



UNIVERZITET U NOVOM SADU

TEHNOLOŠKI FAKULTET NOVI SAD

**MOGUĆNOSTI I OGRANIČENJA
PROIZVODNJE HLADNO
PRESOVANOG ULJA I POGAČE
OD SEMENA ODABRANIH
HIBRIDA SUNCOKRETA
NAJNOVIJEG SORTIMENTA**

Doktorska disertacija

Mentor:
Dr Ranko Romanić, docent

Kandidat:
Tanja Lužaić, mast. inž.

Novi Sad, 2021.

КЉУЧНА ДОКУМЕНТАЦИЈСКА ИНФОРМАЦИЈА¹

Врста рада:	Докторска дисертација
Име и презиме аутора:	Тања Лужаић
Ментор (титула, име, презиме, звање, институција)	Др Ранко Романић, доцент, Технолошки факултет Нови Сад
Наслов рада:	Могућности и ограничења производње хладно пресованог уља и погаче од семена одабраних хибрида сунцокрета најновијег сортимента
Језик публикације (писмо):	Српски (латиница)
Физички опис рада:	Унети број: Страница: <u>215</u> Поглавља: <u>7</u> Референци: <u>325</u> Табела: <u>46</u> Слика: <u>41</u> Графикона: <u>0</u> Прилога: <u>18</u>
Научна област:	Биотехничке науке
Ужа научна област (научна дисциплина):	Прехрамбено инжењерство
Кључне речи / предметна одредница:	Сунцокрет, хибрид, семе, погача, хладно пресовано уље, искоришћење, оптимизација
Резиме на језику рада:	Истраживања у оквиру ове докторске дисертације обухватају испитивања нових хибрида сунцокрета. Дисертација укључује производњу хладно пресованог уља и погаче, као и карактеризацију полазног семена, добијених уља и погаче. Добијени резултати треба да помогну произвођачима семена, хладно пресованог уља и погаче приликом избора новостворених хибрида, као и оплемењивачима приликом даље селекције, рада са хибридима који су још увек у фази развоја, и стварању нових хибрида. Поред тога, применом неуронских мрежа извршена ја и оптимизација процеса производње хладно пресованог уља и добијене оптималне вредности димензија, геометријских, гравиметријских, општих карактеристика и чврстоће семена потребних за максимално искоришћење приликом пресовања.
Датум прихватања теме од стране надлежног већа:	19.11.2018.

¹ Аутор докторске дисертације потписао је и приложио следеће Обрасце:

5б – Изјава о ауторству;

5в – Изјава о истоветности штампане и електронске верзије и о личним подацима;

5г – Изјава о коришћењу.

Ове Изјаве се чувају на факултету у штампаном и електронском облику и не кориче се са тезом.

Датум одбране: (Попуњава одговарајућа служба)	
Чланови комисије: (титула, име, презиме, звање, институција)	Председник: др Александра Тепић Хорецки, редовни професор, Технолошки факултет Нови Сад Члан: др Ранко Романић, доцент, Технолошки факултет Нови Сад Члан: др Снежана Кравић, ванредни професор, Технолошки факултет Нови Сад Члан: др Нада Граховац, научни сарадник, Институт за ратарство и повртарство, Институт од националног значаја за Републику Србију
Напомена:	

KEY WORD DOCUMENTATION²

Document type:	Doctoral dissertation
Author:	Tanja Lužaić
Supervisor (title, first name, last name, position, institution)	PhD Ranko Romanić, Assistant Proffesor, Faculty of Technology Novi Sad
Thesis title:	Possibilities and limitations of cold-pressed oil and cake production obtained from selected new sunflower hybrids
Language of text (script):	Serbian language (latin)
Physical description:	Number of: Pages: <u>215</u> Chapters: <u>7</u> References: <u>325</u> Tables: <u>46</u> Illustrations: <u>41</u> Graphs: <u>0</u> Appendices: <u>18</u>
Scientific field:	Biotechnical science
Scientific subfield (scientific discipline):	Food Engineering
Subject, Key words:	Sunflower, hybrid, seed, cake, cold-pressed oil, yield, optimization
Abstract in English language:	Research in the framework of the thesis includes trials of new sunflower hybrids. The dissertation includes the production of cold-pressed oil and cake, as well as the characterization of the obtained oils and cakes and initial seeds. The obtained results should help seeds, cold-pressed oils and cakes producers in choise of newly created hybrids, as well as breeders during further selection, work with hybrids in the development phase, and creation of new hybrids. In addition, by applying artificial neural networks, the cold-pressed oil production process was optimized and the optimal values of seeds dimensions, geometric, gravimetric, general characteristics and seed firmness required for maximum pressing yield were obtained.
Accepted on Scientific Board on:	19.11.2018.
Defended: (Filled by the faculty service)	

² The author of doctoral dissertation has signed the following Statements:

5ō – Statement on the authority,

5b – Statement that the printed and e-version of doctoral dissertation are identical and about personal data,

5r – Statement on copyright licenses.

The paper and e-versions of Statements are held at he faculty and are not included into the printed thesis.

Thesis Defend Board: (title, first name, last name, position, institution)	President: PhD Aleksandra Tepić Horecki, Full Professor, Faculty of Technology Novi Sad Member: PhD Ranko Romanić, Assistant Proffesor, Faculty of Technology Novi Sad Member: PhD Snežana Kravić, Associate Professor, Faculty of Technology Novi Sad Member: PhD Nada Grahovac, Research Associate, Institute of Field and Vegetable Crops, Novi Sad
Note:	

SADRŽAJ

I UVOD.....	1
II PREGLED LITERATURE.....	5
2.1. Oplemenjivanje i hibridi suncokreta.....	5
2.1.1. Poreklo.....	6
2.1.2. <i>Proizvodnja i cene semena suncokreta i suncokretovog ulja u svetu</i>	7
2.1.3. <i>Karakteristike semena različitih hibrida suncokreta</i>	11
2.1.4. <i>Ulje semena suncokreta različitog sastava masnih kiselina</i>	14
2.2. Proizvodnja hladno presovanog ulja i pogače semena suncokreta	16
2.2.1. <i>Prednosti i nedostaci proizvodnje ulja hladnim presovanjem</i>	16
2.2.2. <i>Tehnologija proizvodnje hladno presovanih ulja</i>	17
2.2.3. <i>Pužne prese za proizvodnju hladno presovanih ulja</i>	20
2.2.4. <i>Naknadna obrada ulja</i>	26
2.2.5. <i>Parametri koji utiču na prinos hladno presovanog ulja</i>	30
2.2.6. <i>Pogača semena suncokreta</i>	35
2.3. Sastav masnih kiselina, nutritivne karakteristike i kvalitet suncokretovog ulja	42
2.3.1. <i>Sastav masnih kiselina</i>	42

2.3.2. <i>Minorne komponente</i>	44
2.3.3. <i>Hemijske promene</i>	54
2.3.4. <i>Nutritivni značaj</i>	56
2.3.5. <i>Primena</i>	57
III EKSPERIMENTALNI DEO	60
3.1. Plan eksperimentalnog rada	60
3.2. Materijal	63
3.3. Metode	69
3.3.1. <i>Karakteristike semena</i>	69
3.3.2. <i>Iskorišćenje (prinos ulja)</i>	71
3.3.3. <i>Hladno presovano ulje</i>	72
3.3.4. <i>Statistička obrada podataka</i>	75
IV REZULTATI I DISKUSIJA	78
4.1. Karakteristike semena	78
4.1.1. <i>Sadržaj vlage i sadržaj ulja</i>	78
4.1.2. <i>Dimenzije semena</i>	81
4.1.3. <i>Geometrijske karakteristike semena</i>	83
4.1.4. <i>Gravimetrijske karakteristike semena</i>	86
4.1.5. <i>Opšte karakteristike i čvrstoća semena</i>	88
4.1.6. <i>Boja semena</i>	91
4.1.7. <i>Poređenje semena ispitanih hibrida suncokreta primenom analize glavnih komponenti i hijerarhijske klaster analize</i>	93
4.2. Postupak hladnog presovanja ulja pomoću pužne prese	99
4.2.1. <i>Sadržaj vlage i sadržaj ulja u pogači</i>	99
4.2.2. <i>Parametri presovanja</i>	101
4.2.3. <i>Iskorišćenje i ostvareni kapaciteti</i>	106
4.2.4. <i>Predviđanje i optimizacija parametara presovanja, iskorišćenja i ostvarenog kapaciteta presovanja na osnovu karakteristika semena primenom ANN modela</i>	110
4.3. Hladno presovano ulje	117
4.3.1. <i>Identifikacija</i>	117
4.3.2. <i>Nutritivna vrednost ulja</i>	122
4.3.3. <i>Kvalitet hladno presovanih ulja</i>	129
4.3.4. <i>Boja ulja</i>	139

<i>4.3.5. Predviđanje kvaliteta ulja na osnovu sastava masnih kiselina i sadržaja bioaktivnih komponenata primenom neuronskih mreža</i>	<i>143</i>
V ZAKLJUČCI	147
VI LITERATURA	152
VII PRILOG	183

I UVOD

Prema podacima Organizacije za hranu i poljoprivredu (*Food and Agriculture Organization, FAO*) i Departmana za poljoprivredu Sjedinjenih Američkih Država (*United States Department of Agriculture, USDA*) proizvodnja semena suncokreta u svetu raste. Seme suncokreta je u prvih pet najzastupljenijih uljarica na svetu, kao i suncokretovo ulje u grupi jestivih biljnih ulja.

Suncokret se primarno koristi za proizvodnju jestivog rafinisanog ulja. Oplemenjivači se permanentno trude da stvore hibride koji će u sastavu semena imati što veći sadržaj ulja da bi prinos ulja bio što veći. Prilikom proizvodnje ulja, i pored ulja, dobijaju se značajne količine sačme ili pogače kao potencijalne sirovine za dobijanje proteina suncokreta. Budući da su i proteini suncokreta nutritivno veoma vredni, oplemenjivanjem se stvaraju i hibridi sa povećanim sadržajem proteina u semenu (tzv. konzumni hibridi suncokreta) i ovakav suncokret nije prvenstveno namenjen za proizvodnju ulja. Međutim, ovo seme sadrži značajne količine ulja i ono takođe može predstavljati potencijalnu sirovinu za dobijanje ulja. Hibridi suncokreta koji daju seme sa povećanim sadržajem proteina obično nisu u dovoljnoj meri iskorišćeni kao sirovina za dobijanje ulja. Prema podacima FAO i USDA predviđa se porast potreba za proteinima suncokreta, a samim tim i proizvodnje semena suncokreta sa povećanim sadržajem proteina. Povećanjem proizvodnje ovakog semena povećava se i

dostupna količina ulja, budući da, kao što je i pomenuto, pored proteina ovakva semena sadrže i značajne količine ulja. Iako seme nije primarno namenjena za proizvodnju ulja, upotrebom proteina konzumnog suncokreta nametnuće se potreba da i ovakvo seme postane sirovina za dobijanje ulja. U prilog tome ide i kretanje cena semena, ulja i proteinskih proizvoda semena suncokreta.

Iako je naizgled proizvodnja jestivih nerafinisanih ulja jednostavna, uzimajući u obzir faktore koji utiču na njihov kvalitet i mogućnost naknadne obrade verovatno da su to, između ostalih, i razlozi zbog kojih zastupljenost ovih ulja još uvek nije velika. Sa aspekta pripreme semena i izdvajanja ulja, seme hibrida sa većim sadržajem ulja (uljanih hibrida suncokreta) ima manje ljuske koja se teže odvaja od jezgra. Seme hibrida sa manjim sadržajem ulja, a većim sadržajem proteina (konzumni hibridi suncokreta) obično ima veći udeo deblje ljuske koja se lakše odvaja od jezgra, odnosno seme se lakše ljušti. Karakteristike semena utiču na mogućnost izdvajanja ulja prilikom presovanja, tako da direktno utiču na količinu (prinos) i kvalitet dobijenog ulja.

Glavni izvor energije u ljudskoj ishrani predstavljaju jestiva ulja. Suncokretovo ulje ima važnu ulogu i zbog svoje visoke biološke vrednosti. Ono je izvor esencijalnih masnih kiselina, liposolubilnih vitamina i drugih bioaktivnih komponenata važnih za ljudsko zdravlje. Široko je rasprostranjena upotreba jestivog rafinisanog ulja suncokreta, međutim, uvođenjem savremenih trendova u ishranu jestiva nerafinisana ulja dobila su na značaju. Asortiman i obim proizvodnje jestivih nerafinisanih ulja je u stalnom porastu (Dimić, 2005; Raß i sar., 2008; Ismail Awatif i Arafat Shaker, 2014).

Sastav masnih kiselina u ulju suncokreta se razlikuje. U zavisnosti od tipa ulja „standardno” ulje suncokreta (engl. *Regular SO*) ima visok sadržaj nezasićenih masnih kiselina, oleinske (C18:1) i linolne (C18:2), a manje su zastupljene zasićene masne kiseline, palmitinska (C16:0) i stearinska (C18:0). Standardno ulje suncokreta sadrži 68 – 72% linolne kiseline, 16 – 19% palmitinske, 4 – 6% stearinske i nekoliko drugih viših masnih kiselina u tragovima (Grompone, 2005). Pored standardnog tipa, jaljaju se još četiri varijante ulja suncokreta na osnovu različitih varijacija sastava masnih kiselina: visokooleinsko suncokretovo ulje (*High Oleic Sunflower Oil*, HOSO), srednjeoleinsko suncokretovo ulje (*Mid Oleic Sunflower Oil*, MOSO), visokostearinsko visokooleinsko suncokretovo ulje (*High Stearic High Oleic Sunflower Oil*, HSHOSO) i visokopalmitinsko visokooleinsko suncokretovo ulje (*High Palmitic High Oleic Sunflower Oil*, HPHOSO) (Salas i sar., 2014).

Ulja suncokreta sa sastavom masnih kiselina koji odstupa od standardnog tipa našla su veoma široku primenu: kao ulja za prženje („brze hrane”, raznih semenki, krompira i dr.), kao komponenta pojedinih vrsta hrane (konditorski i pekarski proizvodi, instant supe, infant formule, margarin, majonez, prelive i dr.), kao zamena za hidrogenizovane masti, zatim u proizvodnji lubrikanata i biodizela (Grompone, 2005; Salas i sar., 2014; Del Gatto i sar., 2015; Ayerdi Gotor i Rhazi, 2016).

Jestiva biljna ulja, kao i druge namirnice, imaju ograničen rok trajanja. Najčešći vid kvarenja ulja je lipidna oksidacija, posebno u uljima sa visokim sadržajem polinezasićenih masnih kiselina, kao što je suncokretovo ulje. Proces oksidacije potpomažu visoka temperatura, svetlost, vlaga, vazduh i tragovi metala (Bondet i sar., 2000; Wasowicz i sar., 2004). Oksidacijom ulja stvaraju se produkti koji dovode do pojave užglosti ulja koje karakteriše promena boje, a naročito promena ukusa, mirisa i arome koji postaju neprijatni (Yu i sar., 2005; Vidrih i sar., 2010). Proces oksidacije lipida direktno utiče na smanjenje nutritivne vrednosti ulja zbog smanjenja sadržaja bioaktivnih komponenata i nastanka peroksida koji mogu imati toksičan efekat u organizmu. Eksperimenti rađeni na životinjama dokazali su da produkti oksidacije utiču na nervne ćelije, dovode do smanjenja sposobnosti pamćenja i umanjuju pažnju (Zárate, 2009). Takođe, oni mogu doprineti razvoju Alchajmerove i Parkinsonove bolesti (Farooqui i Farooqui, 2011; Barrera, 2012). Hladno presovano ulje suncokreta karakteriše veći sadržaj prirodnih antioksidanasa (tokoferola, karotenoida, fenolnih jedinjenja i sl.) u odnosu na rafinisana ulja iz iste sirovine, pa je samim tim i oksidativna stabilnost ovih ulja veća. Međutim, usled odsustva rafinacije, u hladno presovanim uljima zaostaju i razgradni produkti oksidacije, slobodne masne kiseline, metali i druge komponente koje negativno utiču na oksidaciju (Bhatnagar i sar., 2009; Lutterodt i sar., 2011). Održivost ulja ipak zavisi od vrste ulja i sastava masnih kiselina. Stepem zasićenosti je u direktnoj korelaciji sa oksidacijom, tako su polinezasićene masne kiseline najpodložnije oksidaciji, zatim monenezasićene pa zasićene masne kiseline (Dimić i Romanić, 2004; Arranz i sar., 2008).

Cilj istraživanja u okviru ove doktorske disertacije je ispitivanje potencijala primene semena odabranih hibrida suncokreta najnovijeg sortimenta, ispitivanjem njegovih tehnoloških karakteristika sa aspekta proizvodnje ulja i pogače, kao i ispitivanjem sastava, kvaliteta, dimenzija, geometrijskih, gravimetrijskih, opštih karakteristika, čvrstoće i boje semena. Pored uljanih hibrida suncokreta, cilj ove doktorske disertacije je da se utvrde mogućnosti i ograničenja proizvodnje hladno presovanog ulja i pogače iz semena odabranih

hibrida suncokreta proteinskog (konzumnog) tipa, ispita prinos ulja i mogućnosti valorizacije dobijenog ulja i pogače sa aspekta njihovog sastava i nutritivne vrednosti.

II PREGLED LITERATURE

2.1. Oplemenjivanje i hibridi suncokreta

Suncokret (*Helianthus annuus* L.) je uljana kultura i predstavlja značajan izvor biljnog ulja (Gupta i Das, 1997; De Figueiredo i sar., 2011; Mirzabe i sar., 2012). Napredak u oplemenjivanju doveo je do promena u fizičkim karakteristikama semena. Cilj oplemenjivanja je stvaranje visokoproduktivnih hibrida sa povećanim sadržajem proteina u semenu za ishranu ljudi, živine i ptica, stvaranje visokoproduktivnih hibrida sa visokim sadržajem ulja u semenu, hibrida tolerantnih na dominantne bolesti i štetočine, visokoproduktivnih hibrida sa izmenjenim kvalitetom ulja, visokoproduktivnih hibrida otpornih na određene grupe herbicida itd. (Jocić i sar., 2015). Osnovni cilj hibridizacije u pravcu povećanja sadržaja ulja u semenu je postizanje najvećeg mogućeg prinosa ulja po hektaru i održavanje sadržaja ulja u semenu na što većem nivou. Sa druge strane, specifični zahtevi u proizvodnji hibrida suncokreta sa smanjenim sadržajem ulja su povećan sadržaj proteina u semenu do preko 25%, povećan sadržaj esencijalnih aminokiselina, smanjen sadržaj ulja na manje od 40% uz istovremeno povećanje oksidativne stabilnosti ulja, uniformnosti semena sa aspekta veličine i boje, kao i poboljšane karakteristike ljuštenja semena (Jocić i sar., 2015).

Prema Listi priznatih sorti poljoprivrednog bilja, suncokret je podeljen u dve grupe industrijskog bilja, na suncokret, uljani i na suncokret za specifične namene: neuljani, proteinski (konzumni) suncokret, suncokret za ptičju hranu i visokooleinski suncokret (Lista, 2021). Radom na stvaranju hibrida suncokreta na našim prostorima razvijen je, priznat i okarakterisan veliki broj sorti i hibrida suncokreta. Do januara 2021. godine priznato je 190 sorti suncokreta sa povećanim sadržajem ulja (u grupi suncokret, uljani), dok je u grupi suncokreta za specifične namene do sada priznato 34 sorte, od čega je svega 16 sorti proteinskog (konzumnog) suncokreta (Lista, 2021).

2.1.1. Poreklo

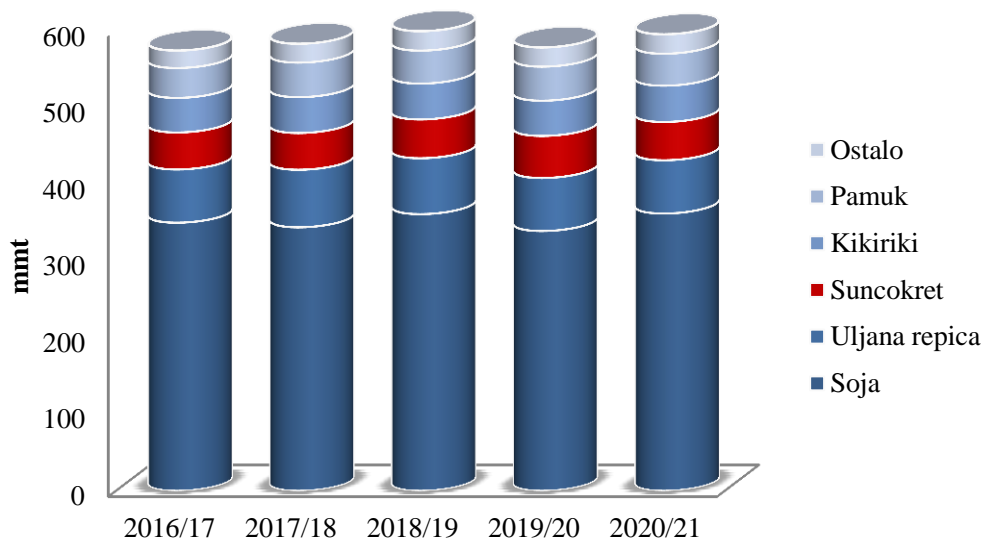
Suncokret (*Helianthus annuus* L.) je jednogodišnja biljka. Potiče od divljih srodnika koji su bili rasprostranjeni u Centralnoj i Severnoj Americi (Schilling, 2006), odakle su je početkom 16. veka španski osvajači doneli na tlo Evrope. Prvo kultivisano seme suncokreta potiče iz perioda 2875 - 2575. godine pre nove ere, otkriveno je u oblasti Tabasko (Meksiko). Ova biljka imala je razne namene, koristila se kao ukrasna biljka, melem, za proizvodnju šminke, krema za negu tela i kose itd. U Rusiji, kao sirovina za proizvodnju hrane sve više dobija na značaju za vreme pravoslavnog posta koji je dozvoljavao konzumaciju retkih namirnica među kojima je i suncokret (Dimić, 2005; Grompone, 2005). „Ceđenje” ulja iz semena suncokreta predloženo je u 18. veku u Rusiji, nakon čega počinje masovno gajenje suncokreta. Prve značajne površine pod usevom suncokreta bile su u Saratovu (1802. godine). Jos od tog vremena suncokret je postao važna ratarska kultura i kao takav počeo se širiti i u druge zemlje. Suncokret je početkom 20. veka bio glavni usev u Rusiji zbog čega je naučnik Pustavojt (Пуставойт) još 1912. godine započeo istraživanje na selekciji suncokreta sa aspekta povećanja količine semena i ulja, odnosno njihovog prinosa i kvaliteta (Grompone, 2005). Prvo oplemenjivanje suncokreta je izvedeno od strane ruskih seljaka, koristeći seme koje se pokazalo kao najbolje u setvi, i tako su proizvedene prve domaće sorte suncokreta. Od tada, do danas naučnici se širom sveta bave povećanjem prinosa i poboljšanjem kvaliteta suncokreta (Miklić i sar., 2008). Intenzivan program na stvaranju hibrida suncokreta u našoj zemlji započeo je davne 1965. godine u Odeljenju za uljane kulture Instituta za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu. Godine 1978. Institut je među prvima u svetu registrovao hibride suncokreta, a u tadašnjoj Jugoslaviji su ubrzo potom sorte zamenjene hibridima. Rezultat dugogodišnjeg rada je veliki broj različitih sorti i hibrida suncokreta.

Stvaranje hibrida u smeru povećanja sadržaja ulja dovelo je do pojave tzv. uljanog tipa suncokreta koji se uglavnom koristi za proizvodnju ulja, dok je stvaranje hibrida usmereno na povećanje sadržaja proteina dovelo do pojave konzumnog (proteinskog) tipa suncokreta čija je prvenstvena namena proizvodnja (konzumnog) jezgra. Zahvaljujući daljem intenzivnom radu na selekciji, kod uljanog suncokreta izdvojila su se dva tipa (Dimić, 2005; Cvejić i sar., 2014; Romanić, 2015; Manzo i sar., 2019; Grompone, 2020):

- standardni - linolni tip, kod kojeg je u sastavu ulja zastupljena linolna kiselina u količinama od oko 55 do 75%, i
- oleinski tip:
 - srednjeoleinski, kod kojeg u sastavu dominira oleinska kiselina sa sadržajem od oko 60 do 65%,
 - visokooleinski, kod kojeg je u sastavu ulja visok sadržaj oleinske kiseline do 75 do 85%, i
 - superoleinski, kod kojeg je sadržaj oleinske kiseline preko 85%.

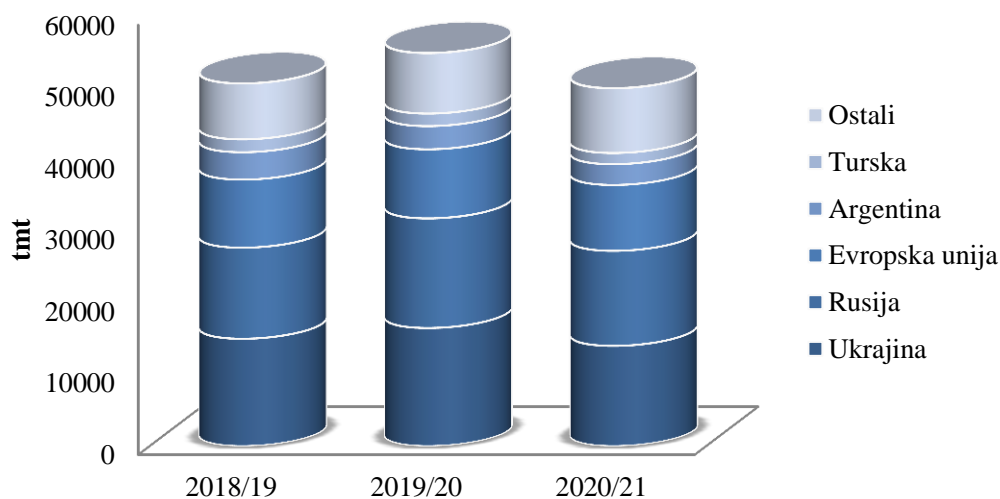
2.1.2. Proizvodnja i cene semena suncokreta i suncokretovog ulja u svetu

Prema podacima FAO (2020) i USDA (2021) u poslednjih 5 godina proizvodnja uljarica u svetu je na nivou oko 600 miliona metričkih tona (mmt) (slika II.1). Najveća ukupna proizvodnja uljarica u svetu od 599,92 mmt zabeležena je 2018/19 godine. Nešto manje od toga (595,84 mmt) zabeleženo je 2020/21 godine. Suncokret je treći u svetu po proizvedenoj količini, odmah posle soje i uljane repice. U poslednjih pet godina najveća količina suncokreta proizvedena je 2019/20 godine u količini od 54,88 mmt.



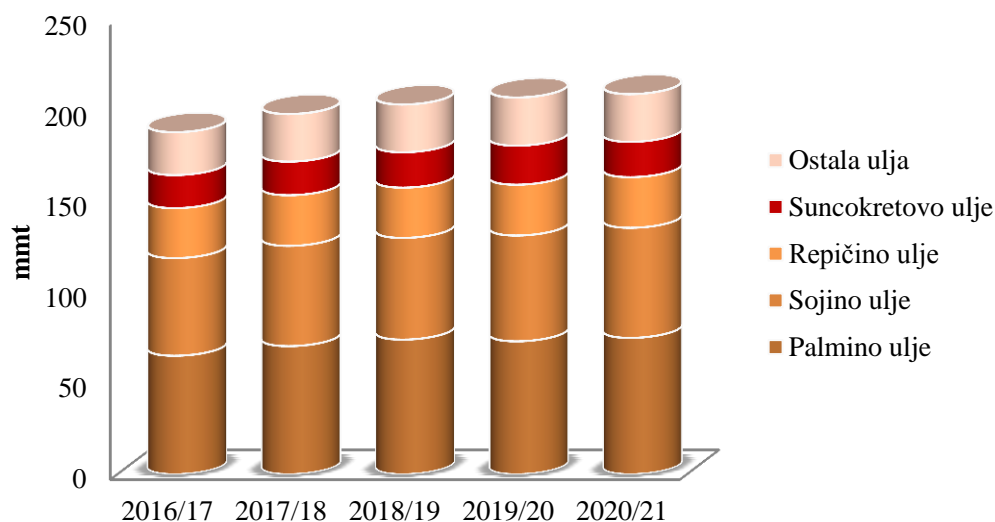
Slika II.1. Proizvodnja uljarica u svetu

Najveći svetski proizvođač semena suncokreta je Ukrajina, sa prosečnih 29,26% udela u ukupnoj svetskoj proizvodnji u poslednje tri godine (slika II.2). Rusija je proizvela nešto manje količine semena suncokreta (prosečan udeo: 26,55%), zatim slede Evropska unija, Argentina i Turska sa udelom u svetskoj proizvodnji od 18,23, 6,41 i 3,29%, redom.



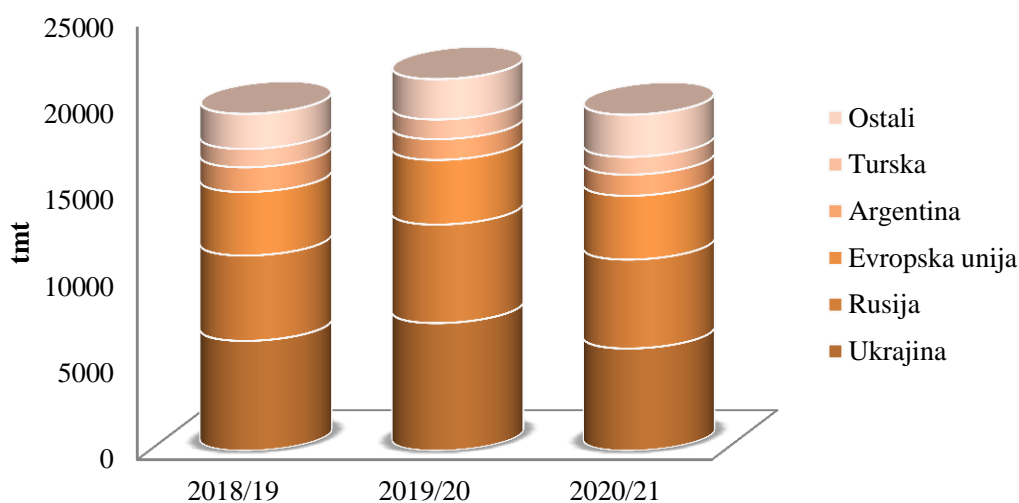
Slika II.2. Proizvodnja semena suncokreta u svetu prikazana po najvećim proizvođačima

Proizvodnja biljnih ulja u poslednjih pet godina u svetu raste (slika II.3). Naime, 2016/17 godine ukupna proizvodnja u svetu iznosila je 188,36 mmt, dok danas iznosi 209,38 mmt. Suncokretovo ulje se po proizvedenoj količini u svetu nalazi na četvrtom mestu, odmah iza palminog, sojinog i repičinog ulja. Prosečno, u poslednjih pet godina je proizvedeno 19,43 mmt suncokretovog ulja godišnje.



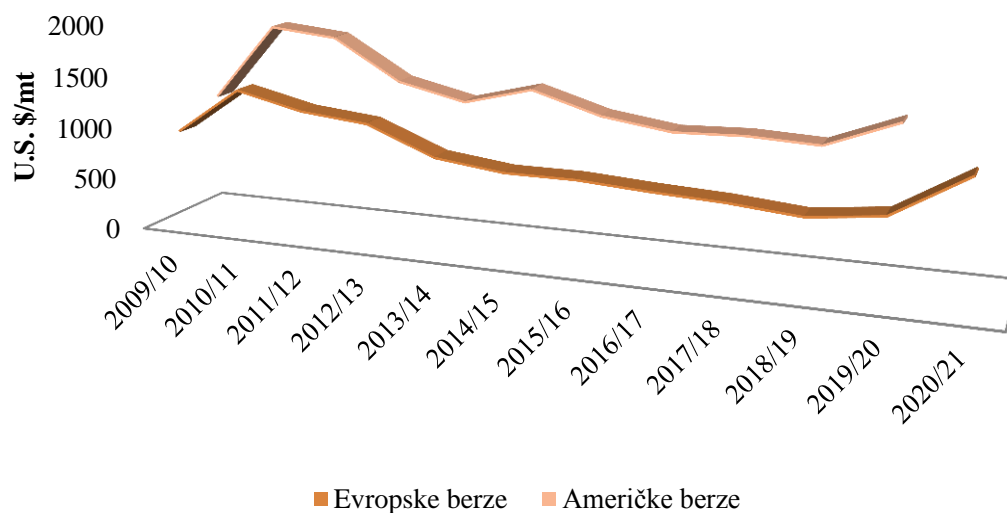
Slika II.3. Proizvodnja biljnih ulja u svetu

Kao što je prethodno rečeno, najveći svetski proizvođač suncokretovog ulja, kao i semena suncokreta u poslednje 3 godine je Ukrajina. Godine 2019/20 Ukrajina je proizvela 7390 hiljade metričkih tona (tmt) ulja semena suncokreta, što je čak 34,38% ukupne svetske proizvodnje ovog ulja pomenute godine. Najveći proizvođači suncokretovog ulja pored Ukrajine su i Rusija (sa prosečnih 26,11% udela u svetskoj proizvodnji u poslednje 3 godine), Evropska unija (18,38%), Argentina (6,37%) i Turska (5,34%) (slika II.4).



Slika II.4. Proizvodnja ulja suncokreta u svetu prikazana po najvećim proizvođačima

U prethodnih 5 godina može se reći da je cena semena suncokreta u svetu bila stabilna i iznosila prosečno 789 američkih dolara po metričkoj toni (U.S.\$/mt) na evropskim i 1253 U.S.\$/mt na američkim berzama. Generalno, cena suncokretovog ulja na evropskom tržištu je niža u odnosu na američko tržište (slika II.5).

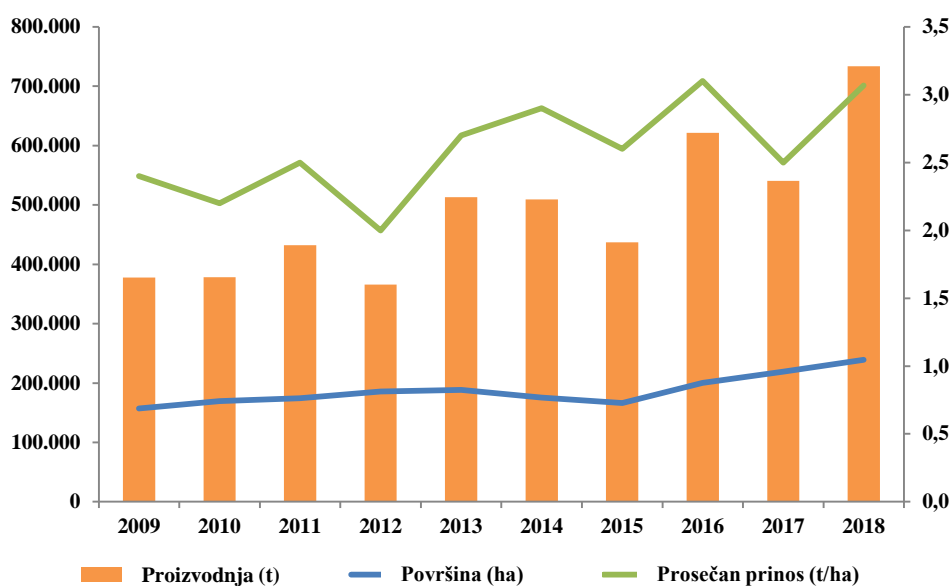


Slika II.5. Kretanje cena suncokretovog ulja u svetu na evropskim i američkim berzama

Naime, u Sjedinjenim Američkim Državama je najzastupljenije sojino ulje, te je i proizvodnja suncokretovog ulja manja, što dalje diktira i cenu ulja. U Evropi je suncokretovo

ulje zastupljenije, te je i cena niža. Najvišu vrednost od 1404 U.S.\$/mt na evropskim i 1899 U.S.\$/mt na američkim berzama suncokretovo ulje je dostiglo 2010/11 godine. Porast cene suncokretovog ulja beleži se i trenutno (u 2020/21 godini). Na evropskim berzama cena je dostigla vrednost od 1201 U.S. \$/mt, dok podaci za američke berze još nisu dostupni zbog pomerene sezone uzgoja suncokreta u odnosu na evropski kontinent.

