces and the influence on the properties of dispersed system, *Food Hydrocolloids* 17, 2003, 25-39
- Klinkesorn U., Sophanodora P., Chinachoti P., Stability and Rheology of corn oil-in-water emulsions containing maltodextrin, *Food Research International* 37, 2004, pp. 851-859
- Dokić-Baucal Lj., Dokić P., Sovilj V.: Structure building in o/w emulsions in shear induced by surfactant-nongelling polymer interactions, *Proceedings of the 3rd International symposium on food rheology and structure (ISFRS 2003)*, - *Eurorheo*. 2003, pp. 529-530
- Dokić P., Sovilj V., Dokić Lj., Disperzione i reološke osobine emulzija sa hidrokolidima, *Uljarstvo*, 34 (3-4), 2003, pp. 5-12
- Kuentz M., Egloff P., Röthlisberger D., A technical feasibility study of surfactant-free drug suspensions using octenyl succinate-modified starches, *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics* xx, 2005, pp. 1-7
- Viswanathan A., Effect of degree of substitution starch on the emulsification activity on different oil phases, *Journal of Environmental Polymer Degradation*, Vol.7, No. 4, 1999

SASTAV MASNIH KISELINA INDUSTRIJSKIH I MARGARINA ZA DOMAĆINSTVO UKLJUČUJUĆI TRANS IZOMERE

Snežana Kravić, Nikola Marjanović, Zvonimir Suturović, Jaroslava Švarc-Gajić, Mira Pucarević

Sadržaj cis i trans masnih kiselina, kao i sadržaj pojedinih masnih kiselina, u 14 uzoraka industrijskih i margarina za domaćinstvo određen je u ovom radu primenom kapilarne gasne hromatografije u kombinaciji sa kvadrupolnom masenom spektrometrijom, uz primenu kolone SP-2560 dužine 100 m. Ukupan sadržaj zasićenih masnih kiselina u margarinima za domaćinstvo se kretao u opsegu od 27.58 do 57.98%, a u industrijskim od 25.13 do 58.83%. Prosečan sadržaj trans masnih kiselina u margarinima za domaćinstvo je iznosio 19.51%, dok je za industrijske margarine bio dvostruko manji 9.79%. Udeo nezasićenih masnih kiselina se kretao u opsegu od 40.52 do 52.92% u margarinima za domaćinstvo, odnosno od 34.17 do 46.25% u margarinima za potrebe industrije. Dominantna masna kiselina u margarinima za domaćinstvo je oleinska (27.05%) a u industrijskim margarinima palmitinska (42.10%). Oba tipa ispitivanih margarina imaju visok sadržaj zasićenih i trans masnih kiselina koji se kretao u opsegu od 46.71 do 59.49% u margarinima za domaćinstvo a od 53.75 do 65.84% u industrijskim margarinima. U cilju praćenja svetskih trendova trebalo bi osavremeniti procese proizvodnje margarina za specifične namene u cilju smanjenja kako trans, tako i zasićenih masnih kiselina u prehrambenim proizvodima, naravno uz odgovarajuće zadovoljavanje uslova u pogledu kvaliteta i cene proizvoda.

Ključne reči: masne kiseline, margarini, gasna hromatografija, masena spektrometrija

FATTY ACID COMPOSITION OF INDUSTRIAL AND COOKING MARGARINES INCLUDING TRANS ISOMERS

Content of cis and trans fatty acid, as well as individual fatty acid, in 14 samples of industrial and cooking margarines in this research were determined by gas chromatography with 100 m long capillary SP-2560 column and quadrupole mass spectrometry. The total saturated fatty acid ranged from 27.58 to 57.98% in cooking margarines, and from 25.13 to 58.83% in industrial margarines. Determined trans fatty acid content was 19.51% in cooking margarines, and about half in industrial margarines 9.79%. The content of total unsaturated fatty acid determined in cooking and industrial margarines were 40.52 - 52.92% and 34.17 - 46.25% respectively. Dominant fatty acid in cooking margarines was oleic (27.05%) and in industrial margarines palmitic (42.10%). Contents of saturated and trans fatty acids were high in both types of investigated margarines which were 46.71 - 59.49% in cooking margarines and 53.75 - 65.84% in industrial margarines. In future, margarine producers should use contemporary technology in order to decrease the contents of trans isomers and saturated fatty acids, of course with achieving adequate quality and cost of product.

Key words: fatty acids, margarines, gas chromatography, mass spectrometry

UVOD

Dobro je poznato da biljna ulja u nativnom stanju imaju relativno malu primenu u proizvodnji prehrambenih proizvoda zbog svojih

specifičnih hemijsko-fizičkih osobina. U cilju proširenja njihove upotrebe, biljna ulja se modifikuju kako hemijski - hidrogenacija ili esterifikacija, tako i fizički - frakcionisanje (1). U procesu proizvodnje margarina najčešće se koristi postupak parcijalne hidrogenacije, pri čemu stepen hidrogenacije zavisi od zahtevanih karakteristika i kvaliteta proizvoda.

Neminovno tokom procesa hidrogenacije dolazi do izomerizacije *cis* dvostrukih veza u *trans* dvostruke veze sa manjim energetskim sadržajem

Mr Snežana Kravić, asistent, Dr Nikola Marjanović, red.prof., Dr Zvonimir Suturović, red.prof., Dr Jaroslava Švarc-Gajić, asistent, Tehnološki fakultet, 21000 Novi Sad, Bilevar cara Lazara 1, Srbija, e-mail: sne@uns.ns.ac.yu, Dr Mira Pucarević, Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, 21000 Novi Sad, Maksima Gorkog 30, Srbija.

i većom stabilnošću. Nastale *trans* masne kiseline (TMK) imaju različite hemijske i fiziološke osobine u odnosu na odgovarajući *cis* oblik. Njihovi molekuli su blago uvijeni i linearni, geometrijski vrlo slični molekulima zasićenih masnih kiselina, a različiti od savijenih *cis* izomera. Linearna geometrija molekula omogućava njihovo tesno pakovanje.

U prošlosti se smatralo da nastanak *trans* izomera predstavlja prednost sa obzirom da TMK imaju višu tačku topljenja i veću stabilnost u odnosu na *cis* masne kiseline (1). U poslednjih dvadesetak godina objavljeni su mnogi radovi (2, 3, 4, 5) koji ukazuju na štetno dejstvo *trans* izomera na ljudsko zdravlje:

1. Enzimi probave teže konvertuju *trans* masne kiseline nego njihove *cis* izomere. Iako neki autori smatraju da se TMK usvajaju i metabolišu jednako kao i *cis* masne kiseline, razlike u njihovoj geometrijskoj konfiguraciji nesumnjivo utiču na njihove interakcije sa enzimima uključenim u lipidni metabolizam.
2. TMK ugrađene u fosfolipide biomembrana mogu da utiču na njihove osobine i tako i na hemostatske i/ili vaskularne funkcije.
3. Postoje dokazi da TMK podižu nivo "lošeg" LDL-holesterola u krvi (LDL - low-density lipoprotein), u manjoj meri nego zasićene masne kiseline, ali osim toga, znatno smanjuju nivo "dobrog" HDL-holesterola (HDL - high-density lipoprotein). Na ovaj način TMK utiču na razvoj ateroskleroze i povećavaju rizik od nastanka koronarnih oboljenja. Nije poznato kojim mehanizmom TMK menjaju lipide u serumu, ali sličnosti u geometriji *trans* i zasićenih masnih kiselina mogu da objasne njihovo slično fiziološko ponašanje.
4. Osim negativnih efekata TMK na kardio-vaskularni sistem, *trans* masne kiseline su doveđene i u vezu sa razvojem nekih karcinoma, dijabetesa tipa 2, alergijama i astmom kod dece i trombozama.

Svetska zdravstvena organizacija (6) i još neke države, dale su inicijativu za kontrolu unošenja *trans* masti u organizam i za donošenje propisa o njihovom sadržaju u prehrambenim proizvodima. Od 1. januara 2006. godine, u SAD je na snazi zakon o obaveznom deklarisanju sadržaja *trans* masnih kiselina - *trans* masti na svim vrstama prehrambenih proizvoda koji sadrže masnoće (7).

Kako se za proizvodnju margarina najčešće koristi postupak hidrogenovanja, mnoga istraživanja (8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15) su izvedena u cilju definisanja sadržaja *trans* masnih kiselina u različitim vrstama margarina, kao i u prehrambenim proizvodima koji sadrže viši udeo masti

(16, 17). Dobijeni rezultati se sa jedne strane koriste kao polazna osnova za definisanje unosa *trans* masti u ljudski organizam, a sa druge strane za uvođenje alternativnih metoda za proizvodnju margarina kao što su interesterifikacija, frakcionisanje i mešanje zasićenih i nezasićenih ulja, a samim tim smanjivanju udela *trans* izomera u finalnim proizvodima.

U skladu sa napred iznetim činjenicama, cilj ovog rada je bio ispitivanje sastava masnih kiselina, kao i njihovih *trans* izomera, margarina namenjenih industrijskim potrebama, kao i margarina za domaćinstvo.

MATERIJAL I METODE

Materijal

Za ispitivanje je korišćeno šest uzoraka margarina za domaćinstvo proizvedenih od strane različitih domaćih proizvođača i osam uzoraka industrijskih margarina (od kojih je jedan inostranog proizvođača) proizvedenih za različite namene.

Uzorak inostranog proizvođača nije imao deklarisanu namenu, dok je za uzorke industrijskih margarina domaće proizvodnje deklarirana sledeća namena: za proizvodnju lisnatih testa (tri uzorka), za proizvodnju kvasnih lisnatih testa, slani margarinski namaz za lisnata testa, namenska mast za proizvodnju dvopeka i soft margarin za konditorsku industriju.

Metode

Sastav masnih kiselina, kao i njihovih *trans* izomera, određen je gasnom hromatografijom njihovih metilestara, pri čemu je kao detektor korišćen maseni spektrometar.

Priprema metilestara je izvedena direktno iz margarina, primenom brze modifikovane metode (18). U epruvetu sa čepom pomoću staklenog štapića stavlja se 2 kapi (približno 60 mg) pretihodno otopljenog uzorka. Doda se 2,4 ml n-heksana i mučka oko 10 sekundi, nakon čega se doda 0,6 ml 2 mol/dm³ KOH u metanolu i mučka 20 sekundi. Potom se začepljena epruveta uranja u vodeno kupatilo zagrejano na 70°C i drži 1 minut od momenta kada rastvor u epruveti počne da ključa. Epruveta se izvadi i mučka začepljena još 20 sekundi. Doda se 1,2 ml 1 mol/dm³ HCl u metanolu, blago promućka i sačeka se da se sadržaj u epruveti rasloji. Pre nego što se dekantuje, doda se 3 ml n-heksana i metil-estri, koji se nalaze u gornjem sloju, se dekantuju u čistu epruvetu i razblaže n-heksanom do ukupne zapremine pripremljenog uzorka od približno 5 ml.

Za gasno hromatografsku analizu korišćena je zapremina od 1 μ l pri čemu je odnos razdeljivanja iznosio 1:5.

Za razdvajanje metilestara korišćena je kapilarna kolona SP-2560 (Supelco), dužine 100 m; unutrašnjeg prečnika 0.25 mm, sa debljinom filma stacionarne likvidne faze 0.20 μ m. Kao gas nosač korišćen je helijum protoka 0.58 cm³/min.

Analize su izvedene primenom sledećeg temperaturnog programa: temperatura injektora 230°C, početna temperatura kolone od 140°C održavana je 5 min, nakon čega je sledio porast temperature brzinom od 4°C/min do konačne temperature od 240°C koja je održavana narednih 15 min. Temperatura masenog spektrometra je iznosila 180°C.

Maseni spektri su snimani SCAN tehnikom, u rasponu *m/z* 40 - 400 a.m.u. (a.m.u. - atomic mass unit, jedinica atomske mase). Vreme kašnjenja

zbog rastvarača (Solvent delay time) je iznosilo 15 min.

Kvalitativno određivanje je izvedeno na osnovu masenih spektara i retencionih vremena. Kvantitativno određivanje je izvedeno primenom modifikovane metode 100% (19), pri čemu je za definisanje korekcionih faktora korišćen standardni rastvor smeše 37 metilestara proizvođača Supelco (37 component FAME Mix, 47885 - U).

REZULTATI I DISKUSIJA

Sadržaj masnih kiselina, uključujući i *trans* izomere, u margarinima za domaćinstvo prikazan je u tabeli 1, dok je u tabeli 2 dat prikaz masno-kiselinskog sastava industrijskih margarina. Prikazani rezultati predstavljaju srednju vrednost od tri ponavljanja za svaki uzorak. Relativna standardna devijacija se kretala u opsegu od 0.20 - 6.9 %.

Tabela 1. Sadržaj masnih kiselina u margarinima za domaćinstvo

Table 1. Content of fatty acids in cooking margarines

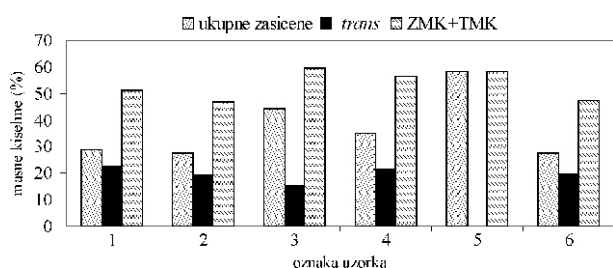
Masne kiseline (%) Fatty acids (%)	Oznaka uzorka Sample					
	1	2	3	4	5	6
12:0			16.85	8.10	20.07	
14:0			4.37	2.01	3.29	
16:0	20.57	20.35	14.72	18.06	24.26	19.68
18:0	8.35	7.32	8.34	6.66	10.36	7.90
18:1t	22.47	19.04	15.20	20.52		19.50
18:1c	29.27	34.80	24.41	33.10	16.02	24.70
18:2t				0.80		
18:2c	19.35	18.49	16.10	10.39	26.00	28.22
20:0				0.22		
22:0				0.14		
Ukupno zasićenih Sum of saturated	28.92	27.67	44.29	35.19	57.98	27.58
Ukupno nezasićenih Sum of unsaturated	48.62	53.29	40.52	43.49	42.02	52.92
Ukupno <i>trans</i> Sum of <i>trans</i>	22.47	19.04	15.20	21.32	-	19.50
Ukupno zasićenih i <i>trans</i> Sum of saturated and <i>trans</i>	51.39	46.71	59.49	56.51	57.98	47.08

Kao što se iz tabele 1 vidi, u margarinima za domaćinstvo dominantne su četiri masne kiseline: palmitinska, oleinska, elaidinska i linolna. Udeo oleinske kiseline je najviši i kretao se u intervalu od 16.02 do 34.80%. Prosečna vrednost udela

palmitinske, elaidinske i linolne kiseline je veoma sličana i iznosi 19.60, 19.35 i 19.76% redom.

Laurinska i miristinska kiselina, koje se danas smatraju mogućim aterogenim faktorom rizika, nisu detektovane u tri uzorka margarina za

domaćinstvo, dok je u preostala tri sadržaj ovih kiselina 8.10 - 20.07%, odnosno 2.01 - 4.37%, što je znatno više u odnosu na literaturne podatke (9, 11) po kojima je udeo laurinske oko 2 %, a miristinske kiseline približno 1%.



Slika 1. Sadržaj zasićenih i *trans* masnih kiselina u margarinima za domaćinstvo

Figure 1. Content of saturated and *trans* fatty acids in cooking margarines

Dominantan *trans* izomer je C18:1t, kao što je i očekivano s obzirom da se, kao osnovna komponenta za proizvodnju margarina, koriste hidrogenovana biljna ulja. Samo u jednom uzorku je detektovano i prisustvo C18:2t, pri čemu je udeo

ove masne kiseline nizak i iznosi 0.80%. Sa druge strane, u jednom uzorku nije detektovano prisustvo *trans* oblika masnih kiselina, što ukazuje da za proizvodnju ovog margarina nije korišćen postupak hidrogenacije. Sadržaj ukupnih *trans* izomera se kretao u intervalu od 15.20 do 22.47%, što je u skladu sa literaturnim podacima za ovu vrstu proizvoda (9, 10, 11).

Sa slike 1 se može videti da sa smanjenjem udela *trans* masnih kiselina dolazi do porasta sadržaja ukupnih zasićenih masnih kiselina (ZMK) što je uočeno i u drugim studijama (10, 11, 14). Raspon sadržaja zasićenih masnih kiselina je od 27.58 - 57.98%, pri čemu je najviši sadržaj određen u uzorku koji ne sadrži *trans* izomere.

Uzevši u obzir činjenicu da i zasićene masne kiseline imaju štetno dejstvo na ljudsko zdravlje njihova količina ne bi trebalo da prelazi 30% u odnosu na ukupne masti (11). Stoga bi proces proizvodnje margarina trebalo voditi u smeru smanjenja udela kako *trans*, tako i zasićenih masnih kiselina, a naravno pri tom postići odgovarajući kvalitet proizvoda, i odgovarajuću cenu.

Tabela 2. Sadržaj masnih kiselina u industrijskih margarina

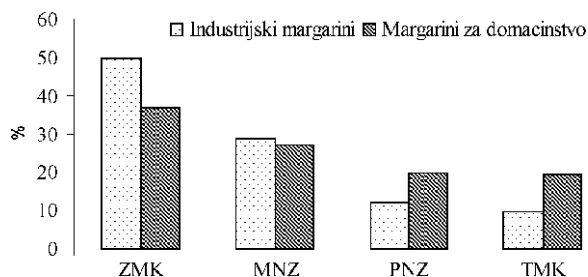
Table 2. Content of fatty acids in industrial margarines

Masne kiseline (%) Fatty acids (%)	Oznaka uzorka Sample							
	1	2	3	4	5	6	7	8
12:0	0.14	0.20					0.61	
14:0	1.49	1.58	1.15	1.62	3.26	1.04	1.83	
16:0	41.31	43.77	43.68	47.13	47.82	42.39	51.85	18.87
18:0	6.43	5.42	7.26	6.76	3.72	4.75	4.24	6.26
18:1t	10.99	9.25	6.79	6.28	2.14	5.58	7.01	30.25
18:1c	25.17	25.24	26.84	25.20	29.72	30.55	24.69	41.87
18:2	13.62	14.13	14.01	12.76	13.34	15.70	9.48	2.75
20:0	0.37	0.28	0.26	0.25			0.30	
18:3	0.12	0.12						
22:0	0.36							
Ukupno zasićenih Sum of saturated	50.10	51.26	52.36	55.76	54.80	48.17	58.83	25.13
Ukupno nezasićenih Sum of unsaturated	38.91	39.49	40.85	37.96	43.06	46.25	34.17	44.62
Ukupno <i>trans</i> Sum of <i>trans</i>	10.99	9.25	6.79	6.28	2.14	5.58	7.01	30.25
Ukupno zasićenih i <i>trans</i> Sum of saturated and <i>trans</i>	61.09	60.051	59.15	62.04	56.94	53.75	65.84	55.38

Iz tabele 2 se može videti da analizirani industrijski margarina imaju približno isti masno kiselinski sastav izuzevši uzorak broj 8 koji se znatno razlikuje.