U Srbiji, kao i u regionu po površini i obimu proizvodnje suncokret je vodeća uljarica. U periodu od 2009. do 2018. godine pod suncokretom je bilo zasađeno od 157000 do 239000 ha godišnje (slika II.6). Beleži se porast površina zasejanih ovom uljanom kulturom, što je rezultat povećanog izvoza i uticaja klimatskih promena na koje je suncokret jedna od najotpornijih jarih kultura. U period od 2009. do 2018. godine prosečna proizvodnja semena suncokreta u Srbiji iznosila je oko 491000 t, dok je 2018. godina bila rekordna sa ukupno proizvedenih preko 700000 t suncokreta (Miranović Drobnjak, 2019).



Slika II.6. Proizvodnja suncokreta u Srbiji u period od 2009. do 2018. godine (Miranović Drobnjak, 2019)

2.1.3. Karakteristike semena različitih hibrida suncokreta

Hibride sa većim sadržajem ulja u semenu karakteriše uglavnom crno seme, sa tankom ljuskom (koja najčešće predstavlja 20 - 25% ukupne mase semena), a sadržaj ulja je iznad 40%. Seme hibrida sa manjim sadržajem ulja je nešto drugačije: ima krupnije seme sa debljom, najčešće crno – belom ljuskom (što predstavlja 40 - 45% ukupne mase semena) (Jovanović, 2001), koja je slabo pričvršćena za jezgro i lako se odstranjuje (González-Pérez i

Vereijken, 2007). Ovo seme sadrži značajno manje ulja (oko 30%). Razlike u izgledu semena hibrida sa većim sadržajem ulja (uljanih hibrida) i hibrida sa manjim sadržajem ulja (konzumnih – proteinskih hibrida) jasno su uočljive (slika II.7). Razlike u boji semena između pomenutih grupa hibrida mogle bi se i instrumentalnim određivanjem boje potvrditi, međutim, u literaturi nisu pronađena slična istraživanja do sada. Autori pomenute razlike u boji uglavnom navode opisno, i to kao crnu ljusku semena ili prugasta semena (De Figueiredo i sar., 2011).

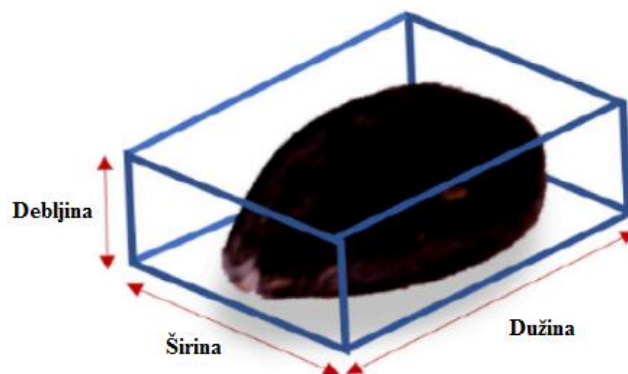


Slika II.7. Seme hibrida suncokreta: (a) uljanog tipa; (b) konzumnog tipa (Romanić i sar., 2018)

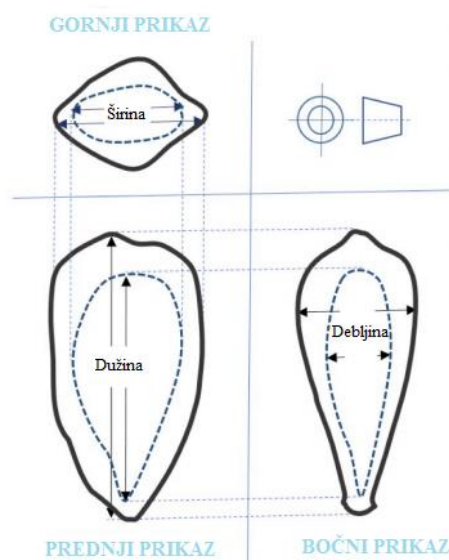
Masa hiljadu zrna uljanih hibrida suncokreta kreće se u rasponu od 30 do 80 g. Seme visokooleinskog suncokreta je nešto sitnije u odnosu na linolni tip, ima manji udeo tanje ljuske, što se manifestuje manjom specifičnom masom i manjom masom 1000 zrna (Brkić, 2004). Kod oleinskog suncokreta postoje izvesne razlike u karakteristikama semena u zavisnosti od mesta uzgoja. Prosečne vrednosti litarske mase su $0,43 \text{ kg/dm}^3$, a specifične mase $0,69 \text{ kg/dm}^3$, dok je masa hiljadu zrna 47,82 g (Brkić, 2004).

Karakteristike semena su od suštinskog značaja za pravilno projektovanje i rad poljoprivrednih mašina i opreme za sušenje, ljuštenje, skladištenje i ekstrakciju ulja (Gupta i Das, 1997; Santalla i Mascheroni, 2003). Aerodinamička svojstva i veličina semena presudni su u projekovanju i podešavanju kombajna (Kutzbach, 2001). Veličina, gustina i oblik semena direktno utiču na aerodinamička svojstva (Albar, 2000). Veličina, gustina i struktura ljuske takođe utiču na efikasnost ljuštenja (De Figueiredo i sar., 2011). Veličina semena se karakteriše merenjem dimenzija semena (dužina, širina i debljina) kao što je prikazano na slici II.8. a i b (Ortiz-Hernandez i sar., 2020). Poznavanje sferičnosti je dragoceno u dizajnu

transportnih i skladišnih objekata. Poroznost igra glavnu ulogu prilikom hemijske ekstrakcije (pomoću rastvarača) (De Figueiredo i sar., 2011). Čvrstoća semena zavisi od većine gore navedenih svojstava i presudna je za dizajn opreme za ljuštenje i ekstrakciju ulja (Selvam i sar., 2014). Čvrstoća semena, tj. otpornost semena na lom, može da se odredi ispitivanjem teksturalnih karakteristika semena. Ispituje se vrednost sile potrebne da dođe do pucanja semena (Sharma i sar., 2009).



(a)



(b)

Slika II.8. Dimenzije semena suncokreta (*Helianthus annuus* L) prikazane u (a) izometrijskom 3D modelu i (b) ortogonalni prikaz (prilagođeno Ortiz-Hernandez i sar., 2020)

2.1.4. Ulje semena suncokreta različitog sastava masnih kiselina

U cilju povećanja oksidativne stabilnosti i mogućnosti primene suncokretovog ulja, oplemenjivači su još 70-ih godina prošlog veka započeli sa radom na izmenama sastava masnih kiselina u novostvorenim hibridima (Salas i sar., 2015). Danas postoje različiti tipovi hibrida sa aspekta masnokiselinskog sastava:

- standardno suncokretovo ulje (linolnog tipa),
- srednjeoleinsko suncokretovo ulje (Mid Oleic Sunflower Oil - MOSO),

- visokooleinsko suncokretovo ulje (High Oleic Sunflower Oil - HOSO),
- visokostearinsko suncokretovo ulje (High Stearic Sunflower Oil - HSSO),
- visokostearinsko visokooleinsko suncokretovo ulje (High Stearic High Oleic Sunflower Oil - HSHOSO),
- visokopalmitinsko suncokretovo ulje (High Palmitic Sunflower Oil - HPSO),
- visokopalmitinsko visokooleinsko suncokretovo ulje (High Palmitic High Oleic Sunflower Oil - HPHOSO).

Sastav masnih kiselina detaljno će biti opisan u poglavlju 2.3.1.

2.2. Proizvodnja hladno presovanog ulja i pogače semena suncokreta

Suncokret se primarno koristi za proizvodnju jestivog rafinisanog ulja. Međutim, hemijska metoda izdvajanja ulja koristi prekomerne količine organskih rastvarača i zahteva visoku potrošnju energije. Trenutna ekološka pitanja povezana sa odlaganjem organskih rastvarača zahtevaju alternativne metode ekstrakcije jestivih ulja koje su ekološki prihvatljivije i energetske efikasnije. Ekološki prihvatljive („zelene”) metode ekstrakcije, uključujući ekstrakciju metodom hladnog presovanja, ultrazvučnu ekstrakciju, ekstrakcija pomoću mikrotalasa, subkritičnu i superkritičnu ekstrakciju, privukle su pažnju zbog njihove ekološke prihvatljivosti i energetske efikasnosti. Ove „zelene” tehnike ekstrakcije primenjuju se kako bi se smanjilo korišćenje toksičnih organskih rastvarača i omogućilo efikasnije izdvajanje bioaktivnih jedinjenja rastvorljivih u lipidima, sa fokusom na razvoj kvalitetnijih finalnih proizvoda (Ramadan, 2020). U proizvodnji ulja najzastupljenija od pomenutih ekološki prihvatljivih metoda je proizvodnja hladnog presovanja. Međutim, iako je proizvodnja naizgled jednostavna, zastupljenost ovih ulja još uvek nije velika verovatno usled širokog spektra faktora koji utiču na kvalitet dobijenog ulja i mogućnost naknadne obrade ulja.

2.2.1. Prednosti i nedostaci proizvodnje ulja hladnim presovanjem

Način izdvajanja ulja utiče na sadržaj i sastav minornih jedinjenja koja imaju funkcionalna svojstva i doprinose oksidativnoj stabilnosti ulja. Smatra se da hladno presovana ulja imaju visoku hranljivu vrednost. U poslednje vreme, tehnologija hladnog presovanja ulja postaje poželjna alternativa široko zastupljenoj „hemijskoj” ekstrakciji ulja zbog želje potrošača za bezbednim i prirodnim jestivim proizvodima (Ramadan, 2013; Kiralan i sar., 2018; El Makawy i sar., 2019).

Prednosti tehnologije hladnog presovanja na industrijskom nivou uključuju nižu potrošnju energije i niže investicione troškove. Ovaj način izdvajanja ulja ne koristi toksične rastvarače i ne stvara otpadne vode, što osigurava bezbedno radno okruženje za zaposlene. Izdvajanje ulja mehaničkim putem (hladnim presovanjem) ima manji uticaj na životnu sredinu u poređenju sa hemijskom ekstrakcijom (pomoću rastvarača) i pokazuje veću fleksibilnost jer je obrada različitih vrsta semena brza i laka. Hladno presovana ulja su poželjnija u odnosu na rafinisana ulja jer sadrže više antioksidanasa i bioaktivnih komponenti poput sterola, karotenoida i fenola. Takođe, hladno presovana ulja sadrže prirodno prisutne biološki aktivne

supstance poput fenolnih jedinjenja i tokoferola, koje poboljšavaju oksidativnu stabilnost ulja (Bhatnagar i Gopala Krishna, 2014; Prescha i sar., 2014).

Glavni nedostatak mehaničkog izdvajanja ulja tehnologijom hladnog presovanja je niska efikasnost i neujednačen kvalitet (Ramadan, 2020). Većina hladno presovanih ulja sadrži velike količine polinezasićenih masnih kiselina, koje nepovoljno utiču u pogledu oksidativne stabilnosti. Hladno presovana ulja, takođe, sadrže veće količine prooksidativnih jedinjenja, tako da im je rok trajanja kraći u poređenju sa rafinisanim uljima (Brühl, 1996; Rotkiewicz i sar., 1999).

2.2.2. Tehnologija proizvodnje hladno presovanih ulja

Jestiva nerafinisana ulja obuhvataju hladno presovana, koja se još nazivaju i hladno „ceđena“ ulja, i devičanska ulja. Nerafinisana ulja su kategorija obuhvaćena tehničkim propisima iz oblasti jestivih ulja (Codex Alimentarius, 1999; Pravilnik, 2006):

„Hladno presovano nerafinisano jestivo biljno ulje se proizvodi bez zagrevanja, presovanjem, uz prethodno čišćenje (odstranjivanje nečistoća), ljuštenjem i usitnjavanjem mehaničkim putem (kod određenih sirovina). Hladno presovano nerafinisano jestivo ulje može se prečišćavati isključivo pranjem vodom, taloženjem, filtracijom i centrifugiranjem“.

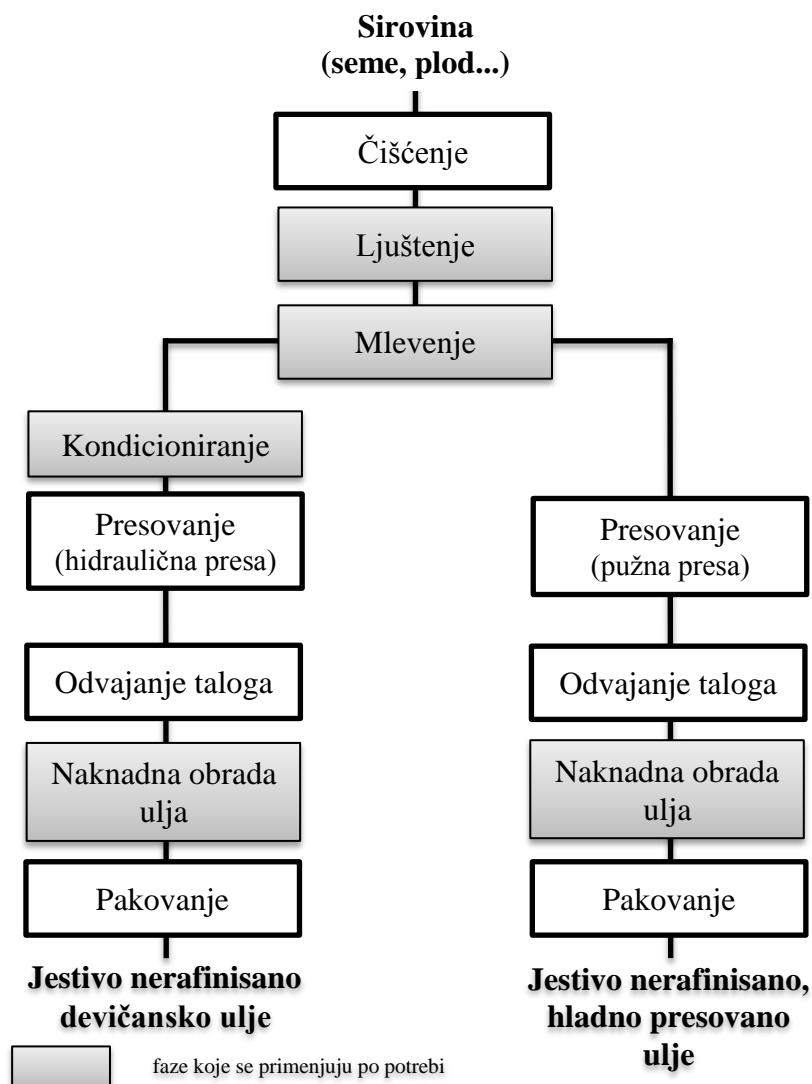
„Devičansko jestivo biljno ulje se proizvodi presovanjem uz prethodno čišćenje (odstranjivanje nečistoća), ljuštenjem i usitnjavanjem mehaničkim putem (kod određenih sirovina). Pri izdvajanju ulja dozvoljeno je zagrevanje materijala za presovanje (kondicioniranje). Devičansko jestivo biljno ulje može se prečišćavati isključivo pranjem vodom, taloženjem, filtracijom i centrifugiranjem“.

Osnovna razlika između nerafinisanih i rafinisanih ulja je u tome da se nerafinisana ulja koriste u „sirovom“ (izvornom, neprerađenom) stanju (slika II.9). Kvalitet dobijenog ulja direktno zavisi od kvaliteta sirovine. Kvalitet sirovine je povezan sa uslovima gajenja, načinom skladištenja, odnosno načinom čuvanja sirovine i samim postupcima izdvajanja ulja. Prilikom dobijanja ulja iz sirovine u proizvodnji jestivih nerafinisanih ulja ne postoji faza koja bi omogućila odstranjivanje nepoželjnih komponenata iz ulja, što znači da za proizvodnju hladno presovanih i devičanskih ulja sirovina mora biti izuzetno visokog kvaliteta (Dimić, 2005; Grompone, 2005; Grompone, 2020).

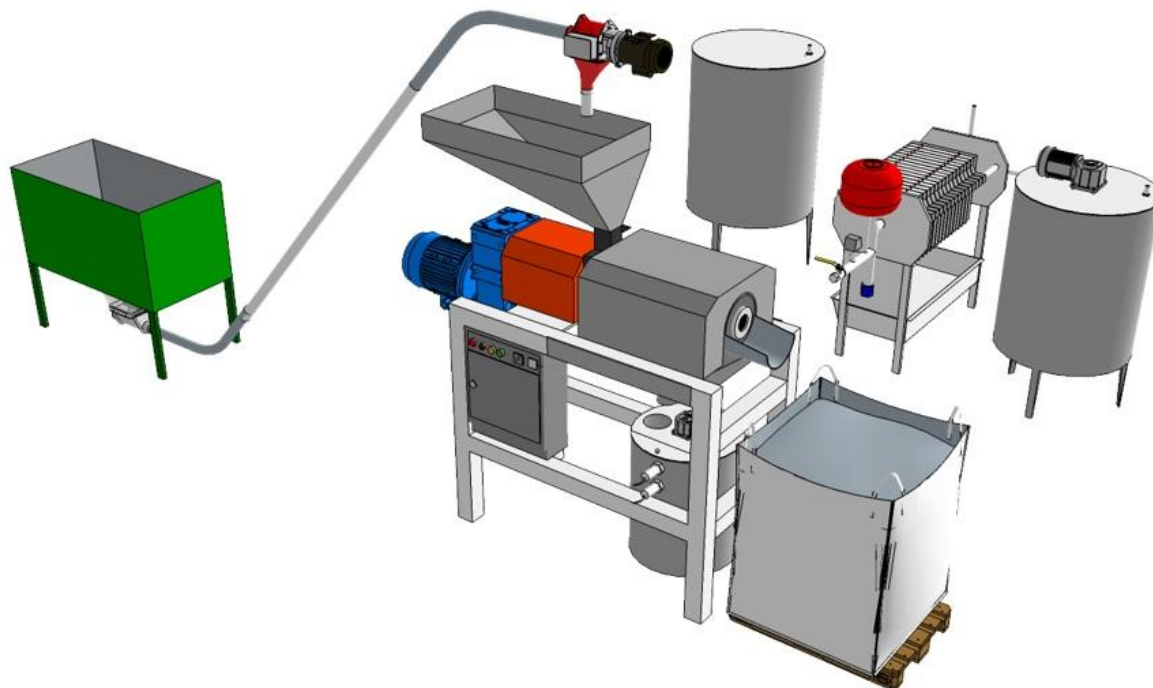


Slika II.9. Konvencionalna prerada suncokreta u cilju dobijanja ulja (prilagođeno sa <https://www.seedoilpress.com/oil-production-plant/sunflower-oil-production-line.html>)

Tehnološka šema proizvodnje devičanskog i hladno presovanog ulja prikazana je na slici II.10 i slici II.11. Priprema materijala (semena, plodova ili delova plodova) za izdvajanje ulja je specifična u proizvodnji jestivih nerafinisanih ulja. Semena, plodovi i delovi plodova se čiste, a zatim po potrebi delimično ili potpuno ljušte, drobe i/ili melju. Iz tako pripremljenog materijala se izdvaja ulje, i to u proizvodnji devičanskih ulja iz prethodno kondicioniranog (hidrotermički obrađenog) materijala, pre izdvajanja ulja na hidrauličnoj presi. Kod proizvodnje hladno presovanih ulja ova faza pripreme izostaje, iz pripremljenog materijala odmah se izdvaja ulje, pomoću pužne prese. U oba slučaja se zatim iz ulja uklanja talog, po potrebi vrši naknadna obrada i izdvojeno ulje se pakuje. Dobijeno ulje treba da ima specifična svojstva izvorne sirovine i kvalitet koji direktno zavisi od načina pripreme i uslova presovanja (Romanić i sar., 2017; Grompone, 2020; Romanić, 2020). Pri proizvodnji ovih ulja nije dozvoljena upotreba organskih rastvarača, tj. izdvajanje ulja procesom hemijske ekstrakcije. Zahvaljujući vrsti sirovine, načinu izdvajanja i odsustvu ekstrakcije i rafinacije, u nerafinisanim jestivim biljnim uljima su očuvane veoma bitne bioaktivne komponente. Glavne odlike nerafinisanih ulja, kao i njihove razlike u odnosu na rafinisana su u sledećim karakteristikama: specifičnim senzorskim svojstvima (izgledu, boji, mirisu i ukusu), hemijskom sastavu, nutritivnoj vrednosti i održivosti (Dimić, 2005; Raš i sar., 2008; Ayerdi-Gotor i Rhazi, 2016).



Slika II.10. Blok šema tehnološkog procesa proizvodnje jestivih nerafinisanih ulja
(Dimić i sar., 2002; Premović, 2014; Romanić, 2020)



Slika II.11. Šema tehnološkog procesa proizvodnje hladno presovanih ulja

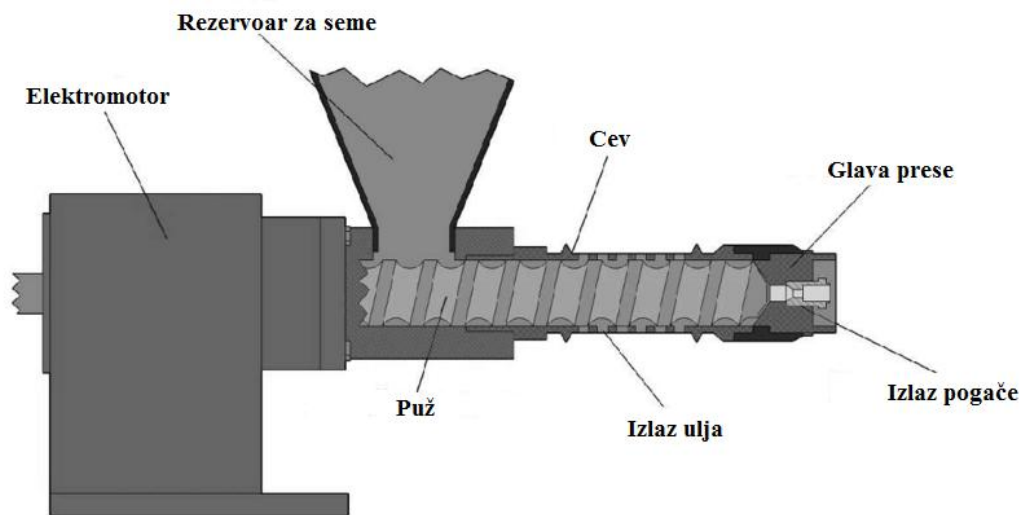
(<http://www.nebraskascrewpress.com/oilextraction.html>)

2.2.3. Pužne prese za proizvodnju hladno presovanih ulja

Mehanička ekstrakcija je jedan od najstarijih načina izdvajanja ulja. Prednosti mehaničke ekstrakcije ulja u odnosu na hemijsku su dobar kvalitet ulja i veća mogućnost upotrebe pogače u poređenju sa sačmom koja sadrži tragove rastvarača. Ekstrakcija ulja mehaničkim putem podrazumeva upotrebu hidrauličnih presa ili pužnih presa koje pokreće motor (Bhuiya i sar., 2015; Guédé i sar., 2017). Prednosti pužne u odnosu na hidraulične prese su njeni neznatno poboljšani prinosi i sposobnost kontinualnog prilagođavanja obrade. Prinos ulja zavisi od predtretmana semena (ljuštenja, sušenja i enzimske obrade) i parametara procesa koji se primenjuju prilikom proizvodnje hladno presovanih ulja (Çakaloğlu i sar., 2018). Mehanička ekstrakcija ulja zahteva niže početne troškove ulaganja, ali i obučeno osoblje za upravljanje ovakim uređajima.

Uređaji za hladno presovanje imaju jednostavnu radnu šemu u kojoj se seme uljarice dovodi na jedan ulaz, a nastaju ulje i pogača (Çakaloğlu i sar., 2018). U principu, seme se postavlja između pregrada gde se pritiskom smanjuje zapremina dostupna semenu i na taj način vrši istiskivanje ulja iz semena (Elhassan, 2009; Nde i Foncha, 2020). Pužna presa (slika II.12) sastoji se od levka za napajanje prese materijalom, pogonskog dela (elektromotor

sa reduktorom), puža, plašta (tzv. košuljice ili korpe) i glave prese sa konusnim prstenom na izlazu (tzv. dizne) (slika II.13).

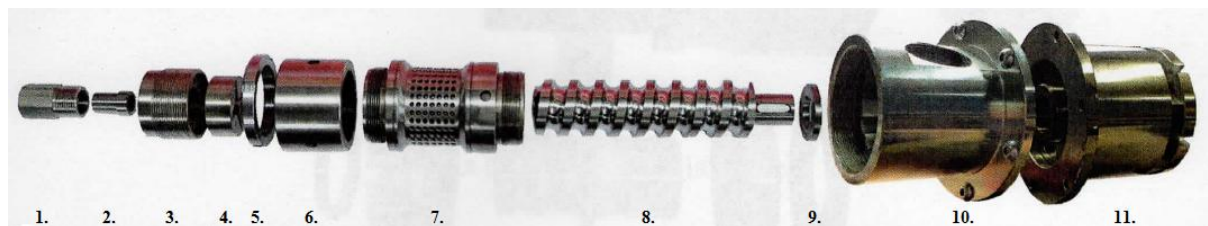


(a)



(b)

Slika II.12. Pužna presek (a) presek sa označenim delovima prese (prilagođeno sa <https://extension.psu.edu/oilseed-presses>) (b) spoljašnji izgled prese proizvođača Oil Press Machine, Turska, kapacitet: 7 - 45 kg/h (<http://coldpressoilmachines.com/oil-press-100/#page-content>)



(a)



(b)



(c)

Slika II.13. (a) Pojedinačni delovi prese: 1 – nosač dizne; 2 – konusni prsten na izlazu iz prese (dizna); 3 – nosač zvezde; 4 – zvezda; 5 – navrtka; 6 – spojna čaura; 7 – plašt (košuljica); 8 – puž; 9 – distancer puža; 10 – ulazna komora; 11 – kućište ležaja; (b) Sklop glave prese i (c) Sklop prese (Uputstvo, 2018)

Pre samog presovanja glava prese mora da se zagreje na određenu temperaturu, da bi se omogućilo izdvajanje ulja. Temperatura na koju se presa zagreva zavisi od konstrukcije prese i sirovine za presovanje i najčešće je data kao preporuka od strane proizvođača prese (tabela II.1). Proces presovanja započinje u levku za napajanje prese, gde se seme ubacuje ili je na ulaz u levak spojena cev kroz koju se seme transportuje iz posebnih skladišnih tankova. Za pogon puža koristi se elektromotor sa reduktorom. Elektromotor služi za pretvaranje električne energije u mehaničku, dok reduktor ima ulogu da redukuje broj obrtaja i povećava obrtni moment potreban za pokretanje puža. Pomoću puža se ostvaruje protok sadržaja i stvara kompresija potrebna za presovanje ulja. Površina puža treba da bude od tvrdog materijala da ne bi došlo do habanja i trošenja. Kompresija se ostvaruje u prostoru između puža i plašta (košuljice). Kako je protok sadržaja na izlazu smanjen, materijal se nakuplja zbog konstantnog pristizanja novog materijala i tako popunjava prostor između puža i plašta.

Plast na sebi ima otvore koji omogućuju istisnutom ulju da izađe, a onemogućuju izlazak ostataka semena. Konusni prsten na izlazu iz prese (dizne) predstavlja maticu koja se priteže ili otpušta u cilju regulacije izlaza semenih ostataka i tako se stvara dodatna kompresija (Punčec, 2015). Preporučene vrednosti prečnika dizni na izlazu iz prese, kao i brzine obrtaja puža takođe su date od strane proizvođača presa za različite sirovine (tabela II.1). Ulje se sakuplja u koritu ispod puža, dok pogača izlazi na kraju prese (Ionescu i sar., 2014).

Tabela II.1. Parametri za podešavanje prese dati kao preporuke proizvođača prese *Elekro motor Šimon, Senta* za model prese *SPU 40* za različite sirovine (Uputstvo, 2018)

Materijal za presovanje	Prečnik dizne na izlazu iz prese [mm]	Temperatura zagrevanja prese [°C]	Frekvencija obrtanja puža [Hz]
Neoljušteno seme suncokreta	5 – 8	60 – 80	40 – 60
Seme tikve	6 – 8	80 – 100	20 – 30
Susam	10 – 12	80 – 100	20 – 30
Lan	10 – 12	140 – 150	40 – 50
Mak	6 – 8	60 – 80	40 – 60
Seme industrijske konoplje	6 – 8	80 – 100	40 – 50
Soja	8 – 12	180 – 200	40 – 50
Kim	8 – 10	80 – 100	40 – 60
Seme čička	6 – 8	80 – 100	40 – 60
Seme nara	8 – 10	80 – 100	40 – 60
Semenke koštica grožđa	10 - 12	100 – 120	30 – 40
Jezgro oraha	8 – 10	80 – 100	40 – 60
Jezgro lešnika	8 – 10	80 – 100	40 – 60
Jezgro badema	6 – 8	80 – 100	40 – 60
Jezgro koštice kajsije	6 – 8	80 – 100	40 – 60
Seme kikirikija	6 – 8	80 – 100	40 – 60

Kvalitet ulja dobijenog hladnim presovanjem najčešće se procenjuje na osnovu kiselinskog broja, sadržaja fosfora, sadržaja vlage i jodnog broja (Subroto i sar., 2015).

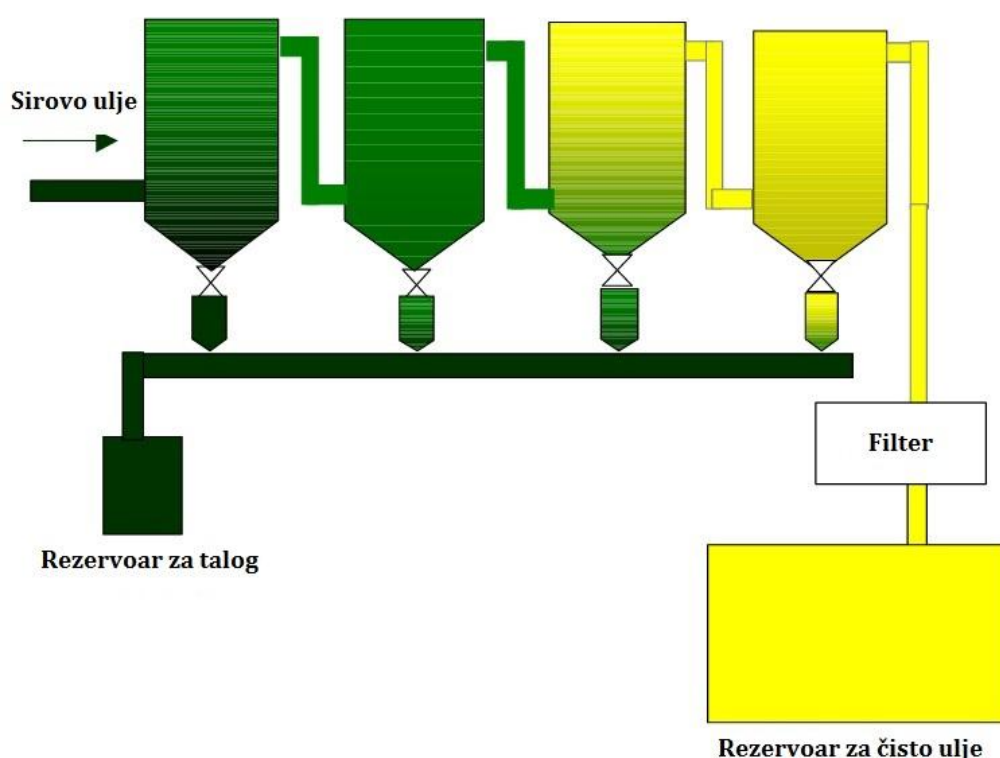
Danas na tržištu postoje prese različitih kapaciteta i karakteristika, u zavisnosti od namene. Neke od njih, sa približnim tržišnim vrednostima i karakteristikama prikazane su u tabeli II.2. Mnoge prese proizvode se u inostranstvu i ponekad je teško zbog jezičke barijere ili geografske udaljenosti dobiti smernice za instaliranje i rad prese. Pored toga, operativne smernice za semena različitih uljarica mogu se razlikovati (Romanić, 2020).

Tabela II.2. Specifikacija pojedinih pužnih presa prisutnih na tržištu (Callahan i sar., 2014; Romanić, 2020)

Model prese	Procenjeni kapacitet (kg h⁻¹)	Približna tržišna vrednost	Izvor napajanja	Procenjeno opterećenje	Podesiva brzina	Mogućnost zagrevanja glave prese	Više dostupnih puževa	Podesiv prečnik izlaza iz prese	Podešavanje prese
KernKraft 40	20	14000 EUR	220 V	3,0 kW	x	x	x	x	Teško
Oil Prince (KernKraft 20F)	35	5700 EUR	220 V	2,2 kW	x	x	x	x	Jednostavno
Komet CA59G3	5	7700 EUR	115 V	1,1 kW	x	x		x	Jednostavno
Keller KEK P0020	20	7700 EUR	230 V	2,2 kW	x				Jednostavno
AgOilM70	15	8200 EUR	240 V	1,5 kW	x	x		x	Jednostavno
Täby 70	30	6700 EUR	220 – 240 V	2,2 kW	x	x		x	Umereno teško

2.2.4. Naknadna obrada ulja

Ulje dobijeno nakon presovanja semena sadrži i sitnije ili krupnije delove semena ili plodova (jezgro, ljuska), kao i „masnu prašinu”, vodu i sluzne materije koje mogu nepovoljno uticati na senzorske karakteristike ulja (Dimić, 2005). Podešavanjem parametara presovanja moguće je smanjiti količinu nečistoća u ulju, međutim neka vrsta naknadne obrade u cilju uklanjanja nečistoća je neophodna (Schaufler i Schaufler, 2013). Iako neki potrošači smatraju da čestice prisutne u ulju ukazuju na to da je ulje „prirodno” ili da se proizvodi lokalno, proizvođači smatraju da proizvod treba da bude bistar i da ne sadrži čestice i talog. Nečistoće se uglavnom uklanjaju taloženjem ili filtracijom (Dimić, 2005) prikazanim na slici II.14.



Slika II.14. Šema procesa uklanjanja mehaničkih nečistoća iz ulja (Ferchau, 2000)

Najjeftiniji i najjednostavniji način prečišćavanja ulja je taloženjem. Taloženje se može izvoditi nakon presovanja kao zaseban korak, ili u toku presovanja sakupljanjem ulja u tank. Tank treba da bude izrađen od inoksa ili drugog materijala koji ne reaguje sa uljem. Uglavnom je konstruisan da sadrži sondu nivoa, zatvoreni, skalirani, oslonac za merdevine, analogni i digitalni termometar, digitalni termometar sa mogućnošću upravljanja, dupli plašt za mogućnost grejanja, totalni ispust na konusnom dnu, minimalno dve slavine na čistom ispustu i na totalnom ispustu, poklopac suda protiv prašine, plutajući poklopac itd. Ponekad

nije moguće izvršiti taloženje tokom presovanja, jer se ulje koje dolazi sa prese meša sa uljem u tanku i na taj način ometa izdvajanje taloga. Talog se formira na dnu tanka (slika II.15), a ulje koje se smatra „čistim” se prebacuje u drugi tank, dok na dnu zaostaje talog (slika II.14). Taloženje traje od nekoliko dana do nekoliko nedelja, a vreme najviše zavisi od veličine čestica prisutnih u ulju nakon presovanja. Manje čestice se duže talože u odnosu na čestice većih dimenzija. Što duže vremenski traje prečišćavanje ulja taloženjem, manja količina čestica će zaostati u ulju. Iako je prečišćavanje ulja na ovaj način jeftino i relativno jednostavno, ipak je slabije u odnosu na mehaničko filtriranje. Ulje prečišćeno taloženjem, kao jedinim načinom obrade u sebi sadrži još uvek značajne količine čestica, čak većih i od 12 - 14 mikrona. Čestice koje zaostanu u ulju mogu biti prihvatljive i doprineti „prirodnom” izgledu ulja (Schaufler i Schaufler, 2013). Taloženje se može potpomoći zagrevanjem ulja, budući da se zagrevanjem smanjuje viskozitet ulja i na taj način omogućava brže taloženje čestica. Međutim, treba uzeti u obzir da se povećanjem temperature ubrzava reakcija oksidacije, tako da ukoliko dolazi do značajnog porasta temperature u ovoj fazi preporuke su da se obezbedi taloženje u prisustvu inertnog gasa (azota) (Schaufler i Schaufler, 2013).



Slika II.15. Tank za izdvajanje nečistoća iz hladno presovanog ulja taloženjem
(<https://www.indiamart.com/proddetail/steel-storage-tank-19811745330.html>)

Za prečišćavanje ulja dobijenog hladnim presovanjem koriste se filteri različitih konstrukcija. Vrećasti filteri (engl. *Bag filter*) ispunjeni su poroznim materijalom na kojem se zadržavaju čestice prilikom prolaska ulja (slika II.16). Ovi filteri najčešće se nalaze u kućištu od metala ili plastike koja drži filter. Da bi se omogućilo kretanje ulja kroz filter potrebno je

da se obezbedi razlika pritiska. U principu, ovi filteri rade pod niskim pritiskom. Ova vrsta filtera je dobra za filtraciju vode, odnosno tečnosti malog viskoziteta, tako da ovi filteri nisu najbolji izbor za filtraciju ulja. Prilikom prolaska ulja čestice se zadržavaju na filteru što smanjuje protok ulja i zahteva zamenu filtra. Vrećasti filteri nisu skupi, međutim prilikom prečišćavanja velike količine ulja neophodna je njihova česta zamena, što bi dovelo do značajnog poskupljenja procesa (Schaufler i Schaufler, 2013).



a)



b)

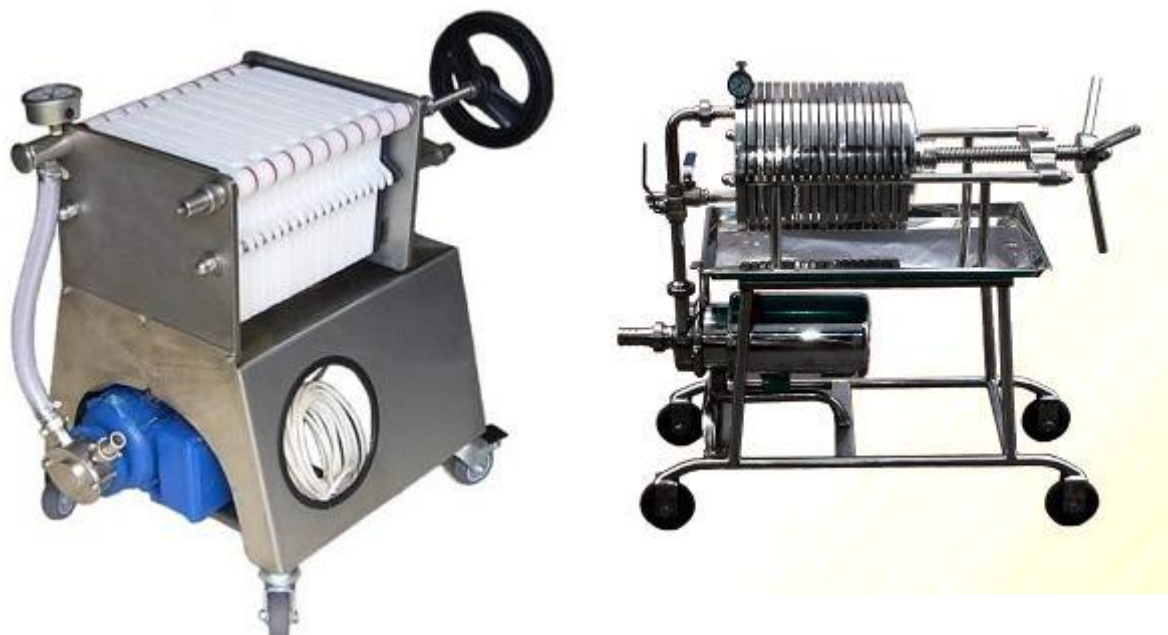
Slika II.16. Vrećasti filteri a) sa kućištem; b) bez kućišta (prilagođeno sa <http://www.aquaheliosoilpress.com/seed-oil-press-filters/>)

Za razliku od vrećastih filtera koji imaju samo jedan sloj filtera, filteri sa punjenjem (engl. *Cartridge filter*) imaju više slojeva kroz koje prolazi materijal koji se filtrira, na taj način zadržavajući veću količinu čestica. I ovi filteri se nalaze unutar kućišta (slika II.17). Često su kućišta ovih filtera providna, da bi se preko boje pratila zaprljanost filtera. Što je boja tamnija zaprljanost filtera je veća. Međutim, jedini sigurni način da se proverí zaprljanost filtera je preko pada pritiska koji se meri kontinualno. Vrednost pritiska pri kojem se menja filter je najčešće propisana od strane proizvođača. Kao i kod vrećastih filtera, ukoliko se filtrira velika količina ulja, filteri se često menjaju, što dovodi do poskupljenja procesa (Schaufler i Schaufler, 2013).



Slika II.17. Filteri sa punjenjem (<https://www.hongtefiltration.com/SS-cartridge-filter-housing/SS-sanitary-multi-cartridge-housing.html>)

Za naknadnu obradu ulja najčešće se koriste filter prese (slika II.18). Filter prese se sastoje od niza ploča i okvira preko kojih se stavlja filtraciona tkanina – filter platno – koja razdvaja ploče u zatvorene komore (Dimić, 2005). Pre filtracije neophodno je da se izvrši priprema prese, i to propuštanjem prečišćenog ulja i filtracionog sredstva (materijal koji olakšava filtraciju, npr. dijatomejska zemlja) kroz presu. Tokom filtracije dolazi do nakupljanja materijala na ploče, što dovodi do smanjenja pritiska, međutim povećanjem protoka filtracionog medijuma moguće je održavati pritisak. Čišćenje se vrši kada održavanje pritiska regulacijom protoka nije moguće zbog nakupljanja velike količine filtracione pogачe na pločama ili prema preporukama proizvođača (Dimić, 2005; Schaufler i Schaufler, 2013).



Slika II.18. Filtar prese različite konstrukcije (<https://www.seed2oil.com/equipment/oil-filters/>)

Mehaničke nečistoće mogu se odvajati i dejstvom centrifugalne sile na različitim centrifugalnim separatorima (Dimić, 2005).

Pored taloženja, filtracije i centrifugiranja, Pravilnik (2006) dozvoljava i pranje vodom kao vid naknadne obrade ulja. Cilj pranja vodom je uklanjanje koloidno rastvorenih sluznih materija koje mogu negativno uticati na izgled i senzorska svojstva ulja (Dimić, 2005).

2.2.5. Parametri koji utiču na prinos hladno presovanog ulja

Kritični parametri prilikom proizvodnje hladno presovanog ulja su karakteristike sirovine, tj. materijala za presovanje (vrsta sirovine, prisustvo ljuske, sadržaj ulja i sadržaj vlage), napajanje prese materijalom za presovanje, temperatura, brzina rotacije puža, prečnik na izlazu iz prese, predtretman materijala za presovanje (Çakaloğlu i sar., 2018). Mnoga dosadašnja istraživanja usmerena su na ispitivanje uticaja procesnih parametara na prinos hladno presovanog ulja.

Iako je mehaničko presovanje efikasno, obično rezultira vrlo malim prinosom ulja (Subroto i sar., 2015). Heriawan i sar. (2018) proučavali su konfiguraciju četiri vrste puževa različitih konstrukcija i dve vrste filtera za ulje pri mehaničkoj ekstrakciji ulja semena *Calophyllum inophyllum* L. i zaključili da je potrebno izvršiti optimizaciju procesa presovanja

u zavisnosti od korišćenog semenskog materijala, jer može u velikoj meri uticati na prinos. Crimaldi i sar. (2017) proučavali su uticaj uslova presovanja na prinos ulja semena duvana. Koristili su mehaničku pužnu presu pokretanu električnim motorom snage 2,2 kW u cilju proučavanja uticaja temperature (50 i 70°C), brzine obrtanja puža (22 i 32 o/min) i prethodne obrade semena (seme zagrevano na 50°C u sušnici i seme koje nije kondicionirano) na prinos ulja duvana. Optimalan prinos ulja od $73,38 \pm 0,31\%$ (v/v) je dobijen pri temperaturi presovanja od 70°C i pri brzini obrtaja puža od 32 o/min. Pored temperature, Gikuru i Lamech (2007) proučavali su uticaj pritiska kompresije i trajanja primenjene sile na prinos sojinog ulja i izvršili optimizaciju procesa tako što su neke parametre zadržavali konstantnim, dok su druge varirali. Rezultati su pokazali da povećanje procesnih parametara dovodi do povećanog prinosa ulja, ali postoji optimalna temperatura koja se ne sme prekoračiti kako bi prinos ulja bio maksimalan. Studija je takođe pokazala da postoji linearna veza između prinosa ulja i vrednosti primenjene sile, kao i vremena trajanja izloženosti primenjenoj sili.

Dalgıç i sar. (2011) proučavali su uticaj prženja semena pri povišenim temperaturama na kvalitet ulja dobijenog postupkom hladnog presovanja iz pomenutog semena. U tu svrhu korišćene su tri različite vrste semena *Pistacia terebinthus*. Naime, seme je osušeno preko noći na 60°C, očišćeno i homogenizovano. Zatim je seme prženo na 100, 120 i 140°C pola sata i presovano. Rezultati su pokazali da su efikasnost izdvajanja ulja, sadržaj α , β i γ -tokoferola, palmitinske i palmitoleinske masne kiseline, ukupnih fenolnih jedinjenja, ukupnih hlorofila (i feofitina-a) i karotenoida povećani usled porasta temperature. Takođe, smanjene su količine oleinske i linolne kiseline a primećen je i porast vrednosti kiselosti, sadržaja konjugovanih diena i triena i peroksidnog broja. Drugim rečima, više temperature su negativno uticale na parametre kvaliteta ulja.

Uticaj temperatura presovanja na kvalitet ulja badema, oraha i kikirikija proučavali su Rabadán i sar. (2018). Zbog teksture sirovina odrađena je prethodna obrada u vidu ljuštenja i sušenja. Ispitan je uticaj uslova presovanja (temperatura prese koja je regulisana preko grejnog prstena i brzina rotacije puža) na temperaturu dobijenog ulja na izlazu iz prese. Ispitivanja su rađena na temperaturi od 50, 100, 150 i 200°C i brzini rotacije puža od 17, 49 i 96 o/min. Primećeno je da (kada je temperatura prese bila 100°C i više) je temperatura dobijenog ulja opadala sa porastom brzine rotacije puža. Utvrđeno je da povećanje brzine rotacije puža dovodi do smanjenja vremena izlaganja povišenim temperaturama. Takođe je primećeno da temperatura dobijenog ulja nije prelazila 84°C, čak i kada je temperatura

grejnog prstena podignuta na 200°C, tako da je temperatura grejnog prstena imala uticaj na izlaznu temperaturu ulja, ali je brzina rotacije puža bila presudan faktor.

Rombaut i sar. (2015) istraživali su uticaj procesnih parametri kao što su prečnik dizne na izlazu iz prese, temperatura predgrevanja, brzina rotacije puža, na prinos ulja i sadržaj ukupnih fenolnih jedinjenja u dobijenom hladno presovanom ulju semenki grožđa. Semenke grožđa dobijene iz vremenski različitih berbi sušene su na 40°C do sadržaja vlage od 7%. Promenljive u istraživanju bile su vrste semenki grožđa, temperatura predgrevanja, brzina rotacije puža (20-110 o/min) i prečnik dizne na izlazu iz prese (8, 10, 12 i 15 mm). U cilju uklanjanja taloga, ulja su centrifugirana (10 min, 3000 g, na sobnoj temperaturi) i u dobijenim uljima ispitan je sadržaj vlage, pepela i ukupnih fenola. Zaključeno je da je vreme skladištenja semenki pre sušenja i vreme berbe imalo najveći uticaj na prinos ulja i sadržaj ukupnih fenola u ulju (tabela II.3). Utvrđeno je i da je povećanje iskorišćenja ulja, kao i povećanje sadržaja fenolnih jedinjenja u ulju moguće kombinacijom procesnih parametara. Pored toga, primećeno je da povećanje sadržaja vlage u semenu utiče na smanjenje pomenutih performansi. Takođe, optimalni parametri procesa za maksimalno iskorišćenje ulja i fenolnih jedinjenja zavise od prethodnog tretmana sirovine.

Tabela II.3. Uticaj procesnih parametara (prečnik matrice, temperatura predgrevanja, brzina rotacije puža) na prinos ulja i sadržaj ukupnih fenolnih jedinjenja u dobijenom hladno presovanom ulju semenki grožđa (Rombaut i sar., 2015)

Semenke grožđa**	Temperatura predgrevanja (°C)	Prečnik izlaza iz prese (mm)	Brzina obrtaja puža (o/min)	Sadržaj ukupnih fenola u ulju (mg GAE*/kg)	Kapacitet presovanja (kg/h)	Sadržaj ulja u pogači (%)	Temperatura ulja (°C)	Prinos ulja (%)
2	90	10	40	52	8,1	3,4	89	57,3
2	90	15	70	59	12,9	4,2	90	49,1
2	120	10	70	72	12,3	3,4	87	48,9
2	120	15	40	87	7,7	2,4	82	54,5
3	90	10	40	58	8,2	4,5	77	58,8
3	90	15	70	48	13,9	5,8	82	49,8
3	120	10	70	52	12,4	5,6	84	54,0
3	120	15	40	48	7,7	5,3	81	53,2
1	90	10	40	109	6,6	4,8	97	64,3
1	90	15	70	113	10,8	6,1	95	53,6
1	120	10	70	113	11,2	5,4	93	61,4
1	120	15	40	121	6,7	5,7	84	63,3
1	90	10	70	121	10,9	3,1	89	64,2
1	90	15	40	153	6,3	2,6	84	73,0
1	120	10	40	135	7,0	2,7	91	64,8
1	120	15	70	109	11,3	2,6	99	66,9

*GAE – ekvivalent galne kiseline

**Semenke grožđa: 1 – semenke skladištene dva meseca pre sušenja; 2 i 3 – semenke skladištene manje od 2 dana pre sušenja; takođe, razlikuje se i vreme berbe semenki 1, 2 i 3.

Burg i sar. (2017) ispitivali su iskorišćenje presovanja semenki tri bele i dve crvene sorte grožđa. U semenima je određen sadržaj vlage, ulja, mase 1000 zrna i litarske mase. Autori su utvrđivali prinos ulja pri različitim brzinama rotacije puža (20, 40, 60 i 80 o/min). Rezultati su potvrdili da se pri povećanju brzine obrtaja puža od 20 do 80 o/min, efikasnost prese povećava za više od 100%. Međutim, pri istim obrtajima, prinos ulja opada u proseku za približno 46%. Rezultati ove studije takođe su pokazali da se presovanjem 1 kg semena može proizvesti 67,5 – 98,5 g ulja, a na dobijeni prinos ulja utiče i sorta grožđa od koje je seme dobijeno, verovatno jer utiče na morfološke karakteristike semenki.

Al Juhaimi i sar. (2018) poredili su uticaj načina dobijanja ulja (hladnim presovanjem i hemijskom ekstrakcijom) na bioaktivna jedinjenja, antioksidativna svojstva, polifenole, masne kiseline i tokoferole u osam ulja jezgrastog (orašastog) voća. Zaključeno je da na kvalitet i prinos ulja, pored načina proizvodnje ulja, utiču i vrsta sirovine, poreklo, vreme berbe, primenjene agrotehničke mere.

Uticaj predtretmana sirovine (lat. *Crambe abyssinica*) kao što su kuvanje i varijacije u sadržaju vlage na iskorišćenje presovanja ispitali su Singh i sar. (2002). *Crambe abyssinica* je biljna vrsta čiji se plodovi koriste u proizvodnji ulja. Seme je nakon branja čuvano na 4°C, a u semenu je utvrđeni sadržaj vlage iznosio 9,9%. Deo uzoraka je „kuvan” - termički obrađen, zatim osušen do željene vrednosti sadržaja vlage, dok su ostali uzorci samo kuvani, bez naknadnog sušenja. Proces hladnog presovanja uzoraka izveden je pri podešenoj temperaturi grejnog prstena od 120°C i pri brzini obrtaja puža od 20 o/min. Vreme presovanja je iznosilo 4 do 5 min. Rezultati su pokazali da kuvanje kao predtretman sirovine ima pozitivan uticaj na iskorišćenje (prinos ulja), dok vlaga negativno utiče.

Singh i sar. (2002) ispitivali su mogućnost poboljšanja iskorišćenja ulja lana dobijenog hladnim presovanjem primenom predtretmana (primenom pare i enzimatskog tretmana). Određivane su vrednosti prinosa ulja (iskorišćenja), količine zaostalog ulja u pogači, vreme presovanja i sadržaj sedimenta u ulju u funkciji predtretmana i sadržaja vlage korišćene sirovine. Dobijeni rezultati pokazali su da primenjeni predtretmani značajno utiču na sadržaj rezidualnog ulja u pogači i vreme presovanja, dok uticaj na prinos ulja i na sadržaj taloga u ulju nije utvrđen. Takođe, utvrđeno je da su semena sa malim sadržajem vlage imala bolje iskorišćenje u poređenju sa semenima gde je vršen predtretman parom ili enzimima.

Rezultati ispitivanja uticaja veličine semena, brzine obrtaja puža, veličine otvora izlaza na presi i sadržaja vlage u semenu na iskorišćenje (tj. prinos) ulja dobijenog hladnim presovanjem semena grožđa prikazani su u tabeli II.4 (Teh, 2016). Uprkos preporukama da se materijal usitni u cilju lakšeg izdvajanja ulja, usitnjeni materijal u ovom slučaju nije bilo moguće presovati zbog konstantnog zagušenja prese. Povećanje broja obrtaja puža prilikom presovanja, povećanje prečnika matrice na izlazu iz prese, kao i povećanje sadržaja vlage u semenu negativno su uticali na iskorišćenje ulja.

Tabela II.4. Uticaj veličine semena, brzine obrtaja puža, veličine otvora izlaza na presi i sadržaja vlage u semenu na prinos ulja dobijenog hladnim presovanjem semena koštica grožđa (Teh, 2016)

Varirani parametar	Vrednost	Prinos ulja (%)
	celo seme	8,08 ± 0,4
Veličina semena	< 0,5 mm	Presovanje nije bilo moguće zbog zagušenja prese
	36	8,08 ± 0,34
Brzina obrtaja puža (o/min)	66	7,76 ± 0,17
	95	7,40 ± 0,38
	120	7,63 ± 0,18
Prečnik izlaza iz prese (mm)	6	9,21 ± 0,21
	8	8,27 ± 0,32
	10	7,40 ± 0,38
Sadržaj vlage u semenu (%)	3,1	9,88 ± 0,10
	5,3	9,21 ± 0,21
	8,7	9,06 ± 0,40
	17,5	4,28 ± 0,13

2.2.6. Pogača semena suncokreta

Nakon izdvajanja ulja na pužnoj presi, kao sporedni proizvod, ko što je i napomenuto, zaostaje pogača. Uljane pogače su u prethodnom periodu najveću primenu našle kao hrana za životinje, međutim zbog svoje dostupnosti i proteinske vrednosti, sve više se smatraju potencijalnim izvorom proteina za ljudsku upotrebu (Pedroche, 2015). Naime, u svetu je

trenutno povećana potražnja za proteinima za ljudsku ishranu, animalni proteini su skupi i troše resurse. Sa druge strane, biljni proteini nisu zadovoljavajući sa aspekta ukusa, funkcionalnosti ili cene, a industrija prerade suncokreta uglavnom je fokusirana na proizvodnju ulja. Proizvodnjom suncokretovih proteina za ljudsku upotrebu iz pogače dobija se novi izvor proteina prilagođen postojećim resursima, bez potrebe za dodatnim količinama suncokreta, i otvara potencijal od sedam miliona tona proteina suncokreta dostupnog za ljudsku upotrebu, bez gubitka u uljanoj frakciji.

Postojeći suncokretov protein koji se uglavnom koristi za ishranu životinja sadrži oko 30% proteina, slabih je funkcionalnih karakteristika, tamne boje, sa visokim sadržajem vlakana i malom svarljivošću. Odstranjivanjem ljuske moguće je dobiti koncentrovane proteine suncokreta za ljudsku upotrebu. Ovaj proizvod sadrži više od 55% proteina, dobrih je funkcionalnih karakteristika, svetlije boje, s malim sadržajem vlakana i dobrom svarljivošću (Prospektni materijal, 2018). Na slici II.19 prikazana je proizvodnja koncentrovanh proteina suncokreta za ljudsku ishranu.



Slika II.19. Proizvodnja proteinskih obroka za ljudsku ishranu (prilagođeno sa Prospekti materijal, 2018)

Sastav materijala dobijenog nakon izdvajanja suncokretovog ulja zavisi uglavnom od sorte (hibrida) suncokreta i načina ekstrakcije ulja (tabela II.5). Proteini i vlakna su glavne komponente i čine 20 - 45% i 1 - 30%, redom. Sadržaj zaostalog ulja zavisi od načina izdvajanja ulja i iznosi manje od 3% ukoliko je ulje izdvajano ekstrakcijom pomoću rastvarača i preko 7% ako je izdvajano mehaničkim putem. Fenoli, uglavnom hlorogena i

kafena kiselina, bitni su sa nutritivnog aspekta i njihov sadržaj se kreće od 2 - 6%. Sadržaj vlage i pepela ne varira u zavisnosti od načina na koji se proces izvodi. Aminokiselinski sastav proteina suncokreta u skladu je sa preporukama Food and Agricultural Organization (FAO), izuzev u sadržaju lizina. Amino grupa lizina reaguje sa karbonilnim grupama oksidovanih lipida i redukujućih šećera (Friedman, 1999; Adams i sar., 2011). Ove Maillard-ove reakcije dovode do tamnjenja (Hofmann, 1998; Rizzi, 2008) i utiču na senzorske karakteristike (Eric i sar., 2013). Usled formiranja kompleksa između proteina i polifenola dolazi i do promena u funkcionalnim karakteristikama proteina, umanjuje se sadržaj esencijanih aminokiselina, narušava svarljivost kao i nutritivna vrednost pogače, a može doći i do formiranja toksičnih jedinjenja (Easa i sar., 1996). Krajnji sadržaj lizina u pogačama suncokreta uslovljen je i načinom izdvajanja ulja kao i uslovima skladištenja.

Tabela II.5. Hemijski sastav sporednih proizvoda (pogača/sačmi) nakon različitih postupaka izdvajanja ulja iz semena suncokreta (Ancuța i Sonia, 2020)

Sporedni produkt	Vlaga [%]	Suva materija [%]	Proteini [%]	Ulje [%]	Pepeo [%]	Sirova vlakna [%]	Ugljeni hidrati [%]
A*	2,5-11	89-97,5	19,93-44,9	7-16,6	4,69-8	17,4-33,4	15-28,2
B*	2,56-10	90-97,44	31,9-43,38	1-23,6	6,4-7,83	13,07-28,85	25,99

*A – pogača, B - sačma

Iako je nedostatak lizina značajan nedostatak sa nutritivnog aspekta, preporuka za svakodnevnom količinama lizina odnosi se na uravnoteženu i raznoliku ishranu, a proteini suncokreta predstavljaju samo deo širokog spektra namirnica koje konzumiramo. Nedostatak lizina mogao bi biti upotpunjen iz drugih proteinskih izvora. Prema tome, proteini suncokreta bi imali 50 - 60% vrednosti prema FAO zahtevima za ovu limitirajuću aminokiselinu. Samim tim proteini suncokreta dobijeni iz pogače mogu se smatrati vrednom alternativom ingredijenatima hrane, jer kako je već napomenuto, sadrže izuzeno male količine antrinitivnih komponenata i ne sadrže toksične supstance.

Korišćenje i valorizacija pogače semena suncokreta

Glavna primena pogača suncokreta je, kao što je prethodno rečeno, za proizvodnju stočne hrane. Suncokretova pogača je dragocen izvor proteina za različite vrste / kategorije u ishrani stoke. Međutim, specifična ograničenja kao što su maksimalni stepen inkorporacije,

vrsta životinje i neproteinska jedinjenja (npr. vlakna) su prisutna u ishrani životinja (tabela II.6) (OECD, 2007).

Tabela II.6. Maksimalni stepen inkorporacije pogače suncokreta u obrocima za stočnu hranu (Pedroche, 2015)

Vrsta/kategorija životinje	Stepen inkorporacije [%]
Muzne krave	30
Bikovi	40-50
Zečevi	Bez ograničenja
Tovne svinje	5-10
Živina	5-10

Sastav hranljivih materija suncokretove pogače zavisi od sadržaja ulja u semenu, stepena uklanjanja ljuske, efikasnosti ekstrakcije ulja i temperature prilikom obrade. Vlakna prisutna u pogači su slabo svarljiva zbog visoke rezistentnosti na bakterijsko razlaganje u digestivnom traktu životinja i predstavljaju nedostatak prilikom balansiranja ishrane za nepreživare i tovne životinje.

Stvaranje održivog lanca ishrane i sve važnija ekološka pitanja vode ka novim metodama valorizacije otpada proizvodnje hrane koje podrazumevaju iskorišćenje vrednih komponenata, dobijanje funkcionalnih sastojaka, razvoj novih proizvoda, biopolimernih filmova i dr. (Otles i sar., 2015).

Pogače sadrže vredna bioaktivna jedinjenja (pigmente, vlakna, minerale, antioksidanse, vitamine B kompleksa) koji se mogu ponovo upotrebiti u prehrambenoj industriji i drugim oblastima (poljoprivreda, kozmetika, farmacija). Iz pogača uljarica mogu se dobijati komponente visoke vrednosti kao što su antioksidansi, fitosteroli, polifenoli i flavonoidi, prehrambena vlakna i sl. (Ancuța i Sonia, 2020).

Pogače uljarica sadrže slobodne, esterifikovane ili kondenzovane oblike fenolnih kiselina, flavonoida i lignana, koji pomažu u smanjenju pojave oksidativnog stresa i tako doprinose sprečavanju pojave raznih vrsta karcinoma. Ova jedinjenja se mogu ekstrahovati pomoću rastvarača. Ekstrakcija ovih vrednih jedinjenja može se izvesti ekstrakcijom organskim rastvaračima, ali da bi se ona mogla primeniti dalje u prehrambenoj industriji treba izbegavati organske rastvarače i koristiti neke druge ekstrakcione tehnike, npr. ekstrakcija visokim

pritiskom, mikrotalasima i superkričnim tečnostima. Na ovaj način ekstrahovani antioksidansi se mogu koristiti u pripremi hrane (pića, dijetetski proizvodi, pekarski i snek proizvodi) (Gupta i sar., 2018). Neki od antioksidanasa prisutnih u pogačama uljarica su galna kiselina, katehin, kvarcetin, *p*-kumarinska kiselina, luteolin, hlorogenska kiselina, *p*-hidroksibenzoeva kiselina, lignani i mnogi drugi.

Moguća valorizacija agroindustrijskih sporednih sproizvoda je u uzgoju gljiva. Pečurke sa dobrim antioksidativnim svojstvima proizvode se koristeći uljane pogače kao supstrat. Štaviše, neke hranljive materije mogu se preneti tokom rasta čineći pečurke hranom sa terapijskim svojstvima i visokom nutritivnom vrednošću i hepatoprotektivnim, antidijabetskim, antiholesterolemičnim i imunološkim efektima, na primer *Lentinula edodes* (šii-take), *Ganoderma lucidum* (hrastova sjajnica) i *Grifola frondosa* (zečarka) (Ancuța i Sonia, 2020).

U cilju poboljšanja kvaliteta i održivosti hrane, ali i smanjenja na minimum ostataka polimerne ambalaže, sintetizovani su biorazgradivi polimerni materijali. Filmovi i premazi su biopolimerni materijali za pakovanje sa istim hemijskim sastavom, ali različiti izgledom, prvi su zasebni materijali dok se drugi nalaze na površini samog proizvoda. Do sada su obavljena brojna istraživanja na primerima pogača i sačmi od suncokreta, soje, uljane repice, uljane tikve i arašida (kikirikija), sa aspekta primene za proizvodnju biopolimernih ambalažnih materijala (Ancuța i Sonia, 2020; Popović i sar., 2020).

Najjeftinija valorizacija sporednih proizvoda prerade uljarica je odgovarajuća priprema i deponovanje na odgovarajućim mestima, čija razgradnja zatim dovodi do stvaranja metana, teških metala i organskih jedinjenja. Postoje dve metode za konverziju u biogoriva: termohemijska, pogodnija za sporedne proizvode sa niskim sadržajem vode i anaerobna razgradnja, u slučaju visokog sadržaja organskih materija i vode. Proizvodnja biodizela može se ekonomski opravdano poboljšati korišćenjem pogača semena uljarica kao polazne sirovine. Zbog toksičnih materija, neke pogače nisu upotrebljive u prehrambene svrhe, ali imaju potencijal za proizvodnju energije, biogoriva i sl. Visok sadržaj proteina u pogačama od uljanog semena može prouzrokovati neke nedostatke na proces pirolize (smanjenje stepena razgradnje) (Ancuța i Sonia, 2020).

Primena proteina dobijenih iz pogače suncokreta za ljudsku upotrebu

Što se tiče direktne ljudske potrošnje, seme suncokreta konzumira se samo soljeno ili kao pečeno suncokretovo seme sa različitim dodatim ukusima (so, roštilj, kiseli krastavac, slanina i dr.), čokoladom ili medom prekrivene grickalice, kao i sastavni deo krepera ili hleba. Na tržištu se može naći i mleko od semena suncokreta. Ipak, više od dve trećine poljoprivrednog zemljišta koristi se za uzgoj suncokreta za ishranu stoke, a samo 8% za uzgoj suncokreta za ljudsku potrošnju (LEAD-FAO, 2013).

S tim u vezi, proteini suncokreta kao komponente hrane koriste se u obliku obezmašćenog brašna i proteinskih izolata ili hidroizolata koji nisu široko rasprostranjeni. Seme suncokreta smatra se kvalitetnim proizvodom koji sadrži male količine antinutritivnih materija i uravnotežen masnokiselinski sastav. Nekoliko studija bavilo se bezbednošću i nutritivnim prednostima proizvoda od proteina suncokreta u ljudskoj upotrebi (Škorić, 2009; Gandhi i sar., 2014). Glavni razlozi smanjene primene mogu biti sa jedne strane sadržaj vlakana i polifenola kao glavno ograničenje za implementaciju ovih proizvoda u prerađenu hranu za ljudsku potrošnju. Sa druge strane sve su veće potrebe tržišta za proteinskim izolatima i hidroizolatima, međutim ovi proizvodi suncokreta su nekonkurenti u poređenju sa proteinskim koncentratima i izolati soje, pirinča ili pšenice.

Prednost proteina suncokreta u poređenju sa drugim izvorima proteina je da ne sadrže alergene, laktozu, gluten i nije proizvod dobijen genetskom modifikacijom, pogodan je za ishranu vegana, ima visok senzorski kvalitet, dobra je funkcionalnost proteina, cena je pristupačna i suncokret je dostupna sirovina. Dobre funkcionalne karakteristike su sposobnost emulgovanja, stabilizacije, stvaranje pene, stabilizacija pene, uspostavljanje proteinske mreže, vezivanje masti i vode, slaba funkcionalna karakteristika je slaba moć želiranja (Prospektni materijal, 2018). U tabeli II.7 prikazane su funkcionalne karakteristike proteina suncokreta.

Tabela II.7. Funkcionalne karakteristike proteina suncokreta (Prospektni materijal, 2018)

Funkcionalne karakteristike	Jedinica	Sadržaj
Rastvorljivost proteina	%	41,8 ± 0,9
Sposobnost emulgovanja	ml/g	505 ± 0,0
Sposobnost vezivanja vode	ml/g	3,3 ± 0,0
Sposobnost vezivanja masti	ml/g	2,8 ± 0,0

Proteini suncokreta uspešno se primenjuju u proizvodnji prehrambenih proizvoda: u proizvodnji emulzija kao što su majonez i dresinzi, slatkih i slanih namaza, slatkih pekarskih proizvoda (mafini, vafli, kolači), hleba i krepera, čokolada, sladoleda i slatkiša, proteinskih barova i barova od žitarica, zamena za meso (kobasice, ražnjići, hamburgeri), zamena za mleko. Zbog sedimentacije nisu pogodni za proizvodnju bistrih napitaka (Prospektni materijal, 2018).

2.3. Sastav masnih kiselina, nutritivne karakteristike i kvalitet suncokretovog ulja

Sirovo suncokretovo ulje sastoji se uglavnom od triacilglicerola (> 98%) zajedno sa malim delom minornih sastojaka kao što su diacilgliceroli, fosfolipidi, glikolipidi, slobodne masne kiseline, alifatični alkoholi, voskovi, ugljovodonici, fenolna jedinjenja, karotenoidi, hlorofili, tragovi metala, tokoferoli i fitosteroli (Sánchez-Muniz i Cuesta, 2003; Grompone, 2005). Može sadržati i pesticide (Gunstone, 2005).

2.3.1. Sastav masnih kiselina

Sastav masnih kiselina standardnog suncokretovog ulja (linolnog tipa) i ulja izmenjenog masnokiselinskog sastava prikazan je u tabeli II.8.

Tabela II.8. Sastav masnih kiselina različitih tipova suncokretovog ulja (Codex Alimentarius, 1999; Serrano-Vega i sar., 2005; Salas i sar., 2011; Salas i sar., 2015)^a

Tip suncokretovog ulja	Masna kiselina								
	C16:0	C16:1	C16:2	C18:0	C18:1 (n-9)	C18:1 (n-7)	C18:2	C20:0	C22:0
standardni	6,3	0,1	-	4,6	26,7	-	61,1	0,3	0,9
srednjeoleinski	4,9	-	-	3,8	57,9	-	32,3	0,3	0,8
visokooleinski	3,8	-	-	4,1	82,1	-	8,7	0,4	0,9
visokostearinski	7,4	-	-	27,1	16,1	-	46,3	1,5	1,6
visokostearinski visokooleinski	5,4	-	-	24,9	57,8	-	8,2	1,8	1,9
visokopalmitinski	34,7	5,1	0,6	2,6	6,9	3,4	45,1	0,5	1,1
visokopalmitinski visokooleinski	31,7	7,4	-	2,0	50,5	3,9	2,7	0,5	1,3

^a mol%, određeno gasnom hromatografijom

Standardno suncokretovo ulje bogato je linolnom (C18:2) masnom kiselinom, sa sadržajem od 48 do 74%. Sadrži male količine zasićenih masnih kiselina, uglavnom palmitinsku (C16:0) i stearinsku (C18:0), i za razliku od drugih ulja kao što su sojino i repičino, suncokretovo ulje sadrži zanemarljive količine linolenske kiseline (C18:3). Značajno je i prisustvo masnih kiselina dugog lanca, kao što su arahidonska (C20:0) i behenska (C22:0).

Visokostearinski i visokopalmitinski hibridi suncokreta stvoreni su oplemenjivanjem semena standardnog (linolnog) suncokreta. Sadržaj stearinske kiseline u visokostearinskom suncokretovom ulju je od 20 do 30% (tabela II.8), što je i do 5 puta više u odnosu na standardno suncokretovo ulje (linolnog tipa). Povećanjem sadržaja stearinske kiseline smanjuje se sadržaj oleinske kiseline sto utiče i na fizičke karakteristike (povećava se tačka topljenja ulja). Druga značajna promena u sastavu masnih kiselina visokostearinskog suncokretovog ulja je povećan sadržaj masnih kiselina dugog lanca (arahidonske i behenske) koje čine 3%, za razliku od standardnog suncokretovog ulja, gde je njihov ukupni sadržaj ispod 1%.