Za razliku od margarina za domaćinstvo u industrijskim margarinima je dominantna palmitska kiselina čiji sadržaj dostiže 51.85%. Sa druge strane udeo laurinske je znatno niži i kretao se u intervalu 0.14 - 0.61%, dok je udeo miristin-ske kiseline nešto niži i kreće se u opsegu od 1.04 do 3.26%.

Prosečan udeo oleinske kiseline u industrijskim margarinima je približno isti kao i u margarinima za domaćinstvo, što se jasno uočava i na slici 2, i iznosi 28.66%. Međutim, udeo polinezasićenih masnih kiselina pri čemu je esencijalna linolna kiselina zastupljena u najvećoj meri, je niži u industrijskim margarinima i kretao se u opsegu od 2.75 do 15.70%. Sadržaj elaidinske kiseline varira od 2.14 do 10.99%, što je dvostruko manje u odnosu na analizirane margarine za domaćinstvo, sa izuzetkom uzorka broj 8 u kom dostiže 30.25%.



Slika 2. Prosečan sadržaj masnih kiselina u industrijskim i margarinima za domaćinstvo

Figure 2. Content of fatty acids in industrial and cooking margarines

U literaturi je pronađen veoma mali broj podataka (10) vezanih za masno kiselinski sastav industrijskih margarina, te stoga rezultati dobijeni u ovom radu nisu upoređeni sa drugim izvorima.

Posmatrajući samo sadržaj *trans* masnih kiselina u dve grupe analiziranih margarina moglo bi se zaključiti da industrijski margarina imaju višu nutritivnu vrednost u odnosu na margarine za domaćinstvo. Međutim, ako se posmatra suma masnih kiselina koje štetno deluju na ljudsko zdravlje, odnosno zbir zasićenih i *trans* masti, vidi se da je nutritivna vrednost margarina za domaćinstvo nešto viša. Naime suma ZMK i TMK se kretala u opsegu od 46.71 do 59.49% u margarinima za domaćinstvo, odnosno od 53.75 do 65.84% u industrijskim margarinima.

Kako se analizirani margarina ne konzumiraju direktno, nego se u organizam unose kao sastavni deo pekarskih i konditorskih proizvoda u čiji

sastav ulaze, trebalo bi odrediti masno kiselinski sastav ovih proizvoda. Na osnovu dobijenih rezultata moglo bi se realnije sagledati u kojoj meri se zasićene i *trans* masne kiseline unose u organizam i po potrebi smanjiti udeo hidrogenovanih biljnih masti koja predstavljaju primarnu sirovinu u proizvodnji margarina u cilju smanjenja kako *trans* masti, tako i zasićenih masnih kiselina u prehrambenim proizvodima.

ZAKLJUČAK

Sagledavajući dobijene rezultate može se zaključiti da industrijski i margarina za domaćinstvo imaju približno istu nutritivnu vrednost. Sadržaj kako zasićenih, tako i *trans* masnih kiselina u ove dve grupe margarina je visok. U cilju praćenja svetskih trendova trebalo bi smanjiti udeo hidrogenovanih biljnih masti koja predstavljaju primarnu sirovinu u proizvodnji margarina u cilju smanjenja kako *trans*, tako i zasićenih masnih kiselina u prehrambenim proizvodima, a naravno pri tom postići odgovarajući kvalitet proizvoda, i odgovarajuću cenu.

ZAHVALNICA

Ovaj rad je finansiran od strane Ministarstva nauke i zaštite životne sredine Republike Srbije u okviru projekta: "Program novih tehnologija u prehrambenoj industriji" - Tema: "Niskoenergetska masna punjenja za konditorske proizvode sa dodatkom skrobnih derivata", BIN: 371010 B.

LITERATURA

- Petrauskaite, V., W. De Greyt, M. Kellens and A. Huyghebaert, Physical and Chemical Properties of *trans*-Free Fats Produced by Chemical Interesterification of Vegetable Oil Blends, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 75: 489 - 493 (1998)
- Stender, S. and J. Dyerberg, The influence of *trans* fatty acids on health, Danish Nutrition Council, 2003.
- Pfeuffer, M. and J. Schrezenmeir, Impact of *trans* fatty acids of ruminant origin compared with those from partially hydrogenated vegetable oils on CHD risk, *International Dairy Journal*, 16: 1383 - 1388 (2006)
- Wood, R., K. Kubena, B. O'Brien, S. Tseng and G. Martin, Effect of butter, mono- and polyunsaturated fatty acid-enriched butter, *trans* fatty acid margarine, and zero *trans* fatty acid margarine on serum lipids and lipoproteins in healthy men, *Journal of Lipid Research*, 34: 1 - 11 (1993)

5. Steinhart, H., R. Rickert and K. Winkler, *Trans Fatty Acids (TFA): Analysis, Occurrence, Intake and Clinical Relevance*, European Journal of Medical Research, 8: 358 - 362 (2003)
6. WHO, *Fats and Oils in Human Nutrition. Report of a Joint Consultation*, Food and Agriculture Organization of the United Nations and the World Health Organization, 1993.
7. Moss, J., *Labeling of trans fatty acid content in food, regulations and limits - The FDA view*, Atherosclerosis Supplements 7: 57 - 59 (2006)
8. Torres, D., S. Casal, and M.B.P.P. Oliveira, *Fatty acid composition of Portuguese spreadable fats with emphasis on trans isomers*, European Journal of Food Research and Technology 214: 108 - 111 (2002)
9. Pretcht, D. and J. Molckentin, *Recent trends in the fatty acid composition of German sunflower margarines, shortenings and cooking fats with emphasis on individual C16:1, C18:1, C18:2, C18:3 and C20:1 trans isomers*, Nahrung 44: 222 - 228 (2000)
10. Aro, A., J.V. Amelvoort, W. Becker, M.A. van Erp-Baart, A. Kafatos, T. Leth, and G. van Poppel, *Trans fatty acids in dietary fats and oils from 14 European countries: The Transfer study*, Journal of Food Composition and Analysis, 11: 137-149 (1998)
11. Brat, J. and J. Pokorný, *Fatty Acid Composition of Margarines and Cooking Fats Available on the Czech Market*, Journal of Food Composition and Analysis, 13: 337 -343 (2000)
12. Tsanev, T., A. Russeva, T. Rizov and Iv. Dontcheva, *Content of trans - Fatty Acids in Edible Margarines*, J. Am. Oil Chem. Soc., 75: 143 - 145 (1998)
13. Ovesen, L., T. Leth and K. Hansen, *Fatty Acid Composition and Contents of trans Monounsaturated Fatty Acids in Frying Fats, and in Margarines and Shortenings Marketed in Denmark*, J. Am. Oil Chem. Soc., 75: 1079 - 1083 (1998)
14. Tekin, A., M. Cizmeci, H. Karaback and M. Kayahan, *Trans FA and Solid Fat Contents of Margarines Marketed in Turkey*, J. Am. Oil Chem. Soc., 79: 443 - 445 (2002)
15. Karabulut, I. and S. Turan, *Some properties of margarines and shortenings marketed in Turkey*, Journal of Food Composition and Analysis, 19: 55 - 58 (2006)
16. Innis, S.M., T.J. Green and T.K. Halsey, *Variability in the Trans Fatty Acid Content of Foods within a Food Category: Implications for Estimation of Dietary Trans Fatty Acid Intakes*. Journal of the American College of Nutrition 18: 255-260 (1999)
17. Van Erp - baart, M.A., C. Couet, C. Cuadrado, A. Kafatos, J. Stanley and G. Van Poppel, *Trans Fatty Acids in Bakery Products from 14 European Countries: the TRANSFER Study*, Journal of Food Composition and Analysis, 11: 161-169 (1998)
18. Vukanović, Lj., A. Timko i P. Zečević, *Jedna brza metoda za pripremanje metil estara, Savetovanje tehnologa industrije ulja*, Zbornik radova, pp 314 - 322, Beograd, 1982.
19. AOAC, *Official Method 963.22, Methyl Esters of Fatty Acids in Oils and Fats*, Published by AOAC, Washington, 2000.

NEKE FIZIČKO-HEMIJSKE KARAKTERISTIKE ULJA SEMENA CERA (*Quercus cerris* L.)

Sveto Rakić, Gordana Svrzić, Ana Tomić

*U radu su prikazani rezultati ispitivanja ulja ekstrahovanog iz semena cera (*Quercus cerris* L.). U ekstrahovanom ulju su standardnim JUS ISO metodama određeni neki fizičko-hemijski parametri koji karakterišu kvalitet ulja. Utvrđene vrednosti su približno iste vrednostima ulja sličnog sastava. Metodom GLC je određen sastav masnih kiselina, od kojih najzastupljenije oleinska, linolna i palmitinska čine 94,89 % ukupnih masnih kiselina. Sadržaj nezasićenih masnih kiselina je 79,34 %, a zasićenih 20,66 %. U pogledu sastava masnih kiselina ulje semena cera je najbližnje avokadovom i ulju kikirikija. Ulje semena cera je interesantno sa aspekta moguće primene u kozmetičkoj i farmaceutskoj industriji*

Ključne reči: ulje semena cera, fizičko-hemijske karakteristike, masne kiseline

SOME PHYSICAL AND CHEMICAL CHARACTERISTICS OF TURKEY OAK SEED OIL (*Quercus cerris* L.)

*The results obtained from the investigations on oil extracted from Turkey oak seed (*Quercus cerris* L.) are shown in this paper. Using standard JUS ISO methods, some physical and chemical parameters wich characterize oil quality were determined in the extracted oil. The values obtained are approximately equal to ones for oils of similar composition. The composition of fatty acids was determined using GLC method and the most represented of them, oleinic, linolic and palmitic acids made 94,89 % of the total fatty acids. The content of unsaturated and saturated fatty acids was 79,34 % and 20,66 %, respectively. Regarding the content of fatty acids, Turkey oak seed oil is the most similar to avocado and peanut oil. Turkey oak seed oil is very interesting for the possible use in cosmetic and pharmaceutical industry.*

Key words: Turkey oak seed oil, physical and chemical characteristics, fatty acids

UVOD

Hrastov žir (*Quercus semen*) je plod hrasta koji botanički pripada podklasi *Hamamelididae*, redu *Fagales* i familiji *Fagaceae* (1).

U flori Srbije iz familije *Fagaceae* su zastupljeni hrastovi lužnjak, kitnjak i cer, čije je učešće posebno značajno u klimatogenoj zajednici srednje brdskih područja u pojasu listopadnih termofilnih šuma (2).

Seme hrastova se tradicionalno upotrebljava kao komponenta hrane za životinje, a ljudi ga u ishrani koriste prpremljenog na više načina. I pored gorkog i oporog ukusa koji ograničavaju njegovu primenu u ishrani ljudi, ovaj plod se kao

hrana koristi od najranijih dana. Utvrđeno je da je seme hrasta lužnjaka i kitnjaka služilo za ishranu ljudi još u doba neolita. Sve do početka 20. veka, posebno u godinama gladi i nemaštine, u mnogim našim krajevima seme hrastova je služilo kao hrana, što se ponegde zadržalo i do danas. Na Kosovu, u Sandžaku, u južnom Pomoravlju i u Negotinskoj Krajini, seme cera se jede pečeno kao kesten (3).

Još je raširenija upotreba hrastovog semena kao hlebnog brašna. Upotreba brašna od semena hrastova bila je poznata i u Karađorđevoj Srbiji, Crnoj Gori i Bosni, a u 19. veku i u Norveškoj i Švedskoj (3).

U Nemačkoj se od isprženih i samlevenih hrastovih semena kao zamena za kafu pripremao napitak pod poznatim imenom "žirova kafa" (3).

Seme hrastova je našlo primenu i u medicini kao efikasno antidiaroi i antidot sredstvo, a i kao adstrigens (4).

Dr Sveto Rakić stručni saradnik, Institut za prehrambenu tehnologiju i biohemiju, Poljoprivredni fakultet, Nemanjina 6, 11080 Beograd-Zemun, Gordana Svrzić, dipl. hem., Naučni institut za prehrambene tehnologije u Novom Sadu, Bulevar cara Lazara 1, 21000 Novi Sad, Ana Tomić, dipl., pharm., Institut za farmakognoziju, Farmaceutski fakultet, V. Stepe 450, 11221 Beograd.

Prema novijim ispitivanjima, hrastvo seme pored hranljivih materija, sadrži i biološki aktivne supstance, što otvara mogućnost njegove primene u pripremi funkcionalne hrane (5, 6, 7, 8, 9, 10).

Hemijski sastav hrastovog semena je varijabilan pri čemu vrednosti variraju i unutar vrste i među vrstama. Seme cera je bogato skrobom, a sadrži i šećere, lipide, proteine, smole i tanine (11, 12).

Cilj rada je bio da se, na osnovu dobijenih rezultata, prikažu karakteristike ulja ekstrahovanog iz semena cera i sagleda mogućnost njegove primene.

MATERIJAL I METODE

Za ispitivanje je korišćeno seme ploda-žira cera (*Quercus cerris* L.) sa lokaliteta Zaglavak-Rastik, okolina Bajine Bašte.

Iz svežih, zdravih i neoštećenih plodova seme je od perikarpa odvojeno i usitnjeno nožem. Usitnjeno seme je sušeno 12 sati na temperaturi 50°C, u sušnici sa pojačanom cirkulacijom vazduha, a zatim samleveno na laboratorijskom mlinu MLU 202, proizvođača Bühler, Švajcarska, do veličine čestica 0,75 mm. Iz samlevenog semena ulje je ekstrahovano petrol-etrom, tačke ključanja 40-60°C, postupkom po Soxhlet-u, u trajanju od 6 sati. Petrol-etar je otparen rotacionim vakuum uparivačem, a u ekstrahovanom ulju su određeni neki fizičko-hemijski parametri koji karakterišu kvalitet ulja.

Osnovne fizičko-hemijske karakteristike ulja su određene standardnim JUS USO metodama (13).

Sastav masnih kiselina je određen GLC metodom na gasnom hromatografu Varian 1400. Metil-estri su detektovani plameno-jonizujućim detektorom (FID). Korišćene su metalne kolone dimenzija 300 x 32 cm. Ostali uslovi rada su bili: temperatura injektorskog bloka 200°C, kolone 180°C, detektora 200°C. Kao gas nosač je korišćen azot sa protokom 24 ml/min, a zapremina referentnog i test rastvora 1 μ l. Referentni rastvor je činila smeša metil estira miristinske, palmitinske i stearinske kiseline (30+30+40).

Identifikacija masnih kiselina je izvršena poređenjem retencionih vremena komponenata ulja i standardnih supstanci. Procentualni sadržaj pojedinih masnih kiselina je određen metodom normalizacije integrisanih površina pikova.

REZULTATI I DISKUSIJA

Ulje ekstrahovano iz semena cera je bistro, žute boje, karakterističnog mirisa i gorkog ukusa. Hlađenjem na temperaturi hladnjaka deo ulja

očvršćava. Na sobnoj temperaturi, očvršli deo ulja se otapa i meša sa tečnim, pri čemu se senzorska svojstva ne menjaju.

U ispitanim uzorcima semena cera, prosečan sadržaj ulja je 4,88 %. Prema nekim podacima sadržaj ulja u semenu cera, zavisno od godine berbe, je umereno varijabilan i kreće se od 4,17 do 5,84 %.

Fizičko-hemijski parametri ulja semena cera su prikazani u tabeli 1.

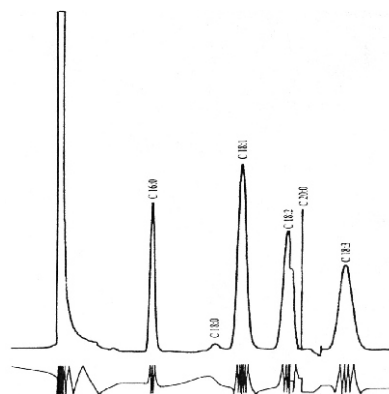
Tabela 1. Fizičko-hemijske karakteristike ulja semena cera

Table 1. Physical and chemical characteristics of *Quercus cerris* L. seed oil

Parametar Paramether	Vrednost Value
Relativna zapreminska masa (20°C/voda 20°C)	0,9016
Indeks refrakcije (n D40°C)	1,4602
Saponifikacioni broj (mg KOH/g)	186
Jodni broj (g/100g)	91
Nesaponifikovane materije (%)	2,85

Fizičko-hemijske karakteristike ulja semena cera su približno iste karakteristikama ulja sličnog sastva. Na osnovu jednog broja (91g/100g), ulje semena cera se može svrstati u polusušiva ulja. Veći sadržaj neosapunjivih materija (2,85%) ukazuje na prisustvo fitosterina, bojnih materija i materija sličnih smolama.

U ulju semena cera je identifikovano šest masnih kiselina: palmitinska (16:0), stearinska (18:0), arahinska (20:0), oleinska (18:1), linolna (18:2) i α -(ω -3)linolenska (18:3). Na slici 1. je prikazan hromatogram metil estara masnih kiselina ulja semena cera, a u tabeli 2. je dat sastav i sadržaj masnih kiselina ispitnog ulja.