Sadržaj palmitinske masne kiseline u visokopalmitinskom suncokretovom ulju je i do 30% i to povećanje je na račun smanjenja sadržaja oleinske i stearinske masne kiseline (tabela II.8). Sadržaj masnih kiselina dugog lanca je nešto viši u odnosu na njihov sadržaj u standardnom suncokretovom ulju. Međutim, najznačajniji aspekt visokopalmitinskog tipa suncokretovog ulja je prisustvo n-7 masnih kiselina, palmitooleinske (C16:1), palmitolinolne (C16:2) i *cis*-vakcenske (C18:1 n-7), koje nisu prisutne u drugim tipovima suncokretovog ulja.

Visokostearinsko visokooleinsko i visokopalmitinsko visokooleinsko suncokretovo ulje razlikuju se od standardnih visokozasićenih suncokretovih ulja po tome što sadrže više oleinske, a manje linolne kiseline, koje ima čak manje nego kod visokooleinskog suncokretovog ulja. Kod visokostearinsko visokooleinskog suncokretovog ulja oleinska kiselina zamenila je deo stearinske, tako da se njen sadržaj u ovim uljima kreće od 16 do 25%.

Na sastav masnih kiselina suncokretovog ulja u velikoj meri utiču položaj i klimatski uslovi tokom vegetacije (Lajara i sar., 1990; Marinković i sar., 2003; Pospišil i sar., 2006; Liović i sar., 2010; Mijić i sar., 2011; Saad Bin Mustafa i sar., 2015). Ukoliko su temperature visoke u periodu razvoja semena i sinteze ulja, povećava se sadržaj oleinske, a smanjuje sadržaj linolne kiseline (Matsuzaki i sar., 1988; Onemli, 2012). Povećavanje temperaturnih razlika između dana i noći rezultira povećanjem akumulacije linolne kiseline, što potvrđuju rezultati Krizmanića i sar. (2013). Pored srednjih dnevnih temperatura i vlage vazduha, na sadržaj ulja utiče i tip tla, kao i primena agrotehničkih mera. Sastav masnih kiselina ulja značajno utiče na njegov oksidativni status. Linolna i oleinska masna kiselina, kao što je i rečeno, čine približno 90% ukupnih masnih kiselina prisutnih u ulju semena suncokreta (Fernández-Martínez i sar., 1989; Grunvald i sar., 2013).

2.3.2. *Minorne komponente*

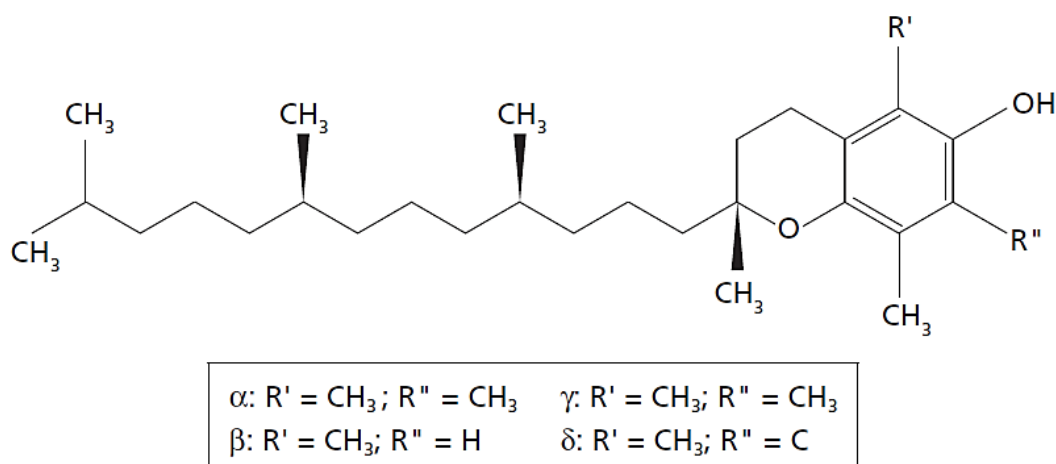
Najveći deo minornih komponenti suncokretovog ulje čini tzv. neosapunjiva frakcija, koja uključuje i one minorne komponente koje se ne mogu saponifikovati pomoću baza, ali su rastvorljive u organskim rastvaračima u kojima se rastvaraju masti i ulja (AOCS, 2011). Neosapunjive materije sirovog suncokretovog ulja su tokoferoli, fitosteroli, alkoholi, ugljovodonici i fenoli koji obično čine 0.5 – 1.5% m/m sirovog ulja. Prema *Codex Alimentarius* maksimalna količina neosapunjivih materija u sirovom suncokretovom ulju treba da iznosi 15 g/kg (Codex Alimentarius, 1999). U tabeli II.9 prikazan je sastav minornih komponenti sirovog suncokretovog ulja standardnog (linolnog) tipa prema različitim autorima.

Tabela II.9. Sadržaj minornih komponenata u sirovom suncokretovom ulju standardnog tipa

Minorne komponente	Sadržaj [mg/kg ulja]	Izvor
Diacilgliceroli	10000 – 18900	Sánchez-Muniz i Cuesta (2003)
Fosfolipidi	6000 – 12000	Carelli i sar. (2002b)
Slobodne masne kiseline	3700 – 4500	Sánchez-Muniz i Cuesta (2003)
Fitosteroli	2400 – 4600	Grompone (2005)
Ugljovodonici	1000	Baštić i sar. (1978)
Tokoferoli	403 – 935	Grompone (2005)
Voskovi	200 – 3500	Carelli i sar. (2002a)
Alifatični alkoholi	59 – 63	Sánchez-Muniz i Cuesta (2003)
Tragovi metala	45 – 95	Gupta (2002)
Karotenoidi	6,5 – 15,3	Premović i sar. (2010)
Fenoli	4,8 – 16,4	Perretti i sar. (2004)
Hlorofili	0 – 1	Premović i sar. (2010)

Neke minorne komponente, kao što su tokoferoli i fitosteroli, imaju značajan pozitivan uticaj na nutritivna i/ili tehnološka svojstva ulja (Fernández-Martínez i sar., 2009). Druge pak imaju negativan uticaj na kvalitet i stabilnost ulja. Fosfolipidi, slobodne masne kiseline i voskovi su glavne komponente ove nepoželjne grupe jedinjenja (Kamal-Eldin, 2005). Neki od ovih minornih sastojaka (npr. fosfolipidi) predstavljaju koprodukte koji imaju važnu industrijsku primenu (Salas i sar., 2006).

Tokoferoli su grupa liposolubilnih jedinjenja koji se sastoje od polarnog dela izvedenog iz tirozina, hromanolnog prstena i hidrofobne strane, derivata fitil lanca (slika II.20). U prirodi se javljaju u četiri izomerna oblika: α -, β -, γ - i δ -tokoferol, koji se razlikuju po broju i položaju metil supstituenata na hromanolnom prstenu (Mène-Saffrané i DellaPenna, 2010). Tokoferoli su glavna jedinjenja sa antioksidativnim dejstvom u uljaricama, kao i u uljima ekstrahovanim iz uljarica i imaju veliki uticaj na njihove prehrambene i tehnološke karakteristike. Tokoferoli, zajedno s drugim srodnim jedinjenjima, kao što su tokotrienoli (zajedno poznati kao tokohromanoli) imaju E vitaminsku aktivnost. Oni sprečavaju oksidativna, metabolička i inflamatorna oštećenja na ćelijskom nivou i naknadni razvoj različitih hroničnih bolesti (Eitenmiller i Lee, 2004; Galli i Azzi, 2010). Iz tehnološke perspektive, tokoferoli štite ulje od oksidativnih promena (Shahidi i Zhong, 2010).



Slika II.20. Hemijska struktura tokoferola (Velasco i Ruiz-Méndez, 2015)

Sirovo suncokretovo ulje ima relativno visok sadržaj tokoferola u čijem sastavu je uglavnom α -tokoferol, koji čini suncokretovo ulje najbogatijim izvorom vitamina E među komercijalno dostupnim biljnim uljima i jedna je od namirnica najbogatijih E vitaminom. Ostala važnija biljna ulja sadrže uglavnom γ -tokoferol (soja, uljana repica) ili izbalansirane količine α - i γ -tokoferola (kikiriki, seme pamuka). Jedino još seme maslačka sadrži značajnije količine α -tokoferola. Maslinovo ulje ima sličan tokohromanolni profil, iako je ukupni sadržaj znatno niži od onog u suncokretovom ulju.

Triacilgliceroli i tokoferoli akumuliraju se u ćelijama suncokretovog semena kao rezultat odvojenih biosintetičkih puteva. Budući da su tokoferoli rastvorljivi u mastima, prilikom ekstrakcije (mehaničke ili hemijske) prelaze u ulje. Prema tome, sadržaj tokoferola u

sirovom suncokretovom ulju zavisi od sadržaja tokoferola u semenu, sadržaja ulja u semenu i postupka izdvajanja ulja (Velasco i sar., 2010). Sadržaj ulja i tokoferola u semenu rezultat je genetskih i ekoloških faktora, kao i njihove interakcije (Marquard, 1990; Velasco i sar., 2010). Stoga, razumevanje varijacija sadržaja ukupnih tokoferola u suncokretovom ulju zahteva detaljnu analizu svih faktora koji na njega utiču. Ovo objašnjava ogromne varijacije sadržaja tokoferola u sirovom suncokretovom ulju objavljene u literaturi, s ekstremnim razlikama u vrednostima koje se kreću od 389 do 1873 mg/kg (Dolde i sar., 1999; Nolasco i sar., 2004; Velasco i sar., 2004).

Ukupna količina tokoferola prisutna u ulju i njihov sastav važni su za prehrambena i tehnološka svojstva ulja. α -Tokoferol ima visoku biološku vrednost kao vitamin E. Ako je vrednost vitamina E od 1,0 dodeljena α -tokoferolu, opšte je prihvaćeno da su E vitaminske vrednosti ostalih tokoferola 0,5 za β -tokoferol, 0,1 za γ -tokoferol i 0,01 za δ -tokoferol (Eitenmiller i Lee, 2004). Standardno suncokretovo ulje ima visok sadržaj tokoferola, sa visokom udelom α -tokoferola, što ga čini komercijalnim biljnim uljem s najvišom E vitaminskom vrednošću (tabela II.10). α -Tokoferol pokazuje najjaču biološku aktivnost *in vivo* i najslabiji antioksidativni efekat u uljima i mastima *in vitro*, dok obrnuto, γ - i δ -tokoferol pokazuju izraženije antioksidativne sposobnosti *in vitro*, ali i slabu biološku aktivnost *in vivo*. Dakle, α -tokofero je važniji za zdravlje ljudi, a γ - i δ -tokoferoli za kvalitet i stabilnost ulja. Međutim, sve više dokaza koji upućuju na to da je potcenjena uloga drugih oblika tokoferola, kao što je γ -tokoferol u prevenciji raznih bolesti (Wagner i sar., 2004; Ju i sar., 2010).

Tabela II.10. Sadržaj i sastav tokohromanola različitih biljnih ulja (Velasco i Ruiz-Méndez, 2015)

Ulje	Ukupni tokohromanoli (mg/kg)	Tokoferol				Tokotrienoli ($\alpha+\beta+\gamma+\delta$) [%]	Plastohromanol-8 [%]
		α - [%]	β - [%]	γ - [%]	δ - [%]		
Palme	32,7	0,0	0,5	0,0	66,8	0,0	32,7
Soje	8,9	0,8	63,6	26,7	0,0	0,0	8,9
Repice	29,9	0,0	67,3	1,7	0,0	1,1	29,9
Suncokreta	93,8	3,3	2,8	0,1	0,0	0,0	93,8
Pamuka	49,7	1,0	49,0	0,3	0,0	0,0	49,7
Kokosa	11,4	0,0	8,6	8,6	71,5	0,0	11,4
Masline, devičansko	91,5	2,0	6,5	0,0	0,0	0,0	91,5
Susama	1,3	0,6	95,1	3,0	0,0	0,0	1,3
Lana	0,7	0,0	73,6	0,0	0,0	25,7	0,7
Šafranjika	90,6	1,4	6,6	1,4	0,0	0,0	90,6

Sa tehnološkog aspekta, tokoferoli štite ulje od oksidativnih reakcija koje se javljaju uglavnom na dvostrukim vezama nezasićenih masnih kiselina (Barrera-Arellano i sar., 2002). Uticaj vrste tokoferola na stabilnost ulja proučava se dodavanjem tokoferola u različitim koncentracijama u prečišćena ulja (ulja bez prirodnih tokoferola). Rezultati su pokazali da učinkovitost tokoferola zavisi od njihove koncentracije, kao i od temperature kojoj je izloženo ulje. Na umereno povišenim temperaturama, α -tokoferol ima bolju antioksidativnu aktivnost nego γ -tokoferol kada su koncentracije tokoferola niske, dok se suprotno dešava pri visokim koncentracijama tokoferola (Fuster i sar., 1998; Lampi i Kamal-Eldin, 1998; Lampi i sar., 1999; Seppanen i sar., 2010). Na visokim temperaturama, γ - i δ -tokoferoli efikasnije inhibiraju reakcije polimerizacije nego α -tokoferol (Lampi i Kamal-Eldin, 1998; Barrera-Arellano i sar., 2002; Warner i Moser, 2009; Seppanen i sar., 2010).

Oko 91% ukupnih tokoferola u suncokretovom ulju čini α - tokoferol. Sadržaj α -tokoferola u suncokretovom ulju kreće se od 403 do 935 mg/kg, dok se sadržaj ukupnih tokoferola u suncokretovom ulju kreće od 440 do 1520 mg/kg (Melgarejo, 1998; Grompone, 2020). Velasco i sar. (2004), Gotor i sar. (2007) i Marmesat i sar. (2008) utvrdili su sadržaj

ukupnih tokoferola od 176,9 – 1872 mg/kg u ulju dobijenom od semena suncokreta standardnog (linolnog) tipa, dok je sadržaj od 450 – 1120 mg/kg zabeležen u visokooleinskom i 509 – 741 mg/kg u srednjeoleinskom suncokretovom ulju. Oplemenjivanjem suncokreta moguće je izvršiti modifikaciju sastava tokoferola u ulju. U tabeli II.11. prikazan je sastav tokoferola u ulju novih linija suncokreta dobijenih iz germplazme divljeg i kultivisanog suncokreta. Sadržaj tokoferola koji se akumulira u semenu ovih linija uglavnom zavisi od modifikacije gena koji kontrolišu biosintetski put nastajanja tokoferola.

Tabela II.11. Sastav tokoferola u ulju dobijenom iz modifikovanih linija suncokreta

Tip ulja	Sadržaj tokoferola [%]			
	α -	β -	γ -	δ -
Standardni	94	3	3	0
Srednje β - tokoferol	50	50	0	0
Visoko β - tokoferol	25	75	0	0
Visoko γ - tokoferol	1	0	98	1
Srednje δ - tokoferol	3	0	39	58
Visoko δ - tokoferol	1	1	24	74

Karotenoidi i hlorofili su najzastupljeniji pigmenti u suncokretovom ulju (tabela II.9). Karotenoidi su tetraterpenoidi, građeni su od osam molekula izoprena i sadrže 40 atoma ugljenika. Klasifikovani su u dve grupe: ksantofile, koji sadrže kiseonik, i karotene, koji predstavljaju čiste ugljovodonike koji ne sadrže kiseonik. Ksantofili, zajedno s dihidroksi karotenoidima (uglavnom luteinom), su najzastupljeniji karotenoidi u suncokretovom ulju i čine od 76 do 81% ukupnih karotenoida (Rade i sar., 2004). Karotenoidi imaju značajnu biološku i zaštitnu ulogu u organizmu, deluju kao provitamini i u zaštiti od UV zraka (De Leonardis i sar., 2001; Tuberoso i sar., 2007; Dimakou i Oreopoulou, 2012). U nerafinisanim uljima karotenoidi doprinose ne samo boji ulja kao bitnom parametru senzorskog kvaliteta, već imaju i snažno antioksidativno dejstvo, poput tokoferola (Choe i Min, 2006; Dimakou i Oreopoulou, 2012).

Dodavanjem β -karotena u suncokretovo ulje povećava se oksidativna stabilnost na sobnoj temperaturi i pod dnevnim svetlom usled sinergističkog dejstva sa tokoferolima (Yanishlieva i sar., 2001). Franke i sar. (2010) pronašli su karotenoide u hladno presovanom suncokretovom ulju, ali ne i u rafinisanom. Visok udeo uklonjenih karotenoida tokom

rafinacije pripisuje se njihovoj termolabilnosti (Ouyang i sar., 1980). Sadržaj ukupnih karotenoida u hladno presovanom suncokretovom ulju kreće se od 2 do 4 mg (Tuberoso i sar., 2007), dok su Dimić i sar. (2018) utvrdili znatno veći sadržaj ukupnih karotenoida (od 4,80 do 14,43 mg / kg). Druga hladno presovana ulja sadrže manje karotenoida: ulje oraha sadrži $0,93 \pm 0,05$ mg/kg (Martínez i sar, 2013), ulje koštica grožđa 0,2 mg/kg (Lutterodt et al., 2011), ulje borovnice 19 mg/kg (Parry et al., 2005).

Hlorofili su zeleni pigmenti, utiču na boju i bitan su faktor u senzorskoj oceni ulja (Matthäus i Brühl, 2004). Hlorofil i derivati hlorofila su najaktivniji promoteri fotooksidacije ulja u prisustvu svetlosti i u velikoj meri čine ulja podložnim oksidativnim procesima. Novija istraživanja ukazuju i na antioksidativna svojstva hlorofila prisutnih u ulju (Tynek i sar., 2012). Derivati hlorofila, feofitin A, pokazali su blagi antioksidativni efekat u mraku, verovatno donirajući vodonik slobodnim radikalima i prekidajući tako lančanu reakciju oksidacije (Dobarganes i Velasco, 2002). Sirovo suncokretovo ulje ima mali sadržaj hlorofila koji se uklanjaju tokom beljenja za vreme rafinacije. Sadržaj hlorofila u hladno presovanom suncokretovom ulju kreće se od 2,3 mg/kg (Tuberoso i sar., 2007) do čak 5,15 mg/kg kod visokoolenskog suncokretovog ulja (Dimić i sar., 2011). Dimić i sar. (2018) ispitali su sadržaj hlorofila u hladno presovanim uljima suncokreta dobijenog od semena sa različitim udelom organskih nečistoća i ljuske i dobili znatno niži sadržaj (od 0,00 do $1,21 \pm 0,01$ mg/kg). U rafiniranim uljima hlorofili se nalaze u količini do 0,6 mg/kg (Warner i sar., 1989). U drugim hladno presovanim uljima hlorofili se nalaze u većim koncentracijama, i to u devičanskom maslinovom ulju sadržaj hlorofila može biti veći od 31,97 mg/kg (Giuffrida i sar., 2007), u hladno presovanom repičinom ulju sadržaj ukupnih hlorofila kreće se od 22 do 118 mg/kg (Matthäus i Brühl, 2004), dok hladno presovano laneno ulje sadrži od 0,8 do 5,76 mg/kg (Choo i sar., 2007).

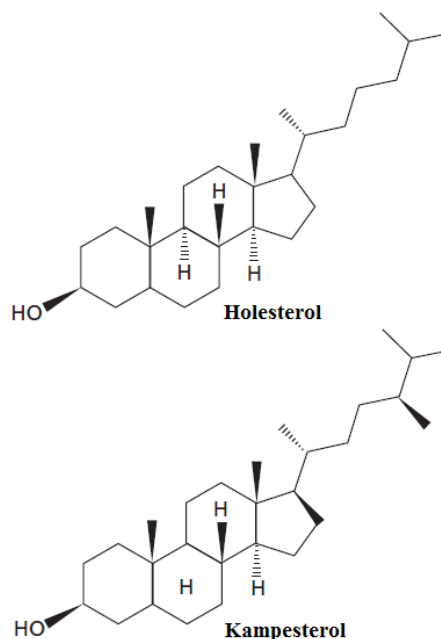
Fenoli su posebno cenjena grupa jedinjenja. Zahvaljujući značajnim antioksidativnim svojstvima, fenolna jedinjenja znatno doprinose povoljnim nutritivnim i hemijskim karakteristikama ulja. Antioksidativna aktivnost polifenola pripisuje se postojanju o-dihidroksi fenolne strukture, koja ima veliku sposobnost obrazovanja helata sa metalnim jonima i na taj način inhibira nastanak kiseoničnih radikala. Polifenoli poseduju antioksidativnu aktivnost za alkoksil i peroksil radikale i regenerišu α -tokoferol tako što redukuju tokoferil radikal. Zahvaljujući ovim svojstvima polifenoli povećavaju stabilnost ulja, a u organizmu stabilnost lipoproteina niske gustine (tzv. LDL-a). Njihov doprinos u prevenciji kardiovaskularnih oboljenja i mogućoj terapijskoj ulozi se može pripisati, osim

antioksidativnim sposobnostima, i drugim metaboličkim procesima (Virgili i sar., 2001; Kroon i Williamson, 2005; Choe, 2008; Vujasinović, 2011). Pored antioksidativnih, fenolna jedinjenja pokazuju i druga veoma važna svojstva, kao što su hormonska (estrogeni ili antiestrogeni efekti) (Fruhvirt i sar., 2003). Pored toga, među njima ima i jedinjenja sa potencijalnim antikancerogenim i kardioprotektivnim indikacijama (zaštitnim dejstvom na kardiovaskularni sistem) (Coni i sar., 2000; Fruhwirt i sar., 2003), a neka poseduju i antimikrobna, antivirusna i antiinflamatorna svojstva.

Seme suncokreta sadrži relativno visoke koncentracije hlorogene kiseline i njenih izomera, međutim samo male količine ovih fenolnih komponenata prelaze u ulje, većina zaostaje u pogači (De Leonardis i sar., 2005). Uprkos minornom sadržaju fenolnih jedinjenja u nerafinisanom suncokretovom ulju, njihov uticaj na kvalitet i stabilnost ulja je značajan (Valavanidis i sar., 2004; Nyam i sar., 2009). Dimić i sar. (2018) pronašli su sadržaj ukupnih fenolnih jedinjenja u hladno presovanom suncokretovom ulju u rasponu od $1,84 \pm 0,30$ do $35,38 \pm 0,53$ mg/kg, što je znatno više u odnosu na prethodna istraživanja (De Leonardis i sar., 2001).

Fitosteroli ili biljni steroli pripadaju širokoj grupi steroida s velikim fiziološkim značajem i kod biljaka i kod životinja. Kod biljaka ova grupa uključuje važna jedinjenja kao što su triterpenoidi, od velike važnosti u odbrani od patogena i biljojeda (Flores-Sánchez i sar., 2002); brasinosteroidi, biljni hormoni neophodni za normalan rast i razvoj (Bishop i Yokota, 2001) i brojni sekundarni biljni metaboliti kao što su glikoalkaloidi i saponini (Hartmann, 1998).

Biljni steroli imaju sličnu strukturu kao i holesterol sisara. Imaju tetracikličnu ciklopentafenantrensku strukturu i alkilni bočni lanac sa 8 - 10 ugljenikovih atoma (Hartmann, 1998). Na slici II.21 vidi se bliska strukturna sličnost između holesterola i kampesterola, jednog od najvažnijih fitosterola.



Slika II.21. Hemijska struktura holesterola i kampesterola (Salas i sar., 2015)

Istraživanja sadržaja fitosterola u suncokretovom ulju i u semenu suncokreta pokazala su značajne varijacije. Većina rezultata o fitosterolima ulja suncokreta uključuje slobodne i esterifikovane desmetilsterole. Stoga, ovde prikazani ukupni sadržaj fitosterola odnosi se na obe grupe fitosterola, osim ako nije drugačije naznačeno. Prema Piironen i sar. (2000) ukupni sadržaj fitosterola u sirovom suncokretovom ulju kretao se od 3740 do 7250 mg/kg. Veći raspon varijacija, od 1250 do 7650 mg/kg, pronašli su Ayerdi-Gotor i sar. (2007) prilikom ispitivanja široke grupe hibrida suncokreta i samooplodnih linija.

Najzastupljeniji fitosteroli u standardnom suncokretovom ulju su β -sitosterol (60% ukupnih desmetilsterola), Δ^7 - stigmasterol (14%), kampesterol (8%) i stigmasterol (8%). Vlahakis i Hazebroek (2000) pronašli su maksimalne koncentracije od 20,4% kampesterola, 17,9% stigmasterola i 81,5% β -sitosterola. Maksimalne vrednosti od 23,9% za stigmasterol, 20,5% za Δ^5 - avenasterol i 10,6% za Δ^7 - avenasterol zabeleženi su u nekultivisanom *Helianthus* spp. (Fernández-Cuesta i sar., 2011).

Fitosteroli su važni nutritivni sastojci biljnih ulja. Strukturno liče na holesterol, te se fitosteroli takmiče sa holesterolom prilikom apsorpcije u crevima, što doprinosi smanjenju nivoa holesterola u serumu (Plat i Mensink, 2005). Ovo dejstvo fitosterola je stimulisalo njihovu upotrebu, te se hrana obogaćuje fitosterolima (Zawistowski, 2010). Zbog slabe rastvorljivosti i biorasploživosti fitosterola, koriste se kao estri fitostanola nakon

hidrogenacije i esterifikacije masnim kiselinama (García-Llatas i Rodríguez-Estrada, 2011). Margarin je prva komercijalna namirnica obogaćena fitosterolima, a danas se fitosterolima obogaćuju i majonez, salate, prelive, mlečni napici i napici bez mleka, čokolade, meso, sirevi i pekarski proizvodi (MacKay i Jones, 2011). Osim snižavanja nivoa holesterola u krvi, postoje studije koje ukazuju da fitosteroli mogu imati antikancerogena, antiaterosklerozna, antiinflamatorna i antioksidativna svojstva (Berger i sar., 2004). Nacionalni program obrazovanja za holesterol Sjedinjenih Američkih Država preporučuje suplementaciju fitosterola sa 2 g dnevno kako bi se smanjio lipoprotein niske gustine (tzv. LDL holesterol) u krvi a zatim i rizik od koronarne bolesti srca (National Cholesterol Education Program, 2002). Međutim, Savezni zavod za procenu rizika u Nemačkoj pronašao je indikacije da stanoli i steroli mogu predstavljati problem za osobe koje nemaju hiperholesterolemiju (BfR, 2011). Zbog toga Evropska unija zahteva da proizvodi koji sadrže biljne sterole i stanole imaju jasna upozorenja da njihova upotreba „Nije namenjena osobama koje ne moraju kontrolisati nivo holesterola u krvi“ (European Commission, 2013).

S tehnološkog aspekta, fitosteroli povećavaju termičku stabilnost ulja sa visokim sadržajem polinezasićenih masnih kiselina (Winkler i Warner, 2008a). Utvrđeno je da je ovaj efekat izraženiji za fitosterole kao što je $\Delta 5$ - avenasterol koji sadrže etiliden grupu u bočnom lancu, jer štite ulje od polimerizacije i usporavaju gubitak tokoferola (Gordon i Magos, 1983; Rossell, 2001). Međutim, druga istraživanja su pokazala da se zaštitno dejstvo fitosterola prilikom oksidacije ulja više odnosilo na stepen nezasićenosti fitosterola nego na prisustvo etilidenske grupe (Winkler i Warner, 2008b). Iako postoji dovoljno dokaza koji potvrđuju pozitivan uticaj fitosterola na termičku stabilnost ulja, potrebno je sprovesti još istraživanja kako bi se u potpunosti razumeo uticaj strukture fitosterola na stabilnost ulja.

Thanh i sar. (2006) ispitivali su uticaj povišene temperature i vremena skladištenja na sadržaj fitosterola u ulju. Zagrevanje ulja na 50°C tokom nekoliko nedelja i na 100°C tokom 1 sata nije pokazalo značajne varijaciju u sadržaju fitosterola. Nasuprot tome, zagrevanje na 200°C tokom 1 sata dovelo je do smanjenja fitosterola za 50 – 60% u odnosu na njihov polazni sadržaj u ulju.

Skvalen je jedan od biološki najdelotvornijih sastojaka biljnih ulja. Hemijski, skvalen je prirodni terpenoidni ugljovodonik kojeg proizvode sve biljke i životinje, uključujući i ljude. U biljkama se skvalen sintetiše kao biohemijski intermedijer u početnom koraku biosintetskog puta fitosterola. Slično tome, kod životinja on je intermedijerni produkt u biosintetskom putu

holesterola. Kod ljudi, skvalen je jedan od glavnih sastojaka lipida na površini kože, što ga čini visokovrednim u kozmetičkoj industriji (Huang i sar., 2009). Takođe ima široku primenu u pripremi vakcina i emulzija za isporuku lekova u farmaceutskoj industriji (Fox, 2009). Ulje jetre morskog psa tradicionalno je glavni izvor skvalena. Od komercijalno važnih biljnih ulja, devičansko maslinovo ulje je najbogatiji izvor skvalena sa količinama od 200 do 7500 mg/kg (Boskou, 2009). U sirovom suncokretovom ulju, sadržaj skvalena je između 150 i 200 mg/kg (Grompone, 2005), iako su zabeležene i više vrednosti, do 271 mg/kg (Kalogeropoulos i Andrikopoulos, 2004). Skvalen ima veliki uticaj na nutritivna svojstva biljnih ulja, a prema nekim autorima poseduje i antikarcinogena svojstva (Sotiroudis i Kyrtopoulos, 2008). Vrlo je stabilan i tokom skladištenja ulja, kao i u tehnološkim procesima. Međutim, nedosledni su rezultati njegove antioksidativne aktivnosti (Amarowicz, 2009).

Sirovo suncokretovo ulje bogato je fosfolipidima. **Fosfolipidi** čine glavne komponente bioloških membrana. Sastoje se od diacilglicerola esterifikovanih masnim kiselinama u položajima 1 i 2 glicerolnog skeleta, fosfatnom grupom u položaju 3, a varijabilna hidrofilna grupa povezana je sa fosfatnom grupom. Fosfolipidi imaju snažni antioksidativni učinak zbog sinergističkog dejstva sa tokoferolima, imaju sposobnost vezivanja metala, kao i katalitičku aktivnost prilikom razgradnje hidroperoksida (Smouse, 1995; Carelli i sar., 1997). Međutim, fosfolipidi pokazuju veću osetljivost na oksidaciju od triacilglicerola jer poseduju viši stepen nezasićenih masnih kiselina koje su potrebne za održavanje fluidnosti membrana (Shahidi i Zhong, 2010). Ove masne kiseline ulju tokom skladištenja daju neprijatan miris i ukus, smanjujući rok trajanja ulja (Desai i sar., 2002). Glavne fosfolipidne grupe u suncokretovom ulju su fosfatidilholin, fosfatidiletanolamin, fosfatidilinozitol i fosfatidna kiselina (Gupta, 2002). Fosfolipidi se uklanjaju tokom predefinacije, koja predstavlja fazu rafinacije, i to u obliku mešavine polarnih lipida poznatih kao lecitin. Zbog svojih emulgujućih svojstava, lecitin ima veliku komercijalnu vrednost u širokom spektru primene u prehrambene i neprehrambene svrhe (Szuhaj, 2005).

Seme suncokreta sadrži oko 30% ljuske, a ljusku karakteriše visok sadržaj **voskova**, do 3% (Carelli i sar., 2002a). Voskovi imaju zaštitnu ulogu, štiti seme suncokreta od napada insekata (suncokretov moljac). Seme se delimično ljušti pre ekstrakcije ulja do udela ljuske ispod 15% (Grompone, 2020). U zavisnosti od konačnog sadržaja ljuske, sadržaj voskova u ulju može biti između 200 i 3500 mg/kg (Carelli i sar., 2002a). Hemijski, voskovi su estri masnih kiselina i alkohola dugog lanca. Voskovi u sirovom suncokretovom ulju imaju između 36 i 50 ugljenikovih atoma. Sadržaj i sastav voskova u suncokretovom ulju zavisi od načina

ekstrakcije, s tim što više voskova pređe u ulje prilikom hemijske ekstrakcije nego mehaničke (presovanjem) (Carelli i sar., 2002b). Voskovi se uklanjaju tokom rafinacije, u procesu vinterizacije, što je uobičajena praksa u industriji suncokretovog ulja. Koncentracija voskova se povećava tokom skladištenja u zavisnosti od uslova (vreme i temperatura). Martini i Añón (2005) otkrili su da je sastav voskova suncokretovog semena sa C35 – C39 bio približno konstantan tokom skladištenja, dok je dokazana značajna promena kod voskova sa C40 – C48. Voskovi sa većim brojem ugljenikovih atoma uzrokuju veći stepen zamućenosti sirovog suncokretovog ulja zbog svoje više tačke topljenja (Martini i Añón, 2005).

2.3.3. Hemijske promene

Ulje je proizvod ograničenog roka trajanja. Vrlo brzo može da podlegne neželjenim promenama. Te promene su posledica hemijskih reakcija i enzimskih ili mikrobioloških procesa. Vrsta kvarenja koja će biti zastupljena zavisi od kvaliteta i vrste ulja, kao i uslova čuvanja. Kao posledica kvarenja nastaju jedinjenja koja uzrokuju neprijatan ukus i miris ulja. Neki od produkata kvarenja, kao što su peroksidi, utiču štetno na zdravlje ljudi. Upravo zato veoma je bitno da se kvarenje spreči u procesu proizvodnje, kao i tokom dalje manipulacije proizvodom (Dimić i Turkulov, 2000).

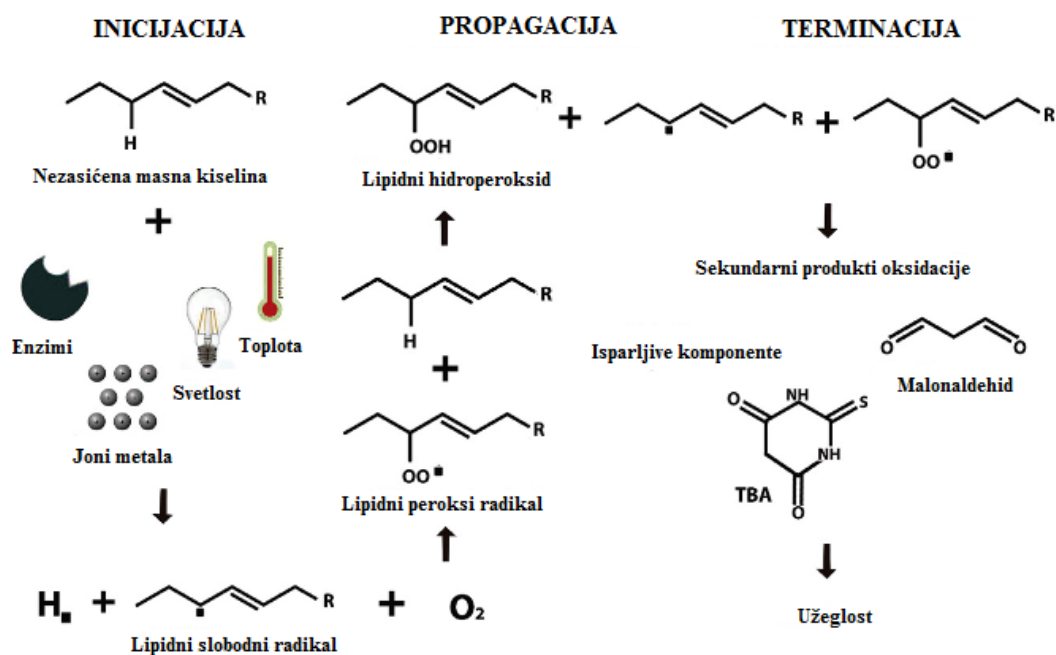
Hidroliza

Enzimski i mikrobiološki procesi se manifestuju kao hidrolitička razgradnja i kao beta ketooksidacija. Hidrolitička razgradnja je reakcija gde dolazi do raskidanja estarske veze, a kao proizvod reakcije nastaju slobodne masne kiseline i parcijalni gliceroli (mono- i diacilgliceroli). Porast temperature i prisustvo vlage ubrzavaju proces hidrolitičkog razlaganja triacilglicerola (Dimić, 2005). Stepem hidrolitičkih promena prati se preko sadržaja masnih kiselina, a izražava se putem kiselinskog broja, kiselinskog stepena i sadržaja slobodnih masnih kiselina (Dimić i Turkulov, 2000; Hernandez i Kamal-Eldin, 2013).

Oksidacija

Sastav masnih kiselina ulja značajno utiče na njegov oksidativni status. Linolna i oleinska masna kiselina, kao što je već pomenuto, čine približno 90% ukupnih masnih kiselina prisutnih u ulju semena suncokreta (Fernández-Martínez i sar., 1989; Grunvald i sar., 2013). Veća stopa nezasićenih i polinezasićenih masnih kiselina kao što su linolna i linolenska kiselina pospešuju oksidaciju ulja. Stabilnost ulja je jedan od najvažnijih faktora koji utiče na kvalitet ulja (Redondo-Cuevas i sar., 2018). Oksidacija lipida se odvija kroz niz

autokatalitičkih reakcija i nastaje veliki broj novih jedinjenja. Proces oksidacije odigrava se u tri faze: inicijacija, propagacija i terminacija. Masne kiseline u neradikalnom singletnom stanju ne reaguju direktno sa atmosferskim kiseonikom (Choe i Min, 2006). U fazi inicijacije uklanjaju se atomi vodonika da bi se stvorili alkil radikali (slika II.22). Dobijeni alkil radikali reaguju sa atmosferskim kiseonikom formirajući peroksi radikal. Hidroperoksi i oksidativni radikal nastaju u fazi propagacije, dok se u završnoj fazi (fazi terminacije) formiraju pentani (Smith i sar., 2007). Za stvaranje slobodnih radikala na atomu C8 oleinske kiseline i atomu C11 linolne kiseline potrebno je 75 kcal/mol i 50 kcal/mol. Stepen oksidacije oleinske kiseline, linolne kiseline i linolenske kiseline su 1:12:25 (Min i Boff, 2002). Autooksidacija jestivih ulja i masti takođe može biti katalizovana i drugim faktorima kao što su izlaganje svetlosti, toploti i jonima metala. Ovaj proces je lančana reakcija slobodnih radikala, što dovodi do povećanja reaktivnih radikala, koji iniciraju dalje reakcije (Choe i Min, 2006; Taghvaei i Jafari, 2015). Oni uzrokuju niz nepovoljnih promena, uglavnom pogoršanje senzorskih svojstava, smanjenje nutritivne vrednosti i nastajanje hemijskih jedinjenja koja su štetna po zdravlje ljudi (McClements i Decker, 2000; Gramza-Michalowska i sar., 2007; Kozłowska i Gruczinska, 2018). Oksidativne promene u ulju praćene su stvaranjem primarnih i sekundarnih produkata oksidacije. Hidroperoksidi predstavljaju primarne produkte oksidacije i razlažu se dajući brojne sekundarne produkte oksidacije (Marmesat i sar., 2009). Analiza primarnih oksidacionih produkata vrši se na osnovu vrednosti peroksidnog broja ili određivanjem sadržaja konjugovanih diena, jer hidroperoksidi polinezasićenih masnih kiselina, najosetljivijih masnih kiselina koje podležu oksidaciji, imaju jaku apsorbciju na 232 nm (Dobarganes i Velasco, 2002; Marmesat i sar., 2009). Apsorbanciju na 270 nm, koja ukazuje na sadržaj konjugovanih triena, pokazuju samo proizvodi oksidacije nekih masnih kiselina kao što su gama-linolenska, arahidonska, eikosapentaenska i dokozaheksaenska (Takagi i sar., 1987). Hidroperoksidi se pri višim temperaturama razlažu i nastaju isparljiva i neisparljiva jedinjenja kao što su dimeri, trimeri, polimeri, alkoholi i drugi sekundarni produkti oksidacije koji takođe značajno utiču na oksidacionu stabilnost ulja. Vrednost anisidinskog broja ukazuje na sekundarne produkte oksidacije (Leong i sar., 2015; Patsioura i sar., 2017).



Slika II.22. Oksidacija lipida prikazana u fazama (prilagođeno Bolívar-Monsalve i sar., 2019)

2.3.4. Nutritivni značaj

Standardno suncokretovo ulje, kao i druga biljna ulja, sastavni je deo zdrave ishrane i izvor nezasićenih masnih kiselina i liposolubilnih vitamina. Suncokretovo ulje bogato je linolnom kiselinom, koja je esencijalna n-6 polinezasićena masna kiselina. Biološki efekti n-6 masnih kiselina ogledaju se u njihovoj konverziji u n-6 eikozanoide, n-6 prostaglandine i leukotriene, koji predstavljaju hormone koji deluju na različitim nivoima u ljudskom metabolizmu, naročito pri odgovoru na upalne procese (Simopoulos, 2002). Pored toga, unos polinezasićenih masnih kiselina pozitivno utiče na izgradnju holesterola koji utiče na učestalost kardiovaskularnih oboljenja (Erkkilä i sar., 2008). Suncokretovo ulje utiče na smanjenje ukupnog holesterola, delujući na lipoprotein niske gustine (LDL). Lipoprotein visoke gustine (HDL) ostaje nepromenjen. Ovo ukazuje da unos suncokretovog ulja deluje na jednog od glavnih uzročnika ateroskleroze i preporučuje se i u zdravoj ishrani bogatoj zasićenim masnim kiselinama poreklom iz namirnica životinjskog porekla kao što je maslac ili tropskih masti kao što je palmina mast (Katan i sar., 1995). Suncokretovo ulje oleinskog tipa veoma je značajno sa nutritivnog i tehničkog aspekta. Organizacija za hranu i poljoprivredu (FAO - Food and Agricultural Organization) preporučuje unos ulja i masti sa visokim sadržajem oleinske kiseline zbog njene stabilnosti i sposobnosti da redukuje nivo holesterola u krvi i na taj način preventivno deluje na aterosklerozu. Suncokretovo ulje

oleinskog tipa sadrži nutrijente i vitamine kao i standardno suncokretovo ulje, ali i viši nivo oleinske kiseline što čini da se bolje uklapa u standarde zdrave ishrane u odnosu na mnoga druga ulja.

Visokostearinsko suncokretovo ulje predstavlja zdraviju alternativu od ostalih masti bogatih zasićenim masnim kiselinama. Unos masnih kiselina srednjeg lanca, koje su prisutne u ulju palminih koštica i kokosovom ulju, povećava nivo ukupnog holesterola koji dovodi do pojave ateroskleroze i povećava rizik od nastanka kardiovaskularnih bolesti (Katan i sar., 1995). Sličan efekat uzrokovan je i unosom masti bogatih palmitinskom kiselinom, kao što je palmino ulje. Stoga bi unos ovih masnih kiselina trebao da bude redukovano u ishrani. Stearinska kiselina je jedina zasićena masna kiselina koja ne utiče na nivo holesterola u krvi a samim tim ne utiče ni na pojavu kardiovaskularnih bolesti (Elson, 1992). Ne postoji mnogo masti bogatih stearinskom kiselinom i često su veoma skupe, kao što je kakao maslac ili stearinska frakcija ši (karite) maslaca (shea butter). Visoko stearinska suncokretova ulja mogu biti zdravija i konvencionalnija alternativa ovakvih masti. Ovo ulje je bogato tokoferolima. Visokostearinska visokooleinska suncokretova ulja izvor su stearinske masne kiseline, karakteriše ih i mali sadržaj palmitinske i veliki sadržaj oleinske kiseline. Zasićene masne kiseline u ovakvim mastima nalaze se na pozicijama 1 i 3 unutar triacilglicerola što daje mogućnost da se frakcionisanjem proizvedu masti obogaćene zasićenim masnim kiselinama koje imaju širok spektar primene (Salas i sar., 2015).

2.3.5. Primena

Suncokretovo ulje se široko koristi u maloprodaji i kao ulje za prženje. Jedno je od najcenjenijih ulja u domaćinstvima zapadnih zemalja, gde je čest sastojak salata i kuvanih jela, kao i često korišćeno ulje za prženje. Takođe, suncokretovo ulje ima nisku tačku topljenja (ispod 0°C) tako da ostaje tečno i na temperaturama frižidera, što je prednost prilikom proizvodnje soseva i emulzija koje se čuvaju na hladnom.

Standardno suncokretovo ulje u mnogim zemljama ima široku primenu kao ulje za prženje. Ovo ulje je bogato linolnom kiselinom, poput drugih uljarica kao što je soja, ali prednost je što ima mali sadržaj linolenske kiselina. Masson i sar. (1997) su pokazali da je standardno suncokretovo ulje bolje od sojinog ulja ili mešavine ulja soje i uljane repice u postupku šaržnog prženja, verovatno zbog manjeg sadržaja linolenske kiseline. Međutim, stabilnost suncokretovog ulja je manja od stabilnosti maslinovog ulju pri istim uslovima prženja (Bastida i Sánchez-Muñiz, 2002). Takođe, ispitana je i upotreba suncokretovog ulja u

procesu kontinualnog prženja (Cuesta i sar., 1993). Utvrđeno je da su promene ulja nakon 75 prženja od 8 minuta na 180°C uglavnom bile oksidativne, a ne hidrolitičke. Najveće promene ulja dogodile su se u prvih 20 prženja, s malim promenama u narednim prženjima u kojima je ulje dostiglo gotovo ravnotežno stanje. U celom ispitivanju, ulje nije dostiglo maksimalno dopušten nivo od 25% izmenjenih triacilglicerola.

Smanjen sadržaj polinezasićenih masnih kiselina čini visokooleinsko suncokretovo ulje oksidativno veoma stabilnim. Marmesat i sar. (2009) su objavili da je stepen oksidacije visokooleinskog suncokretovog ulja na 40°C u mraku manji u odnosu na standardno suncokretovo ulje, što je dovelo i do duže trajnosti visokooleinskog suncokretovog ulja. Ove rezultate potvrđuju i rezultati Martín-Polvillo i sar. (2004), koji su utvrdili da prilikom podvrgavanja različitim testovima oksidativne stabilnosti visokooleinsko suncokretovo ulje ima bolje karakteristike u odnosu na druga ulja većeg stepena nezasićenosti.

Stabilnost ulja tokom prženja zavisi od stepena nezasićenosti. Međutim, ispitivanja stabilnosti pržene hrane tokom procesa skladištenja pokazala su da je sadržaj prirodnih tokoferola takođe bitan u određivanju roka trajanja obrađene hrane. Márquez Ruiz i sar. (1999) utvrdili su da je krompirov čips pržen u visokooleinskom suncokretovom ulju s niskim sadržajem α -tokoferola imao kraći rok trajanja od onog koji je pržen u standardnom suncokretovom ulju obogaćenom prirodnim antioksidansom. Oksidativna stabilnost ulja može se poboljšati dodatkom tokoferola. Tako je visokooleinsko suncokretovo ulje s dodatim γ -tokoferolom imalo bolje rezultate nakon prženja (Lampi i Kamal-Eldin, 1998).

Interesterifikacija je katalitička reakcija kojom dolazi do redistribucije masnih kiselina u molekulu triacilglicerola (Gibon, 2011). Promena položaja masnih kiselina dovodi do modifikacije sastava triacilglicerola i kao posledica javlja se promena fizičkih svojstava (sadržaj čvrstih masti, tačka topljenja, tvrdoća) (Sreenivasan, 1978). Čvrste masti, kao što je palmino ulje ili potpuno hidrogenizovana ulja, obično se mešaju ili interesterifikuju s tečnim biljnim uljima bogatim polinezasićenim masnim kiselinama kako bi se dobile masti boljih funkcionalna svojstva, kao što je dobra plastičnost (Noor Lida i Ali, 1998). Suncokretovo ulje se može interesterifikovati čvrstim mastima za proizvodnju plastičnih masnoća i struktuiranih lipida. I standardno i visokooleinsko suncokretovo ulje su dobri izvori trilinoleina i trioleina i mogu se koristiti kao supstrati za enzimatski katalizovanu interesterifikaciju (Xu, 2000).

Margarini su emulzije vodene faze koje sadrže so i arome i masne faze, koju čini mešavina čvrstih masti i tečnih ulja. Komponente se mešaju i temperiraju u cilju formiranja malih β' kristala masti, koji daju finoću i dobar osećaj u ustima konačnom proizvodu. Masti koje se koriste u margarinima su obično biljnog porekla, tako da ne sadrže holesterol, a predstavljaju alternativu maslacu. Međutim, kao čvrsta frakcija za proizvodnju margarina često se koriste delimično hidrogenovana ulja. Ove hemijski transformisane masti sadrže *trans* masne kiseline koje se ne preporučuju u ishrani, jer izazivaju arterosklerozu. U tom smislu, delimično hidrogenovano suncokretovo ulje se koristi za izradu margarina, iako ta masnoća ima tendenciju kristalizacije u β obliku, što krajnjem proizvodu daje peskovitost. Stoga se za bolju kristalizaciju obično meša s drugim hidrogenizovanim uljima (Rivarola i sar., 1987), ili se u formulacije uključuju aditivi kako bi se izbegli neželjeni efekti (Herrera i Márquez Rocha, 1996). U novije vreme, upotreba delimično hidrogenovanih ulja u proizvodnji margarina je redukovana, tako da je čvrsta masnoća zamenjena biljnim uljima interesterifikovanim palminim stearinom ili potpuno hidrogenovanim biljnim uljima. Interesterifikacijom suncokretovog ulja i potpuno hidrogenovanog sojinog ulja dobijena je mast sa kristalizacionim profilom adekvatnim za proizvodnju margarina bez *trans* masti (Zeitoun i sar., 1993). U svakom slučaju, standardno suncokretovo ulje često se koristi kao tečno ulje u izradi margarina kao izvor n-6 masnih kiselina i α - tokoferola za poboljšanje nutritivnih svojstava konačnih formulacija.

III EKSPERIMENTALNI DEO

3.1. Plan eksperimentalnog rada

Istraživanje u okviru ove disertacije usmereno je na karakterizaciju semena odabranih hibrida suncokreta i valorizaciju hladno presovanih ulja i pogače dobijenih presovanjem semena uljanih hibrida suncokreta gajenih u Srbiji i Argentini i konzumnih hibrida suncokreta gajenih u Srbiji. Ispitivanja predviđena planom istraživanja (slika III.1) su obuhvatila sledeće faze:

- Ispitivanje sadržaja vlage i sadržaja ulja, geometrijskih i fizičko - mehaničkih karakteristika semena (dimenzija, geometrijskih, gravimetrijskih, opštih karakteristika i čvrstoće), kao i boje semena suncokreta odabranih hibrida;
- Pripremanje semena (materijala) za presovanje „hladnim” postupkom i proizvodnja jestivih nerafinisanih - hladno presovanih ulja i pogače semena suncokreta - izdvajanje ulja mehaničkim „ceđenjem” u proizvodnom pogonu „mini-uljare” presovanjem semena pomoću pužne prese;
- Ispitivanje iskorišćenja i kapaciteta presovanja;
- Ispitivanje sadržaja vlage i ulja dobijenih pogača;

- Ispitivanje pripremljenih uzoraka jestivih nerafinisanih - hladno presovanih ulja semena suncokreta:
 - ispitivanje karakteristika za identifikaciju, kvaliteta i održivosti hladno presovanih ulja suncokreta
 - ispitivanje nutritivne vrednosti i boje hladno presovanih ulja suncokreta
- Obrada podataka primenom odabranih statističkih metoda (tehnika) i analiza rezultata sa aspekta utvrđivanja mogućnosti i ograničenja proizvodnje hladno presovanog ulja i pogače od semena odabranih hibrida suncokreta najnovijeg sortimenta.

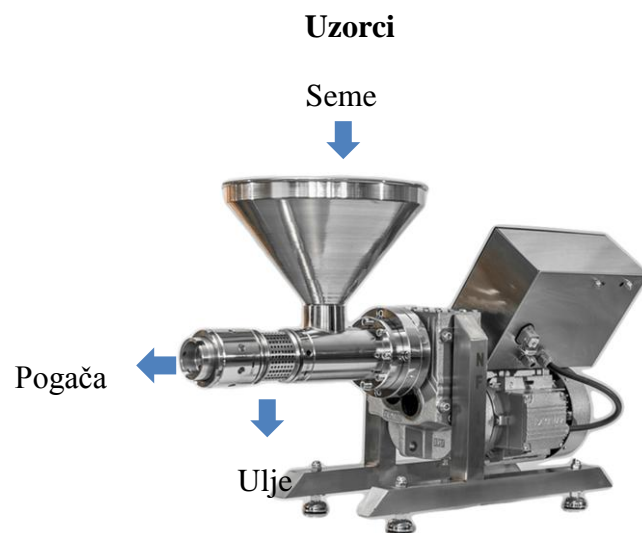
Ispitani su hibridi suncokreta uljanog i konzumnog tipa. Poznato je da su uljani hibridi suncokreta kreirani sa ciljem što većeg prinosa ulja i da se koriste isključivo za proizvodnju ulja, dok konzumni hibridi suncokreta imaju povećan sadržaj proteina i direktna konzumacija im je prvenstveno namena. Međutim, konzumni hibridi suncokreta i pored toga sadrže značajne količine ulja (oko 30%) te predstavljaju dobru sirovinu za proizvodnju ulja, ali do sada u literaturi nije ispitana mogućnost dobijanja ulja od pomenute sirovine. Uljani hibridi suncokreta su, prvenstveno zbog svoje namene, zastupljeniji u ukupnoj proizvodnji suncokreta, što potvrđuje i Lista priznatih sorti poljoprivrednog bilja (Lista, 2021), na kojoj se trenutno nalazi svega 16 sorti proteinskog (konzumnog) suncokreta od ukupno 224 priznate sorte suncokreta. U odnosu na period kada je rađen odabir hibrida za ispitivanje u okviru ove doktorske disertacije došlo je do znatnog povećanja ukupnog broja priznatih hibrida suncokreta (2018. godine na Listi je bilo 159 priznatih sorti), međutim samo tri nova hibrida pripadaju grupi konzumnih hibrida (2018. godine na Listi je bilo 13 priznatih sorti konzumnih hibrida suncokreta). Većina konzumnih hibrida je još uvek u eksperimentalnoj fazi razvoja i uzgajaju se uglavnom samo na eksperimentalnim poljima instituta koji ih razvijaju, dok su uljani hibridi zastupljeniji i kod ovih hibrida se razmatra mogućnost širenja tržišta i na udaljenije teritorije, širom sveta, pogodne za gajenje suncokreta. Zbog toga su u okviru ove doktorske disertacije ispitani uljani hibridi suncokreta gajeni na dve različite teritorije, dok su konzumni hibridi ograničeni samo na jednu. Cilj disertacije je da okarakterise hibride suncokreta najnovijeg sortimenta ukazujući na različitosti među uzorcima uljanih hibrida suncokreta gajenih na dve različite teritorije i konzumnih hibrida. Pored toga, cilj je i da dokaže mogućnost i prikaže ograničenja prilikom dobijanja visokokvalitetnog hladno presovanog ulja od hibrida suncokreta najnovijeg sortimenta, čija prvenstvena namena nije proizvodnja ulja, poređenjem sa uzorcima koji su tome namenjeni.

Materijal (hibridi suncokreta)

Uljani Srbija
(S1 – S9)

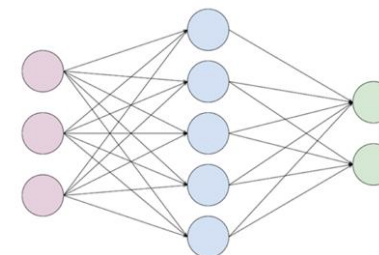
Uljani Argentina
(A1- A9)

Konzumni
(K1- K9)



Ispitivanja

Predviđanje i optimizacija



- Parametara procesa i iskorišćenja presovanja
- Kvaliteta ulja

Karakteristike semena

- Sadržaj vlage i sadržaj ulja
- Dimenzije
- Geometrijske karakteristike
- Gravimetrijske karakteristike
- Opšte karakteristike i čvrstoća
- Boja

Iskorišćenje (prinos ulja)

- Sadržaj vlage i sadržaj ulja u pogači
- Parametri presovanja
- Iskorišćenje i ostvareni kapacitet

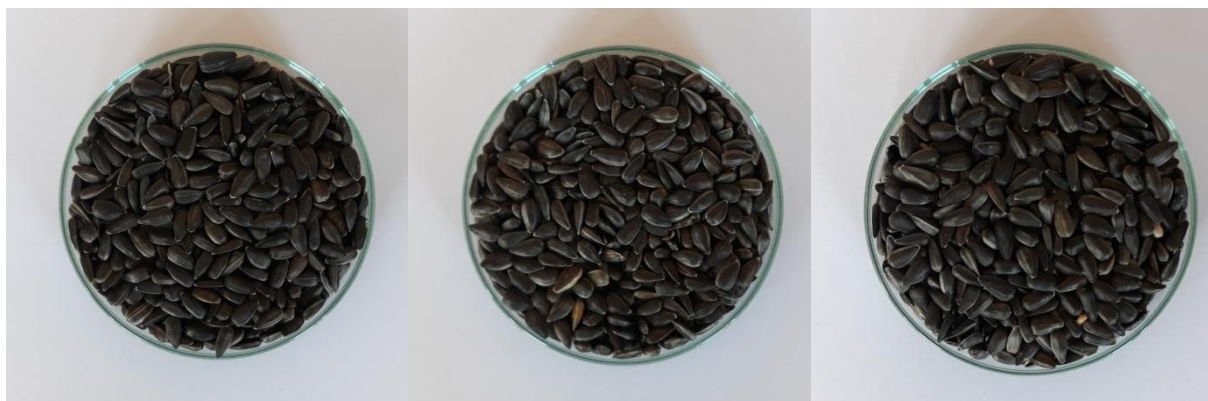
Hladno presovano ulje

- Identifikacija
- Nutritivna vrednost
- Kvalitet i održivost
- Boja

Slika III.1. Plan eksperimentalnog rada

3.2. Materijal

U eksperimentalnom istraživanju korišćeni su najnoviji uljani (Duško, NS Oskar, Orfej, NS Konstantin, NS Romeo, NS Fantazija, NS Ronin, NS Kruna, Pegaz) i konzumni hibridi suncokreta (NS-H-6792, NS-H-6791, NS-H-6318, NS-H-6307, NS-H-6308, NS-H-6489, NS-H-6320, NS-H-6311, NS-H-6488) druge filijalne generacije (F2). Uljani hibridi suncokreta gajeni su na dve lokacije, na dve reprezentativne geografske širine: Novi Sad, Srbija, na oglednom polju Instituta za ratarstvo i povrtarstvo na severu (45°15'6,01" severne geografske širine, 19°50'12,98" istočne geografske dužine) i Pergamino, Argentina, na jugu (33°53'23,82" južne geografske širine, 60°34'24,85" zapadne geografske dužine) na eksperimentalnom polju Asociacion de Coop Argentinas C. L. (ACA). Konzumni hibridi suncokreta gajeni su na oglednom polju Instituta za ratarstvo i povrtarstvo (45°15'6,01" severne geografske širine, 19°50'12,98" istočne geografske dužine) - Novi Sad, Srbija. Uzorci su gajeni u dve godine ispitivanja, prva godina ispitivanja obuhvatila je uzorke gajene u Srbiji iz sezone 2017. godine i uzorke gajene u Argentini iz sezone 2017/2018 godine, dok se druga godina ispitivanja odnosi na sezonu 2018. godine za uzorke uzgajane u Srbiji i sezonu 2018/2019 godine, za uzorke uzgajane u Argentini. Na slikama III.2. – III.4 prikazana su semena ispitanih hibrida. Svi hibridi su dvoredni hibridi dobijeni ukrštanjem majčinskih linija, citoplazmatske muške sterilne i samooplodne očinske linije koje poseduju gene za obnavljanje plodnosti. Suncokret je uzgajan pod standardnim uslovima gajenja bez navodnjavanja. Svi hibridi posejani su u tri bloka, slučajnom raspodelom. Osnovna veličina parcele iznosila je 13,3 m² (0,7 × 0,25 × 76), a sakupljeno je seme iz dva srednja reda i upotrebljeno za analizu. Sakupljeno je do 10 kg semena pojedinačnog hibrida, u zavisnosti od dobijene količine na eksperimentalnom polju. Reprezentativna količina semena (proizvodni i laboratorijski uzorci) čuvana je na 20°C do trenutka proizvodnje ulja (presovanja) i analize. Proizvodni uzorak koji predstavlja masu materijala za presovanje (m – od engl. *mass*) kretao se od 1,532 do 7,300 kg.



Duško
S1

NS Oskar
S2

Orfej
S3



NS Konstantin
S4

NS Romeo
S5

NS Fantazija
S6

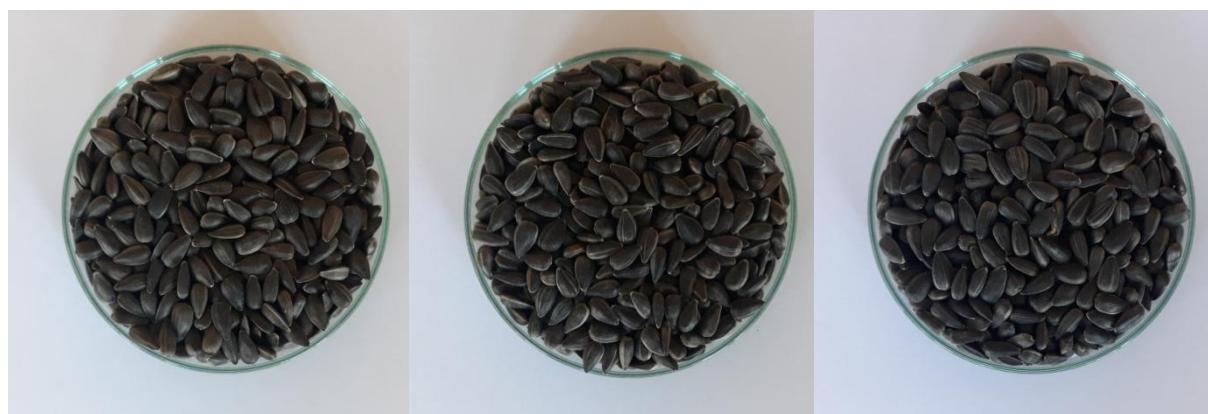


NS Ronin
S7

NS Kruna
S8

Pegaz
S9

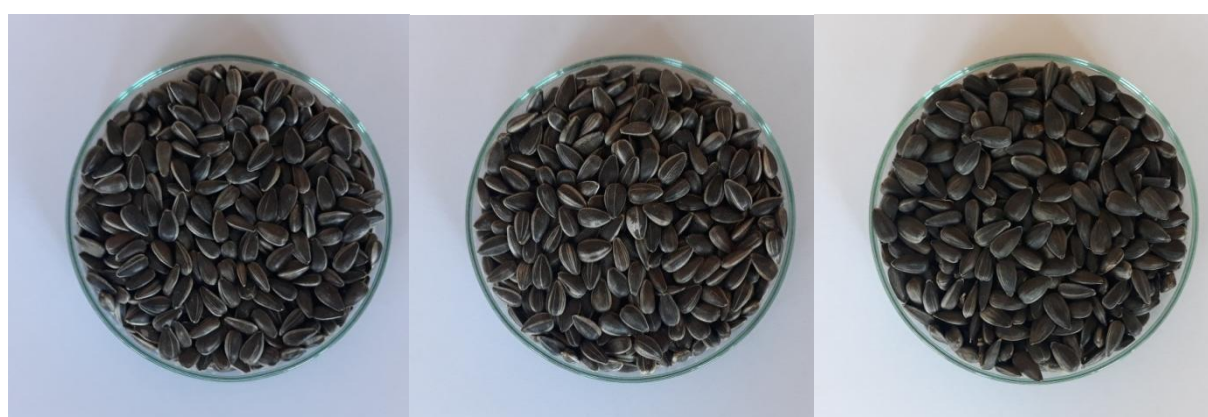
Slika III.2. Semena uljanih hibrida suncokreta gajenih u Srbiji



Duško
A1

NS Oskar
A2

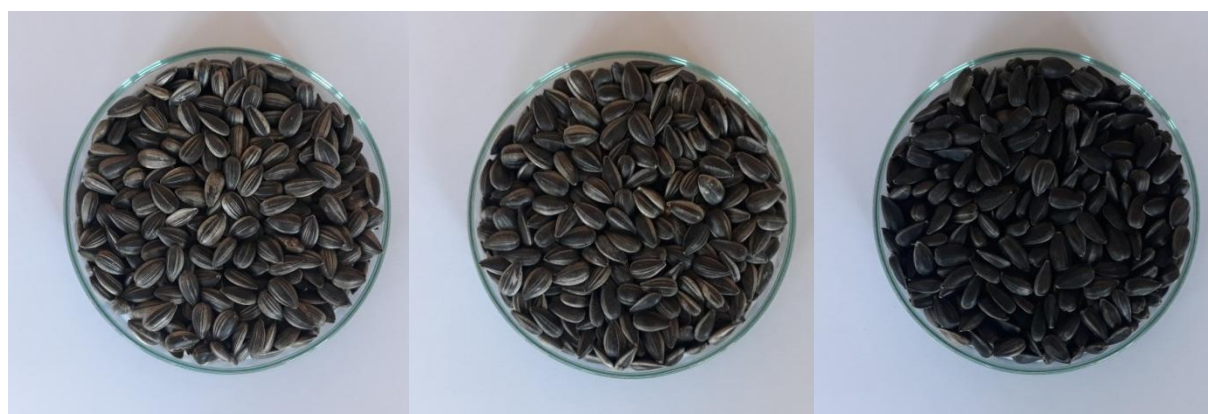
Orfej
A3



NS Konstantin
A4

NS Romeo
A5

NS Fantazija
A6



NS Ronin
A7

NS Kruna
A8

Pegaz
A9

Slika III.3. Semena uljanih hibrida suncokreta gajenih u Argentini



Slika III.4. Semena konzumnih hibrida suncokreta gajenih u Srbiji

Posle 6 meseci skladištenja seme je presovano na pužnoj presi (slika III.5) proizvođača MIKRON SZR (Temerin, Srbija), snaga pogonskog motora: 2,2 kW, serijski broj: 119, projektovanog kapaciteta 25 - 30 kg/h, pri frekvenciji od 33 - 34 o/min. Mnogi

proizvođači ulja u Srbiji koriste ovu presu u proizvodnji hladno presovanih ulja, zbog čega je i eksperiment rađen upravo na ovoj presi. Pre započetog procesa presovanja, presa je pomoću grejača zagrejana na radnu temperaturu (80 - 100°C). Temperature u ovom opsegu predstavljaju najniže temperature pri kojima ulje semena suncokreta počinje odmah da izlazi iz prese. Podešeni prečnik dizne na izlazu iz prese iznosio je 10 mm, izuzev kod konzumnih hibrida, gde je presovanje vršeno bez montirane dizne, zbog zagušenja prese. Nakon presovanja dobijena su dva proizvoda, pogača i ulje. Temperatura ulja (t – od engl. *temperature*) na izlazu iz prese kretala se od 44,0 do 70,0°C. Ova metoda ekstrakcije ulja izabrana je zbog minimalnog uticaja na sastav masnih kiselina i sadržaj minornih komponenata. Dobijena hladno presovana ulja filtrirana su nakon taloženja u trajanju od 48 h, kroz filter papir u PET boce od 500 ml, napunjena bez praznog prostora, zatvorena i čuvana u frižideru na temperaturi $6 \pm 1^\circ\text{C}$ do ispitivanja (slika III.6). Dobijena pogača nakon presovanja je ohlađena do sobne temperature, izmerena i skladištena na sobnoj temperaturi (20°C) do analize. Iz razlike mase materijala za presovanje i mase dobijene pogače (m_c – od engl. *mass of cake*) izračunata je masa dobijenog ulja (m_o – od engl. *mass of oil*).



Slika III.5. Pužna presa korišćena u proizvodnji hladno presovanih ulja semena suncokreta



Slika III.6. Filtracija hladno presovanog ulja

3.3. Metode

3.3.1. Karakteristike semena

3.3.1.1. Sadržaj vlage i sadržaj ulja

Sadržaj vlage i isparljivih materija (M_c – od engl. *Moisture content - seeds*) u semenu određen je prema metodi ISO 665:2000.

Sadržaj ulja u semenu (O_s – od engl. *Oil content - seeds*) određen je metodom ekstrakcije po Soxhlet-u (ISO 659:2009).

3.3.1.2. Dimenzije semena

Dužina (L – od engl. *Length*), širina (W – od engl. *Width*) i debljina (T – od engl. *Thickness*) semena izmereni su pomoću pomičnog merila („šubler“) sa tačnošću od $\pm 0,05$ mm. Ispitane su dimenzije 100 nasumično uzetih semena pojedinačnog hibrida suncokreta.

3.3.1.3. Geometrijske karakteristike semena

Ekvivalentni prečnik (E_d – od engl. *Equivalent diameter*) izračunat je pomoću jednačine (III.1) (Gupta i Das, 1997; Santalla i Mascheroni, 2003; Munder i sar., 2017):

$$E_d = (LWT)^{\frac{1}{3}} \quad (\text{III.1})$$

Površina semena (S_a – od engl. *Surface area*) je izračunata prema (McCabe i sar., 1986; Malik i Saini, 2016) pomoću jednačine (III.2):

$$S_a = \pi E_d^2 \quad (\text{III.2})$$

Zapremina semena (S_v – od engl. *Seed volume*) izračunata je pomoću jednačine (III.3) (Özarslan, 2002; Malik i Saini, 2016):

$$S_v = \frac{1}{3} \pi E_d^3 \quad (\text{III.3})$$

Sferičnost (S – od engl. *Sphericity*) je izračunata prema jednačini (III.4) (Gupta i Das, 1997; Santalla i Mascheroni, 2003; Karaj i Müller, 2011; Munder i sar., 2017).

$$S = \frac{E_d}{L} \quad (\text{III.4})$$

3.3.1.4. Gravimetrijske karakteristike semena

Specifična masa (T_d – od engl. *True density*) definisana kao odnos mase uzorka i njegove stvarne zapremine, određena je korišćenjem vage s tačnošću od 0,001 g i kalibrisane merne tikvice od 100 ml (metoda pomoću 60% etanola).

Litarska masa (B_d – od engl. *Bulk density*), definisana je kao odnos mase semena i njegove zapremine. Litarska masa određena je pomoću tzv. „Šoperove vage“, koja ima tačno definisanu zapreminu (250 ml).

Poroznost (P – od engl. *Porosity*) se definiše kao deo prostora u rasutom semenu koji seme ne zauzima, a izračunava se prema jednačini (III.5) (Mohsenin, 1986; De Figueiredo i sar., 2011):

$$P = \left(1 - \frac{B_d}{T_d}\right) \times 100 \quad (\text{III.5})$$

3.3.1.5. Opšte karakteristike i čvrstoća semena

Sadržaj ljuske (H_c – od engl. *Hull content*) određen je ručnim ljuštenjem 10 g semena, a rezultat je prikazan kao maseni procenat ljuske (De Figueiredo i sar., 2011).

Masa hiljadu zrna (M_{ts} – od engl. *Mass of thousand seeds*) određena je merenjem mase nasumično uzetih 250 semena suncokreta sa tačnošću od 0,001 g, a zatim ekstrapolirana na hiljadu semena i izražena na suhu materiju.

Čvrstoća semena (F – od engl. *Firmness*) određena je pomoću teksturometra TA.HD Plus (Stable Micro Systems, Godalming, UK). Za ispitivanje je uzeto 20 nasumično odabranih semena koja su vizuelno pregledana i odstranjena su semena sa vidljivim oštećenjima. Uslovi postavljeni za određivanje teksturalnih svojstva bili su: režim ispitivanja: kompresija; brzina ispitivanja: 2,00 mm/s; režim: naprezanje; naprezanje: 50,00%; opterećenje: 250,00 kg i nastavak: P/5. Pojedinačno seme postavljano je na centralnu tačku postolja, ispod nastavka P/5 u vodoravnom položaju kako su opisali Sharma i sar. (2009).