Slika 1. Hromatogram metil estara masnih kiselina ulja semena cera

Figure 1. Chromatogram of fatty acid methylesters of *Quercus cerris* L. seed oil

Tabela 2. Sastav i sadržaj masnih kiselina u ulju semena cera**Table 2.** Composition and content of fatty acids of *Quercus cerris* L. seed oil

Masna kiselina Fatty acid	% (m/m)
Palmitinska (16:0)	19.27
Stearinska (18:0)	1.20
Arahinska (20:0)	0.19
Oleinska (18:1)	43.04
Linolna (18:2)	32.58
α -Linolenska (18:3)	3.72
Ukupan sadržaj nezasićenih MK	79.34
Ukupan sadržaj zasićenih MK	20.66
Odnos nezasićene / zasićene MK.	3,84

U ulju dominira oleinska kiselina (43,04%), praćena značajnom količinom linolne (32,58%), i palmitinske kiseline (19,27%), što je 94,89% ukupnih masnih kiselina. Treba napomenuti da ulje sadrži 3,72 % α -(ω -3)linolenska, koja spada u esencijalne masne kiseline i nije česta komponenta biljnih ulja, osim u lanenom ulju gde dominira (45-65%). U manjoj količini je zastupljena u sojinom ulju (5-11%) i u ulju repice (6-14%) (14, 15).

Sadržaj nezasićenih masnih kiselina je 79,34%, a sa 20,66% su zastupljene zasićene masne kiseline. Na osnovu sastava i sadržaja masnih kiselina (visok sadržaj oleinske i značajna količina linolne i palmitinske masne kiseline), ulje semena cera pripada grupi oleinskih ulja. U ovu grupu spadaju avokadovo ulje, ulje kikirikija, bademovo, maslinovo i ulje repice. U pogledu sastava i sadržaja masnih kiselina, ulje semena cera je najbližije avokadovom i ulju kikirikija (14). Ova sličnost upućuje na mogućnost primene ovog ulja u kozmetičkoj i farmaceutskoj industriji.

ZAKLJUČAK

Na osnovu obavljenih ispitivanja i dobijenih rezultata može se zaključiti:

U ekstrahovanom ulju semena cera sadržaj nezasićenih masnih kiselina je 79,34%, a zasićenih 20,66%.

Utvrđene fizičko-hemijske karakteristike ulja semena cera su u granicama uobičajenim za većinu ulja.

U pogledu sastava i sadržaja masnih kiselina, ulje semena cera je najbližije avokadovom i ulju kikirikija.

Ulje semena cera je interesantno sa aspekta moguće primene u kozmetičkoj i farmaceutskoj industriji.

LITERATURA

- Petković, B., Marin, P. i Boža, P. (1993). Praktikum iz sistematike viših biljaka. Izdavač IP "NAUKA" Bulevar Revolucije 314/25. Beograd.
- Budislav Tatić, Vilotije Blečić (2002). Sistematika i filogenija viših biljaka. Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd.
- August Cesarec (1986). Enciklopedija samoniklog jestivog bilja. Zagreb. 84-84.
- Tucakov J. (1996). Lečenje biljem, Rad, Beograd.
- Lee, M. H., Jeang, J.H. & Man-Jinoh, (1992). Antioxidative Activity of Galic Acid in Acorn. Extrakt. J. Korean Soc Food Nutr. 21 (6) 639-700.
- Chiou, J.W., (1989). The antioxidant activity and the chemical structure of selected components acorns and their potential use as inhibitors of milk oxidation. A Dissertation of Cornell University. USA.
- Cantos, E., Carlos Espin, J., Lopez-Bote, C., De La Hoz, L., Ordonez, J. A. & Tomas-Barberan, F.A., (2003). Phenolic Compounds and Fatty Acids from Acorns (*Quercus* spp.), the Main Dietary Constituent of Free-Ranged Iberian Pigs. Journal of Agricultural and Food Chemistry 51(21), 6248-6255.
- Rakić, S., (2000). Effect of oak acorn extracts on lipide oxidation kinetics. Journal of Agricultural Sciences (Edited by Agricultural Faculty Belgrade), 45 (2):139-145.
- Rakić, S., Maletić, R., Perunović, M. and Svrzić, G. (2004). Influence of thermal treatment on tannin content and antioxidation effect of oak acorn *Quercus cerris* extract. Journal of Agricultural Sciences (Edited by Agricultural Faculty Belgrade), 49 (1): 97-106.
- Rakić, S., Povrenović, D., Tešević, V., Simić M. and Maletić, R. (2006). Oak acorn, polyphenols and antioxidant activity in functional food. Journal of food engineering, 74: 416-423.
- Hoppe, H.A. (1958). Drogenkunde, 7. Auflage, Gram, De Gruyter & CO, Hamburg.
- Ofcarcik, R.P. and Burns, E.E. (1971). Chemical and physical properties of selected acorns. J. Food Sci. 36: 576.
- Dimić E., J. Turkulov, Kontrola kvaliteta u tehnologiji jestivih ulja. Tehnološki fakultet. Novi Sad, 2000.
- Hänsel, R., Sticher, O., Steinegger, E., (1999). Pharmakognosie-Phytopharmazie. Springer-Verlag Berlin, Heidelberg.
- Teuscher, E. (1997). Biogene Arzneimittel. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH Stuttgart.

MOLEKULARNI MARKERI I KVALITET ULJA KOD RAZLIČITIH POPULACIJA IZ RODA *Brassicaceae*

Dejana Saftić-Panković, Ana Marjanović-Jeromela, Zvonimir Sakač, Radovan Marinković

*U radu je ispitivano 25 sortnih populacija uljane repice (*B. napus*) i to dvadeset ozimih i pet jarih formi, zatim tri populacije ozimog stočnog kelja (*B. oleracea*) i jedna populacija *B. rapa*.*

*Sastav viših masnih kiselina u ulju analiziran je gasnom hromatografijom. Polimorfizam genomske DNK, koja je izolovana iz zamrznutih listova istih populacija, je ispitivan sa SSR markerima. Na osnovu polimorfničkih markera izračunate su genetičke distance između ispitivanih populacija. Primenom statističke analize klastera (UPGMA) konstruisan je dendrogram koji prikazuje srodnost ispitivanih populacija. Rezultati o varijabilnosti sastava viših masnih kiselina u ulju ispitivanih populacija roda *Brassica* su u saglasnosti sa rezultatima dobijenim analizom polimorfizma genomske DNK.*

Ključne reči: *Brassicaceae, više masne kiseline, PCR, mikrosateliti, GD*

MOLECULAR MARKERS AND OIL QUALITY IN DIFFERENT *Brassicaceae* POPULATIONS

*In this paper 25 varietal populations of *B. napus* (20 winter and 5 spring type), three populations of *B. oleracea* and one population of *B. rapa* were investigated. The composition of fatty acids in oil was examined by gas chromatography. Polymorphism of genomic DNA, extracted from frozen leaves of the same plant material, was screened with SSR markers. Genetic distances between examined populations were calculated on the basis of polymorphic markers. Data were statistically analyzed with UPGMA method. The resulting dendrogram revealed relations between examined populations. The results on variability of plant material based on fatty acid composition of oil and differences in genomic DNA are comparable.*

Key words: *Brassicaceae, fatty acids, PCR, mikrosatellites, GD*

UVOD

Rod *Brassica* se sastoji od preko 30 vrsta i njihovih hibrida, koje su većinom jednogodišnje ili dvogodišnje biljke. Uljana repica (*B. napus* L.), nastala ukrštanjem *B. rapa* x *B. oleracea*, se gaji kao ozima i jara forma. Na osnovu setvenih površina na kojima se gaji u svetu, kao i na osnovu prosečnih prinosa, uljana repica se nalazi na trećem mestu među uljanim biljnim vrstama (1). U našoj zemlji setvene površine uljane repice su u porastu, naročito za ozimu formu koja ima značajno viši prinos (2). Seme uljane repice se koristi za dobijanje ulja. Zbog visokog udela dugolančanih nezasićenih viših masnih kiselina, eruka i linolenske kiseline, a niskog sadržaja oleinske i linolne kiseline ulje repice je ranije

korišteno uglavnom u tehničke svrhe. Kao rezultat selekcije na poboljšani sastav viših masnih kiselina, danas se ulje uljane repice koristi kao visokovredno jestivo ulje oleinskog tipa (3).

Genetička varijabilnost savremenog oplemenjivačkog materijala uljane repice je mala zbog ograničenog geografskog porekla, a još više zbog intenzivnog oplemenjivanja na specifične osobine kvaliteta ulja i semena (4). Mnogo studija ukazuje na pogodnost korišćenja tehnika molekularnih markera za utvrđivanje genetičke varijabilnosti kod uljane repice. Za utvrđivanje genetičke distance (GD) do sada su korišteni RFLP (5) i SRAP markeri (6). RAPD markeri su takođe uspešno primenjivani za ispitivanje varijabilnosti između sorti uljane repice (7, 8). Plieske i Struss (9) su primenom SSR markera, i analize klastera jasno razdvojili ozime i jare forme uljane repice.

U ovom radu ispitivali smo varijabilnost ukupno 29 populacija iz roda *Brassicaceae* sa

Dr Dejana Saftić-Panković, dr Ana Marjanović-Jeromela, mr Zvonimir Sakač, dr Radovan Marinković, Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, Maksima Gorkog 30, Srbija

ciljem da se uporede rezultati dobijeni na nivou genomske DNK kao i na nivou sastava viših masnih kiselina u ulju.

MATERIJAL I METODE

Biljni materijal ispitivan u ovom radu je gajen na oglednom polju u Rimskim Šančevima. Od 402 linije uljane repice (S6 generacija posle početnog ukrštanja u "gene pool"-u), koje su na osnovu prezimljavanja svrstane u 5 grupa (2), odabrano je ukupno 20 ozimih sortnih populacija za ovo istraživanje (GP 26, 57, 63, 81, 149, 152, 232, 238, 298, 303, 343, 352, 357, 360, 373, 410, 412, 446, 449, 468). Pored toga ispitivano je i 5 jarih sorti (Pamnik, Ratnik, Jasna, Global, Galant), kao i tri genotipa *B. oleracea* (NS-Bikovo, K-357, *Brassica oleracea* var. *acephala*) i jedan genotip *B. rapa*.

Genomska DNK je izolovana iz zamrznutih listova (10), a ispitivanje polimorfizma je urađeno sa SSR markerima, koji su informativni za sve ispitivane vrste roda *Brassica*. Polimorfni markeri

su ocenjivani kao dominantni i na osnovu njih su izračunate genetičke distance (GD) između svakog para ispitivanih populacija (11). Matrica sa GD između svih parova ispitivanih populacija je statistički analizirana sa UPGMA (Unweighted Pair Group Method using Arithmetic averages) metodom da bi se dobio dendrogram (Statistica for Windows, StatSoft 5.0, USA).

Sastav viših masnih kiselina u ulju iz semena ispitivanih populacija određen je gasnom hromatografijom (Konig HRGC 4000B Gas chromatograph, USA), nakon esterifikacije ulja (12).

REZULTATI I DISKUSIJA

Broj polimorfnih fragmenata po prajmeru je varirao od dva (SSR O110 i O113) do šest (SSR NaRa2 E07), a njihova dužina se kretala od 100 do 1000 bp (tabela 1). Prisustvo umnoženih polimorfnih fragmenata (ukupno 21) je upoređeno za svaki par ispitivanih populacija. Na osnovu toga izračunate su GD, koje su se kretale od 0 do 88% (rezultati nisu prikazani).

Tabela 1. Sekvence prajmera, te položaj markera na hromozomu (LG) i mapi [cM] (A), njihov broj (B) i dužina [bp] (C)

Table 1. Primer sequences, the position of markers on linkage group (LG) and map [cM] (A), their number (B) and size [bp] (C)

Prajmer Primer	Sekvenca (5'-3') Sequence (5'-3')	LG	A	B	C
SSR O110	TGCAACAAGGAGACGATGAG TTTGAATCCGGGACGTAGT	N2	90.6	2	100-1000
SSR O111	ATGAAAACCAATCCAGTGCC GATAGCAGATGGAAGAGCCG	N19	2.9	5	150-200
		N10	0		
SSR O113	TTCGCAACTCCTCCTAGAATC AAGGTCTCACCACGGAGTC	N2	68	2	150-250
SSR Ni2	TGCAACGAAAAAGGATCAGC TGCTAATTGAGCAATAGTGATTCC	N10	46.6	2	150-200
		N11	0		
SSR Bn O110	AATTGGCTTGGTAGCTGTCG ATAGGAATGGGATGCACAGG	N2	91	4	300-800
SSR Ra2 EO7	ATTGCTGAGATTGGCTCAGG CCTACACTTGCATCTTCACC	N10	46.6	6	100-200
		N19	34.6		

Rezultat UPGMA analize GD između svih ispitivanih populacija je prikazan kao dendrogram (slika 1) koji ilustruje srodnost ispitivanih populacija. Izdvajaju se dva glavna klastera, naznačeni kao A i B, sa GD od približno 80%. U klasteru A se nalaze populacije *B. rapa* i *B. oleracea*. Klaster B se grana na dva podklastera od kojih se jedan sastoji od

jarih a drugi od ozimih sortnih populacija uljane repice. Grupisanje ozimih i jarih formi je pronađeno i u drugim radovima (9, 13, 14). Plieske i Struss (9) su koristili 81 SSR marker, koji su rasprostranjeni po celom genomu, i jasno razdvojili 32 sorte populacije *B. napus* na dva klastera, u kojima su ozime odnosno jare forme. U našem radu GD između ozimih i

jarih formi je bila oko 45%, što odgovara literaturnim podacima (9).

Tabela 2. Procentualni udeo viših masnih kiselina u ulju iz semena ispitivanih populacija. Posebno su navedene srednje vrednosti i standardna devijacija za ozime i jare sorte populacije *B. napus*, te za ostale populacije iz roda *Brassica*

Table 2. Percent of fatty acids in oil of examined populations. Mean values and standard deviations for winter and spring forms of *B. napus*, and other *Brassicaceae* populations are indicated

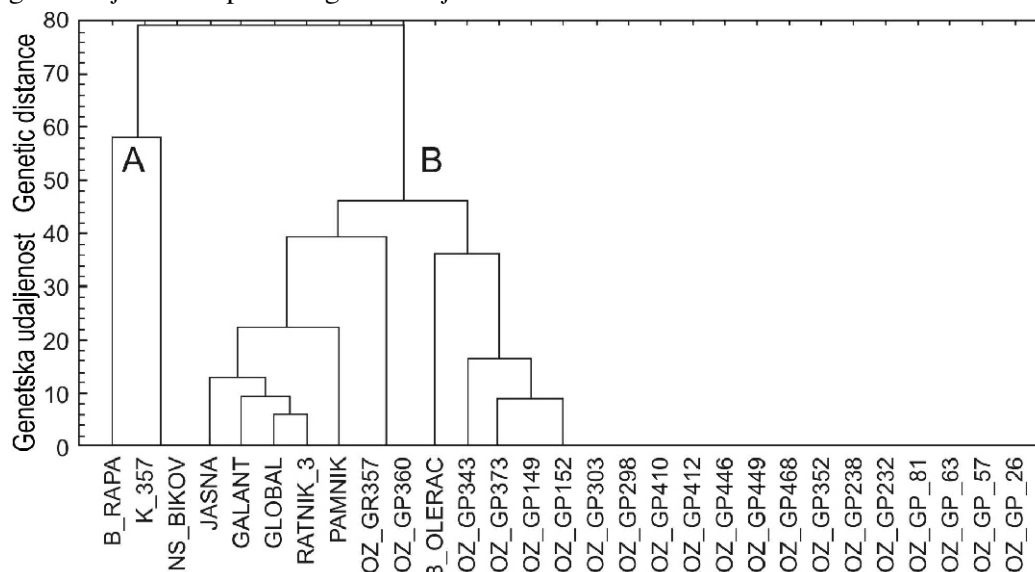
Forma Form	Genotip Genotype	Više masne kiseline (%) / Fatty acids						
		Palmitinska Palmitic	Stearinska Stearic	Oleinska Oleic	Linolna Linoleic	Linolenska Linolenic	Arahidna Arachidic	Behenska Behenic
Ozima Winter	GP 81	4,73	0,90	67,59	18,13	7,47	0,65	-
	GP 149	4,79	0,77	66,82	17,45	8,91	0,67	-
	GP 343	4,98	0,88	63,92	19,72	9,23	0,70	-
	GP 352	4,94	0,75	68,22	17,36	7,47	0,71	-
	GP 357	5,14	1,06	65,07	19,21	8,25	0,70	-
	GP 373	4,75	0,80	69,72	16,43	7,13	0,57	-
	GP 410	5,00	0,75	68,88	17,29	6,85	0,65	-
	GP 412	4,94	0,81	68,73	17,09	7,15	0,69	-
	GP 446	4,66	0,90	69,38	16,60	7,32	0,56	-
	GP 449	4,69	0,69	67,81	17,64	7,95	0,63	-
	GP 468	5,21	0,50	71,18	15,52	6,83	0,67	-
	GP 360	5,07	0,90	66,77	18,09	7,99	0,60	-
	Srednja vrednost	4,91	0,81	67,84	17,54	7,71	0,65	-
	stdev	0,18	0,14	2,01	0,78	0,78	0,05	-
Jara Spring	Global	4,58	0,80	63,30	22,06	8,05	0,65	-
	Galant	4,35	1,14	64,29	21,36	7,57	0,64	-
	Pamnik	5,10	1,38	60,18	23,64	8,46	0,67	-
	Ratnik 3	5,04	1,14	60,82	23,69	8,16	0,61	-
	Jasna	4,15	0,84	66,13	19,62	8,07	0,66	-
	Srednja vrednost	4,64	1,06	62,94	22,07	8,06	0,65	-
	stdev	0,42	0,24	2,46	1,70	0,32	0,02	-
Ozima Winter	<i>B. rapa</i>	3,02	0,88	17,71	11,24	7,38	9,10	47,81
	<i>B. oleracea</i>	3,31	1,31	18,54	13,49	7,71	15,64	38,13
	NS Bikovo	1,53	0,93	16,29	11,45	7,58	11,04	48,14
	K 357	1,55	0,96	16,35	11,20	7,46	11,16	47,95
	Srednja vrednost	2,35	1,02	17,22	11,85	7,53	11,74	45,51
	stdev	0,95	0,20	1,10	1,10	0,14	2,77	4,92

U našem radu samo dve ozime forme, OZ_GP357 i OZ_GP360, su se izdvojile u klaster sa jarim formama. Iako su GD između jarih formi bile male ($\leq 22\%$), sve ispitivane populacije su se razli-

kovale. *B. oleracea* v. *acephala* se izdvojila u klaster sa ozimim populacijama uljane repice na GD od 35%. GD između ozimih formi uljane repice su bile male ($< 20\%$). Činjenica da dosta populacija ozime

uljane repice nije moglo da se razlikuje sa primenjenim markerima može da se objasni njihovim zajedničkim poreklom. Naime ispitivane linije su bile u S6 generaciji nakon početnog ukrštanja u

”gene pool-u” (2), pa su GD između njih još niže nego kod gajenih formi *B. napus* (15).