3.3.1.6. Boja semena

Boja semena određena je merenjem instrumentalnih pokazatelja boje u CIE $L^*a^*b^*$ sistemu. Merenje je izvršeno pomoću uređaja „Minolta Chroma Meter“ CR-400 („Konica Minolta“, Japan), korišćenjem dodatnog pribora za praškaste materijale prema uputstvu proizvođača. Za određivanje parametara boje korišćen je kolorimetar sa otvorom na mernoj

glavi 8 mm i standardnim nastavkom za merenje CR-A33b („Konica Minolta”, Japan). Merenja su izvršena u D-65 osvetljenju sa standardnim uglom zaklona od 2°. Instrument je pre svake serije merenja kalibrisan korišćenjem bele kalibracione pločice CR-A43 („Konica Minolta” Japan), standardnom procedurom prema uputstvu proizvođača. Karakteristike boje (CIE, 1976) su iskazane u CIE $L^*a^*b^*$ sistemu, koji je zasnovan na tri koordinate preko kojih se definiše boja uzoraka: L^* (svetloća boje), a^* (udeo crvene boje ($+a^*$) ili zelene boje ($-a^*$)) i b^* (udeo žute boje ($+b^*$) ili plave boje ($-b^*$)).

3.3.2. Iskorišćenje (prinos ulja)

3.3.2.1. Sadržaj vlage i sadržaj ulja u pogači

Sadržaj vlage i isparljivih materija u pogači (Mcc – od engl. *Moisture content – cake*) određen je prema ISO 665:2000.

Sadržaj ulja u pogači (Oc – od engl. *Oil content – cake*) određen je metodom ekstrakcije po Soxhlet-u (ISO 659:2009).

3.3.2.2. Iskorišćenje i ostvareni kapacitet presovanja

Iskorišćenje ulja (Y_o – od engl. *Yield of oil*) izračunato je na osnovu sadržaja ulja u semenu (O_s), izraženog kao g ulja po g semena, i sadržaja ulja u pogači (O_c), izraženog kao g ulja po g pogače, dobijenoj nakon izdvajanja ulja pomoću pužne prese na osnovu jednačine (III.6) (Beerens, 2007; Karaj i Müller, 2011):

$$Y_o(\%) = \left[1 - \frac{O_c/(1-O_c)}{O_s/(1-O_s)} \right] \times 100 \quad (\text{III.6})$$

Iskorišćenje semena (Y_s – od engl. *Yield of seeds*) predstavlja teorijsku vrednost i ukazuje na udeo semena potpuno iskorišćenog za proizvodnju ulja, a računa se takođe na osnovu sadržaja ulja u semenu (O_s) i sadržaja ulja u dobijenoj pogači (O_c) pomoću jednačine (III.7):

$$Y_s(\%) = 100 - \frac{O_c}{O_s} \times 100 \quad (\text{III.7})$$

Protok materijala kroz presu (Q_s – od engl. *Quantity of seeds*) daje podatke o realnom kapacitetu prese ostvarenom prilikom presovanja pojedinačnih hibrida, a računa se na osnovu količine materijala za presovanje (m) i vremena presovanja (τ) pomoću jednačine (III.8):

$$Q_s \left(\frac{\text{kg}}{\text{h}} \right) = \frac{m}{\tau} \times 60 \quad (\text{III.8})$$

Protok ulja (Q_o – od engl. *Quantity of oil*) predstavlja količinu ulja u kg koja izađe iz prese u jednom času, a računa se na osnovu protoka materijala (Q_s) i iskorišćenja ulja (Y_o) prema jednačini (III.9):

$$Q_o \left(\frac{kg}{h} \right) = \frac{Q_s \times Y_o}{100} \quad (III.9)$$

3.3.3. Hladno presovano ulje

3.3.3.1. Identifikacija

Sastav masnih kiselina hladno presovanih suncokretovih ulja određen je primenom gasne hromatografije - masene spektrometrije prema metodi ISO 12966-4:2015. Analiza metil-estara masnih kiselina pripremljenih u skladu sa ISO 12966-2:2017 metodom izvedena je na gasnom hromatografu GC 7890B opremljenim kapilarnom kolonom DB-23 (60 m × 0,25 mm i.d., debljina filma 0,25 μm) i maseno selektivnim detektorom MS 5977A (Agilent Technologies, Palo Alto, CA, USA). Kao gas nosač korišćen je helijum sa protokom od 1.0 ml/min. Zapremina uzorka iznosila je 1 μl, a odnos razdeljivanja 1:50. Hromatografisanje je izvedeno primenom sledećeg temperaturnog programa: temperatura injektora 250°C, početna temperatura kolone od 50°C održavana je 1 min, zatim povećana na 200°C brzinom od 25°C/min, i dalje povišena na 230°C brzinom od 3°C/min i na kraju održavana na 230°C tokom 7 min. Maseni spektri snimani su SCAN tehnikom u opsegu m/z: 50 – 400, energija jonizacije 70 eV. Identifikacija masnih kiselina izvedena je na osnovu masenih spektara i retencionih vremena, a relativni udeli su određeni na osnovu površine pikova metodom normalizacije. Za definisanje retencionih vremena korišćen je standardni rastvor smeše 37 metilestara masnih kiselina (Supelco, Bellefonte, PA, SAD).

Jodni broj (IV – od engl. *Iodine Value*) dobijen je računski, na osnovu dobijenog sastava masnih kiselina kao što su prikazali Kyriakidis i Katsilouli (2000).

Indeks refrakcije (n) na 20 i 40°C dobijen je računski, na osnovu sastava masnih kiselina (Koman i Danielova, 1976).

3.3.3.2. Nutritivna vrednost ulja

Sadržaj zasićenih masnih kiselina (SFA - od engl. *Saturated Fatty Acids*), mononezasićenih masnih kiselina (MUFA – od engl. *Monounsaturated Fatty Acids*) i polinezasićenih masnih kiselina (PUFA - od engl. *Polyunsaturated Fatty Acids*) dobijen je računski na osnovu sastava masnih kiselina.

Određivanje sadržaja tokoferola (TTC – od engl. *Total Tocopherols Content*) izvedeno tečnom hromatografijom visokih performansi u skladu sa ISO 9936:2016 metodom. Analize su izvedene pomoću HPLC (Sikam, Nemačka) opremljenog FLD detektorom. Korišćena je kolona Nucleosil 100–5 NH₂ (5 mm). Integracija i kvantitativni proračuni izvršeni su pomoću softvera (Data Apex), a kalibraciona kriva je dobijena injektovanjem standardnih rastvora tokoferola u različitim koncentracijama. HPLC analize su izvedene korišćenjem mobilne faze sastavljene od n-heksana i etil acetata (70:30, v/v). Detektor fluorescencije je podešen na sledeći način: $\lambda_{ex} = 280 \text{ nm}$, $\lambda_{em} = 340 \text{ nm}$.

Sadržaj ukupnih karotenoida (TCC – od engl. *Total Carotenoids Content*) određen je standardnom metodom (British standard, 1977) spektrofotometrijski, merenjem ulja rastvorenog u cikloheksanu u staklenim kivetama, pri talasnoj dužini od 455 nm, kako su opisali i Dauqan i sar. (2011).

Sadržaj ukupnih hlorofila (TCHC – od engl. *Total Chlorophylls Content*), izražen kao feofitin a, određen je spektrofotometrijski, merenjem apsorbancije čistog ulja suncokreta u odnosu na praznu kivetu, pri talasnoj dužini 667 nm, kako su opisali Pokorny i sar. (1985).

3.3.3.3. Kvalitet i održivost hladno presovanih ulja

Kiselinski broj (AV – od engl. *Acid Value*) određen je volumetrijskom metodom prema ISO 660:2009.

Peroksidni broj (PV – od engl. *Peroxide Value*) određen je prema ISO 3960:2017 metodi uz neznatne modifikacije. Uzorak ulja (oko 1 g) rastvoren je u 10 ml smeše glacijalne sirćetne kiseline i hloroforma u odnosu 3:2. Zatim je dodato 0,2 ml rastvora kalijum jodida i mućkano 1 min. Reakcija je prekinuta dodatkom 20 ml destilovane vode. Nakon dodatka rastvora skroba (5 ml) uzorak je titrisan 0,01 mol/l rastvorom natrijum tiosulfata do obezbojenja. Pri istim uslovima izvedena je i analiza slepe probe. Vrednost peroksidnog broja izražena je u milimolima kiseonika na 1 kg ulja (mmolO₂/kg).

Anisidinski broj (AnV – od engl. *Anisidine Value*) određen je prema ISO 6885: 2016 metodi, spektrofotometrijski u kvarcnim kivetama pri 350 nm, korišćenjem slepe probe.

Oksidativna vrednost (TOTOX – od engl. *Total Oxidation Index*) izračunata je na osnovu vrednosti peroksidnog (PV) i anisidinskog (AnV) broja (Oomah et al., 2000; Wai et al., 2009; Zhou et al., 2019) prema jednačini (III.10):

$$TOTOX = 2 PV + p - AnV \quad (III.10)$$

Sadržaj konjugovanih diena (CD – od engl. *Conjugated Dienes*) i sadržaj konjugovanih triena (CT – od engl. *Conjugated Trienes*) određen je spektrofotometrijski prema ISO 3656:2011/Amd 1:2017 metodi. Merenje je izvedeno na talasnoj dužini od 232 nm (sadržaja CD) i 270 nm (sadržaja CT) spektrofotometrijski, u kvarcnim kivetama u odnosu na čist rastvarač.

Ispitivanje održivosti primenom Schaal oven testa

U svhu ispitivanja oksidativne stabilnosti ulja pri uslovima Schaal oven testa izmereno je po 50 ml uzorka u po dve staklene posude unutrašnjeg prečnika 88 mm i visine 18 mm i podvrgnuto sledećim uslovima: umerena temperatura $63 \pm 2^\circ\text{C}$, u prisustvu vazduha, bez prisustva svetlosti prema metodologiji koju su opisali Gomes i sar. (2010), Maszewska i sar. (2018) i Naderi i sar. (2018). Četvrtog i osmog dana testa u uzorcima su određene vrednosti peroksidnog i anisidinskog broja, sadržaja konjugovanih diena i triena, kao i oksidativna vrednost prema opisanim metodama.

3.3.3.4. Ispitivanje boje ulja

Instrumentalno određivanje boje ulja

Boja ulja određena je merenjem instrumentalnih pokazatelja boje u CIE $L^*a^*b^*$ sistemu. Merenje je izvedeno pomoću uređaja „Minolta Chroma Meter” CR-400 („Konica Minolta”, Japan), korišćenjem dodatnog pribora za tečne materijale, prema uputstvu proizvođača. Za određivanje parametara boje korišćen je kolorimetar sa otvorom na mernoj glavi 8 mm i standardnim nastavkom za merenje CR-A33b („Konica Minolta”, Japan). Merenja su izvršena u D-65 osvetljenju sa standardnim uglom zaklona od 2° . Instrument je pre svake serije merenja kalibrisan korišćenjem bele kalibracione pločice CR-A43 („Konica Minolta” Japan), standardnom procedurom prema proizvođačkom uputstvu. Uzorci ulja su 2 h pre merenja boje temperirani na sobnoj temperaturi (25°C).

Određivanje transparentije ulja

Boja ulja utvrđena je spektrofotometrijski, merenjem transparentije (% T) čistog ulja u staklenim kivetama debljine sloja ulja od 10 mm, pri 455 nm u odnosu na praznu kivetu (Dimić i Turkulov, 2000).

Sva spektrofotometrijska merenja izvršena su na UV / VIS spektrofotometru model T80 + (PG Instruments Limited, London).

Sve hemikalije i reagensi upotrebljeni u eksperimentalnom radu bili su analitičke čistoće.

3.3.4. Statistička obrada podataka

Ispitivanja su izvedena u tri ponavljanja, sa izuzetkom određivanja dimenzija i čvrstoće semena koja su izvedena u 100 i 20 pojedinačnih proba, redom. Rezultati su predstavljeni kao srednja vrednost \pm standardna devijacija. Jednosmerna analiza varijanse (ANOVA) pomoću Tukey testa korišćena je za utvrđivanje značajnih razlika među podacima na nivou značajnosti $p < 0,05$. Step linearne veze između dve promenljive meren je pomoću Pearsonovog koeficijenta korelacije. Za statističku obradu podataka korišćeni su programi Statistica verzija 13.5.0.17 (StatSoft, Tulsa, Oklahoma, USA) i Microsoft Excel 2013.

3.3.4.1. Klaster analiza

Klaster analiza (CA – od engl. *Cluster Analysis*) koristi se u cilju grupisanja sličnih uzoraka u isti klaster na osnovu promenljivih koje opisuju proučavane uzorke (Miller i Miller, 2010; Kovačević i sar., 2019). Podaci su normalizovani primenom tehnike z-score. Primenjena metoda grupisanja je metoda maksimalnog rastojanja (engl. *Complete linkage*) a različitost među uzorcima prikazana je kao vrednost Manhattan distance.

3.3.4.2. Analiza glavnih komponentata

Analiza glavnih komponentata (PCA – od engl. *Principal Component Analysis*) je jedna od najprimenjenijih multivarijantnih hemometrijskih tehnika u analizi različitih uzoraka (Li i sar., 2016; Mehretie i sar., 2018). Ova tehnika je bazirana na redukciji podataka kada postoji izvesna korelacija između podataka i daje informacije u vezi sa komponentama koje se ponašaju na sličan način (Miller i Miller, 2010). U PCA uspostavljaju se glavne komponente koje predstavljaju kombinaciju originalnih varijabli (promenljivih). PCA je vrlo korisna metoda prepoznavanja uzoraka koja može izvući značajne informacije iz skupa podataka, sličnosti i razlike između uzoraka, kao i grupisanje uzoraka (Kovačević i sar., 2019).

3.3.4.3. Metoda veštačke neuronske mreže

Model metodom veštačke neuronske mreže (ANN – od engl. *Artificial Neural Network*) je razvijen kao višeslojni perceptron (MLP – od engl. *Multi - Layer Perceptron*), sa

tri sloja (ulazni, skriveni i izlazni). Ovaj model je široko potvrđen kao adekvatan za aproksimaciju nelinearnih funkcija (Prevolnik i sar., 2014). I ulazni i izlazni podaci su normalizovani kako bi se poboljšalo ponašanje ANN-a. Za rešavanje problema optimizacije nelinearnih problema sa ograničenjima u ANN modelu korišćen je algoritam **Broyden-Fletcher-Goldfarb-Shanno (BFGS)**. Eksperimentalna baza podataka za ANN je stohastički podeljena na podatke za učenje, unakrsnu validaciju i testiranje (sa 60%, 20% i 20% podataka, respektivno kod predviđanja parametara presovanja, iskorišćenja i ostvarenog kapaciteta presovanja i sa 100%, 0%, 0%, podataka, respektivno, kod predviđanja kvaliteta ulja). Set podataka za učenje korišćen je za ciklus učenja ANN-a, kao i za procenu optimalnog broja neurona u skrivenom sloju i težinskih koeficijenata svakog neurona u mreži. Proces optimizacije izveden je na osnovu minimizacije grešaka u validaciji. Pretpostavka je da je uspešno učenje postignuto kada se krive učenja i unakrsne validacije približe.

Koeficijenti povezani sa skrivenim i izlaznim slojevima (težinski koeficijenti (W – od engl. *Weights*) i nulti članovi (B – od engl. *Biases*)) grupisani su u matrice W_1 i B_1 , i W_2 i B_2 , redom. Model neuronske mreže može da se napiše korišćenjem matričnog zapisa (Y je matrica izlaznih promenljivih, f_1 i f_2 su aktivacione funkcije u skrivenom odnosno izlaznom sloju, a X je matrica ulaznih promenljivih), jednačina (III.11):

$$Y = f_1(W_2 \cdot f_2(W_1 \cdot X + B_1) + B_2) \quad (\text{III.11})$$

Elementi matrice W_1 i W_2 (težinski koeficijenti) određuju se tokom ciklusa učenja ANN, koji ih ažurira pomoću procedure optimizacije kako bi se umanjila greška između izlaza dobijenih primenom ANN mreže i eksperimentalnih vrednosti (Basheer i Hajmeer, 2000). Kao parametri za proveru performansi dobijenog ANN modela korišćeni su koeficijenti determinacije.

Analiza globalne osetljivosti

Za određivanje relativnog uticaja ulaznih promenljivih korišćena je *Yoon*-ova metoda interpretacije (Yoon i sar., 1993). Ova metoda je primenjena na osnovu težinskih koeficijenata razvijene ANN.

Validacija dobijenog ANN modela

Validacija dobijenog modela urađena je pomoću koeficijenta determinacije (R^2), hi-kvadrata (χ^2), srednje greške pristranosti (MBE – od engl. *Mean Bias Error*), greške srednjeg

kvadrata (RMSE – od engl. **Root Mean Square Error**) i srednjeg procenta greške (MPE – od engl. **Mean Percentage Error**). Ovi najčešće korišćeni parametri mogu se izračunati pomoću jednačina (III.12 – III.15) (Arsenović i sar., 2015):

$$\chi^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (x_{exp,i} - x_{pre,i})^2}{N-n} \quad (\text{III.12})$$

$$RMSE = \left[\frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N (x_{pre,i} - x_{exp,i})^2 \right]^{1/2} \quad (\text{III.13})$$

$$MBE = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N (x_{pre,i} - x_{exp,i}), \quad (\text{III.14})$$

$$MPE = \frac{100}{N} \cdot \sum_{i=1}^N \left(\frac{|x_{pre,i} - x_{exp,i}|}{x_{exp,i}} \right) \quad (\text{III.15})$$

gde $x_{exp,i}$ predstavlja eksperimentalne vrednosti, a $x_{pre,i}$ su predviđene vrednosti izračunate primenom ANN modela. N i n predstavljaju broj posmatranja, odnosno konstante.

IV REZULTATI I DISKUSIJA

4.1. Karakteristike semena

Različitošću između semena ispitanih hibrida prikazanih na slikama III.2 – III.4. u poglavlju 3.2. *Materijal* je jasno uočljiva. U cilju detaljne karakterizacije semena ispitani su sadržaj vlage i sadržaj ulja u semenu, dimenzije semena, geometrijske, gravimetrijske i opšte karakteristike, čvrstoća, kao i boja semena.

4.1.1. Sadržaj vlage i sadržaj ulja

Mnogi faktori, kao što su genotip, površina uzgoja, vrsta tla, primena agrotehničkih mera, klimatski uslovi i uslovi obrade, utiču na hemijski sastav i stoga na hranljivu vrednost uljarica (García-Rebollar et al., 2016). Rezultati sadržaja vlage i sadržaja ulja u semenu ispitanih hibrida suncokreta u dve godine ispitivanja sumirani su u tabeli IV.1. Vlaga određena u semenu predstavlja ravnotežnu vlagu, budući da je seme čuvano na sobnoj temperaturi 6 meseci pre presovanja i kretala se u rasponu od 5 do 7%. Prosečna srednja vrednost sadržaja vlage uzoraka gajenih u Argentini u prvoj godini ispitivanja bila je značajno veća ($8,83 \pm 0,37\%$) u odnosu na uljane i konzumne hibride gajene u Srbiji što može biti posledica drugačije manipulacije i uslova tokom transporta ovih uzoraka. Prosečna vrednost sadržaja vlage uzoraka gajenih u Srbiji, u prvoj godini iznosila je $6,10 \pm 0,18$ i $6,09 \pm 0,27\%$ kod uljanih i konzumnih hibrida, redom (tabela IV.1). Naredne godine sadržaj vlage bio je značajno manji i prosečno je iznosio $5,66 \pm 0,18$, $5,45 \pm 0,22$ i $5,37 \pm 0,21$, kod uljanih hibrida gajenih u Srbiji i Argentini i konzumnih hibrida gajenih u Srbiji, redom.

Uljani hibridi gajeni u Srbiji imali su značajno veći sadržaj ulja u odnosu na iste hibride gajene u Argentini. Prosečan sadržaj ulja u uzorcima gajenim u Srbiji u prvoj i drugoj godini ispitivanja iznosio je $38,9 \pm 3,68\%$ i $41,63 \pm 1,91\%$ redom, dok je u uzorcima gajenim u Argentini iznosio $32,36 \pm 2,89\%$ (prva godina) i $37,87 \pm 3,67\%$ (druga godina ispitivanja). Takođe, značajno manji sadržaj ulja dobijen je u semenima konzumnih hibrida suncokreta gajenih 2017. godine ($24,28 \pm 1,41\%$) u odnosu na narednu godinu ($30,03 \pm 4,56\%$).

Tabela IV.1. Sadržaj vlage i sadržaj ulja u semenima uljanih hibrida suncokreta gajenih u dve godine ispitivanja u Srbiji (S1 do S9) i Argentini (A1 do A9) i konzumnih hibrida (K1 do K9)

Hibrid	Sadržaj vlage [%]		Sadržaj ulja [%]	
	Mc		Os	
	I god.	II god.	I god.	II god.
S1	6,02 ± 0,12 ^{cde}	5,70 ± 0,03 ^{ijk}	35,26 ± 1,98 ^{def}	41,51 ± 0,09 ^{klm}
S2	5,78 ± 0,01 ^{abc}	5,27 ± 0,02 ^{bcde}	43,63 ± 2,71 ^h	44,96 ± 0,40 ⁿ
S3	6,02 ± 0,01 ^{cde}	5,70 ± 0,12 ^{ijk}	32,68 ± 3,16 ^{de}	39,16 ± 0,53 ^{hijk}
S4	6,08 ± 0,08 ^{def}	5,82 ± 0,01 ^k	41,66 ± 2,08 ^{gh}	41,63 ± 0,90 ^{klm}
S5	6,22 ± 0,03 ^{efg}	5,79 ± 0,09 ^{ijk}	36,10 ± 3,19 ^{ef}	42,17 ± 0,12 ^{lmn}
S6	6,34 ± 0,06 ^{gh}	5,53 ± 0,06 ^{fghi}	39,16 ± 4,38 ^{fgh}	39,66 ± 0,45 ^{hijkl}
S7	5,92 ± 0,04 ^{bcd}	5,53 ± 0,04 ^{fghi}	36,93 ± 1,36 ^{efg}	39,83 ± 1,80 ^{ijkl}
S8	6,20 ± 0,13 ^{efg}	5,79 ± 0,08 ^{ijk}	35,48 ± 0,90 ^{def}	42,00 ± 0,12 ^{lm}
S9	6,29 ± 0,31 ^{fg}	5,77 ± 0,07 ^{ijk}	41,91 ± 2,34 ^{gh}	43,70 ± 1,56 ^{mn}
A1	8,67 ± 0,07 ^{jk}	5,55 ± 0,02 ^{fghi}	34,60 ± 1,24 ^{def}	38,09 ± 1,30 ^{ghi}
A2	9,09 ± 0,05 ^m	5,23 ± 0,05 ^{abc}	34,37 ± 2,51 ^{def}	43,31 ± 0,56 ^{mn}
A3	8,88 ± 0,08 ^{klm}	5,32 ± 0,12 ^{cde}	32,16 ± 0,97 ^{cde}	36,97 ± 0,04 ^{gh}
A4	8,26 ± 0,01 ⁱ	5,25 ± 0,04 ^{bcd}	33,17 ± 0,05 ^{de}	38,33 ± 0,62 ^{hij}
A5	8,80 ± 0,01 ^{jkl}	5,73 ± 0,04 ^{ijk}	30,56 ± 0,05 ^{bcd}	30,29 ± 1,06 ^c
A6	8,67 ± 0,04 ^{jk}	5,37 ± 0,01 ^{cdef}	31,52 ± 0,83 ^{cde}	35,27 ± 0,41 ^{fg}
A7	9,01 ± 0,01 ^{lm}	5,23 ± 0,05 ^{abc}	33,89 ± 0,27 ^{def}	40,98 ± 0,40 ^{klm}
A8	8,55 ± 0,02 ^j	5,53 ± 0,06 ^{fghi}	35,17 ± 1,18 ^{def}	39,68 ± 0,87 ^{hijkl}
A9	9,55 ± 0,05 ⁿ	5,79 ± 0,07 ^{ijk}	25,83 ± 1,06 ^{ab}	37,92 ± 1,00 ^{ghi}
K1	5,75 ± 0,01 ^{ab}	5,47 ± 0,04 ^{efgh}	23,83 ± 0,38 ^a	25,46 ± 0,47 ^b
K2	5,66 ± 0,07 ^a	5,61 ± 0,12 ^{ghij}	22,45 ± 1,60 ^a	25,76 ± 0,76 ^b
K3	6,14 ± 0,02 ^{defg}	5,41 ± 0,01 ^{cdefg}	23,16 ± 0,95 ^a	32,35 ± 0,23 ^{cde}
K4	6,12 ± 0,01 ^{defg}	5,38 ± 0,01 ^{cdef}	23,86 ± 0,78 ^a	31,76 ± 1,58 ^{cde}
K5	6,17 ± 0,04 ^{defg}	5,65 ± 0,08 ^{hijk}	24,38 ± 0,29 ^a	21,93 ± 0,38 ^a
K6	6,57 ± 0,04 ^h	5,43 ± 0,05 ^{defg}	23,12 ± 0,20 ^a	30,54 ± 0,24 ^{cd}
K7	6,24 ± 0,10 ^{efg}	5,09 ± 0,04 ^{ab}	26,90 ± 0,88 ^{abc}	35,44 ± 0,22 ^{fg}
K8	6,15 ± 0,04 ^{defg}	5,25 ± 0,05 ^{bcd}	25,63 ± 0,27 ^{ab}	33,35 ± 1,76 ^{def}
K9	6,01 ± 0,03 ^{cde}	5,04 ± 0,04 ^a	25,20 ± 1,29 ^{ab}	33,63 ± 1,38 ^{ef}
Uljani Srbija	6,10 ± 0,18 ^{aA}	5,66 ± 0,18 ^{aB}	38,09 ± 3,68 ^{aA}	41,63 ± 1,91 ^{aB}
Uljani Argentina	8,83 ± 0,37 ^{bA}	5,45 ± 0,22 ^{abB}	32,36 ± 2,89 ^{bA}	37,87 ± 3,67 ^{aB}
Konzumni	6,09 ± 0,27 ^{aA}	5,37 ± 0,21 ^{bb}	24,28 ± 1,41 ^{cA}	30,03 ± 4,56 ^{bb}

Različita mala slova u istoj koloni ukazuju na značajno različite vrednosti između uzoraka, dok različita velika slova u istom redu ukazuju na značajno različite vrednosti sadržaja vlage i ulja u semenima u dve godine ispitivanja ($p < 0,05$)

Na osnovu dobijenih rezultata zaključuje se da na sadržaj vlage u semenu najveći uticaj imaju ambijentalni uslovi čuvanja, dok na sadržaj ulja utiču vrsta hibrida, mesto uzgoja, kao i uslovi gajenja, što je u saglasnosti sa prethodnim istraživanjima (Aguirrezábal i sar., 2003; Izquierdo et al., 2008).

4.1.2. Dimenzije semena

Ispitivanjem dimenzija semena utvrđeno je da su konzumni hibridi suncokreta krupniji u poređenju sa uljanim hibridima gajenim u Srbiji Argentini. Dobijeni rezultati sumirani su u tabeli IV.2. Prosečna dužina semena konzumnih hibrida suncokreta iznosila je $16,18 \pm 2,28$ mm, dok su najveće dužine semena pojedinih konzumnih hibrida (K1) iznosile i preko 20 mm ($20,68 \pm 1,29$ mm). Značajno ($p < 0,05$) manja dužina semena utvrđena je kod uljanih hibrida i to prosečno $10,90 \pm 0,44$ i $11,06 \pm 0,49$ mm, utvrđenih kod uzoraka gajenih u Srbiji i Argentini, redom. Najmanja prosečna vrednost dužine semena od $10,32 \pm 0,16$ mm primećena je kod uzorka A5. Semena konzumnih hibrida suncokreta su u proseku bila i najšira ($7,00 \pm 0,47$ mm). Nešto manja prosečna vrednost širine određena je kod uljanih hibrida uzgajanih u Argentini ($6,58 \pm 0,65$ mm), dok su kod semena uljanih hibrida uzgajanih u Srbiji utvrđene znatno manje prosečne vrednosti, svega $5,36 \pm 0,24$ mm. U ovim uzorcima je primećena i najmanja prosečna vrednost debljine semena od $3,52 \pm 0,27$ mm, dok su značajno veće vrednosti primećene u uzorcima konzumnih hibrida i uljanih hibrida gajenih u Argentini ($4,10 \pm 0,21$ i $4,15 \pm 0,43$ mm, redom). Slična ispitivanja izveli su i De Figueiredo i sar., (2011) i utvrdili sledeće dimenzije semena konzumnog hibrida *Morgan 9338* pri sadržaju vlage od 6,8%: dužina $15,28 \pm 0,93$ mm, širina $8,01 \pm 0,49$ mm, debljina $4,07 \pm 0,54$ mm. Isti autori utvrdili su i dimenzije uljanih hibrida suncokreta *ACA 884* (sadržaj vlage 5,7%) i *Paraiso 20* (sadržaj vlage 6,4%), prosečne vrednosti dužine iznosile su $9,53 \pm 0,63$ i $10,21 \pm 0,47$ mm, širine $4,16 \pm 0,50$ i $5,04 \pm 0,43$ mm i debljine semena $2,51 \pm 0,41$ i $3,17 \pm 0,46$ mm.

Tabela IV.2. Dimenzije semena uljanih hibrida suncokreta gajenih u dve godine ispitivanja u Srbiji (S1 do S9) i Argentini (A1 do A9) i konzumnih hibrida (K1 do K9)

Hibrid	Dužina [mm] L		Širina [mm] W		Debljina [mm] T	
	I god.	II god.	I god.	II god.	I god.	II god.
S1	10,93 ± 0,50 ^{abc}	10,26 ± 0,55 ^{abcd}	5,17 ± 0,31 ^a	4,80 ± 0,73 ^{abc}	3,18 ± 0,30 ^{ab}	3,24 ± 0,52 ^{abcd}
S2	10,76 ± 0,51 ^{ab}	9,80 ± 0,37 ^{abc}	5,10 ± 0,47 ^a	4,45 ± 0,90 ^a	3,36 ± 0,35 ^{abc}	3,08 ± 0,64 ^{abc}
S3	10,67 ± 0,53 ^{ab}	9,82 ± 0,52 ^{abc}	5,48 ± 0,51 ^{abc}	4,44 ± 0,64 ^a	3,70 ± 0,59 ^{abcdefg}	2,87 ± 0,54 ^{ab}
S4	10,53 ± 0,65 ^{ab}	9,37 ± 0,62 ^a	5,50 ± 0,60 ^{abc}	4,94 ± 0,56 ^{abcd}	3,77 ± 0,75 ^{abcdefg}	3,42 ± 0,39 ^{abcd}
S5	10,61 ± 0,53 ^{ab}	9,50 ± 0,35 ^{ab}	5,30 ± 0,68 ^{abc}	4,48 ± 0,57 ^a	3,65 ± 0,52 ^{abcdef}	2,80 ± 0,40 ^a
S6	10,37 ± 0,34 ^a	9,75 ± 0,62 ^{abc}	5,10 ± 0,47 ^a	4,56 ± 0,52 ^{ab}	3,09 ± 0,47 ^a	2,85 ± 0,56 ^{ab}
S7	11,13 ± 0,45 ^{abc}	10,34 ± 0,45 ^{abcd}	5,62 ± 0,68 ^{abcd}	4,47 ± 0,36 ^a	3,46 ± 0,44 ^{abcd}	2,87 ± 0,44 ^{ab}
S8	11,41 ± 0,36 ^{abc}	10,65 ± 0,52 ^{cd}	5,76 ± 0,74 ^{abcdef}	5,13 ± 0,69 ^{abcde}	3,58 ± 0,52 ^{abcde}	3,23 ± 0,57 ^{abcd}
S9	11,69 ± 0,62 ^{bc}	11,02 ± 0,74 ^d	5,23 ± 0,73 ^{ab}	5,13 ± 0,68 ^{abcde}	3,90 ± 0,45 ^{abcdefg}	3,46 ± 0,45 ^{abcde}
A1	11,13 ± 0,42 ^{abc}	10,61 ± 0,44 ^{bcd}	5,67 ± 0,68 ^{abcde}	5,71 ± 0,35 ^{cdef}	3,80 ± 0,75 ^{abcdefg}	3,85 ± 0,24 ^{cdefg}
A2	10,85 ± 0,59 ^{abc}	9,97 ± 0,35 ^{abcd}	6,74 ± 0,55 ^{efghij}	5,45 ± 0,86 ^{abcdef}	4,37 ± 0,44 ^{defg}	3,53 ± 0,41 ^{abcde}
A3	11,60 ± 0,46 ^{bc}	10,39 ± 0,45 ^{abcd}	7,47 ± 0,21 ^{jk}	5,47 ± 0,50 ^{abcdef}	4,59 ± 0,40 ^g	3,63 ± 0,38 ^{bcdef}
A4	10,94 ± 0,34 ^{abc}	10,78 ± 0,42 ^{cd}	7,39 ± 0,40 ^{ijk}	5,62 ± 0,40 ^{bcdef}	4,57 ± 0,34 ^{fg}	3,85 ± 0,14 ^{cdefg}
A5	10,32 ± 0,16 ^a	10,08 ± 0,28 ^{abcd}	7,01 ± 0,56 ^{ghijk}	5,59 ± 0,33 ^{bcdef}	4,53 ± 0,37 ^{fg}	3,77 ± 0,18 ^{cdefg}
A6	10,93 ± 0,52 ^{abc}	10,71 ± 0,36 ^{cd}	6,15 ± 0,26 ^{abcdefg}	6,22 ± 0,46 ^{fgh}	3,50 ± 0,32 ^{abcd}	3,88 ± 0,57 ^{cdefg}
A7	10,96 ± 0,49 ^{abc}	10,47 ± 0,24 ^{abcd}	6,26 ± 0,51 ^{bcdefgh}	5,97 ± 0,52 ^{defg}	3,71 ± 0,55 ^{abcdefg}	3,74 ± 0,48 ^{cdefg}
A8	10,80 ± 0,53 ^{ab}	10,72 ± 0,56 ^{cd}	5,80 ± 0,55 ^{abcdef}	5,96 ± 0,44 ^{defg}	3,90 ± 0,51 ^{abcdefg}	3,84 ± 0,17 ^{cdefg}
A9	12,03 ± 0,50 ^c	10,24 ± 0,36 ^{abcd}	6,78 ± 0,53 ^{efghij}	5,68 ± 0,53 ^{cdef}	4,37 ± 0,55 ^{defg}	3,90 ± 0,12 ^{defg}
K1	20,68 ± 1,29 ^h	18,89 ± 1,00 ^h	7,01 ± 0,62 ^{ghijk}	7,05 ± 0,63 ^{hi}	3,91 ± 0,60 ^{abcdefg}	4,45 ± 0,42 ^{gh}
K2	18,89 ± 1,03 ^g	18,47 ± 1,37 ^h	6,70 ± 0,69 ^{efghij}	6,93 ± 0,62 ^{ghi}	3,91 ± 0,35 ^{abcdefg}	4,26 ± 0,56 ^{efgh}
K3	15,23 ± 1,12 ^{ef}	15,90 ± 0,59 ^g	6,36 ± 1,01 ^{cdefghi}	6,79 ± 0,52 ^{ghi}	3,91 ± 0,82 ^{abcdefg}	4,24 ± 0,49 ^{efgh}
K4	14,49 ± 1,21 ^{de}	16,00 ± 0,59 ^g	7,17 ± 0,65 ^{ghijk}	7,23 ± 0,64 ^{hi}	4,44 ± 0,42 ^{efg}	4,78 ± 0,43 ^h
K5	13,36 ± 1,25 ^d	18,75 ± 1,28 ^h	6,80 ± 0,55 ^{efghij}	7,61 ± 0,90 ⁱ	4,11 ± 0,59 ^{bcdefg}	4,41 ± 0,69 ^{fgh}
K6	14,79 ± 0,43 ^e	13,51 ± 0,45 ^e	7,99 ± 1,07 ^k	7,20 ± 0,96 ^{hi}	4,39 ± 1,00 ^{defg}	4,74 ± 0,83 ^h
K7	15,62 ± 0,84 ^{ef}	14,57 ± 0,58 ^{ef}	7,16 ± 1,10 ^{ghijk}	6,19 ± 0,58 ^{efgh}	4,01 ± 0,75 ^{abcdefg}	3,88 ± 0,38 ^{cdefg}
K8	16,15 ± 0,83 ^f	15,32 ± 0,65 ^{fg}	7,24 ± 0,23 ^{hijk}	6,93 ± 0,87 ^{ghi}	4,24 ± 0,35 ^{cdefg}	4,34 ± 0,63 ^{fgh}
K9	16,38 ± 0,93 ^f	15,18 ± 1,34 ^{fg}	6,62 ± 0,63 ^{defghij}	6,32 ± 0,68 ^{fgh}	4,00 ± 0,69 ^{abcdefg}	4,01 ± 0,43 ^{defgh}
Uljani Srbija	10,90 ± 0,44 ^{aA}	10,06 ± 0,55 ^{aB}	5,36 ± 0,24 ^{aA}	4,71 ± 0,29 ^{aB}	3,52 ± 0,27 ^{aA}	3,09 ± 0,25 ^{aB}
Uljani Argentina	11,06 ± 0,49 ^{aA}	10,44 ± 0,29 ^{aB}	6,58 ± 0,65 ^{bA}	5,74 ± 0,26 ^{bB}	4,15 ± 0,43 ^{bA}	3,77 ± 0,13 ^{bB}
Konzumni	16,18 ± 2,28 ^{bA}	16,29 ± 1,96 ^{bA}	7,00 ± 0,47 ^{bA}	6,91 ± 0,44 ^{cA}	4,10 ± 0,21 ^{bA}	4,34 ± 0,30 ^{cA}

Različita mala slova u istoj koloni ukazuju na značajno različite vrednosti između uzoraka, dok različita velika slova u istom redu ukazuju na značajno različite vrednosti dimenzija semena u dve godine ispitivanja ($p < 0,05$)

U drugoj godini uzgoja utvrđene su značajno niže vrednosti dimenzija semena uljanih hibrida gajenih u Srbiji i Argentini, dok se dimenzije semena konzumnih hibrida suncokreta nisu značajno menjale (tabela IV.2). Na značajno manje vrednosti dužine, širine i debljine semena uljanih hibrida suncokreta u drugoj godini uzgoja uticao je sadržaj vlage u ovim semenima koji je, kao što je pomenuto, značajno manji u odnosu na prvu ispitanu godinu (tabela IV.1). Uticaj sadržaja vlage na dimenzije semena potvrdili su i Malik i Saini (2016), koji su definisali regresione jednačine zavisnosti dužine, širine i debljine semena i sadržaja vlage sa visokim vrednostima koeficijenata determinacije od 0,960 ($p = 0,027$); 0,988 ($p = 0,044$) i 0,998 ($p = 0,003$), redom.

4.1.3. Geometrijske karakteristike semena

Dobijene vrednosti geometrijskih karakteristika semena u skladu su sa ispitanim dimenzijama iz kojih se i dobijaju računskim putem. Ekvivalentni prečnik ukazuje na prečnik zrna dobijen na osnovu sve tri dimenzije semena (dužine, širine i debljine), površina preseka i zapremina ukazuju na presek i zapreminu prosečnog semena ispitanog hibrida suncokreta, dok sferičnost ukazuje na oblik semena (veće vrednosti su karakteristične za okruglija semena). Prema istraživanju Soyoye i sar. (2018) sferičnost zrna kukuruza iznosi 0,693, dok vrednost sferičnosti zrna soje iznosi čak 0,814. Najviše vrednosti geometrijskih karakteristika semena utvrđene su u semenima konzumnih hibrida suncokreta: prosečna vrednost ekvivalentnog prečnika iznosila je $7,69 \pm 0,36$ mm, površine preseka $187,19 \pm 17,20$ mm² i zapremine semena $243,75 \pm 243,75$ mm³, dok su najniže prosečne vrednosti ekvivalentnog prečnika ($5,89 \pm 0,25$ mm), površine preseka ($109,53 \pm 9,18$ mm²) i zapremine semena ($108,96 \pm 13,71$ mm³) utvrđene kod uljanih hibrida uzgajanih u Srbiji (tabela IV.3). Kod konzumnih hibrida suncokreta je, kao što je i pomenuto, utvrđena velika prosečna dužina semena ($16,18 \pm 2,28$ mm), koja je za $9,17 \pm 2,40$ mm veća u odnosu na širinu i za $12,08 \pm 2,41$ mm veća u odnosu na debljinu semena, te je i sferičnost konzumnih hibrida suncokreta najmanja i iznosi $0,48 \pm 0,05$. Uljani hibridi gajeni u Argentini imali su semena najveće sferičnosti ($0,61 \pm 0,04$). Kod ovih hibrida dužina semena je za $4,48 \pm 0,75$ mm veća u odnosu na širinu i za $6,91 \pm 0,60$ mm u odnosu na debljinu semena. Dobijene vrednosti u skladu su sa prethodnim istraživanjima (De Figueiredo i sar., 2011; Malik i Saini, 2016).

Tabela IV.3. Geometrijske karakteristike semena uljanih hibrida suncokreta gajenih u dve godine ispitivanja u Srbiji (S1 do S9) i Argentini (A1 do A9) i konzumnih hibrida (K1 do K9)

Hibrid	Ekvivalentni prečnik [mm]		Površina preseka [mm ²]		Zapremina semena [mm ³]		Sferičnost	
	Ed		Sa		Sv		S	
	I god.	II god.	I god.	II god.	I god.	II god.	I god.	II god.
S1	5,64 ± 0,25 ^{ab}	5,39 ± 0,44 ^{abc}	99,98 ± 8,75 ^a	91,81 ± 14,62 ^{abcde}	94,28 ± 12,04 ^a	83,45 ± 19,65a	0,52 ± 0,02 ^{cdefg}	0,53 ± 0,04 ^{defghijk}
S2	5,68 ± 0,30 ^{ab}	5,08 ± 0,58 ^{ab}	101,69 ± 10,93 ^a	81,92 ± 18,29 ^{abcd}	96,82 ± 15,89 ^a	70,92 ± 23,29a	0,53 ± 0,02 ^{defgh}	0,52 ± 0,07 ^{defghi}
S3	5,99 ± 0,52 ^{ab}	4,98 ± 0,53 ^a	113,39 ± 20,37 ^{ab}	78,62 ± 16,80 ^{ab}	114,77 ± 31,66 ^{ab}	66,57 ± 21,40a	0,56 ± 0,03 ^{gh}	0,51 ± 0,06 ^{bcde}
S4	5,99 ± 0,55 ^{ab}	5,39 ± 0,39 ^{abc}	113,63 ± 21,19 ^{ab}	91,81 ± 13,33 ^{abcde}	115,25 ± 32,74 ^{ab}	83,33 ± 18,20a	0,57 ± 0,06 ^{ghij}	0,58 ± 0,05 ^{ghijkl}
S5	5,89 ± 0,57 ^{ab}	4,91 ± 0,47 ^a	109,67 ± 21,77 ^a	76,35 ± 14,20 ^a	109,43 ± 33,33 ^{ab}	63,50 ± 17,17a	0,55 ± 0,03 ^{fgh}	0,52 ± 0,04 ^{cdefgh}
S6	5,45 ± 0,41 ^a	5,01 ± 0,59 ^a	93,83 ± 13,56 ^a	79,67 ± 18,60 ^{abc}	86,10 ± 17,83 ^a	68,11 ± 23,52a	0,53 ± 0,04 ^{defgh}	0,51 ± 0,04 ^{cdefg}
S7	5,99 ± 0,40 ^{ab}	5,09 ± 0,39 ^{ab}	113,06 ± 15,16 ^{ab}	81,70 ± 12,41 ^{abcd}	113,76 ± 23,12 ^{ab}	70,00 ± 15,73a	0,54 ± 0,05 ^{efgh}	0,49 ± 0,04 ^{abcd}
S8	6,16 ± 0,53 ^{abc}	5,59 ± 0,64 ^{abcd}	119,98 ± 21,24 ^{ab}	99,43 ± 24,29 ^{abcde}	124,88 ± 34,21 ^{abc}	95,03 ± 37,27a	0,54 ± 0,05 ^{efgh}	0,52 ± 0,04 ^{defgij}
S9	6,18 ± 0,44 ^{abc}	5,79 ± 0,54 ^{abcd}	120,56 ± 17,25 ^{ab}	106,15 ± 20,53 ^{abcde}	125,37 ± 27,02 ^{abc}	104,13 ± 31,13a	0,53 ± 0,04 ^{defgh}	0,53 ± 0,04 ^{defghijk}
A1	6,18 ± 0,51 ^{abc}	6,15 ± 0,17 ^{cde}	120,55 ± 19,94 ^{ab}	118,71 ± 6,67 ^{cdef}	125,63 ± 31,29 ^{abc}	121,79 ± 10,27 ^{ab}	0,56 ± 0,05 ^{gh}	0,58 ± 0,03 ^{hijkl}
A2	6,83 ± 0,46 ^{cde}	5,75 ± 0,56 ^{abcd}	146,98 ± 19,83 ^{bcde}	104,82 ± 19,87 ^{abcde}	168,63 ± 34,00 ^{bcdef}	102,17 ± 28,23 ^a	0,63 ± 0,02 ^{ijk}	0,58 ± 0,04 ^{ghijkl}
A3	7,34 ± 0,22 ^{efghi}	5,90 ± 0,38 ^{bcd}	169,42 ± 10,17 ^{efgh}	109,76 ± 14,32 ^{abcde}	207,66 ± 19,01 ^{fgh}	108,78 ± 21,28 ^a	0,63 ± 0,02 ^{jk}	0,57 ± 0,03 ^{efgijkl}
A4	7,17 ± 0,23 ^{efgh}	6,15 ± 0,17 ^{cde}	161,45 ± 10,50 ^{defg}	118,81 ± 6,51 ^{cdef}	193,23 ± 19,01 ^{defgh}	121,93 ± 10,17 ^{ab}	0,66 ± 0,03 ^k	0,57 ± 0,03 ^{fghijkl}
A5	6,88 ± 0,29 ^{cdef}	5,96 ± 0,21 ^{bcd}	148,96 ± 12,29 ^{bcde}	111,65 ± 7,69 ^{abcde}	171,38 ± 21,10 ^{bcdef}	111,13 ± 11,46 ^{ab}	0,67 ± 0,03 ^k	0,59 ± 0,02 ^{kl}
A6	6,17 ± 0,25 ^{abc}	6,35 ± 0,42 ^{de}	119,61 ± 9,96 ^{ab}	127,19 ± 16,61 ^{ef}	123,32 ± 15,58 ^{abc}	135,68 ± 26,58 ^{abc}	0,56 ± 0,02 ^{ghi}	0,59 ± 0,04 ^l
A7	6,32 ± 0,42 ^{bcd}	6,15 ± 0,42 ^{cde}	125,98 ± 16,95 ^{abcd}	119,29 ± 15,71 ^{def}	133,80 ± 27,25 ^{abcde}	123,28 ± 23,58 ^{ab}	0,58 ± 0,04 ^{ghij}	0,59 ± 0,04 ^{ijkl}
A8	6,23 ± 0,32 ^{abc}	6,25 ± 0,28 ^{cde}	122,11 ± 12,57 ^{abc}	122,93 ± 10,86 ^{ef}	127,37 ± 19,57 ^{abcd}	128,53 ± 16,93 ^{ab}	0,58 ± 0,05 ^{ghij}	0,58 ± 0,02 ^{ijkl}
A9	7,07 ± 0,42 ^{defg}	6,09 ± 0,18 ^{cd}	157,55 ± 18,29 ^{cdef}	116,57 ± 6,88 ^{bcde}	186,84 ± 32,21 ^{cdefg}	118,52 ± 10,34 ^{ab}	0,59 ± 0,04 ^{hij}	0,60 ± 0,03 ^l

Različita mala slova u istoj koloni ukazuju na značajno različite vrednosti između uzoraka, dok različita velika slova u istom redu ukazuju na značajno različite vrednosti geometrijskih karakteristika semena u dve godine ispitivanja ($p < 0,05$)

Tabela IV.3. Geometrijske karakteristike semena uljanih hibrida suncokreta gajenih u dve godine ispitivanja u Srbiji (S1 do S9) i Argentini (A1 do A9) i konzumnih hibrida (K1 do K9) - *nastavak*

Hibrid	Ekvivalentni prečnik [mm] Ed		Površina preseka [mm ²] Sa		Zapremina semena [mm ³] Sv		Sferičnost S	
	I god.	II god.	I god.	II god.	I god.	II god.	I god.	II god.
	K1	8,25 ± 0,60 ^j	8,39 ± 0,60 ^g	214,63 ± 31,80 ⁱ	222,16 ± 31,95 ^{hi}	298,15 ± 67,00 ^j	313,85 ± 67,69 ^{ef}	0,40 ± 0,02 ^a
K2	7,89 ± 0,43 ^{ghij}	8,15 ± 0,73 ^g	196,09 ± 21,55 ^{ghi}	210,50 ± 35,31 ^{hi}	259,43 ± 42,65 ^{hij}	290,39 ± 69,17 ^{ef}	0,42 ± 0,03 ^{ab}	0,44 ± 0,02 ^a
K3	7,19 ± 0,87 ^{efghi}	7,69 ± 0,53 ^{fg}	164,72 ± 38,09 ^{efg}	186,69 ± 26,03 ^{gh}	202,91 ± 67,36 ^{fgh}	241,64 ± 51,61 ^{de}	0,47 ± 0,04 ^{bcd}	0,48 ± 0,03 ^{abcd}
K4	7,70 ± 0,28 ^{fghij}	8,20 ± 0,49 ^g	186,41 ± 13,45 ^{fghi}	211,67 ± 25,39 ^{hi}	239,85 ± 26,09 ^{ghij}	291,21 ± 52,39 ^{ef}	0,54 ± 0,05 ^{defgh}	0,51 ± 0,03 ^{cdef}
K5	7,18 ± 0,65 ^{efghi}	8,55 ± 0,86 ^g	163,32 ± 29,19 ^{efg}	231,64 ± 47,70 ⁱ	198,68 ± 52,04 ^{efgh}	336,78 ± 105,49 ^f	0,54 ± 0,04 ^{efgh}	0,46 ± 0,03 ^{abc}
K6	8,00 ± 0,93 ^{ij}	7,70 ± 0,80 ^{fg}	203,51 ± 48,70 ^{hi}	188,38 ± 39,68 ^{gh}	278,77 ± 102,43 ^{ij}	247,16 ± 79,43 ^{de}	0,54 ± 0,06 ^{efgh}	0,57 ± 0,06 ^{efgijkl}
K7	7,58 ± 0,54 ^{efghij}	7,03 ± 0,42 ^{ef}	181,22 ± 25,16 ^{efghi}	155,88 ± 18,73 ^{fg}	231,13 ± 46,87 ^{fghij}	184,04 ± 33,05 ^{bcd}	0,49 ± 0,04 ^{cde}	0,48 ± 0,03 ^{abcd}
K8	7,90 ± 0,30 ^{hij}	7,71 ± 0,76 ^{fg}	196,27 ± 14,70 ^{ghi}	188,37 ± 36,64 ^{gh}	259,16 ± 29,17 ^{hij}	246,64 ± 70,47 ^{de}	0,49 ± 0,02 ^{cdef}	0,50 ± 0,04 ^{abcd}
K9	7,53 ± 0,46 ^{efghij}	7,26 ± 0,65 ^f	178,54 ± 22,30 ^{efghi}	166,88 ± 28,46 ^g	225,68 ± 43,09 ^{fghi}	205,03 ± 50,17 ^{cd}	0,46 ± 0,04 ^{abc}	0,48 ± 0,03 ^{abcd}
Uljani Srbija	5,89 ± 0,25 ^{aA}	5,25 ± 0,31 ^{ab}	109,53 ± 9,18 ^{aA}	87,50 ± 10,35 ^{aB}	108,96 ± 13,71 ^{aA}	78,34 ± 14,07 ^{aB}	0,54 ± 0,02 ^{aA}	0,52 ± 0,02 ^{aA}
Uljani Argentina	6,69 ± 0,47 ^{ba}	6,08 ± 0,18 ^{bb}	141,40 ± 19,54 ^{ba}	116,64 ± 6,88 ^{bb}	159,76 ± 159,76 ^{ba}	119,09 ± 10,33 ^{bb}	0,61 ± 0,04 ^{ba}	0,58 ± 0,01 ^{ba}
Konzumni	7,69 ± 0,36 ^{ca}	7,85 ± 0,51 ^{ca}	187,19 ± 1	195,80 ± 25,18 ^{ca}	243,75 ± 243,75 ^{ca}	261,86 ± 50,17 ^{ca}	0,48 ± 0,05 ^{ca}	0,49 ± 0,04 ^{ca}

Različita mala slova u istoj koloni ukazuju na značajno različite vrednosti između uzoraka, dok različita velika slova u istom redu ukazuju na značajno različite vrednosti geometrijskih karakteristika semena u dve godine ispitivanja ($p < 0,05$)

U drugoj godini ispitivanja kod semena uljanih hibrida suncokreta utvrđene su značajno manje vrednosti ekvivalentnog prečnika, površine preseka i zapremine semena, što se, kao i kod dimenzija semena, može povezati sa manjim sadržajem vlage u semenu. Prethodna istraživanja potvrdila su ovakve navode (De Figueiredo i sar., 2011; Malik i Saini, 2016).

4.1.4. Gravimetrijske karakteristike semena

Gravimetrijske karakteristike semena predstavljaju značajne pokazatelje kvaliteta semena. Podaci o geometrijskim karakteristikama semena neophodni su u raznim proračunima u skladištima, kod transportnih uređaja itd. Specifična masa ukazuje na kompaktnost, odnosno nalivenost semena. Litarska masa ukazuje na masu semena tačno definisane zapremine, dok poroznost ukazuje na deo prostora u rasutom semenu koje seme ne zauzima. Najveća prosečna vrednost specifične i litarske mase semena od $805,91 \pm 30,94 \text{ kg/m}^3$ i $472,11 \pm 20,49 \text{ kg/m}^3$ utvrđena je kod uljanih hibrida gajenih u Srbiji. Najniže vrednosti pomenutih parametara od $626,83 \pm 45,15 \text{ kg/m}^3$ i $342,20 \pm 28,55 \text{ kg/m}^3$, redom, primećene su kod konzumnih hibrida (tabela IV.4). Dobijeni rezultati u skladu su sa očekivanjima, budući da su kod uljanih hibrida gajenih u Srbiji utvrđene najniže vrednosti dimenzija (tabela IV.2) i geometrijskih karakteristika semena (Tabela IV.3) te je i kompaktnost i nalivenost ovih semena najveća. Konzumni hibridi su imali najveće prosečne vrednosti dimenzija (Tabela IV.2) i geometrijskih karakteristika semena (Tabela IV.3) te je i prazan prostor među semenima veći, na šta ukazuju značajno veće vrednosti poroznosti semena ovih hibrida ($45,41 \pm 2,04\%$) u odnosu na uljane hibride gajene u Srbiji ($41,43 \pm 0,61\%$) i Argentini ($41,78 \pm 0,96\%$). Slične rezultate prijavili su i De Figueiredo i sar. (2011) i Malik i Saini (2016). Nešto niže vrednosti specifične mase semena uljanog visokooleinskog hibrida suncokreta ($720 - 760 \text{ kg/m}^3$) utvrdio je Romanić (2015).

Tabela IV.4. Gravimetrijske karakteristike semena uljanih hibrida suncokreta gajenih u dve godine ispitivanja u Srbiji (S1 do S9) i Argentini (A1 do A9) i konzumnih hibrida (K1 do K9)

Hibrid	Specifična masa [kg/m ³]		Litarska masa [kg/m ³]		Poroznost [%]	
	Td		Bd		P	
	I god.	II god.	I god.	II god.	I god.	II god.
S1	824,99 ± 1,12 ^{mn}	778,60 ± 1,65 ^k	483,00 ± 1,00 ^{no}	463,00 ± 1,40 ^m	41,45 ± 0,04 ^{abcd}	40,53 ± 0,05 ^{defg}
S2	802,67 ± 9,43 ^{kl}	743,93 ± 5,10 ^{ij}	481,00 ± 1,40 ^{no}	449,80 ± 1,80 ^{ij}	40,07 ± 0,88 ^a	39,53 ± 0,66 ^{cdef}
S3	817,54 ± 4,98 ^{lmn}	713,47 ± 4,58 ^{gh}	478,00 ± 0,80 ⁿ	433,60 ± 2,80 ^g	41,53 ± 0,26 ^{abcd}	39,23 ± 0,00 ^{bcde}
S4	833,11 ± 4,23 ⁿ	732,92 ± 3,22 ^{ij}	489,40 ± 2,60 ^p	445,60 ± 0,80 ^{hi}	41,25 ± 0,61 ^{abc}	39,20 ± 0,16 ^{bcde}
S5	824,05 ± 0,76 ^{mn}	740,76 ± 2,81 ^{ij}	483,80 ± 0,20 ^{op}	451,00 ± 3,40 ^{ijk}	41,29 ± 0,03 ^{abc}	39,11 ± 0,69 ^{bcde}
S6	831,87 ± 0,64 ⁿ	734,41 ± 5,12 ^{ij}	488,80 ± 0,80 ^p	459,20 ± 2,80 ^{lm}	41,24 ± 0,14 ^{abc}	37,47 ± 0,82 ^b
S7	809,71 ± 3,77 ^{lm}	780,89 ± 2,40 ^k	469,00 ± 1,80 ^m	457,00 ± 1,00 ^{klm}	42,08 ± 0,05 ^{bcde}	41,48 ± 0,05 ^{ghi}
S8	762,53 ± 7,25 ^{hi}	743,19 ± 4,84 ^{ij}	444,20 ± 0,20 ^k	447,20 ± 2,80 ⁱ	41,74 ± 0,53 ^{bcd}	39,83 ± 0,02 ^{cdefg}
S9	746,69 ± 0,17 ^{gh}	705,26 ± 0,08 ^g	431,80 ± 0,20 ⁱ	432,60 ± 0,20 ^g	42,17 ± 0,04 ^{bcde}	38,66 ± 0,02 ^{bc}
A1	762,63 ± 13,36 ^{hi}	747,47 ± 0,21 ^j	449,60 ± 0,01 ^k	460,00 ± 2,40 ^{lm}	41,03 ± 1,03 ^{abc}	38,46 ± 0,30 ^{bc}
A2	789,19 ± 1,79 ^{jk}	664,47 ± 2,65 ^f	449,20 ± 2,40 ^k	449,40 ± 1,40 ^{ij}	43,08 ± 0,17 ^{def}	32,37 ± 0,06 ^a
A3	733,90 ± 2,47 ^g	706,37 ± 3,07 ^g	436,00 ± 0,01 ^{ij}	431,80 ± 0,60 ^g	40,59 ± 0,20 ^{ab}	38,87 ± 0,18 ^{bcd}
A4	759,27 ± 4,40 ^h	726,61 ± 5,12 ^{hi}	446,00 ± 0,80 ^k	445,80 ± 1,80 ^{hi}	41,26 ± 0,45 ^{abc}	38,64 ± 0,68 ^{bc}
A5	734,39 ± 2,82 ^g	644,77 ± 5,88 ^{de}	414,60 ± 1,40 ^h	439,80 ± 0,20 ^h	43,54 ± 0,41 ^{efg}	31,79 ± 0,65 ^a
A6	754,58 ± 1,33 ^h	696,20 ± 3,22 ^g	438,00 ± 0,40 ^j	427,80 ± 0,60 ^{fg}	41,95 ± 0,16 ^{bcde}	38,55 ± 0,37 ^{bc}
A7	761,60 ± 19,26 ^{hi}	748,13 ± 0,40 ^j	447,00 ± 0,20 ^k	455,20 ± 0,80 ^{ijkl}	41,28 ± 1,46 ^{abc}	39,15 ± 0,14 ^{bcde}
A8	780,48 ± 1,72 ^{ij}	641,49 ± 7,30 ^{cde}	455,60 ± 1,20 ^l	440,80 ± 0,40 ^h	41,63 ± 0,28 ^{abcd}	31,28 ± 0,84 ^a
A9	633,90 ± 9,61 ^d	700,46 ± 10,24 ^g	370,00 ± 2,40 ^f	424,00 ± 0,40 ^f	41,63 ± 0,51 ^{abcd}	39,46 ± 0,83 ^{cde}
K1	587,04 ± 0,97 ^b	538,47 ± 0,71 ^b	305,40 ± 0,20 ^a	295,60 ± 1,20 ^{ab}	47,98 ± 0,12 ^j	45,10 ± 0,15 ^k
K2	590,49 ± 5,12 ^{bc}	529,61 ± 1,94 ^{ab}	307,80 ± 0,20 ^a	291,60 ± 3,60 ^a	47,87 ± 0,49 ^{ij}	44,94 ± 0,88 ^k
K3	648,00 ± 3,64 ^{de}	655,69 ± 12,04 ^{ef}	365,60 ± 2,40 ^f	368,00 ± 3,60 ^d	43,58 ± 0,05 ^{efg}	43,87 ± 0,48 ^{jk}
K4	631,06 ± 1,54 ^d	625,95 ± 10,64 ^c	346,80 ± 2,00 ^d	359,60 ± 0,01 ^c	45,04 ± 0,45 ^{gh}	42,54 ± 0,98 ^{hij}
K5	607,76 ± 0,54 ^c	540,64 ± 0,97 ^b	338,80 ± 0,80 ^c	297,00 ± 1,00 ^{ab}	44,26 ± 0,18 ^{fg}	45,06 ± 0,09 ^k
K6	559,63 ± 3,13 ^a	511,99 ± 1,49 ^a	322,60 ± 3,40 ^b	300,60 ± 0,60 ^b	42,36 ± 0,29 ^{cde}	41,29 ± 0,05 ^{fghi}
K7	666,91 ± 8,00 ^e	630,23 ± 2,22 ^{cd}	358,00 ± 0,80 ^e	357,00 ± 0,20 ^c	46,32 ± 0,52 ^{hi}	43,35 ± 0,17 ^{jk}
K8	645,59 ± 1,19 ^d	627,51 ± 6,10 ^{cd}	340,00 ± 4,80 ^c	359,00 ± 4,20 ^c	47,33 ± 0,84 ^{ij}	42,78 ± 1,23 ^{ij}
K9	704,93 ± 1,31 ^f	670,07 ± 13,11 ^f	394,80 ± 2,80 ^g	396,60 ± 0,60 ^e	44,00 ± 0,29 ^{fg}	40,80 ± 1,07 ^{efgh}
Uljani Srbija	805,91 ± 30,94 ^{aA}	741,50 ± 25,40 ^{ab}	472,11 ± 20,49 ^{aA}	448,78 ± 10,54 ^{ab}	41,43 ± 0,61 ^{aA}	39,45 ± 1,13 ^{ab}
Uljani Argentina	745,55 ± 45,65 ^{bA}	697,33 ± 40,32 ^{ab}	434,00 ± 26,80 ^{bA}	441,63 ± 12,26 ^{aA}	41,78 ± 0,96 ^{aA}	36,51 ± 3,55 ^{bB}
Konzumni	626,83 ± 45,15 ^{cA}	592,24 ± 61,06 ^{bA}	342,20 ± 28,55 ^{cA}	336,11 ± 39,69 ^{bA}	45,41 ± 2,04 ^{bA}	43,30 ± 1,60 ^{cB}

Različita mala slova u istoj koloni ukazuju na značajno različite vrednosti između uzoraka, dok različita velika slova u istom redu ukazuju na značajno različite vrednosti gravimetrijskih karakteristika semena u dve godine ispitivanja ($p < 0,05$)

Značajno manja vrednost specifične mase određena u uljanim hibridima suncokreta u drugoj godini takođe se može delimično objasniti promenama u sadržaju vlage, što su potvrdili i De Figueiredo i sar. (2011) i Malik i Saini (2016), koji su našli vrlo jake korelacije između sadržaja vlage i specifične mase semena suncokreta sa koeficijentom determinacije od 0,988 i 0,951, redom. Značajno niža vrednost litarske mase primećena je kod uljanih hibrida gajenih u Srbiji, dok je poroznost svih ispitanih semena u drugoj godini značajno manja. Niže vrednosti poroznosti semena posledica su nižih vrednosti dimenzija semena u drugoj godini ispitivanja (tabela IV.2).

4.1.5. Opšte karakteristike i čvrstoća semena

Ljuska, spoljni omotač ili perikarp uglavnom se sastoji od vlaknastih supstanci, lignina i celuloznih materija u jednakom odnosu, te sa aspekta proizvodnje ulja nije značajna. Sadržaj ljuske utvrđen kod konzumnih hibrida suncokreta bio je značajno veći ($41,35 \pm 3,66\%$) u odnosu na sadržaj ljuske određen kod uljanih hibrida gajenih u Argentini i Srbiji ($31,20 \pm 2,65$ i $29,10 \pm 2,01\%$, redom), što je i prikazano u tabeli IV.5. Slične vrednosti sadržaja ljuske od $41,86 \pm 0,02\%$ kod konzumnih hibrida i između $21,26 \pm 0,01$ i $34,38 \pm 0,00\%$ kod uljanih hibrida pronašli su De Figueiredo i sar. (2011). Romanić (2015) je utvrdio nešto niže vrednosti sadržaja ljuske u semenima uljanih hibrida suncokreta od $21,0 \pm 0,2$ do $23,5 \pm 0,3\%$. Prosečna masa 1000 zrna konzumnih hibrida iznosila je $117,44 \pm 13,51$ g, značajno manja vrednost određena je kod uljanih hibrida gajenih u Argentini ($71,59 \pm 3,39$ g), dok su uljani hibridi gajeni u Srbiji imali najmanju prosečnu vrednosti mase 1000 zrna ($49,54 \pm 1,7$ g). Dobijene vrednosti mase 1000 zrna u skladu su sa prethodnim istraživanjima (Kholghi i sar., 2011; Jocić i sar., 2015; Hladni i sar., 2016).

Čvrstoća semena određena teksturalnom analizom semena ukazuje na jačinu sile potrebne da se izazove pucanje ljuske semena. Najveća vrednost čvrstoće od $11690,66 \pm 1995,13$ g utvrđena je kod konzumnih hibrida suncokreta, značajno niža vrednost ($9023,37 \pm 1543,82$ g), kod uljanih hibrida gajenih u Argentini, dok je najniža prosečna vrednost čvrstoće semena ($6654,23 \pm 868,57$ g) određena kod uljanih hibrida gajenih u Srbiji. Dobijene vrednosti čvrstoće semena mogu se dovesti u korelaciju prvenstveno sa sadržajem ljuske u semenu, ali i sa masom 1000 zrna, geometrijskim i gravimetrijskim karakteristikama semena. Dobijene korelacije su prikazane u tabeli IV.6.

Tabela IV.5. Opšte karakteristike i čvrstoća semena uljanih hibrida suncokreta gajenih u dve godine ispitivanja u Srbiji (S1 do S9) i Argentini (A1 do A9) i konzumnih hibrida (K1 do K9)

Hibrid	Sadržaj ljuske [%] Hc		Masa 1000 zrna [g] Mts		Čvrstoća semena [g] F	
	I god.	II god.	I god.	II god.	I god.	II god.
S1	27,97 ± 0,17 ^{bc}	24,66 ± 0,11 ^{ab}	49,27 ± 1,77 ^{ab}	49,89 ± 1,60 ^{abc}	7055,72 ± 995,49 ^{abcde}	6918,99 ± 1048,82 ^{ab}
S2	24,81 ± 0,37 ^a	23,86 ± 1,29 ^a	48,67 ± 4,95 ^{ab}	49,65 ± 4,85 ^{ab}	6280,96 ± 796,02 ^{ab}	6608,96 ± 1416,22 ^{ab}
S3	29,29 ± 0,50 ^{bcde}	26,29 ± 1,25 ^{abcd}	47,61 ± 1,48 ^{ab}	46,21 ± 0,58 ^a	7471,22 ± 911,69 ^{bcdefg}	7113,52 ± 1166,15 ^{ab}
S4	30,10 ± 0,48 ^{bcdef}	30,72 ± 0,29 ^{de}	51,00 ± 3,98 ^{ab}	50,79 ± 0,64 ^{abcd}	6411,11 ± 1092,26 ^{ab}	6743,74 ± 917,62 ^{ab}
S5	30,87 ± 0,59 ^{def}	29,31 ± 0,24 ^{bcd}	51,45 ± 2,49 ^b	50,17 ± 0,89 ^{abcd}	6638,05 ± 587,25 ^{abc}	6857,54 ± 1079,76 ^{ab}
S6	27,63 ± 0,43 ^{ab}	25,32 ± 0,64 ^{abc}	46,34 ± 1,88 ^{ab}	50,40 ± 1,63 ^{abcd}	7911,77 ± 1581,91 ^{bcdefg}	6650,22 ± 1243,42 ^{ab}
S7	30,65 ± 0,46 ^{cdef}	28,86 ± 1,70 ^{bcd}	49,54 ± 3,11 ^a	54,66 ± 1,52 ^{bcde}	6784,50 ± 1629,88 ^{abcd}	8601,92 ± 1674,89 ^{abcd}
S8	29,54 ± 0,42 ^{bcde}	30,27 ± 1,40 ^d	52,28 ± 3,77 ^{bc}	56,15 ± 0,50 ^{de}	4812,43 ± 1010,40 ^a	6526,50 ± 1191,54 ^a
S9	31,06 ± 0,53 ^{ef}	30,02 ± 1,59 ^{cd}	49,70 ± 1,18 ^b	54,87 ± 0,25 ^{bcde}	6522,33 ± 1138,17 ^{abc}	6736,77 ± 1320,87 ^{ab}
A1	29,95 ± 0,29 ^{bcdef}	23,51 ± 0,39 ^a	65,17 ± 1,24 ^{cd}	64,19 ± 2,98 ^{fg}	8504,57 ± 994,98 ^{bcdefg}	8194,45 ± 891,14 ^{abc}
A2	29,03 ± 1,30 ^{bcde}	30,47 ± 0,48 ^d	70,36 ± 1,88 ^{de}	55,66 ± 0,31 ^{cde}	9268,26 ± 1984,90 ^{efgh}	7748,51 ± 1181,64 ^{abc}
A3	28,06 ± 0,45 ^{bcd}	24,61 ± 0,39 ^{ab}	75,64 ± 4,17 ^{ef}	66,12 ± 1,96 ^g	8730,53 ± 1445,76 ^{bcdefg}	8703,74 ± 1230,97 ^{abcd}
A4	32,46 ± 0,68 ^f	31,09 ± 1,22 ^{de}	77,00 ± 1,99 ^f	68,23 ± 5,09 ^g	8003,70 ± 1044,72 ^{bcdefg}	8087,00 ± 1614,19 ^{abc}
A5	36,55 ± 1,98 ^g	30,00 ± 4,09 ^{cd}	69,86 ± 2,74 ^f	62,43 ± 3,85 ^{fg}	9569,64 ± 1748,04 ^{fgh}	8987,94 ± 1805,07 ^{abcde}
A6	32,56 ± 0,94 ^f	28,02 ± 2,36 ^{abcd}	71,42 ± 1,87 ^{cd}	67,28 ± 1,33 ^g	8445,14 ± 1448,75 ^{bcdefg}	8458,08 ± 1379,84 ^{abcd}
A7	30,19 ± 0,10 ^{bcdef}	30,05 ± 1,67 ^{cd}	71,57 ± 1,78 ^f	75,97 ± 1,52 ^h	12743,31 ± 2063,89 ^j	8727,95 ± 1382,72 ^{abcd}
A8	29,15 ± 0,60 ^{bcde}	28,67 ± 0,03 ^{bcd}	72,23 ± 1,99 ^d	64,41 ± 4,03 ^{fg}	8655,75 ± 1309,35 ^{bcdefg}	7887,94 ± 988,84 ^{abc}
A9	32,81 ± 0,07 ^f	26,95 ± 2,13 ^{abcd}	71,11 ± 1,18 ^{ef}	58,93 ± 0,46 ^{ef}	7289,45 ± 1658,52 ^{abcdef}	9035,91 ± 1001,56 ^{bcde}

Različita mala slova u istoj koloni ukazuju na značajno različite vrednosti između uzoraka, dok različita velika slova u istom redu ukazuju na značajno različite vrednosti gravimetrijskih karakteristika semena u dve godine ispitivanja ($p < 0,05$)

Tabela IV.5. Opšte karakteristike i čvrstoća semena uljanih hibrida suncokreta gajenih u dve godine ispitivanja u Srbiji (S1 do S9) i Argentini (A1 do A9) i konzumnih hibrida (K1 do K9) - nastavak

Hibrid	Sadržaj ljuske [%]		Masa 1000 zrna [g]		Čvrstoća semena [g]	
	Hc		Mts		F	
	I god.	II god.	I god.	II god.	I god.	II god.
K1	46,74 ± 0,99 ⁱ	50,72 ± 0,72 ^{hi}	123,21 ± 5,43 ^{ij}	130,08 ± 1,46 ^l	9975,39 ± 2995,06 ^{ghi}	12328,29 ± 2545,75 ^{lgh}
K2	45,10 ± 2,20 ⁱ	48,55 ± 1,38 ^h	121,73 ± 1,37 ^{hij}	127,67 ± 2,08 ^l	14586,01 ± 4350,64 ^k	13319,75 ± 2412,54 ^{gh}
K3	41,07 ± 0,19 ^h	38,58 ± 0,36 ^{fg}	116,55 ± 4,32 ^{hi}	111,44 ± 2,34 ^k	9252,95 ± 2142,94 ^{defgh}	12994,01 ± 2017,09 ^{gh}
K4	39,06 ± 1,28 ^{gh}	41,71 ± 0,09 ^g	113,53 ± 0,30 ^h	126,41 ± 1,55 ^l	12109,29 ± 3002,84 ^{ij}	11689,81 ± 2662,37 ^{fgh}
K5	37,88 ± 0,82 ^g	55,04 ± 3,15 ⁱ	89,00 ± 1,89 ^g	125,11 ± 0,75 ^l	12849,68 ± 2464,33 ^j	16062,17 ± 3429,04 ⁱ
K6	45,38 ± 0,15 ⁱ	40,64 ± 2,08 ^g	114,22 ± 3,60 ^h	101,63 ± 2,82 ^j	13293,06 ± 1801,28 ^{ik}	11379,34 ± 2427,58 ^{efgh}
K7	38,03 ± 0,05 ^g	37,68 ± 1,04 ^{fg}	113,52 ± 2,61 ^h	90,13 ± 0,80 ⁱ	8632,68 ± 2854,81 ^{cdefg}	10877,54 ± 2240,32 ^{defg}
K8	41,91 ± 0,87 ^h	37,23 ± 0,37 ^{fg}	125,56 ± 3,66 ^j	96,76 ± 0,45 ^j	11761,23 ± 2245,31 ^{hij}	10039,68 ± 3622,54 ^{cdef}
K9	36,98 ± 0,35 ^g	35,41 ± 0,89 ^{ef}	139,63 ± 6,49 ^k	109,06 ± 1,37 ^k	12755,61 ± 5450,27 ^j	13360,76 ± 3830,87 ^h
Uljani Srbija	29,10 ± 2,01 ^{aA}	27,70 ± 2,66 ^{aA}	49,54 ± 1,87 ^{aA}	51,42 ± 3,17 ^{aA}	6654,23 ± 868,57 ^{aA}	6973,13 ± 635,79 ^{aA}
Uljani Argentina	31,20 ± 2,65 ^{aA}	28,15 ± 2,67 ^{aB}	71,59 ± 3,39 ^{bA}	64,80 ± 5,80 ^{bB}	9023,37 ± 1543,82 ^{bA}	8425,72 ± 470,92 ^{bA}
Konzumni	41,35 ± 3,66 ^{bA}	42,84 ± 6,90 ^{bA}	117,44 ± 13,51 ^{cA}	113,14 ± 14,86 ^{cA}	11690,66 ± 1995,13 ^{cA}	12450,15 ± 1766,03 ^{cA}

Različita mala slova u istoj koloni ukazuju na značajno različite vrednosti između uzoraka, dok različita velika slova u istom redu ukazuju na značajno različite vrednosti gravimetrijskih karakteristika semena u dve godine ispitivanja ($p < 0,05$)

U drugoj godini ispitivanja utvrđen je značajno manji sadržaj ljuske i masa 1000 zrna uljanih hibrida suncokreta gajenih u Argentini, dok kod ostalih uzoraka nije došlo do značajne promene u ova dva parametra, kao ni do promene u čvrstoći ljuske. Značajno manje vrednosti sadržaja ljuske i mase 1000 zrna uljanih hibrida suncokreta gajenih u Argentini mogu biti posledica značajno manjeg sadržaja vlage određenog u ovim uzorcima u drugoj godini ispitivanja. Vrlo jaku korelaciju ($R^2 = 0,960$; $p < 0,05$) između mase 1000 zrna i sadržaja vlage utvrdili su Malik i Saini (2016).