Slika 1. Dendrogram dobijen klaster analizom 29 populacija iz roda *Brassicaceae* na osnovu polimorfnih SSR markera

Figure 1. Dendrogram obtained by cluster analysis of 29 *Brassicaceae* populations based on polymorphic SSR markers

Uobičajeni sastav viših masnih kiselina u neselekcionisanim genotipovima iz roda *Brassica* (*B. napus*, *B. rapa* i *B. juncea*) je sledeći: 5% palmitinska, 1% stearinska, 15% oleinska, 14% linolna, 9% linolenska i 45% eruka kiselina (16). Ulje koje je poželjno za ljudsku ishranu treba da ima malu količinu zasićenih viših masnih kiselina i eruka kiseline, viši nivo linolenske kiseline (omega-3 masna kiselina), a zbog bolje oksidativne stabilnosti poželjan je visoki sadržaj oleinske kiseline. U tabeli 2 se vidi da je najznačajnija razlika u kvalitetu ulja između *B. napus*, te *B. rapa* i *B. oleracea*, povećani procenat zastupljenosti oleinske kiseline i smanjeni procenat dugolančanih zasićenih viših masnih kiselina (arahidne i behenske kiseline), što je rezultat oplemenjivanja na poboljšani kvalitet ulja za ishranu. Jare sorte populacije su imale manji procenat oleinske kiseline od ozimih. Varijabilnost procentualnog udela oleinske kiseline između ozimih sorti populacija bila je najmanja, kao što je i dobijeno sa molekularnim markerima. Interesantno je da su dve ozime sorte populacije koje su na osnovu razlike u genomskoj DNK sličnije jarim sortama (OZ_GP357 i OZ_GP360) i po kvalitetu ulja bile sličnije jarim sortama, odnosno imale su niži procentualni udeo oleinske, a viši procentualni udeo linolne i linolenske kiseline.

ZAKLJUČAK

Rezultati o varijabilnosti sastava viših masnih kiselina u ulju ispitivanih populacija roda *Brassica* su u saglasnosti sa rezultatima dobijenim analizom polimorfizma genomske DNK. Ovo ukazuje da se primenjeni SSR markeri nalaze na genomskoj mapi u blizini lokusa za kvalitet ulja. Cilj daljih istraživanja je definisanje većeg broja markera za gene koji određuju različit kvalitet ulja, kako bi se selekcija za ovu osobinu mogla pouzdano izvoditi i na molekularnom nivou.

LITERATURA

1. Marinković, R., D. Škorić, Z. Sakač, A. Marjanović-Jeromela, P. Sekulić, Varijabilnost sadržaja ukupnih glukozinolata u različitim genotipovima ozime uljane repice, 43. Savetovanje: Proizvodnja i prerada uljarica, Zbornik radova, pp 123-128, Budva, 2002.
2. Marinković, R., A. Marjanović-Jeromela, D. Vasić, J. Lazarević, Reakcija genotipova ozime uljane repice (*B. napus* L.) na niske temperature, Zbornik radova, 40: 313-324 (2004)
3. Marjanović-Jeromela, A., R. Marinković, D. Vasić, D. Škorić, Sadržaj ulja i proteina u semenu uljane repice (*Brassica napus* L.), 43.

- Savetovanje: Proizvodnja i prerada uljarica, Zbornik radova, pp 117-121, Budva, 2002.
4. Hasan, M., F. Seyis, A.G. Badani, J. Pons-Kühnemann, W. Friedt, W. Lühs, R.J. Snowdown, Analysis of genetic diversity in the *Brassica napus* L. gene pool using SSR markers, *Genet. Res. and Crop Evol.*, 53: 793-802 (2006)
 5. Diers, B.W., T. C. Osborn, Genetic diversity of oil seed *Brassica napus* germplasm based on restriction fragment length polymorphisms, *Theor. Appl. Genet.*, 88: 662-668 (1994)
 6. Riaz, A., G. Li, Z. Quresh, M.S. Swati, F. Quiros, Genetic diversity of oilseed *Brassica napus* inbred lines based on sequence-related amplified polymorphism and its relation to hybrid performance, *Plant Breeding*, 120: 411-415 (2001)
 7. Mailer, R.J., R. Scarth, B. Fristensky, Discrimination among cultivars of rapeseed (*Brassica napus* L.) DNA polymorphisms amplified from arbitrary primers, *Theor. Appl. Genet.*, 87: 697-704 (1994)
 8. Panković, D., A. Marjanović-Jeromela, Z. Sakač, R. Marinković, Primena molekularnih markera u ispitivanju genetičke varijabilnosti kod uljane repice (*Brassica napus* L.), 45. Savetovanje: Proizvodnja i prerada uljarica, Zbornik radova, pp 119-125, Petrovac na moru, 2004.
 9. Plieske, J., D. Struss, Microsatellite markers for genome analysis in *Brassica*. Development in *Brassica napus* and abundance in *Brassicae* species, *Theor. Appl. Genetics*, 102: 689-694 (2001)
 10. Permingeat, H.R., M. V. Romagnoli, H. Ruben, A Simple Method for Isolation High Yield and Quality DNA from Cotton (*Gossypium hirsutum* L.), leaves. *Plant Molecular Biology Reporter*, 16: 1-6 (1998)
 11. Staub, J.E., Y. Danin-Poleg, G. Fazio, T. Horejsi, N. Reis, N. Katzir, Comparative analysis of cultivated melon groups (*Cucumis melo* L.) using random amplified polymorphic DNA and simple sequence repeat markers, *Euphytica*, 115: 225-244 (2000)
 12. Butte, W., Rapid derivatization of acids for GC by pre-column transesterification of glycerides, *J. Chromatogr.*, 261: 142 (1983)
 13. Lombard, V., C. P. Baril, P. Dubreuil, F. Pluet, D. Zhang, Genetic Relationships and Fingerprinting of Rapeseed Cultivars by AFLP: Consequences for Varietal Registration, *Crop Science*, 40: 1417-1425 (2000)
 14. Bond, J.M., R.J. Mogg, G. R. Squire, C. Johnstone, Microsatellite amplification in *Brassica napus* cultivars: Cultivar variability and relationship to a long-term feral population, *Euphytica* 139, 173-178 (2004)
 15. Seyis, F., R. J., Snowdon, W. Luhs, W. Friedt, Molecular characterization of novel resynthesized rapeseed (*Brassica napus*) lines and analysis of their genetic diversity in comparison with spring rapeseed cultivars, *Plant Breeding*, 122: 473-478 (2003)
 16. Scarth, R., J. Tang, Modification of Brassica oil using conventional and transgenic approaches, *Crop Science*, 46 (3): 1225-1236 (2006)

MOGUĆNOST STVARANJA HIBRIDA SUNCOKRETA SA RAZLIČITIM KVALITETOM ULJA

Dragan Škorić, Siniša Jocić, Nada Lečić, Zvonimir Sakač

Postojanje gena za visok sadržaj oleinske kiseline (Ol-geni), omogućilo je stvaranje visoko-oleinskih hibrida (Olivko) suncokreta.

Postoje genotipovi suncokreta i sa visokim sadržajem linolne, palmitinske i stearinske kiseline, a što omogućava stvaranje hibrida sa različitim kvalitetom ulja.

Otkriveni su geni za različit sadržaj i vrstu tokoferola na osnovu spontanih mutacija u okviru populacija suncokreta. Gen tph_1 (50% alfa + 50% beta), gen tph_2 (0-5% alfa + 95-100% gama) i geni tph_1tph_2 (8-40% alfa + 0-25% beta + 25-84% gama + 8-10% delta) omogućavaju i stvaranje hibrida sa različitim sadržajem i vrstom tokoferola.

Ugradnjom u iste genotipove gena $Ol+tph_1$ stvoreni su visoko-oleinski hibridi sa izmenjenim tokoferolima. Kod ovih hibrida održivost ulja je značajno duža u odnosu na standardno ulje suncokreta.

Proces unošenja $Ol+tph_2$ i $Ol+tph_1tph_2$ gena u produktivne genotipove suncokreta je u toku.

Najznačajniji rezultati ovih istraživanja su novostvorene linije majke sa sadržajem oleinske kiseline u ulju iznad 90%, kao i linije oca (restoreri) sa sadržajem oleinske kiseline u intervalu između 89-93%. Na osnovu ovih linija biće stvoreni hibridi kod kojih će sadržaj oleinske kiseline u ulju biti iznad 90%.

Ključne reči: Suncokret, više masne kiseline, tokoferoli, hibridi

POSSIBILITY OF DEVELOPING SUNFLOWER HYBRIDS WITH DIFFERENT OIL QUALITY

The existence of genes for a high oleic acid content (Ol-genes) has made it possible to develop high-oleic sunflower hybrids (Olivko).

There are also sunflower genotypes with high levels of linoleic, palmitic and stearic acids, which makes possible the development of hybrids with different oil quality.

Genes have been discovered for different tocopherol content and type based on spontaneous mutations within sunflower populations. The genes tph_1 (50% alpha + 50% beta), tph_2 (0-5% alpha + 95-100% gamma) and tph_1tph_2 (8-40% alpha + 0-25% beta + 25-84% gamma + 8-10% delta) enable the development of hybrids with different tocopherol contents and types.

The incorporation of the gene $Ol+tph_1$ into these genotypes has led to the development of high-oleic hybrids with altered tocopherol profiles. Oil of these hybrids can be sustained for much longer than standard sunflower oil can.

The process of incorporating the genes $Ol+tph_2$ and $Ol+tph_1tph_2$ into highly productive sunflower genotypes is under way.

The most important products of this line of research are the newly developed female lines the oil of which has an oleic acid content of over 90% and the male lines (restorers) with an oleic acid content in the 89-93% range.

Using these lines, hybrids will be developed whose oil is going to have an oleic acid content of over 90%.

Key words: Sunflower, higher fatty acids, tocopherols, hybrids.

UVOD

Suncokretovo ulje spada među najkvalitetnija ulja biljnog porekla. Standardno ulje suncokreta

dominantno sadrži linolnu (C 18:2) i oleinsku (C 18:1) kiselinu. Ove dve kiseline čine oko 90% od ukupnog sadržaja viših masnih kiselina u ulju suncokreta. Zatim, slede palmitinska (C 16:0) i stearinska (C 18:0), koje čine najčešće oko 8-10% od ukupnog sadržaja viših masnih kiselina. Dok, nekoliko drugih viših masnih kiselina (C 14:0, C

Akademik Dragan Škorić, Siniša Jocić, Nada Lečić, Zvonimir Sakač, Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad

16:1, C 14:1, C 20:0, C 22:0) se najčešće nalaze u tragovima u ulju suncokreta (Friedt et al., 1994).

Prvu značajnu promenu kod ulja suncokreta izveo je Soldatov (1976) koji je tretirajući rastvorom dimetilsulfatom (DMS) seme sorte VNIIMK 8931 dobio induciranu mutaciju sa visokim sadržajem oleinske kiseline. On je na osnovu ovog materijala stvorio prvu visoko oleinsku sortu Pervenec. Svi oplemenjivači suncokreta u svetu su koristili sortu Pervenec kao izvor gena za stvaranje visokooleinskih hibrida suncokreta.

Friedt et al. (1994) je napravio pregled literarnih podataka o izmenama kvaliteta ulja suncokreta putem induciranih mutacija, sa posebnim osvrtom na palmitinsku, stearinsku i linolnu kiselinu. Najčešće su korišćena tretirana semena suncokreta gamma i X-zracima, kao i sodium azide, EMS i drugo.

Drugo značajno otkriće u izmeni kvaliteta ulja suncokreta učinio je Demurin (1993) otkrivanjem spontanijih mutacija za gene tph_1 (linija LG-15), tph_2 (LG-17) i tph_1tph_2 (LG-24).

Načinom nasleđivanja visokog sadržaja oleinske kiseline bavio se veći broj autora (Urie, 1985; Fernandez-Martinez et al. 1989; Demurin and Škorić 1996. i drugi). Utvrđen je različit način nasleđivanja visokog sadržaja oleinske kiseline (parcijalne dominacije sa jednim genom, jedan, dva ili tri dominantna gena, jedan dominantni + recesivni gen modifikator, jedan recesivni gen i drugi slučajevi) prema navodima Fernandez-Martinez et al. (2004). Istraživanjima na molekularnom nivou utvrđena je stroga pozitivna korelacija između $\Delta 12$ RFLP i visoko-oleinskog mutanta (Lacombe et al. 2000). Analizirajući postignute rezultate u oplemenjivanju suncokreta na različit kvalitet ulja Demurin et al. (1994), Demurin and Škorić (1995), Škorić et al. (1996 i 1998) utvrdili su postojanje pozitivne sinergije između gena za visok sadržaj oleinske kiseline i različitih tokoferola (Ol + tph_1 ; Ol + tph_2 ; Ol + tph_1tph_2). Cilj ovog rada je da se sagleda mogućnost u stvaranju hibrida suncokreta sa različitim kvalitetom ulja.

MATERIJAL I METOD RADA

Za ovaj rad korišćen je deo oplemenjivačkog materijala stvoren u Naučnom institutu za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu u periodu od 1992.-2005. god.

Donori gena (Ol) za visok sadržaj oleinske kiseline u ulju poslužile su linije izdvojene iz sorte Pervenec. Ove linije su ukrštene sa najboljim B i Rf linijama, koristeći jednostruka i dvostruka konvergentna ukrštanja ili stvaranjem specijalnih

”gene pools”. Bazni materijal je nakon ukrštanja podvrgavan samooplodnji i u svakoj S-generaciji rađen je izbor nakon analiza na sastav viših masnih kiselina. Kod linije B nakon S_5 generacije pristupilo se prevođenju u CMS-formu putem povratnih ukrštanja sve do BC_6 -generacije.

Kod stvaranja visokooleinskih linija sa različitim sadržajem i vrstom tokoferola kao donori gena Ol, tph_1 , tph_2 i tph_1tph_2 korišćene su sledeće linije: BK-66-Ol-1, BK-66-Ol- tph_1 , BK-66-Ol- tph_2 , LG-21 (Ol+ tph_1), LG 25 (tph_1tph_2), BK-66- tph_1tph_2 s jedne strane. Napred navedene linije su ukrštene sa komercijalnim linijama Ha -74, Ha-981 i CMS-3-8 radi stvaranje novih B linija. Radi stvaranja novih restorer linija korišćeni su restoreri RHA-SNRF i RHA-583 koji su ukršteni sa linijama donorima koje imaju poželjne gene. Sav napred navedeni materijal je nakon ukrštanja podvrgnut samooplodnji i u svakoj generaciji samooplodnje ocenjivan na agronomski važna svojstva (otpornost prema bolestima, produktivnost itd.) i rađene su analize na sadržaj viših masnih kiselina i tokoferola i vršen je izbor za novu generaciju. Na ovaj način je stvoren veći broj B i Rf linija koje imaju Ol+ tph_1 gene. Ispitane su njihove kombinirajuće sposobnosti (OKS i PKS) i izdvojeni najproduktivniji hibridi. Nekoliko ovih hibrida je prijavljeno u zvanična ispitivanja radi registracije da bi mogli ući u masovnu proizvodnju.

Linije koje poseduju Ol+ tph_2 i Ol+ tph_1tph_2 još nisu u potpunosti fiksirane i njihov proces se nastavlja.

Tokom stvaranja linija sa različitim kvalitetom ulja u svakoj generaciji je određivan sadržaj ulja u semenu na NMR - analizatoru. Sadržaj viših masnih kiselina je određivan gasnom hromatografijom (GC). Dok, sadržaj tokoferola je određivan putem tankoslojne hromatografije (TLC).

Kod novostvorenih hibrida određivan je sadržaj tokoferola (kvalitativni i kvantitativni) korišćenjem metoda koji je propisan ISO 9936, a koji se zasniva na HPLC-tehnologiji.

DOBIJENI REZULTATI I DISKUSIJA

Višegodišnji rad u novosadskom institutu na izmenjen kvalitet ulja suncokreta dao je značajne rezultate. Uneti su geni (Ol) za visok sadržaj oleinske kiseline u veći broj postojećih linija. Paralelno sa time stvorena je nova genetička varijabilnost sa visokim sadržajem oleinske kiseline. Uporedo su stvorene nove linije majke i oca sa izrazito visokim sadržajem oleinske kiseline. U poređenju sa već stvorenim oleinskim hibridom Olivko (75-85 %) novostvorene linije imaju značajno veći sadržaj oleinske kiseline koji se kreće u intervalu od 89-93 % (tabela 1).

Tabela 1. Inbred linije suncokreta sa najvišim sadržajem oleinske kiseline u ulju
Table 1. Sunflower inbred lines with the highest levels of oleic acid in the oil

A) linije majki / female lines

R.br. No.	Genotip Genotype	Palmitinska Palmitic acid	Stearinska Stearic acid	Oleinska Oleic acid	Linolna Linoleic acid
1	DOP-2	3.01	1.57	92.66	2.32
2	DOP-5	3.33	1.32	92.79	2.26
3	DOP-13	3.32	1.33	92.40	2.63
4	DOP-14	3.41	2.11	91.63	2.55
5	DOP-15	3.59	1.19	92.56	2.35
6	DOP-25	3.74	1.92	92.43	1.90
7	DOP-35	3.95	1.63	91.61	2.52
8	DOP-36	3.95	1.66	91.65	2.36
9	DOP-51	3.30	1.47	91.91	2.97
10	DOP-56	3.58	1.40	92.94	1.73

B) linije oca / male lines

R.br. No.	Genotip Genotype	Palmitinska Palmitic acid	Stearinska Stearic acid	Oleinska Oleic acid	Linolna Linoleic acid
1	RHA-S-OL-9	4.10	3.53	89.28	2.46
2	RHA-S-OL-11	3.42	2.24	92.17	1.83
3	RHA-S-OL-12	4.28	2.26	91.80	1.41
4	RHA-S-OL-18	3.06	4.47	89.60	2.48
5	RHA-S-OL-21	3.46	4.52	89.78	1.81
6	RHA-S-OL-22	3.88	4.24	89.70	1.76
7	RHA-S-OL-23	3.48	3.82	89.77	2.59
8	RHA-S-OL-25	3.46	2.61	91.43	2.50
9	RHA-S-OL-26	3.48	3.62	90.04	2.24
10	RHA-S-OL-30	3.77	3.22	89.32	3.69

C) nove linije izvor povišenog sadržaja palmitinske kiseline / new lines acting as sources of increased palmitic acid levels

R.br. No.	Genotip Genotype	Palmitinska Palmitic acid	Stearinska Stearic acid	Oleinska Oleic acid	Linolna Linoleic acid
1	LG-30-3	25.71	1.31	18.47	49.41
2	LG-30-6	22.06	1.22	25.01	47.34
3	LG-30-9	16.81	1.71	31.79	47.61
4	LG-30-10	19.21	1.35	28.13	48.47
5	LG-30-11	27.43	1.75	19.16	47.12
6	LG-30-12	18.69	2.24	27.54	49.20
7	LG-30-13	14.99	1.89	38.23	49.94
8	LG-30-14	21.44	1.76	29.54	44.69
9	LG-30-16	21.16	1.41	24.83	49.23
10	LG-30-19	25.86	1.03	5.65	61.99
11	LG-30-20	26.65	1.07	4.04	62.26

Na osnovu ovih linija moguće je brzo stvoriti nove (H.O.) visoko-oleinske hibride suncokreta. Jedino je potrebno ubrzanim putem (koristeći poljske uslove i staklenik) povratnim ukrštanjem prevesti linije majke (kod DOP) u citoplazmatsko muško sterilnu formu (CMS). Posebno treba istaći da u ovoj grupi odabrane linije oca imaju sadržaj oleinske kiseline koji se kreće u intervalu od 89-93% (tabela 1, B-segment). Sa sigurnošću se može konstatovati da je na osnovu ovog materijala moguće brzo stvoriti i proširiti u masovnoj proizvodnji oleinske hibride suncokreta sa sadržajem oleinske kiseline iznad 90 %.

Na osnovu preliminarnih ispitivanja kombinirajućih sposobnosti dotičnih linija može se i konstatovati da će novi visoko-oleinski hibridi imati produktivnost (prinos) na nivou postojećih najprinosnijih hibrida.

Istovremeno treba istaći da su novostvorene inbred linije odabrane i na osnovu šireg spektra otpornosti prema dominantnim bolestima. Iz ovih razloga novi visoko-oleinski hibridi će imati visok stepen otpornosti prema najvažnijim bolestima.

Gledano u svetskim razmerama, visoko-oleinski hibridi suncokreta se šire u masovnoj proizvodnji. Posebno treba istaći Francusku gde su površine pod visoko-oleinskim hibridima već zauzele značajno mesto. Računa se da će u 2006. godini u Francuskoj biti posejano preko 200 000 ha sa visoko-oleinskim hibridima. Očito se menjaju navike u ishrani stanovništva, a posebno u razvijenim zemljama.

Treba istaći da će zahtevi za gajenje visoko-oleinskih hibrida u narednim godinama biti značajno povećani. Jedan od razloga za povećanje interesa za gajenje visoko-oleinskih hibrida je proizvodnja biodizela. Ulje od visoko-oleinskih hibrida suncokreta je veoma dobra sirovina za proizvodnju kvalitetnog biodizela. Odluka EU da u narednih 10-15 godina udeo biodizela u pogonu transportnih sredstava (autobusi, automobili, kamioni) dostignu čak 20 %. Ovo dovoljno govori koliko će se povećati zahtevi za proiz-

vodnjom suncokreta, a posebno visoko-oleinskih hibrida. Stalno poskupljenje nafte na svetskom tržištu, takođe ubrzava potrošnju alternativnih izvora energije.

Pored stvaranja visoko-oleinskih hibrida suncokreta, moguće je selekciju usmeriti i u suprotnom pravcu, tj. u kreiranje visoko-linolnih hibrida. Ovaj tip hibrida u mnogome će zavisiti od zahteva tržišta.

Takođe, moguće je stvoriti i hibride sa visokim sadržajem palmitinske kiseline u ulju suncokreta (tabela 1, segment C). Na osnovu dobijenih rezultata može se konstatovati da pojedini genotipovi imaju sadržaj palmitinske kiseline u iznosu od 27 %. Pored toga kod genotipova sa visokim sadržajem palmitinske kiseline, prisutna je velika varijabilnost oleinske i linolne kiseline. Ovo omogućava dalju izmenjivost varijabilnosti kvaliteta ulja i genetsku manipulaciju u kreiranju hibrida suncokreta za različite namene.

Dostignuća u oplemenjivanju suncokreta omogućila su promenu i tipa i sadržaja tokoferola u ulju. Znači, da je moguće genetski menjati istovremeno sadržaj viših masnih kiselina i tokoferola u ulju suncokreta.

Otkriće Demurin-a (1993) omogućavaju da pojedini genotipovi suncokreta imaju ne samo alfa, već beta gama ili delta tokoferole. Moguća je različita njihova kombinacija na nivou određenog genotipa.

Ovo najbolje potvrđuju rezultati Demurin et al. (1994), Demurin and Škorić (1995, 1996), Škorić et al. (1996 i 1998) koji ukazuju na velike mogućnosti u stvaranju hibrida sa različitim kvalitetom ulja.

Koliko je moguće manipulirati sa tokoferolima najbolje ilustruju rezultati ostvareni samo kod tri genotipa suncokreta (tabela 2). Na osnovu dobijenih rezultata, može se konstatovati da postoje značajne razlike u ukupnom osadržaju tokoferola, kao i između pojedinih tipova tokoferola.

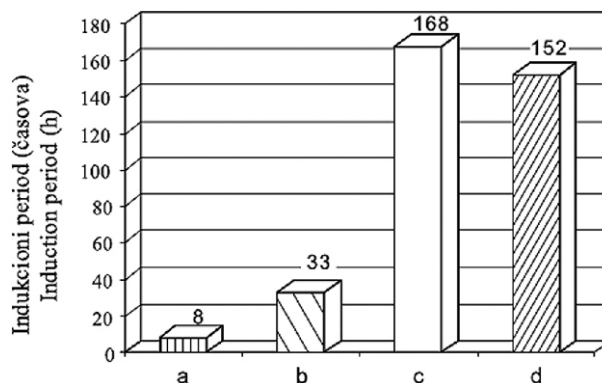
Tabela 2. Sadržaj tokoferola u nekoliko genotipova suncokreta
Table 2. Tocopherol content of several sunflower genotypes

Tokoferoli Tocopherol	Genotip - 1 (standard) Genotype 1 (standard)	Genotip - 2 Genotype 2	Genotip - 3 Genotype 3
alfa (α) mg/kg	680	240	760
beta (β) mg/kg	15	510	200
gama (γ) mg/kg	u tragovima (traces)	20	5
delta (δ) mg/kg	-	-	-
UKUPNO / TOTAL	695	770	965

Nameće se pitanje, čemu potreba za izmenjenim kvalitetom ulja suncokreta. Sigurno da zahtevi svetskog tržišta za stalnim promenama u obezbeđivanju novih kvalitetnih proizvoda to zahtevaju. Dostignuća u oblasti genetike i oplemenjivanja suncokreta omogućavaju realizaciju novih zahteva tržišta.

Koristeći novosadski oplemenjivački materijal Karlović et al. (1997) su došli do svetski vrednih rezultata. Otkrili su da ukoliko se ugrade u isti genotip geni za visok sadržaj oleinske kiseline (Ol-geni) i geni za beta, gama i delta tokoferole dolazi do jedne vrste sinergije koja povećava održivost ulja, čak za 20 puta u poređenju sa standardnim uljem suncokreta (Slika 1). Ista istraživanja su potvrdila da postojanje u ulju samo Ol-gena povećava održivost ulja za tri puta u odnosu na standardno ulje suncokreta.

Prvi ciklus oplemenjivanja na kvalitet ulja u novosadskom institutu je završen i stvoreni su hibridi u koje su ugrađeni geni Ol za visok sadržaj oleinske kiseline i tph_1 geni za izmenjen sadržaj tokoferola (50 % alfa + 50 % beta) - tabela 3.



- a. Standardno ulje (linolni tip)
Traditional oil (linoleic type)
- b. Oleinski tip ulja
Oleic type of oil
- c. Oleinski tip sa visokim sadržajem β-tokoferola
Oleic type with high content of β-tocopherol
- d. Oleinski tip sa visokim sadržajem γ-tokoferola
Oleic type with high content of γ-tocopherol

Slika 1. Oksidativna postojanost suncokretovog ulja (Rancimat test na 100°C.)

Fig. 1. Oxidative Stability of Sunflower Oils (Rancimat test at 100°C.) (Karlović et. al., 1997.)

Tabela 3. Sadržaj oleinske kiseline i tokoferola u ulju novih hibrida suncokreta

Table 3. Oleic acid and tocopherol contents of oil of new sunflower hybrids

Red. br. No.	Oznaka Designation	Sadržaj oleinske kiseline % Oleic acid content %	Sastav tokoferola (%) Tocopherol composition (%)			
			α	β	γ	δ
1	NS-H-2031	78.56	100	-	-	-
2	NS-H-2032	81.13	100	-	-	-
3	NS-H-2033	81.30	50	50	-	-
4	NS-H-2034	82.47	50	50	-	-
5	NS-H-2072	80.34	50	50	-	-
6	NS-H-2073	82.56	50	50	-	-
7	NS-H-2074	83.37	50	50	-	-
8	NS-H-2075	81.90	50	50	-	-
9	NS-H-2076	82.29	50	50	-	-
10	NS-H-256	83.36	40	60	-	-
11	NS-H-2510	84.25	80	20	-	-
12	NS-H-2526	85.32	40	60	-	-
13	NS-H-2527	84.11	40	60	-	-
14	NS-H-2031	86.13	50	50	-	-
15	NS-H-9024	85.11	40	60	-	-

Novostvoreni hibridi imaju produktivnost na nivou najproduktivnijeg novosadskog standardnog hibrida NS-H-111. Nekoliko ovih hibrida se nalazi u postupku priznavanja i za očekivati je da

neki od njih uđe u masovnu proizvodnju u naredne dve godine.

Posebno treba istaći da su dva hibrida iz ove grupe namenjena za korišćenje kao sirovina za

realizaciju dva projekta (specijalni biskviti na bazi jezgre suncokreta i salatni prelive) u okviru Nacionalnog programa "Biotehnologija i Agro-industrija", koje fi nansira Ministarstvo nauke i zaštite životne sredine R. Srbije.

Nažalost, još nisu završeni oplemenjivački projekti ugradnje Ol+tph₂ i Ol+tph₁tph₂ gena u produktivne genotipove suncokreta. Za očekivati je da će ovi projekti biti realizovani u nekoliko narednih godina. kada budu završeni imaćemo nove hibride koji će pored visokog sadržaja oleinske kiseline imati dominantno: beta+gama, gama ili gama+delta tokoferole. Na ovaj način moći ćemo da ponudimo tržištu novu kvalitetnu jezgru suncokreta za dobijanje visokovrednih finalnih proizvoda.

ZAKLJUČCI

Na osnovu oplemenjivačkog programa stvaranja hibrida sa različitim kvalitetom ulja suncokreta (1992-2005. godine) dobijeni su genotipovi sa visokom vrednošću agronomski važnih stvojtava. Na osnovu dobijenih rezultata mogu se izvesti sledeći zaključci:

- Stvoreno je više linija majke sa sadržajem oleinske kiseline iznad 90 %. Istovremeno je stvoreno više restorer (oca) linija koje imaju sadržaj oleinske kiseline u intervalu od 89-93 %. Na osnovu ovih linija u postupku je stvaranje hibrida sa sadržajem oleinske kiseline iznad 90 %.
- Postoje linije kod kojih je sadržaj palmitinske kiseline i preko 27 %, a što omogućava stvaranje jednog novog tipa hibrida suncokreta;
- Ugrađeni su Ol+tph₁ geni za veći broj inbred linija i stvoreni hibridi sa visokim sadržajem oleinske kiseline (> 80 %) i izmenjenim sadržajem tokoferola (50 % alfa + 50 % beta). Novostvoreni hibridi imaju značajno dužu održivost ulja u odnosu na standardno ulje suncokreta;
- Unošenje Ol+tph₂ i Ol+tph₁tph₂ gena u produktivne genotipove suncokreta je u toku.

ZAHVALNOST

Autori ovog rada neizmerno se zahvaljuju Dr Đerđu Karloviću, Dr Katalin Kövári i Dr Katalin Recseg iz BUNGE Europe Oil Reserch and Development Centers na urađenim analizama kvaliteta semena i ulja, kao i vrednim sugestijama koje će omogućiti stvaranje produktivnih hibrida sa različitim kvalitetom ulja.

REFERENCES

1. Demurin, Ya., (1993) Genetic variability of tocopherol composition in sunflower seed, HELIA 16: 59-62
2. Demurin, Ya., Škorić, D., Popov, P., Efimenko, S., & Bochkovoy, A. (1994) Tocopherol genetics in sunflower breeding for oil quality. Proc. of EUCARPIA - Symposium on Breeding of Oil and Protein Crops. Albena, Bulgaria. 22-24.09.1994. pp. 193-197.
3. Demurin, Ya., & Škorić, D., (1995) Genetic modification of sunflower seed oil. Proc. of Symposium: Breeding and cultivation of wheat, sunflower and legume crops in the Balkan countries. Albena, Bulgaria, pp. 55-9.
4. Demurin, Ya., & Škorić, D., (1996) Unstable expression of Ol genes for high oleic acid content in sunflower seeds. Proc. of 14th Int. Sunflower Conference I: Beijing/Shenyang, China, pp. 145-151.
5. Demurin, Y.N., Efimenko, S.G., Borisenko, O.M., (2004) Screening for suppressor genotypes on a high oleic mutation in sunflower. Proc. of the 16th International Sunflower Conference. Vol. II: 779-783. Fargo, ND. USA.
6. Fernandez-Martinez, J.M., Velasco, L., Perez-Vich, B., (2004) Progress in the genetic modification of sunflower oil quality. Proc. of the 16th International Sunflower Conference. Vol. I: 1-15. Fargo, ND. USA.
7. Friedt, W., Ganssmann, M. & Korell, M., (1994) Improvement of sunflower oil quality. Proc. of EUCARPIA - Symposium on Breeding of Oil and Protein Crops. Albena, Bulgaria, pp. 1-30.
8. Karlović, Đ., Recseg, K., Kövari, K., Nobik-Kovacs, A., Škorić, D., Demurin, Ya. (1997) Characteristic quality and oxidative stability of sunflower oil with altered fatty acid and tocopherol composition. 22nd World Congress and Exhibition of the International Society for Fat Research, Kuala Lumpur, Malaysia (poster).
9. Lacombe, S., Berville, A. (2004) Problems and goals in studying oil composition variation in sunflower. Proc. of the 15th International Sunflower Conference. Tome I: P.I.D-16-P.I.D-26. Toulouse. France.
10. Popov, P.S., & Aspiotis, E.H., (1991) Biochemical methods for breeding material estimation (In Russian). Biology, breeding and growing of sunflower, Agropromizdat, Moscow, pp. 78-80.
11. Seiler, G.J., (1992) Utilization of wild sunflower species for the improvement of cultivated sunflower. In: Field Crops Research 30. Elsevier Sci. Publ., Amsterdam. pp. 195-230.

12. Seiler, G.J., (1998) The potential use of wild Helianthus species for selection of low saturated fatty acids in sunflower oil. Proc. of EUCARPIA - Symp. on Breeding of Protein and Oil Crops. Pontevedra, pp. 109-110.
13. Soldatov, K., (1976) Chemical mutagenesis for sunflower breeding. 7th Int. Sunflower Conf., Krasnodar, USSR, pp. 352-7.
14. Škorić, D., Demurin, Ya., & Jocić, S., (1996) Development of hybrids with various oil qualities. Proc. of 14th International Sunflower Conference I Beijing/Shenyang, China, pp. 54-60.
15. Škorić, D., Jocić, S., Lečić, Nada, -1998: Sunflower breeding for different oil quality. Genetics and Breeding for Crop Quality and Resistance. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht/Boston/London/. pp. 339-347.
16. Urie, A.L., (1985) Inheritance of high oleic acid in sunflower. Crop. Sci. 24: 1113-1115.

INDUSTRIJA ULJA I BILJNIH MASTI KAO DEO TENDENCIJE KA NAJBOLJIM DOSTUPNIM TEHNIKAMA (BAT)

Milena Bečelić, Božo Dalmacija, Žarko Vrbaški

Poznato je da je Evropska Unija dala određene Direktive i radne planove u cilju kontrole i minimiziranja potrošnje energije i emisije polutanata. Za industriju ulja i biljnih masti je radni materijal (BREF dokument) koji se odnosi na "najbolju dostupnu tehniku" (eng. BAT) u proizvodnji hrane, pića i mleka od posebnog interesa. Koristeći dati radni materijal je na interesu i mogućnosti fabrika ulja i masti da se uklope u evropsku tendenciju.

Gljučne reči: *industrija ulja i biljnih masti, BAT standard*

VEGETABLE OIL AND FAT INDUSTRY AS A PART OF THE TENDENCY FOR BEST AVAILABLE TECHNIQUES (BAT)

It is known that European Union has given some strategic Directives and working drafts in order to control and minimize energy consumption and pollutant emission. For vegetable oil and fat industry, the working draft "Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) 2003" on Best Available Techniques in the Food, Drink and Milk Industry has an especial interest. Using that draft, it was made this contribution about interest and possibilities factories for vegetable oil and fat production in European tendency.

Key words: *vegetable oil and fat industry, BAT standard*

UVOD

Evropska ekonomska zajednica (EEZ) je postavila set osnovnih pravila u vezi sa dobijanjem dozvola za industrijska postrojenja. Sva pravila, prava i obaveze sadržani su u IPPC (Integrated Pollution Prevention and Control) Direktivi (1) koja je stupila na snagu 1996. godine. Naime, u sklopu opšte akcije smanjivanja emisije polutanata, za svaki industrijski sektor kompletiraju se dobijeni podaci (podaci razmenjeni između eksperata iz zemalja članica, industrija i organizacija u službi životne sredine) i formiraju tzv. BREF dokumenti (BAT referentni dokumenti). Svakako, da ovi dokumenti usmeravaju akciju redukcije zagađenja. Svaka fabrika ulja ima svoje specifične uslove rada, a samim tim i svoj specifični prilaz rešenju emisije polutanata, ali je korisno da se na nivou naše zemlje sagleda kako trenutna situacija tako i mogući pravci delovanja. Izvesno je da se i naša industrija ulja mora uklapati u generalne tokove unutar EEZ i to ne

samo kao deo obaveza koje preuzima država nego i zbog sopstvenih ekonomskih interesa (a i zbog interesa zaštite okoline u sredini u kojoj data fabrika razvija svoju delatnost).

KONCEPT BREF DOKUMENATA

BREF dokumenti se pripremaju na osnovu zajedničkih smernica, ne obuhvataju politička mišljenja ili pitanja izvan okvira samog sektora. Generalno, BREF dokumenti sadrže: izvršni rezime, opšte informacije, procese i tehnike koje se primenjuju, trenutne nivoe emisija i potrošnje, tehnike koje treba razmatrati pri utvrđivanju BAT, najbolje dostupne tehnike (BAT), nove tehnike, anekse.

Poglavlje *Opšte informacije* sadrži opšte informacije o određenoj grani industrije (broj postrojenja, veličina, geografska distribucija, proizvodni kapaciteti, ekonomski podaci). Pored toga, dati su podaci o emisijama i potrošnji za određene sektore.

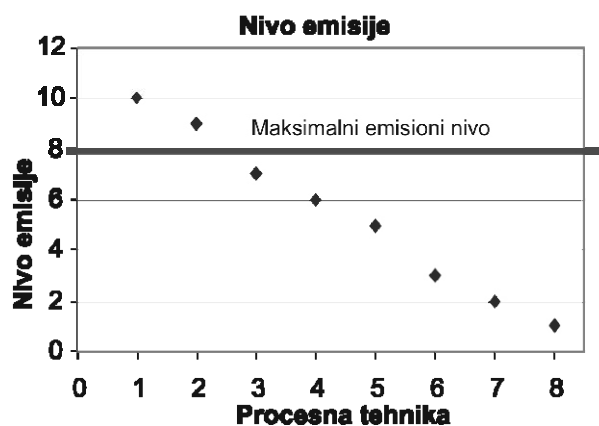
Nivoi emisija i potrošnje za ukupan proces i sve njegove delove opisani su u poglavlju *Trenutni nivoi emisija i potrošnje*. Ukazano je na problem

Mr Milena Bečelić, prof. dr Božo Dalmacija, prof. dr Žarko Vrbaški, Univerzitet u Novom Sadu, Prirodno-matematički fakultet, Departman za hemiju, Novi Sad

buke i pojave mirisa. Takođe, opisane su metode uzorkovanja i analize kao i detalji o uslovima pri radu.

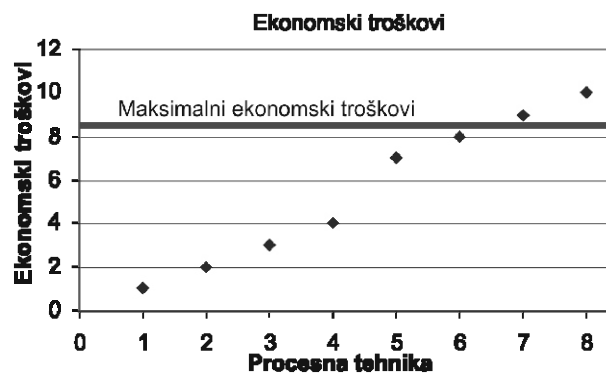
Kroz poglavlje *Tehnike koje treba razmatrati pri utvrđivanju BAT* definisane su mere sprečavanja i kontrole zagađenja i mere kontrole zagađenja koje se smatraju najrelevantnijim za utvrđivanje BAT. Informacije koje se odnose na tehnike obuhvataju: opis, najvažnije koristi po životnu sredinu koje se postižu, podaci o radu (emisije/otpad i potrošnja sirovina, vode i energenata), međusobni uticaji različitih medija (životna sredina kao celina), primenljivost, ekonomski pokazatelji, pokretačke sile za primenu, referentna literatura i lista postrojenja datih kao primer.

Najbolje dostupne tehnike (BAT) kao poglavlje sadrže zaključak o tome šta se smatra najboljom dostupnom tehnikom u opštem smislu za sektor (na osnovu informacija datih u prethodnim poglavljima). Osnovne komponente procesa odlučivanja su podaci o radu, ekonomski pokazatelji, međusobni uticaji različitih medija za utvrđivanje BAT. Svaka od ovih tehnika podrazumeva različite nivoe emisija (otpad, zagađujuće materije itd.), različite troškove i nivoe potrošnje prirodnih resursa (sirovine, energiju, vode itd.). Na slici 1, 2, i 3 prikazani su različiti primeri tehnika: "1", "2", "3", "4", "5", "6", "7" i "8" u pogledu njihovog uticaja na životnu sredinu, ekonomske troškove i potrošnju resursa. Kada se utvrdi maksimalni nivo emisije za proces i maksimalno prihvatljivi troškovi izrađuju se dijagrami da bi se odredio broj tehnika koje su u saglasnosti sa definicijom najbolja dostupna tehnika (slika 4). U ovom slučaju tehnika "3", "4" i "5" su najbolje dostupne tehnike.



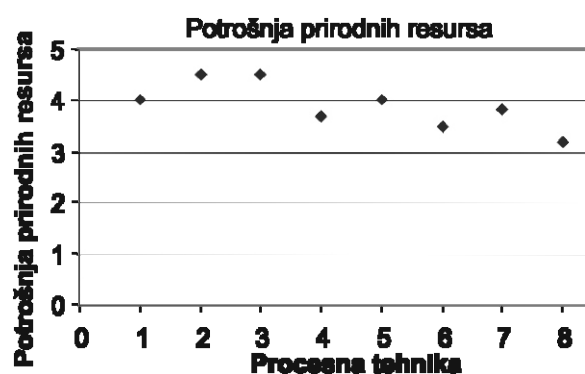
Slika 1. Zavisnost nivoa emisije od primenjene tehnologije

Figure 1. Correlation between emission level and applied technology



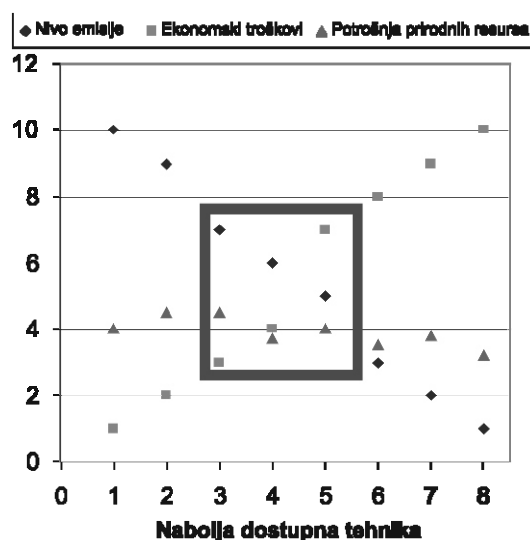
Slika 2. Zavisnost ekonomskih troškova od primenjene tehnologije

Figure 2. Correlation between costing and applied technology



Slika 3. Potrošnja prirodnih resursa u zavisnosti od primenjene tehnologije

Figure 3. Correlation between resource consumption and applied technology



Slika 4. Primer za određivanje BAT

Figure 4. Example for BAT determination

U poglavlju *Nove tehnike* identifikuju se sve nove tehnike za sprečavanje i kontrolu zagađenja za koje se zna da su u procesu izrade i da mogu da

obezbede prednosti u ekonomskom pogledu ili u pogledu zaštite životne sredine.

U poglavlju *Procesi i tehnike koji se primenjuju* opisuju se isti u grani industrije na koju se BREF dokument odnosi. Poglavlje obuhvata sve varijante procesa, razvojne trendove i alternativne procese i daje pregled koraka i faza u proizvodnoj jedinici. Definisan je i opis odnosa sektora sa drugim sektorima ili pod-sektorima u slučajevima kada bi otpadni materijal iz jednog sektora mogao da posluži kao sirovina drugom sektoru. Na sledećoj šemi, kao primer prikazane su faze proizvodnje i potrebne informacije.

Treba napomenuti da se energija posmatra ne samo kao deo procesa i faktora koji utiču na cenu finalnog produkta nego i kao komponentu koja utiče na okolinu. Industrija ulja i masti je u okviru proizvodnje hrane veoma veliki potrošač energije što se vidi u tabeli 1 (2).

Podaci koje je Nemačka dostavila EEZ pokazuju da se posmatrajući zbirno (broj 7), industrija ulja nalazi na samom vrhu po utrošku energije (pri čemu prehrambena industrija učestvuje sa 6,7% od ukupno utrošene energije).

Tabela 1. Najveći potrošači energije u 1998. godini (Nemačka)

Table 1. The biggest energy consumers in 1998. (Germany)

Broj	Podsektor prehrambene industrije	MWh/god
1	Proizvodnja šećera	212109
2	Proizvodnja sirovog ulja i masti	177898
3	Proizvodnja skroba i skrobnih produkata	158918
4	Proizvodnja rafinisanih ulja i masti	70862
5	Proizvodnja margarina i sličnih jestivih masti	17395
6	Proizvodnja piva	13012
7	2+4+5	266155

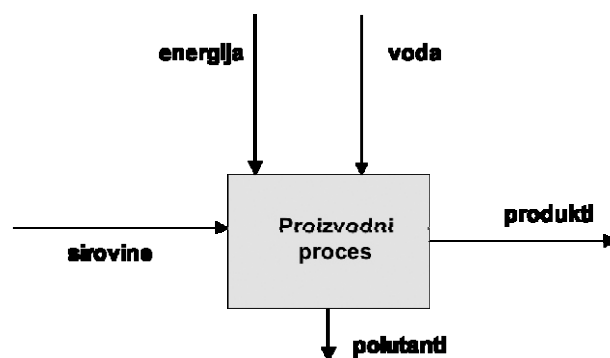
Ovi podaci za stanje u Nemačkoj su informativni i jasno je da svaka naša fabrika ulja ima utroške energije u skladu sa svojom tehnologijom, ali su svakako od interesa za poređenje.

INDUSTRIJA ULJA I BAT U OKVIRU EEZ

Analizom BREF dokumenta može se zaključiti da se poštuje činjenica da firme imaju za iste finalne produkte različita tehnološka rešenja i različite uređaje i da je to podložno stalnim

promenama. Očekuje se da primenom BAT pristupa tokom narednih promena bude dostignut optimum po pitanju utroška energije i minimum emisije polutanata u okolinu što je i krajnji cilj Direktiva EEZ. Pod optimumom se podrazumeva nužnost da pristup BAT podržava samo investiciona ulaganja koja obezbeđuju ekonomično poslovanje i poštovanje propisa o emisiji polutanata. Važna je i pretpostavka da se kroz BAT pristup u kome je bitna komponenta i minimiziranje utroška energije ostvaruje i niža cena proizvoda i da to treba da bude jedan od glavnih motiva da industrija pristupi takvim projektima.

Ove opšte pretpostavke za celu oblast prehrambene industrije su od značaja i za industriju ulja. Blok šema 1 pokušaj je da se bolje prikaže šta BAT pristup posmatra za svaku industriju, pa i za industriju ulja.



Slika 5. Glavni parametri procesa

Figure 5. General parameters of the process

Ako se do kraja pojednostavi svaki proces u prehrambenoj industriji, pa i u industriji ulja, tada su za pristup BAT važni samo parametri dati na slici 1. Za svaki proces u industriji su bitni sem sirovina i finalnih produkata još i energija i voda. Namerno stavljani zajedno jer već i sada u nekim situacijama voda postaje strateški materijal u istom rangu kao i energija. Dodatno, akcentat se stavlja i na polutante (kao komponente otpadnih voda ili kao aerozagađenje), eventualno kao otpadni materijal u čvrstom stanju. Efluenti iz proizvodnje biljnih ulja imaju pojedine specifične karakteristike koje utiču na biološki tretman otpadnih voda: prisustvo volatilnih liofilnih supstanci, sulfata, fosfatida, pH vrednost (3).

Posmatrano od strane interesa za industriju ulja, u fazi kada se već opredelila za neku dostupnu sirovinu (koja zahteva i utrošak niza pomoćnih materijala, u šemi 1 posmatrano sve kao sirovine) i određeni program finalnih produkata, to znači:

- minimiziranje utroška svih vrsta energije,

- minimiziranje utroška vode,
- minimum otpadne vode,
- kontrola aerozagađenja,
- minimiziranje količine čvrstih otpadaka koji nemaju neku dalju primenu.

Sa gledišta BAT pristupa, u cilju postizanja nevedenog, moraju se odabrati i razviti najbolja dostupna tehnička rešenja uz poštovanje i normi koje su inače popisane u okviru EEZ.

Primer: vakuum u industriji ulja

BREF dokument posmatra niz tehnoloških procesa u proizvodnji ulja i masti (reupotrebu heksana, uklanjanje fosfatida, deacidifikaciju ulja, deodorizaciju, vakuum sistem, otpadne vode) kroz BAT pristup. U tekstu se daje izvod iz dela o vakuum tehnici: Sistem sa upotrebom vakuum pumpi (4); Višestepeni vakuum sistem sa ejetorima (IPPC 287 str.); Sistem sa jednim ejetorom i tretmanom alkalijama (IPPC 289 str.); Sistem sa jednim ejetorom i suvom kondenzacijom (IPPC 291 str.).

Vakuum sistem sa upotrebom vakuum pumpi daje vakuum u rasponu od 40-140 mbar, dok ostala tri vakuum sistema daju vakuum za potrebe deodorizacije ulja. Sistem koji koristi samo vakuum pumpe služi za sušenje ulja, uklanjanje vazduha iz ulja ili pojedinih uređaja ili rezervoara. Za poređenje su od interesa ostala tri vakuum sistema jer služe istoj nameni, ali se razlikuju po utrošku energije (i vrsti utrošene energije), kao i po kvalitetu otpadnih voda.

Na ovom mestu treba naglasiti da se u industriji ulja i primenjuje BAT pristup i da je novost u krajnjoj liniji samo oblik IPPC dokumenta. Jer ako se neka fabrika pre svega zbog problema vezanih za otpadne vode opredeli za fizičku rafinaciju namesto deacidifikacije alkalijom to je već jasan BAT pristup.

Višestepeni vakuum sistem sa ejetorima karakteriše upotreba vodene pare za pogon ejetora i direktna kondenzacija vodenih para i organskih supstanci (pre svega slobodnih masnih kiselina). Utrošak vodene pare je u rasponu od 50-100 kg/toni sirovog ulja i dobije se oko 1-10 m³ otpadne vode po toni sirovog ulja (otpadne voda koja ima HPK oko 40-100 mg/l). U odnosu na jednostepeni (ejetorski !) vakuum sistem, to je bolje rešenje bez obzira na više investicione troškove, potrebu za više prostora i povećani utrošak električne energije (iznosi oko 2-5 kWh/toni sirovog ulja).

Sistem sa jednim ejetorom i tretmanom kondenzata alkalijama je specifičan slučaj od interesa za situaciju u kojoj se radi deodorizacija sirovina koje imaju povišen sadržaj slobodnih masnih

kiselina kratkog lanca (kokos mast...). Posle jednostepenog ejetorskog vakuum sistema je dodatno priključen kondenzator koji radi u okviru jednog sistema sa amonijačnim hlađenjem. U krug vode se uvodi alkalija koja slobodne masne kiseline prevodi u sapune i sprečava zagušenje sistema sa masnoćama. Ovo rešenje rezultuje sa povećanim utroškom električne energije od oko 8-20 kWh/toni sirovog ulja, 50-150 kg pare/toni sirovog ulja i daje samo 0,06-0,15 m³ otpadne vode/toni sirovog ulja. Prednosti koje se postižu po pitanju količine i sastava otpadnih voda (za ovakve sirovine upotreba višestepenog vakuum sistema sa ejetorima bi dala otpadnu vodu sa previsokom HPK vrednosti) se umanjuju zbog dodatnih troškova za alkalije, sumpornu kiselinu za razlaganje sapunice, povećani utrošak električne energije.

Sistem sa jednim ejetorom i suvom kondenzacijom je usmeren na radikalno smanjivanje emisije polutanata, nema sulfata u otpadnoj vodi, redukovan je utrošak vodene pare, dobijaju se veoma koncentrovane slobodne masne kiseline. To se postiže upotrebom izmenjivača toplote kojim se hladi indirektno gasna faza iz deodorizatora. Kondenzuje se više od 95% organskih jedinjenja iz gasne faze. Prednosti na liniji minimiziranja emisije polutanata se plaćaju povećanim troškovima za investicije, većom potrošnjom vode za hlađenje (oko 300 kg/toni sirovog ulja) i većim utroškom električne energije (oko 10,5-21,5 kWh/toni sirovog ulja).

ZAKLJUČAK

Osnovna poruka BREF dokumenta koji se odnosi na proizvodnju prehrambenih proizvoda, pića i mleka o upotrebi BAT pristupa postojećim tehnološkim rešenjima, a posebno onim koji se tek projektuju, je da se minimizira kako utrošak energije tako i emisija polutanata koja se oslobađa u životnu sredinu. Industrija ulja je veliki potrošač energije, pri vrhu u okviru prehrambene industrije i zbog toga postoji interes za sve inovacije koje to smanjuju. U cilju redukcije i iskorišćenja čvrstog otpada nastalog u toku proizvodnje ulja, anaerobni tretman se smatra jednim od najefikasnijih. Svakako, odabir najbolje dostupne tehnike za osnovu treba da ima optimalnu ravnotežu između utroška energije i minimizacije emisije polutanata.

LITERATURA

1. Bokisch, M., Nahrungsfette und - öle, Verlag Eugen Ulmer.,Wien, 1993.

2. BREF document: Integrated Pollution Prevention and Control, Draft Reference Document on Best Available Techniques in the Food, Drink and Milk Industry, Institute for Prospective Technological Studies (Seville, Spain), Draft May 2003. <http://eippcb.jrc.es>
3. Council Directive 96/61/EC, OJ L 20, 24.09.1996.
4. Meyer, J.K., Kuhn, H.G., Sieberger, B.U., Bonczek, P., "Rationelle Energienutzung in der Ernährungsindustrie", Integrated Pollution Prevention and Control, Draft Reference Document on Best Available Techniques in the Food, Drink and Milk Industry, 139 str.), 2000.

TEHNOLOŠKA I ORGANIZACIONO-EKONOMSKA OBELEŽJA PROIZVODNJE SOJE

Dragić Živković, Petar Muncan, Rade Radoičić

U radu je razmatrana proizvodnja soje sa tehnološkog, agrotehničkog i organizaciono-ekonomskog aspekta. Utvrđen je nivo ulaganja (troškovi proizvodnje) i najvažniji pokazatelji ostvarenih rezultata u proizvodnji soje. Vršeno je međusobno poređenje sa drugim važnijim linijama proizvodnje kako bi se utvrdio rang, odnosno ekonomska efikasnost ove proizvodnje.

Ključne reči: soja, agrotehnika, organizacija, troškovi proizvodnje, ekonomska efikasnost

TECHNOLOGICAL, ORGANIZATIONAL AND ECONOMIC CHARACTERISTICS OF SOYBEAN PRODUCTION

The aim was to analyze soybean production from technological, agrotechnical, organizational and economic standpoints. Investment (production costs) requirements and indices of the results obtained in soybean production were determined. Soybean production was compared with some major lines of field crop production in order to determine the economic efficacy of soybean production.

Key words: soybean, agricultural practices, organization, production costs, economic efficacy

UVOD

Poznato je da je privredni značaj soje iz godine u godinu sve veći zbog veoma raznovrsne upotrebe kako u prehrambenoj, stočarskoj, farmaceutskoj, tako i u prerađivačkoj industriji. Kao najznačajniji izvor proteina i ulja, soja postaje strateški proizvod na svetskom i evropskom tržištu.

Izuzetno je dobar predusev skoro svim ratarskim biljkama jer se dreniranjem popravljaju struktura zemljišta, a u kvržicama korena žive bakterije u simbiozi sa samom biljkom od koje dobijaju ugljene hidrate i druga hraniva, a za uzvrat biljci obezbeđuju azot neophodan za rast i razvoj.

Pored korišćenja zrna soje postoji i mogućnost korišćenja bujne zelene mase kao zelenišnog đubriva što doprinosi poboljšanju fizičkih, hemijskih i bioloških osobina zemljišta.

Sojini proteini imaju izuzetno veliku biološku vrednost pa se zbog toga soja koristi u ishrani ljudi i domaćih životinja.

Sojino ulje spada u grupu polusušivih ulja, a ubraja se u kvalitetna ulja kako za ishranu ljudi, tako i u tehnici i farmaceutskoj industriji.

Danas je poznato više od 250 proizvoda soje koji se koriste u ljudskoj ishrani.

Zrno soje sadrži i veliki broj amino kiselina i masnih kiselina.

Sojino brašno služi za pravljenje hleba za dijabetičare jer ima vrlo malo skroba a dodaje se i brašnu žitarica radi obogaćivanja belančevinama.

Ostatak dobijen preradom soje naziva se sojina saćma i predstavlja važnu komponentu pri spravljanju koncentrovanih hraniva u ishrani svih vrsta domaćih životinja.

Sve ovo ukazuje na to da će soja imati veliki privredni i ekonomski značaj i ubuduće, kao i da će se površine pod sojom u svetu i kod nas povećavati.

U svetu se godišnje proizvede oko 107 miliona tona zrna soje. Najveći svetski proizvođači su SAD (49%), Brazil (22%), Kina (10%) i Argentina (6%). Najveći uvoznici su Nemačka (14%), Holandija (12%) i Japan (18%). Najveći svetski izvoznici su SAD (63%) i Brazil (19%), a u manjem obimu i Paragvaj (8%). U Evropi najveći proizvođači su Italija, Rumunija i Francuska.

Dragić Živković, Petar Muncan, Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Beogradu; Rade Radoičić, Beogradska pekarska industrija, Beograd

Najveći evropski proizvođač Italija od ukupne evropske proizvodnje sama proizvede 55%.

U SCG površine pod sojom se kreću oko 60 do 70 hiljada hektara, a od toga u Vojvodini na 45-50 hiljada hektara prosečni prinosi su oko 2,5 t/ha. Ovaj obim proizvodnje nije dovoljan za podmirivanje naših potreba, pa se dodatne količine uvoze (sojina sačma).

METOD RADA I IZVORI PODATAKA

Stanje pojava prikazano je tabelarno. Razmatranje uslova i rezultata proizvodnje vršeno je metodom analitičkih kalkulacija. Ekonomska efikasnost proizvodnje soje utvrđena je izračunavanjem i međusobnim upoređivanjem izvedenih pokazatelja poslovanja (produktivnost rada, ekonomičnost proizvodnje i rentabilnost).

Podaci koji su poslužili za navedena ispitivanja uzeti su iz knjigovodstvene evidencije operativnih izveštaja, obračunskih kalkulacija i stručnih izveštaja poslovanja.

Istraživanja su obavljena u preduzeću koje je po svojoj transformaciji akcionarsko društvo.

REZULTATI I DISKUSIJA

Prirodni i organizaciono-ekonomski uslovi proizvodnje soje

Od prirodnih uslova proizvodnje najznačajniji su zemljišni i klimatski uslovi.

Zemljišta na kojima se može gajiti kukuruz odgovaraju i za uzgoj soje. Pored toga što uspeva na mnogim tipovima zemljišta, soja se može gajiti i na siromašnijim zemljištima pod uslovom da ima dovoljno vode tokom čitavog perioda vegetacije. Soja ne podnosi kisela, odnosno slana, ali ni bazna zemljišta. Najpogodnija zemljišta za uzgoj soje su černozem, livadska i duboka aluvijalna zemljišta. Što se tiče pH vrednosti, neutralna zemljišta čija se pH vrednost kreće u intervalu od 6,5 do 7,0 su najpodesnija.

Na posmatranom gazdinstvu zastupljena su tri tipa zemljišta: černozem (878 ha), ritska crnica (1157 ha) i livadska crnica (40 ha).

Od **klimatskih** uslova značajna je potreba soje za toplotom i vlagom i njen odnos prema svetlosti. Zavisno od sorte i drugih faktora, za uspešno gajenje soje neophodna je suma aktivnih temperatura vazduha 1700-3200 °C.

Imajući u vidu da je 2003. godina bila hladnija za 660,3 °C od prosečne godišnje sume temperatura, to je uticalo na smanjenje prinosa jer su jul, avgust i septembar periodi formiranja i nalivanja zrna, a oni su bili topliji. Što se tiče godišnje sume

temperature, posmatrana 2004. godina je bila hladnija od petogodišnjeg proseka za 142,3 °C, ali je raspored padavina po mesecima bio zadovoljavajući što je povoljno uticalo na rod te godine.

U posmatranju odnosa soje prema vlažnosti zapaža se da je u odnosu na prosečnu višegodišnju sumu padavina 2003. godina bila znatno ispod proseka -135 litara, dok je u 2004. godini zabeležena veća suma padavina od 137 l/m².

Zbog bujne lisne mase, a samim tim i transpiracije, biljka gubi vodu. Za soju je gubitak najveći u julu i avgustu kada su visoke temperature i biljka masovno razvija lišće, cveta, formira mahune i razvija zrno. Stoga, u kritičnim fazama razvoja biljke relativna vlažnost ne bi smela biti ispod 65%, dok je optimalna vlažnost vazduha za soju 70-80%. Relativna vlažnost vazduha za mesece maj, jun, jul i avgust u sve tri dekade bila je u granicama optimalnog.

Analiza **organizaciono-ekonomskih** uslova proizvodnje odnosi se na geografski položaj preduzeća, tržište i saobraćajnu povezanost, organizaciju zemljišne teritorije, organizaciono ustrojstvo preduzeća, raspoložive osnovne proizvodne kapacitete (struktura korišćenja zemljišta, građevinski objekti i preradni kapaciteti, opremljenost sredstvima mehanizacije, dotrajalost, istrošenost osnovnih sredstava, radna snaga sa aspekta kvalifikacione i starosne strukture, pola, staža i mesta rada).

Preduzeće se nalazi u južno-banatskom reonu Vojvodine. Reč je o ravničarskom kraju sa nadmorskom visinom od 60 m. Udaljeno je od Pančeva nepunih 10 km, a na 6 km od sela protiče reka Dunav. Između sela i Dunava se nalazi rit.

Blizina pančevačkog i beogradskog tržišta omogućuje ovom preduzeću blagovremeno snabdevanje potrebnim reproduktivnim materijalima i sredstvima za rad i olakšava predaju proizvoda prerađivačkim kapacitetima ili direktnu isporuku na tržište.

Zemljište se nalazi u nekoliko različitih mesta u ritu, komasirano je i grupisano u nekoliko parcela veličine 13-180 ha.

U strukturi korišćenja zemljišnih površina oranice i bašte učestvuju sa 92,5%, pašnjaci 3,6%, bare i trstici 3,1%, šume 0,45% i neplodno zemljište 0,45%.

Preduzeće raspolaže većim brojem građevinskih objekata za potrebe proizvodnje.

Za savremenu ratarsku proizvodnju neophodna su sredstva mehanizacije. Gazdinstvo raspolaže sa 35 traktora ukupne snage 2832 KW i energetskom obezbeđenošću od 1,36 KW/ha oranica. Gazdinstvo je snabdeveno i potrebnim brojem priključnih mašina. Stepenn istrošenosti

građevinskih objekata je oko 75%, što je slučaj i sa opremom.

Radna snaga je jedan od najznačajnijih faktora proizvodnje. U pogledu kvalifikacione strukture, najzastupljeniji su polukvalifikovani radnici 30%, srednja stručna sprema 28,1%, kvalifikovani radnici čine 24,7%, visoka stručna sprema obuhvata 5,5%, nekvalifikovanih radnika ima 4,8%, visokokvalifikovanih 3,5%, sa nižom stručnom spremom 2,7% i na kraju radnici sa višom stručnom spremom čine 0,7%.

Od ukupnog broja radnika 73% je muškaraca i 27% žena. Starosna struktura muške i ženske radne snage je različita, što je slučaj sa zaposlenima i u pogledu staža.

Sa gledišta analize mesta rada, tj. odnos proizvodnih i neproizvodnih radnika, 35% zaposlenih pripada neproizvodnim radnicima, dok 65% radnih mesta zauzimaju proizvodni radnici. Ovo znači da na dva proizvodna radnika dolazi jedan neproizvodni, što predstavlja prilično nepovoljan odnos za preduzeće.

Pored stalno zaposlenih radnika prisutno je i angažovanje sezonske radne snage. U proseku u periodu maj-septembar angažuju se nešto više od 30 sezonskih radnika.

Može se zaključiti da radna snaga ne predstavlja ograničavajući faktor procesa proizvodnje u ovom preduzeću, mada nepovoljan odnos proizvodnih i neproizvodnih radnika utiče na povećanje direktnih troškova proizvodnje.

Analiza biljne proizvodnje na gazdinstvu

Prirodni, organizaciono-tehnički i ekonomski uslovi opredeljuju zastupljenost različitih linija proizvodnje u poljoprivrednim gazdinstvima.

U petogodišnjem periodu prosečna struktura setvenih površina pokazuje da su najzastupljenije žitarice sa 65%, zatim industrijsko bilje sa 28,2% i krmno bilje sa 6,8%. Od kultura najzastupljenija je pšenica sa 44%, merkantilni kukuruz čini 17%, merkantilne soje ima 11%, suncokreta 8%, šećerne repe 8%, lucerke 6,8%, semenskog kukuruza 3%, a ječam i uljana repica zauzimaju svega 1,2% površina.

Na gazdinstvu su u petogodišnjem periodu zabeleženi solidni prinosi po hektaru. Interesantno je da je prosek za soju bio 2737 kg/ha što se smatra značajno visokim prosekom.

Tehnologija proizvodnje (agrotehnike) soje

Na gazdinstvu su primena plodoreda, način obrade zemljišta, izbor sortimenta i semena, vreme setve, đubrenje, nega, zaštita useva, žetva i transport činili elemente savremene proizvodnje i agrotehnike.

Na imanju ne postoji čvrsto ustaljen plodored sa elementima poljosmene i plodosmene. Za soju se u plodosmeni pretežno vodi računa da dođe posle pšenice ili šećerne repe, ređe kukuruza. Preporučuje se da suncokret ne bude predusev soji na parceli najmanje 4-5 godina zbog rizika od pojave bolesti i štetočina (tabela 1).

Tabela 1. Predusevi soji i visina ostvarenih prinosa po predusevima na poljoprivrednom gazdinstvu (2003-2004. g.)

Table 1. Preceding crops and yields (2003-2004)

Predusev Preceding crop	2003		2004	
	Površina Area (ha)	Prinos Yield (kg/ha)	Površina Area (ha)	Prinos Yield (kg/ha)
Pšenica/Wheat	121	3397	180	3618
Semenski kukuruz Seed corn	58	2031	-	-
Merkantilni kukuruz Market corn	-	-	16	3799
Šećerna repa Sugar beet	24	2893	-	-

Prilikom zaoravanja strništa koriste se teški traktori. Agregat je sastavljen od traktora marke "Casse" (180/220 KS) i četvorobraznog raonog pluga. Dubina rada je 15-20 cm, a ostvareni učinak je 21-23 ha za sedam časova rada.

Ravnanje zemljišta vršeno je traktorom IMT 5106 sa tanjiračom radnog zahvata 6 m i dubinom

rada 8-10 cm, a ostvarena norma je 19 ha za rad jedne smene.

U izvođenju osnovne obrade zemljišta za soju drugi radni proces je duboko oranje. Izvodi se u novembru traktorom marke "Casse" (180/220 KS) agregatiran sa plugom od četiri brazde (obrtič). Širina radnog zahvata jednog plužnog

tela je 35 cm, sa dubinom obrade 30-35 cm i učinkom od 6 ha za sedam časova rada.

U proleće se obavlja predsetvena priprema zemljišta. Radovi se izvode setvospremačem ili konskilderima sa traktorima u dva prohoda "Casse" (180/220 KS) agregat drljače sa učinkom od 30 ha za 7 časova rada.

S obzirom da su sva tri tipa zemljišta (černozem, ritska crnica, livadska crnica) veoma plodna za gajenje soje i da su dobri predusevi (pšenica i šećerna repa), upotreba mineralnih

đubriva nije bilo neophodno. Ovo gazdinstvo raspolaže godišnjom proizvodnjom stajnjaka za đubrenje 60-70 ha obradivih površina.

Soja je biljka kratkog dana i po tome je svrstana u 12 grupa zrenja počev od 000-X grupe zrenja. Oznaka 000 znači najraniju grupu zrenja, a oznaka X najkasniju grupu zrenja. Razlika u broju dana od grupe do grupe je 5-10 u odnosu na vreme zrenja. Površina i ostvareni prinosi po pojedinim sortama na posmatranom gazdinstvu dati su u tabeli 2.

Tabela 2. Površina i ostvareni prinosi po pojedinim sortama na poljoprivrednom gazdinstvu (2003-2004. god.)

Table 2. Soybean-growing area and yields according to cultivars

Sorte Cultivar	Grupa zrenja Maturing Group	2003		2004	
		Zasejano Sown (ha)	Prinos Yield (ha)	Zasejano Sown (ha)	Prinos Yield (ha)
Afrodita	0	-	-	76	3345
Balkan	I	61	3167	40	4213
Ravnica	I	17+20	3646	64	3568
Ravnica	I	-	-	16	3799
Bačka	0	58+23+24	2573	-	-

Agregat za setvu čine traktor "Ursus" (1224/120 KS) i dvanaestoredna sejalice "Majejica". Seje se sa tri sejalice. Učinak za ovu vrstu posla je 9,5 ha za sedam časova rada.

Nega i zaštita useva soje obuhvata, pored hemijskih, i mehaničke mere i to: međurednu kultivaciju i okopavanje. Primena herbicida je redovna i vrši se prema potrebi 2 do 3 puta. Koriste se dve prskalice tipa "Amazone" (2000 l) zahvata 18 m i traktor "Ursus" 1244. Prskano je po tri puta, a ostvareni učinak je 100-120 ha kod prskanja i 12-15 ha kod špartanja.

Žetva se obavlja žitnim kombajnom "Zmaj 171" i to ukupno 4 komada sa normom od 12 ha i ostvarenim učinkom od 15 ha i kombajnom marke "Casse" 2 komada sa normom od 17 ha i ostvarenim učinkom od 21 ha.

Dobijeno zrno se prevozi do ekonomskog dvorišta, do istovarne piste, a odatle se ULT-om tovari u kamion i transportuje do silosa.

Sa aspekta sprovedene tehnologije proizvodnje može se zaključiti da se u proizvodnji soje na posmatranom gazdinstvu primenjuju neophodne agrotehničke mere u optimalnim agrotehničkim rokovima. Ostvarene norme učinka uglavnom odgovaraju planiranim.

Ekonomska analiza proizvodnje soje

Specifičnost poljoprivredne proizvodnje ogleda se u tome što ona u sebi, pored glavnog

proizvoda, uključuje i sporedan proizvod. U proizvodnji soje je važno samo zrno.

Tabela 3. Vrednost proizvodnje soje na poljoprivrednom gazdinstvu (2003-2004.g.)

Table 3. Soybean production value (2003-2004)

	2003	2004	
Planirano			
Prinos (kg/ha)	2996	1891	Indeks 2004/2003 %
Cena (din/kg)	13,67	15,13	
Vrednost (din/ha)	40.955	28.611	
Ostvareno			
Prinos (kg/ha)	2980	3631	122
Cena (din/kg)	13,67	15,13	111
Vrednost (din/ha)	40.737	54.937	135
Indeks (plan=100)	99	192	

Analiza vrednosti proizvodnje je neophodna jer upravo od visine ove kategorije zavisi i visina svih ostalih pokazatelja poslovanja (tabela 3).

Možemo zaključiti da su prinosi u 2004. godini za 22% veći u odnosu na prethodnu godinu, a ostvarena nominalna cena je za 11% veća, što je sve uticalo na veću vrednost proizvodnje po hektaru.

Analiza troškova proizvodnje

Specifičnost troškova u biljnoj proizvodnji dolazi i po osnovu bioloških osobina predmeta rada, klimatskih i hidrometeoroloških uslova, strukture i boniteta zemljišta, kao i zbog nepodudarnosti vremena proizvodnje i procesa rada. Jedna od metoda neophodnih pri analizi troškova jesu kalkulacije. U analizi se polazi od podele troškova na direktne i indirektne i podataka koje pružaju obračunske kalkulacije.

U troškovima proizvodnje najveće učešće imaju direktni troškovi koji čine 70,4% odnosno 78,4% u 2004. godini. Opšti troškovi su smanjeni

sa 29,6 na 21,6% u 2004. godini. Od direktnih troškova najveći su troškovi osnovnog i pomoćnog materijala, kao i troškovi sopstvenih usluga (tabela 4).

Opšti troškovi biljne proizvodnje raspoređuju se po ključu broja hektara oranične površine, što je za soju nepovoljno jer je tereti veća suma opštih troškova od one koja joj pripada.

Analiza finansijskog rezultata

Smisao poslovanja je upravo ostvarivanje što većeg finansijskog rezultata kao osnove za proširenu reprodukciju. Gazdinstvo je u 2003. godini ostvarilo negativan finansijski rezultat od -221 din/ha uz prinos od 2980 kg/ha. U 2004. godini ostvaren je pozitivan finansijski rezultat zahvaljujući znatno višem prinosu od 3631 kg/ha i višoj prodanoj ceni u odnosu na cenu koštanja.

Tabela 4. Troškovi proizvodnje soje na gazdinstvu (2003-2004. g.)

Table 4. Soybean production costs

Elementi troškova Cost elements	Iznos i struktura troškova Cost structure			
	Ostvareno 2003 (din/ha) Achieved		Ostvareno 2004 (din/ha) Achieved	
Osnovni materijal	8994	21,9	6519	22,8
Pomoćni materijal	9892	24,1	5532	19,3
Sopstvene usluge	7243	17,7	6079	21,2
Strane usluge	-	-	-	-
Osiguranje i kamate	521	1,3	435	1,5
Povremeni rad	524	1,3	1645	5,7
Lični dohoci	1685	4,1	2253	7,9
Direktni troškovi	28859	70,4	22461	78,4
Opšti troškovi	12099	29,6	6451	21,6
Ukupni troškovi	40958	100	28612	100

Za merenje uspešnosti poslovanja najviše se koriste merila koja izražavaju odnos između ulaganja i ostvarenih rezultata rada, tj. kroz osnove principe ekonomije: produktivnost rada, ekonomičnost proizvodnje i rentabilnost.

Vrednosti ovih pokazatelja i određivanje ekonomske efektivnosti proizvodnje soje utvrđeni su poređenjem sa drugim važnijim linijama

ratarske proizvodnje. Na osnovu dobijenih rezultata može se zaključiti da su u 2004. godini sve linije proizvodnje ostvarile pozitivan finansijski rezultat, pa je samim tim i njihova proizvodnja bila ekonomična i rentabilna.

Doduše, najpovoljniji ekonomski rezultat postignut je u proizvodnji šećerne repe, dok je soja zauzela zavidno drugo mesto (Tabela 5).

Tabela 5. Visina ulaganja i ostvareni ekonomski rezultati u proizvodnji pšenice, merkantilnog kukuruza, šećerne repe, suncokreta i soje u preduzeću (2004. g.)**Table 5.** Investments and economic results achieved in wheat, market corn, sugar beet, sunflower and soybean production (2004)

	Pšenica Wheat	Merkantilni kukuruz Market corn	Šećerna repa Sugar beet	Suncokret Sunflower	Soja Soybean
Ukupna zasejana površina (ha)	987	250	36	189	196
Ostvaren prosečan prinos (t/ha)	5709	8956	48.459	2257	3631
Upotrebljena količina semena (kg/ha)	293	2,26 kg + 2,49 s.j.	1,66 s.j.	3,5	106,4
Upotrebljena količina min.đubriva (kg/ha)	378	341	331	-	-
Angažovana sredstva mehanizacije					
Traktori (čas/ha)	1,51	6,27	11,19	2,57	4,41
Kombajni (čas/ha)	0,78	1,08	0,97	0,53	1,71
Utrošak ljudskog rada (čas/ha)	8,51	17,06	370,19	11,74	38,13
Otkupna cena (din/kg)	9,1	5,68	2,92	16,84	15,13
Tržišna vrednost proizvodnje (din/ha)	51.670	50.852	141.268	38.011	54.937
Ukupni troškovi proizvodnje (din/ha)	30.443	35.125	70.477	24.206	28.612
Cena koštanja (din/kg)	5,3	3,92	1,45	10,72	7,88
Finansijski rezultat (8-9)	21.227	15.727	70.791	13.805	26.325
Produktivnost rada (kg/čas)	670,9	525	130,9	192,2	95,2
Koefi cijent ekonomičnosti proizvodnje (8:9)	1,7	1,4	2 1,6	1,9	
Stopa rentabilnosti proizvodnje (11:8)x100	41,08	30,92	50,11	36,32	47,92
Rang prema ostvarenim rezultatima	III	V	I	IV	II

Napomena: deo kukuruza korišćen je za siliranje (ukupna površina 263 hektara)

ZAKLJUČAK

Klimatski i zemljišni uslovi na gazdinstvu deluju povoljno na proizvodnju soje, jedino nepravilan raspored padavina tokom jula i avgusta može da ugrozi rast i razvoj ove kulture.

Geografski položaj je vrlo povoljan, dobra je saobraćajna povezanost, a ističe se i pogodnost blizine dva velika tržišta.

Opremljenost sredstvima mehanizacije je relativno dobra, mada zastareva u pogledu istrošenosti.

Radna snaga nije ograničavajući faktor u proizvodnji. Struktura zasejanih površina nije obeležena značajnim promenama. Primenjena je puna agrotehnika. Polazeći od ulaganja-troškova

i ostvarenih rezultata, soja se nalazi odmah iza prvo rangirane šećerne repe.

Postoje mogućnosti za dalje unapređenje ove proizvodnje.

LITERATURA

1. Andrić, J. (1991): Troškovi i kalkulacije u poljoprivrednoj proizvodnji. Poljoprivredni fakultet, Zemun.
2. Grupa autora (2000): Proizvodnja uljanih biljaka i ulja. Savez inženjera i tehničara Srbije.
3. Živković, D. (1986): Ekonomski efekti u proizvodnji soje. Organizacija rada, br. 6, str. 13-19, Beograd.

4. Živković, D., Munćan, P. (2001): Ekonomska analiza proizvodnje soje, Zbornik radova, 42. Savetovanje industrije ulja "Proizvodnja i prerada uljarica", str. 119-124, Herceg Novi.
5. Materijali poslovanja posmatranog gazdinstva.

UPUTSTVO ZA UREĐIVANJE I PRIPREMU RADOVA

OPŠTE NAPOMENE

Časopis "Uljarstvo" objavljuje originalne naučne radove, pregledne i stručne radove i druge priloge (prikazi knjiga, izveštaji sa naučnih i drugih skupova, informacije i drugo).

Originalni naučni rad sadrži neobjavljene rezultate sopstvenih istraživanja koji moraju da budu tako obrađeni i izloženi da eksperimenti mogu da se ponove, a rezultati da se provere.

Pregledni rad predstavlja sveobuhvatni pregled jedne oblasti ili problematike, zasnovan na objavljenim podacima iz literature, koji se u radu prikazuju, analiziraju i raspravljaju.

Stručni rad sadrži praktična rešenja ili ukazuje na razvoj struke i širenje znanja u određenoj oblasti na osnovu primene poznatih metoda i naučnih rezultata.

Prispele radove (bez imena autora) redakcija upućuje recenzentima radi mišljenja o njihovom objavljivanju. Posle prihvatanja radova za štampanje na osnovu mišljenja recenzenata, radovi se lektorišu. Redakcija zadržava pravo na manje korekcije rukopisa, a u spornim slučajevima to čini u sporazumu sa autorom.

Radovi se štampaju latinicom na srpskom jeziku, a pojedini radovi (originalni naučni i pregledni) i na engleskom jeziku. Naslov rada, kratak sadržaj, ključne reči, naslov i tekstualni deo tabela, grafikona, šema, slika i ostalih priloga štampaju se dvojezično (srpski i engleski).

Objavljuju se radovi koji u istom ili sličnom obliku i sadržaju nisu štampani u drugoj periodičnoj publikaciji.

Autor je potpuno odgovoran za sadržaj rada.

OPREMA RUKOPISA

1. Rad treba da se dostavi na disketi (urađen u Wordu, slovima Times New Roman veličine 12) i odštampan u dva primerka na belom papiru formata A-4 sa proredom 1,5 (oko 30 redova na stranici), uz slobodan prostor na levoj strani od najmanje 3 cm.
2. Stranice rada se označavaju brojem u gornjem desnom uglu, a približno mesto i redosled tabela, grafikona, šema i slika se označavaju u tekstu.
3. Ispod naslova rada, otkucati puno ime i prezime svih autora.

4. Naslov rada sa indeksom označava da je rad saopšten na nekom naučnom skupu, čiji se tačan naziv, mesto i datum održavanja navodi u objašnjenju indeksa.
5. U donjem slobodnom prostoru na prvoj stranici rada navodi se puno ime i prezime, zvanje, naziv institucije, adresa i e-mail autora.
6. Uz rad se prilaže kratak sadržaj (150-250 reči) sa naznakom ključnih reči (do pet). Kratak sadržaj mora da sadrži cilj, metode, rezultate i zaključke rada. Takođe, prilaže se engleski prevod naslova rada, kratkog sadržaja, ključnih reči, kao i naslova i tekstualnog dela tabela, grafikona, šema i slika.
7. Po obimu rad ne treba da ima više od 20 kucanih stranica, uključujući i priloge.
8. U radu autor treba da se pridržava Međunarodnog sistema jedinica (SI) i Zakona o mernim jedinicama i merilima (Sl. list SFRJ 32/76).
9. Originalni naučni i stručni rad, po pravilu, treba da sadrži: uvod, materijal i metode rada, rezultate, diskusiju i literaturu, a zaključci nisu obavezni.

U uvodnom delu rada daje se samo kratak pregled literature koja se odnosi na rad, najkraći pregled ranijih ispitivanja i svrha rada.

Priznate i poznate metode i tehnike rada treba samo da se označe nazivom ili citatom iz literature, a sopstvene modifikacije treba da se opišu, i da sadrže dovoljno podataka da bi mogle da se ponove.

Rezultati se predstavljaju tabelama, grafikoni-ma, šemama i slikama, sa komentarom. Naslovi treba da su što kraći i jasni, i da sadrže sva potrebna objašnjenja, tako da mogu da se razumeju i bez čitanja teksta. U tekstu se ne ponavljaju podaci iz tabela, već se ističu najvažnija zapažanja. U diskusiji se interpretiraju dobijeni rezultati sa osvrtom na podatke iz literature, ukoliko postoje. Pri preuzimanju rezultata, tabela, grafikona, šema ili slika iz literature, naročito kod preglednog rada, autor je obavezan da precizno naznači izvornu literaturu.

1. Grafikoni, šeme i drugi crteži se izrađuju kompjuterski ili tušem na paus-papiru. Veličina crteža i oznaka, kao i debljina linija treba da je takva da za štampu mogu da se smanje za 50 posto i pri tom budu čitljivi. Slike treba da su jasne, kontrastne i izrađene na sjajnom papiru.
2. Crteži i slike se obeležavaju na poledini (na nalepnici) brojem, imenom autora i nazivom rada.
3. U tekstu, citirana literatura se označava brojem pod kojim se navodi u literaturi, redom.

4. Citirana literatura se navodi po redosledu navođenja. Autori su odgovorni za tačnost svih podataka koji se navode u literaturi.
5. Navodi literature sadrže: prezime i inicijal imena jednog ili više autora, naslov rada, naziv časopisa bez skraćanja (može biti skraćen ali samo prema World List of Scientifical Periodicals), broj volumena (broj časopisa ili mesec navode se samo za časopise koji u svakom broju označavanje stranica počinju sa brojem 1) i brojeve stranica na kojim citirani rad počinje i završava, i godina. Ukoliko je u pitanju knjiga, potrebno je da se navede autor, naslov, ime izdavača, mesto i godina izdavanja.

Primer:

1. Dimić, E., J. Turkulov, Đ. Karlović, V. Puškaš, V. Vukša, Dezo-neutralizacija suncokretovog ulja primenom azota, *Uljarstvo*, 32: (1-4) 7-12 (1995).
2. Tekin, A., M. Cizmeci, H. Karabacak, M. Kayahan, Trans Fatty Acid and Solid Fat Contents of Margarines Marketed in Turkey, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 79: 443-445 (2002).
3. Bockisch, M., *Nahrungsfette und -öle*, Verlag Eugen Ulmer, Wien, 1993.
4. Frankel, E.N., in *Flavor Chemistry of Fats and Oils*, edited by D.B. Min, and T.H. Smouse. American Oil Chemists Society, Champaign, 1985, pp. 1-37.
5. Šmit, K., E. Dimić, V. Bogdan, B. Mojsin, V. Kulić, Promene kvaliteta semena i ulja sunco-kreta tokom prerade s posebnim osvrtom na tokoferole, 42. Savetovanje: Proizvodnja i prerada uljarica, *Zbornik radova*, pp 81-86, Herceg Novi, 2001.

Radove treba dostaviti na adresu:

Tehnološki fakultet
 Prof. dr Etelka Dimić
 - za časopis "Uljarstvo"
 21000 NOVI SAD
 Bulevar cara Lazara 1
 Republika Srbija
 E-mail: edimic@uns.ns.ac.yu

UREDNIŠTVO

INSTRUCTIONS FOR EDITING AND PREPARING OF MANUSCRIPTS

GENERAL INFORMATION

The journal "Uljarstvo" (Journal of edible oil industry) publishes original scientific papers, pre-view articles, review articles, technical papers and other works (book reviews, reports from scientific or other meetings, informations, etc.).

An original scientific paper contains unpublished results of the authors investigations, which must be processed and presented in such a way that experiments can be repeated, and the results verified.

A review article presents a comprehensive review of an area or subject matter, based on published data from literature, which are presented, analyzed and discussed in the paper.

A technical paper contains practical solutions or promotes advancements in the profession and presents knowledge in a certain area on the basis of implementation of known methods and scientific results.

The editors send the received manuscripts (without the names of authors) to reviewers for an opinion on their publication. After the manuscripts are accepted for publication on the ground of the received review, the papers are edited. The editors reserve the right to make minor corrections in the manuscripts and controversial points are resolved in agreement with the author.

Papers are published in the Latin script in Serbian language, and certain papers (original scientific papers, preview articles, and reviews) in English, as well. The title of the paper, summary, key words, headings and text of tables, graphs, diagrams, figures and other supplements are printed both in Serbian and English.

The journal publishes works that have not been published in any other periodic publication in the same or similar form or contents.

Authors are fully responsible for the contents of their papers.

NOTES FOR CONTRIBUTORS

1. Authors should submit manuscripts on discs (in Word, Times New Roman 12) and two hard copies of the typescript printed on white A4 paper, spacing 1,5, left margin at least 3 cm.
2. Pages are numbered in the upper right corner. The approximate position of tables, graphs, diagrams and figures is marked in the text.

3. The name and surname of the author(s) should be printed under the title.
4. The title of the paper is marked with a footnote if the work has been presented at a scientific symposium and the footnote should contain the exact title, date and time when it was held.
5. The full name and surname, title and address of the authors should be at the bottom of the first page.
6. The manuscript should include a summary (150 – 200 words), with key words (up to five). The summary should contain the objective, methods, results and conclusions of the work. The authors should submit English translation of the title of the work, the summary, key words, headings and texts of tables, graphs, diagrams and figures.
7. Manuscripts should not be longer than 20 pages, including all appendices.
8. Authors should adhere to the International Unit System (IS) and the Law on Measurement units and standards (Official Gazette of FR Y, No. 32/76).
9. Preview articles, original scientific and technical papers should contain, (as a rule), the following: Introduction, Material and Methods, Results, Discussion and References, with optional Conclusions.

The Introduction gives only a brief survey of literature relevant to the work, the briefest possible survey of previous investigations and the objective of the work.

Official methods and work techniques should be named or indicated as a reference from literature and original modifications should be described and contain sufficient data to enable their repetition.

Results are presented in tables, graphs, diagrams and figures, with comments. The headings should be brief and clear, containing all necessary explanations, so that they can be understood without reference to the text. The text should not contain repetitions of data from the tables, but point out the most important observations. The discussion interprets the obtained results with a review of data from literature, if any. In quoting results, tables, graphs, diagrams or figures from literature, in particular in review articles, authors must clearly specify the used literature sources.

1. Graphs, diagrams and other drawings should be prepared by computer or Indian ink on tracing paper. The size of the drawings and markings, as well as the thickness of the lines, should be such that they can be reduced by 50 percent for printing purposes and still be read-

able. Pictures must be clear, contrast and on glossy paper.

2. Drawings and pictures are marked on the back (using stickers) with a number, the names of authors and the title of the paper.
3. Literature quoted in the text is marked with numbers.
4. Quoted literature data are presented as cited in the paper. Authors are responsible for the correctness of all data given in the references.
5. Literature references must contain the following: surname and initials of the name(s) of one or more authors, title of the paper, unabbreviated name of journal (abbreviations possible only according to the World List of Scientific Periodicals), volume number (the number of the journal or the month are given only for journals that begin marking pages of each number with 1) and the page reference numbers of the first and last page quoted in the work; for quotations from books, list the author, title, name of publisher, place and year of publication.

Example:

1. Dimić, E., J. Turkulov, Đ. Karlović, V. Puškaš, V. Vukša, Dezo-neutralizacija suncokretovog ulja primenom azota, *Uljarstvo*, 32: (1-4) 7-12 (1995).
2. Tekin, A., M. Cizmeci, H. Karabacak, M. Kayahan, *Trans Fatty Acid and Solid Fat Contents of Margarines Marketed in Turkey*, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 79: 443-445 (2002).
3. Bockisch, M., *Nahrungsfette und – öle*, Verlag Eugen Ulmer, Wien, 1993.
4. Frankel, E.N., in *Flavor Chemistry of Fats and Oils*, edited by D.B. Min, and T.H. Smouse. American Oil Chemists Society, Champaign, 1985, pp. 1-37.
5. Šmit, K., E. Dimić, V. Bogdan, B. Mojsin, V. Kulić, *Promene kvaliteta semena i ulja sunco-kreta tokom prerade s posebnim osvrtom na tokoferole*, 42. *Savetovanje: Proizvodnja i prerada uljarica*, Zbornik radova, pp 81-86, Herceg Novi, 2001.

Manuscripts should be sent to the following address:

Faculty of Technology
 Prof dr Etelka Dimić
 - za časopis "Uljarstvo"
 21000 NOVI SAD
 Bulevar cara Lazara 1
 Republic of Serbia
 E-mail: edimic@uns.ns.ac.yu