Tabela IV.6. Korelacije utvrđene između čvrstoće semena (F) i geometrijskih, gravimetrijskih i opštih karakteristika semena

Promenljive	Korelacije
	F
Sadržaj vlage u semenu (Mc)	-0,06
Sadržaj ulja u semenu (Os)	-0,74**
Dužina semena (L)	0,62**
Širina semena (W)	0,63**
Debljina semena (T)	0,41*
Ekvivalentni prečnik (Ed)	0,70**
Površina preseka (Sa)	0,71**
Zapremina semena (Sv)	0,71**
Sferičnost (S)	-0,31
Sadržaj ljuske (Hc)	0,70**
Masa 1000 zrna (Mts)	0,77**
Specifična masa (Td)	-0,70**
Litarska masa (Bd)	-0,71**
Poroznost (P)	0,59**

*Statistički značajna korelacija $p < 0,05$

** Statistički značajna korelacija $p < 0,01$

4.1.6. Boja semena

Semena uljanih hibrida suncokreta uglavnom karakteriše crna boja ljuske, dok su semena konzumnih hibrida uglavnom crna sa belim ili sivim prugama ili šarena (Jocić i sar., 2015; Hladni i Miladinović, 2019). Parametri boje semena suncokreta određeni prema CIE $L^*a^*b^*$ sistemu prikazani su u tabeli IV.7.

Tabela IV.7. Parametri instrumentalnog određivanja boje semena uljanih hibrida suncokreta gajenih u dve godine ispitivanja u Srbiji (S1 do S9) i Argentini (A1 do A9) i konzumnih hibrida (K1 do K9)

Hibrid	Svetloća boje <i>L*</i>		+ Udeo crvene/ - udeo zelene boje <i>a*</i>		+ Udeo žute/ - udeo plave boje <i>b*</i>	
	I god.	II god.	I god.	II god.	I god.	II god.
S1	28,00 ± 0,41 ^{ab}	29,80 ± 0,59 ^{cdefg}	1,10 ± 0,03 ^{abcde}	1,18 ± 0,09 ^{abcde}	3,39 ± 0,15 ^{ab}	4,35 ± 0,08 ^{abcdefg}
S2	30,37 ± 0,13 ^{bcd}	27,91 ± 0,98 ^{abcde}	1,18 ± 0,05 ^{cde}	1,25 ± 0,15 ^{bcd}	4,14 ± 0,10 ^{cdefg}	4,34 ± 0,02 ^{abcdefg}
S3	29,37 ± 0,35 ^{abc}	29,96 ± 0,21 ^{defg}	1,14 ± 0,02 ^{bcd}	1,23 ± 0,06 ^{bcd}	3,73 ± 0,23 ^{abcde}	4,64 ± 0,16 ^{bcddefgh}
S4	29,58 ± 0,49 ^{abc}	31,64 ± 0,56 ^{defg}	1,19 ± 0,05 ^{cde}	1,39 ± 0,20 ^{defg}	4,10 ± 0,09 ^{bcd}	5,53 ± 0,05 ^{ghij}
S5	30,44 ± 0,19 ^{bcd}	33,35 ± 1,25 ^{fg}	1,19 ± 0,06 ^{cde}	1,23 ± 0,02 ^{bcd}	4,72 ± 0,12 ^{ghi}	5,83 ± 0,32 ^{hij}
S6	27,95 ± 0,24 ^{ab}	28,39 ± 0,47 ^{bcd}	1,13 ± 0,07 ^{bcd}	1,13 ± 0,06 ^{abcd}	3,64 ± 0,07 ^{abcde}	4,28 ± 0,42 ^{abcdefg}
S7	30,40 ± 0,88 ^{bcd}	31,87 ± 0,13 ^{defg}	1,09 ± 0,05 ^{abcde}	1,17 ± 0,04 ^{abcde}	3,52 ± 0,02 ^{abc}	4,64 ± 0,15 ^{bcddefgh}
S8	28,97 ± 0,01 ^{ab}	31,20 ± 0,81 ^{defg}	1,11 ± 0,09 ^{bcd}	1,07 ± 0,03 ^{abcd}	3,52 ± 0,27 ^{abc}	4,32 ± 0,18 ^{abcdefg}
S9	27,53 ± 0,18 ^a	30,56 ± 1,13 ^{defg}	1,12 ± 0,02 ^{bcd}	0,99 ± 0,10 ^{ab}	3,32 ± 0,06 ^a	4,14 ± 0,34 ^{abcde}
A1	28,35 ± 0,54 ^{ab}	23,14 ± 0,83 ^a	0,93 ± 0,10 ^{abcd}	1,26 ± 0,09 ^{bcd}	3,41 ± 0,10 ^{abc}	3,10 ± 0,18 ^a
A2	28,85 ± 0,22 ^{ab}	24,05 ± 0,11 ^{ab}	1,06 ± 0,11 ^{abcde}	1,48 ± 0,13 ^{efg}	3,50 ± 0,03 ^{abc}	3,86 ± 0,12 ^{abcd}
A3	28,13 ± 0,06 ^{ab}	24,90 ± 0,12 ^{abc}	1,05 ± 0,04 ^{abcde}	1,19 ± 0,09 ^{bcd}	3,59 ± 0,11 ^{abcd}	3,44 ± 0,05 ^{ab}
A4	32,04 ± 0,50 ^{cdef}	27,09 ± 1,69 ^{abcd}	1,10 ± 0,12 ^{abcde}	1,30 ± 0,09 ^{bcd}	4,69 ± 0,41 ^{ghi}	4,16 ± 0,15 ^{abcde}
A5	33,22 ± 0,32 ^{fg}	30,78 ± 0,96 ^{defg}	1,08 ± 0,24 ^{abcde}	1,19 ± 0,11 ^{bcd}	5,41 ± 0,17 ^{ij}	5,11 ± 0,32 ^{defghi}
A6	29,23 ± 1,56 ^{ab}	29,64 ± 0,88 ^{cdefg}	1,08 ± 0,14 ^{abcde}	1,21 ± 0,03 ^{bcd}	3,79 ± 0,12 ^{abcde}	3,98 ± 0,27 ^{abcde}
A7	32,95 ± 0,02 ^{efg}	32,44 ± 1,65 ^{efg}	0,86 ± 0,04 ^{ab}	1,05 ± 0,21 ^{abc}	4,37 ± 0,11 ^{efg}	4,86 ± 0,40 ^{cdefgh}
A8	29,26 ± 0,32 ^{ab}	31,54 ± 2,21 ^{defg}	1,07 ± 0,15 ^{abcde}	1,33 ± 0,03 ^{cdef}	3,89 ± 0,27 ^{abcde}	4,72 ± 0,51 ^{bcddefgh}
A9	28,56 ± 1,50 ^{ab}	29,05 ± 0,36 ^{bcd}	0,99 ± 0,05 ^{abcd}	1,16 ± 0,14 ^{abcde}	3,41 ± 0,22 ^{abc}	3,60 ± 0,46 ^{abc}
K1	42,42 ± 0,03 ⁱ	46,19 ± 3,84 ⁱ	1,34 ± 0,07 ^{ef}	1,61 ± 0,20 ^{fg}	7,08 ± 0,25 ^l	8,69 ± 1,14 ^l
K2	38,99 ± 0,69 ^h	40,63 ± 5,50 ^h	1,53 ± 0,19 ^f	1,39 ± 0,12 ^{defg}	6,13 ± 0,65 ^{jk}	7,41 ± 0,82 ^{kl}
K3	30,05 ± 1,64 ^{abcd}	32,78 ± 2,59 ^{efg}	0,91 ± 0,05 ^{abc}	1,09 ± 0,02 ^{abcd}	4,12 ± 0,09 ^{bcd}	4,69 ± 0,78 ^{bcddefgh}
K4	32,89 ± 0,60 ^{efg}	30,41 ± 1,30 ^{defg}	0,81 ± 0,06 ^a	1,09 ± 0,10 ^{abcd}	4,26 ± 0,24 ^{defg}	4,23 ± 0,19 ^{abcde}
K5	33,27 ± 2,03 ^{fg}	40,93 ± 1,07 ^h	1,21 ± 0,28 ^{de}	0,87 ± 0,22 ^a	5,12 ± 0,14 ^{hi}	6,76 ± 0,05 ^{jk}
K6	35,26 ± 2,76 ^g	33,51 ± 2,94 ^g	1,58 ± 0,04 ^f	1,69 ± 0,10 ^g	6,43 ± 0,82 ^{kl}	6,18 ± 1,20 ^{ijk}
K7	30,31 ± 1,16 ^{bcd}	32,17 ± 0,04 ^{efg}	1,20 ± 0,06 ^{cd}	1,24 ± 0,12 ^{bcd}	4,60 ± 0,10 ^{fgh}	5,11 ± 0,13 ^{defghi}
K8	32,56 ± 1,25 ^{def}	33,57 ± 2,46 ^g	0,93 ± 0,13 ^{abcd}	1,24 ± 0,16 ^{bcd}	4,33 ± 0,44 ^{defg}	5,38 ± 0,94 ^{fghi}
K9	33,32 ± 1,25 ^{fg}	31,17 ± 2,11 ^{defg}	0,88 ± 0,05 ^{ab}	1,23 ± 0,11 ^{bcd}	4,57 ± 0,10 ^{fgh}	5,18 ± 0,21 ^{efghi}
Uljani Srbija	29,18 ± 1,14 ^{aA}	30,52 ± 1,72 ^{aA}	1,14 ± 0,04 ^{aA}	1,18 ± 0,11 ^{aA}	3,79 ± 0,45 ^{aA}	4,67 ± 0,60 ^{aB}
Uljani Argentina	30,07 ± 2,06 ^{aA}	28,07 ± 3,42 ^{aA}	1,02 ± 0,08 ^{aA}	1,24 ± 0,12 ^{aB}	4,01 ± 0,69 ^{aA}	4,09 ± 0,68 ^{aA}
Konzumni	34,34 ± 4,03 ^{bA}	35,71 ± 5,48 ^{bA}	1,15 ± 0,29 ^{aA}	1,27 ± 0,26 ^{aA}	5,18 ± 1,09 ^{bA}	5,96 ± 1,44 ^{bA}

Različita mala slova u istoj koloni ukazuju na značajno različite vrednosti između uzoraka, dok različita velika slova u istom redu ukazuju na značajno različite vrednosti parametara boje semena u dve godine ispitivanja ($p < 0,05$)

Najveća prosečna vrednost svetloće boje $34,34 \pm 4,03$ (prva godina) i $35,71 \pm 5,48$ (druga godina) određena je kod konzumnih hibrida suncokreta, na šta su ukazivali i literaturni navodi (Hladni i Miladinović, 2019). Hibrid K1 imao je najsvetliju ljusku, naime L^* vrednost utvrđena u ovom uzorku iznosila je $42,42 \pm 0,03$ (prva godina) i $46,19 \pm 3,84$ (druga godina) (tabela IV.7). Uljani hibridi uzgajani u Srbiji i Argentini imali su znatno niže vrednosti svetloće boje, i to $29,18 \pm 1,14$ i $30,07 \pm 2,06$, redom u prvoj godini ispitivanja i $30,52 \pm 1,72$ i $28,07 \pm 3,42$, redom, u drugoj godini ispitivanja. Udeo crvene boje, određen u ispitivanim uzorcima prema grupama (uljani hibridi gajeni u Srbiji i Argentini i konzumni hibridi), nije se značajno razlikovao. Vrednosti su se kretale od $1,02 \pm 0,08$, kod uljanih hibrida gajenih u Argentini u prvoj godini ispitivanja, do $1,27 \pm 0,26$, kod konzumnih hibrida gajenih u drugoj godini ispitivanja. Konzumni hibridi imali su značajno veće vrednosti udela žute boje u odnosu na uljane, u obe godine ispitivanja i to $5,18 \pm 1,09$ i $5,96 \pm 1,44$. Dobijeni rezultati nisu mogli da se porede sa literaturnim navodima budući da nisu pronađena istraživanja koja su se bavila instrumentalnim određivanjem boje semena suncokreta.

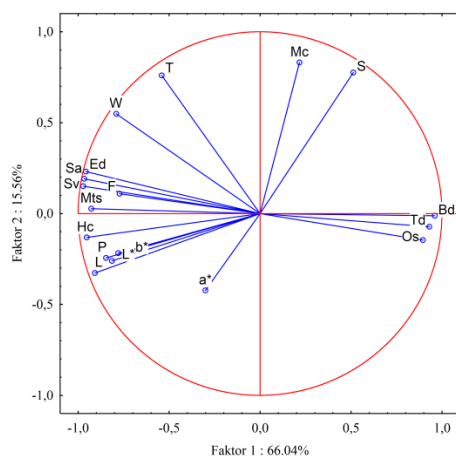
4.1.7. Poređenje semena ispitanih hibrida suncokreta primenom analize glavnih komponenti i hijerarhijske klaster analize

Na osnovu ispitanih karakteristika semena (sadržaja vlage i ulja, dimenzija, geometrijskih, gravimetrijskih, opštih i teksturalnih karakteristika), kao i boje semena urađena je analiza glavnih komponenti sa ciljem da se utvrdi različitost između ispitanih hibrida. Urađena je pojedinačna analiza glavnih komponenti za prvu i drugu godinu ispitivanja, a dobijeni rezultati su slični. Naime, kao rezultat primenjene analize glavnih komponenti na uzorke gajene i u prvoj i u drugoj godini ispitivanja dobijen je model koji se sastoji od dve glavne komponente sa ukupnim objašnjenim procentom varijanse većim od 80%. Garrido-Delgado i sar. (2018) primenili su analizu glavnih komponenti na uzorke ulja dobijene iz različitih sirovina (suncokret, kukuruz i maslina) i dobili nove modele koji čine 81,62% ukupne varijanse (faktor 1 čini 64,48% i faktor 2 čini 17,14%). Prva glavna komponenta u prvoj godini ispitivanja (faktor 1) objašnjava 66,04% varijabilnosti, dok druga glavna komponenta (faktor 2) objašnjava 15,56% varijabilnosti. Grafik skorova (slika IV.1.a) pokazuje da litarska masa (Bd), specifična masa (Td), sadržaj ulja u semenu (Os) i sferičnost (S) imaju najveći pozitivan uticaj na faktor 1 (objašnjavajući 7,75, 7,28, 6,74 i 2,21% varijanse, redom, na osnovu korelacija), dok zapremina semena – Sv (7,95%), površina preseka – Sa (7,86%), ekvivalentni prečnik – Ed (7,73%), udeo ljuske – Hc (7,64%) i masa 1000 zrna – Mts (7,25%) imaju najveći negativan uticaj na faktor 1. Sadržaj vlage u semenu

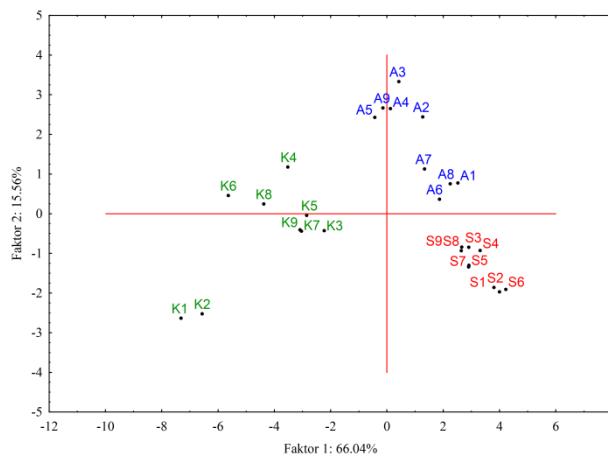
(Mc), sferičnost (S) i debljina semena (T) imaju najveći pozitivan uticaj na faktor 2 (objašnjavajući 24,68, 21,47 i 20,63% varijanse, redom), dok udeo crvene boje - a^* (6,40%), dužina semena – L (3,81%) i svetloća boje - L^* (2,43%) imaju najveći negativan uticaj.

Budući da na faktor 1 pozitivno utiču promenljive koje ukazuju na kompaktnost, nalivenost i oblik semena (litarska masa, specifična masa, sferičnost), kao i sadržaj ulja u semenu, kao što je prikazano na slici IV.1, zaključuje se da uljani hibridi suncokreta imaju bolju kompaktnost, nalivenost i da su sferičniji u odnosu na konzumne hibride suncokreta, što je potvrđeno u pređašnjim istraživanjima (De Figueiredo i sar., 2011). Uljani hibridi gajeni u Srbiji pokazali su najbolje karakteristike sa ovog aspekta, dok su uljani hibridi gajeni u Argentini nešto slabije kompaktnosti, nalivenosti i sferičnosti na šta ukazuje i grafik koeficijenata glavnih komponenti (slika IV.1.b). Takođe, slika IV.1.b ukazuje i na manju međusobnu različitost semena uljanih hibrida suncokreta gajenih u Srbiji, u odnosu na uljane hibride suncokreta gajene u Argentini, pogotovo u odnosu na konzumne hibride, što je uočljivo i na slikama III.2 – III.4. u poglavlju 3.2. *Materijal*.

Prva godina ispitivanja

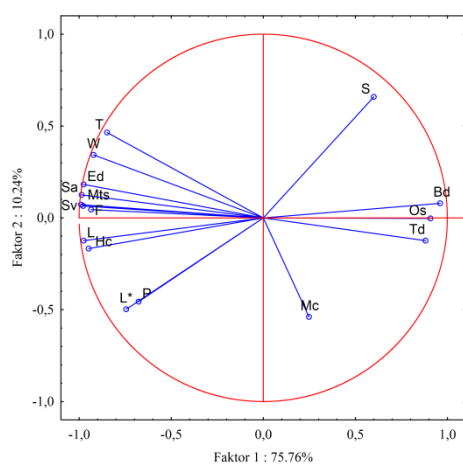


a)

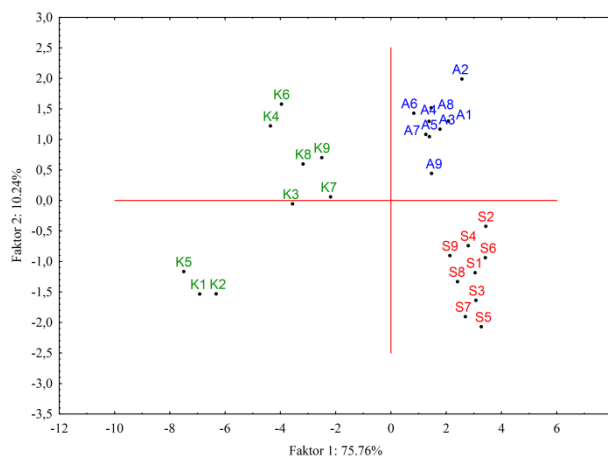


b)

Druga godina ispitivanja



c)



d)

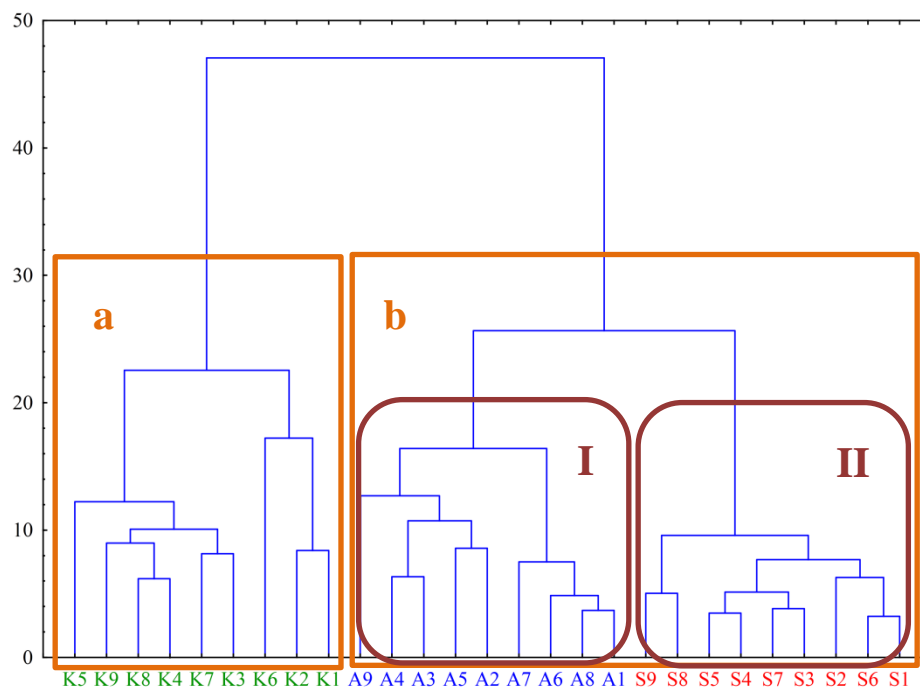
Slika IV.1. Rezultati analize glavnih komponenti sadržaja vlage i ulja, dimenzija, geometrijskih, gravimetrijskih, opštih i teksturalnih karakteristika i boje semena uljanih hibrida suncokreta gajenih u Srbiji (S1 do S9) i Argentini (A1 do A9) i konzumnih hibrida (K1 do K9) u prvoj i drugoj godini ispitivanja a), c) grafik skorova i b), d) grafik koeficijenata glavnih komponenta

U drugoj godini ispitivanja primenjena klaster analiza dovela je do vrlo sličnih zaključaka. Prva glavna komponenta (faktor 1) objašnjava 75,76% varijabilnosti, dok faktor 2 objašnjava 10,24%. Na grafiku skorova (slika IV.1.c) jasno se uočava da na glavnu komponentu 1 i u drugoj godini ispitivanja najveći uticaj imaju litarska masa (Bd), sadržaj ulja u semenu (Oc), specifična masa (Td) i sferičnost (S) semena, objašnjavajući 7,36, 6,52,

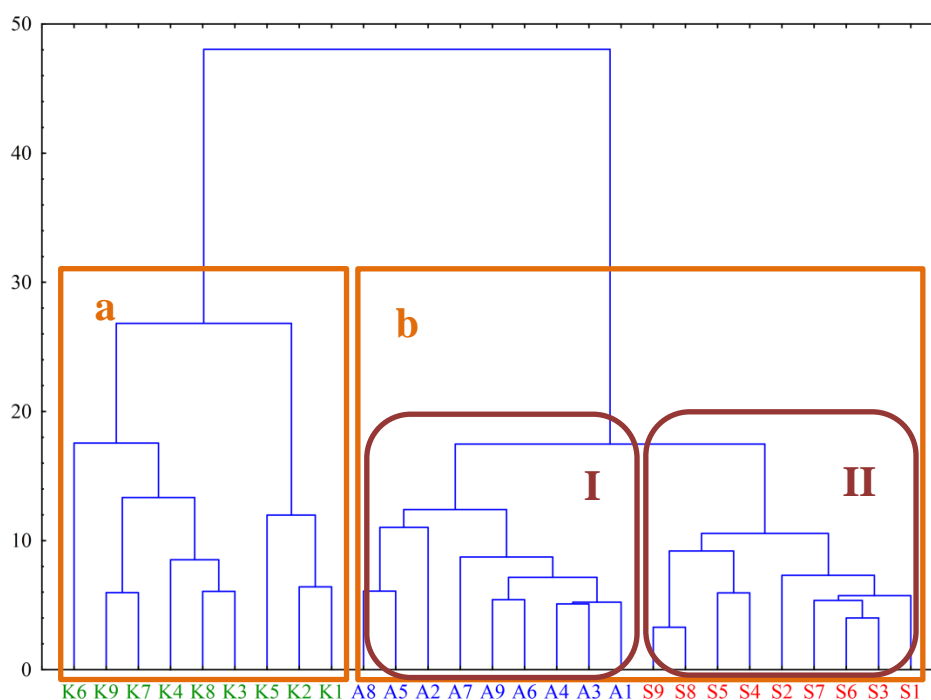
6,23 i 2,94% varijanse, redom, na osnovu korelacija. Zapremina semena – Sv (7,67%), površina preseka – Sa (7,58%), dužina semena – L (7,51%), masa 1000 zrna – Mts (7,48%) i ekvivalentni prečnik – Ed (7,40%) imaju najveći negativan uticaj. Na faktor 2 najveći pozitivan uticaj imaju sadržaj vlage u semenu – Mc (17,82%), svetloća boje – L^* (14,41%) i poroznost semena – P (7,75%).

Faktor 1 u drugoj godini ispitivanja, kao i u prvoj, ukazuje na kompaktnost, nalivenost i oblik semena (litarska masa, specifična masa i sferičnost), kao i na sadržaj ulja u semenu, te je i raspodela hibrida na grafiku koeficijenata glavnih komponenata vrlo slična onom na slici IV.1.b (prva godina). Na slici IV.1.d (druga godina) jasno je uočljivo grupisanje hibrida na uljane gajene u Srbiji, uljane gajene u Argentini i konzumne hibride. Uljani hibridi pokazali su bolje karakteristike kompaktnosti, nalivenosti i sferičnosti u odnosu na konzumne hibride.

Hijerarhijska klaster analiza ispitanih uzoraka urađena je sa ciljem potvrđivanja rezultata dobijenih analizom glavnih komponenti. Na osnovu sveobuhvatnih ispitanih karakteristika semena (dobijenih vrednosti sadržaja vlage i sadržaja ulja u semenu, dimenzija, geometrijskih, gravimetrijskih, opštih i teksturalnih karakteristika i boje semena) dobijena su dva hijerarhijska klaster dendograma, po jedan za svaku ispitanu godinu (slika IV.2). Na oba dendograma jasno su vidljiva dva klastera a i b, odnosno grupisanje uzoraka na konzumne i uljane hibride. U okviru klastera b uočavaju se dva podklastera. Podklaster I obuhvata uljane hibride gajene u Argentini, dok podklaster II obuhvata uljane hibride gajene u Srbiji.



a)



b)

Slika IV.2. Dendrogram hijerarhijske klaster analize karakteristika semena ispitanih uzoraka suncokreta gajenih u Srbiji (S1 do S9) i Argentini (A1 do A9) i konzumnih hibrida (K1 do K9) u a) prvoj godini ispitivanja i b) drugoj godini ispitivanja

Posmatrajući grupe ispitanih hibrida koji su se grupisali u klasterne i podklasterne na slici IV.2 (konzumni hibridi, uljani hibridi gajeni u Argentini i uljani hibridi gajeni u Srbiji) uočava se da je najveća sličnost utvrđena među uljanim hibridima gajenim u Srbiji, dok je najveća različitost utvrđena među konzumnim hibridima. Naime, različitost među uzorcima uljanih hibrida gajenih u Srbiji dobijena hijerarhijskom klaster analizom, a izražena kao vrednost Manhattan distance, kretala se od 3,2 do 9,6 (prva godina) i od 3,3 do 10,2 (druga godina). Konzumni hibridi su se međusobno značajno više razlikovali, vrednosti Manhattan distance kretale su se u rasponu od 6,2 do 22,6 u prvoj ispitanoj godini i od 6,0 do čak 26,8, u drugoj godini. Pomenute različitosti među uzorcima iskazane kao vrednosti Manhattan distance uočavaju se i na slikama IV.1. b i d kao manje, odnosno veće rasipanje uljanih hibrida gajenih u Srbiji i konzumnih hibrida. Uljani hibridi gajeni u Argentini su sličniji uljanim hibridima gajenim u Srbiji u odnosu na konzumne hibride, na šta ukazuje pripadnost ovih hibrida klasteru b, ali i manje vrednosti Manhattan distanci u odnosu na uljane hibride gajene u Srbiji u poređenju sa vrednostima distanci u odnosu na konzumne hibride. Različitost uzoraka uljanih hibrida gajenih u Argentini i Srbiji, utvrđena hijerarhijskom klaster analizom kretala se od 6,7 do 25,7 (prva godina) i od 8,2 do 16,7 (druga godina). Dobijene vrednosti Manhattan distanci ukazuju na veću sličnost semena ispitanih hibrida gajenih na dve teritorije u drugoj ispitanoj godini. Različitost između semena hibrida gajenih u Argentini i konzumnih hibrida iznosila je od 14,7 do 42,3 u prvoj ispitanoj godini i od 14,4 do 43,8 u drugoj ispitanoj godini. Najveća različitost primećena je između semena uljanih hibrida gajenih u Srbiji i konzumnih hibrida, kod kojih je vrednost Manhattan distanci iznosila od 20,8 do 47,1 (prva godina) i od 20,5 do 48,0 (druga godina). Različitost među semenima ispitanih hibrida izražena kao vrednost Manhattan distance uočljiva je i na slikama IV.1. b i d kao udaljenost među uzorcima.

4.2. Postupak hladnog presovanja ulja pomoću pužne prese

Prinos ulja (iskorišćenje) dobijen hladnim presovanjem semena važan je ekonomski parametar. Budući da se iskorišćenje dobija računskim putem na osnovu sadržaja ulja u semenu i sadržaja ulja u pogači dobijenoj nakon izdvajanja ulja na pužnoj presi, karakterizacija pogače sa aspekta sadržaja ulja je izuzetno bitna.

4.2.1. Sadržaj vlage i sadržaj ulja u pogači

Kao i kod semena ispitanih hibrida suncokreta, prosečna vrednost sadržaja vlage u prvoj godini ispitivanja pogače uljanih hibrida gajenih u Argentini ($9,42 \pm 0,65\%$) je značajno veća ($p < 0,05$) u odnosu na sadržaj vlage u uzorcima uljanih ($7,36 \pm 0,41\%$) i konzumnih hibrida ($5,75 \pm 0,37\%$) gajenih u Srbiji (tabela IV.8). Vrednosti sadržaja vlage u pogači semena suncokreta u literaturi kreću se od 5,8 do 7,6%, dok u pogačama drugih uljarica kao što su soja i repica sadržaj vlage iznosi 9,3 i 10,1%, redom (Anjum i sar., 2012; Arrutia i sar., 2020). Takođe, značajno niže vrednosti sadržaja vlage utvrđene su u drugoj godini ispitivanja, što je u skladu sa vrednostima sadržaja vlage i kod ispitanih semena. Dobijeni rezultati ukazuju da vlaga iz semena zaostaje u pogači nakon presovanja, što je i ranije pokazano (Arrutia i sar., 2020).

Tabela IV.8. Sadržaj vlage i sadržaj ulja u pogačama uljanih hibrida suncokreta gajenih u dve godine ispitivanja u Srbiji (S1 do S9) i Argentini (A1 do A9) i konzumnih hibrida (K1 do K9)

Hibrid	Sadržaj vlage [%]		Sadržaj ulja [%]	
	Mcc		Oc	
	I god.	II god.	I god.	II god.
S1	7,59 ± 0,05 ^f	5,95 ± 0,05 ^{efghi}	17,32 ± 0,01 ^g	23,26 ± 3,30 ^l
S2	7,80 ± 0,01 ^f	6,94 ± 0,92 ^k	18,47 ± 0,05 ^h	23,01 ± 0,62 ^l
S3	7,84 ± 0,03 ^f	5,92 ± 0,00 ^{efghi}	16,90 ± 0,03 ^{efg}	20,09 ± 0,35 ^{ghij}
S4	7,08 ± 0,02 ^{de}	6,33 ± 0,15 ^{hij}	14,80 ± 0,05 ^{ab}	17,44 ± 0,02 ^{abcd}
S5	7,80 ± 0,42 ^f	6,37 ± 0,12 ^{ijk}	14,92 ± 0,05 ^{ab}	17,25 ± 0,03 ^{abc}
S6	7,00 ± 0,01 ^{de}	6,11 ± 0,01 ^{fghij}	16,79 ± 0,01 ^{defg}	20,62 ± 0,04 ^{hijk}
S7	7,23 ± 0,04 ^e	6,33 ± 0,02 ^{hij}	16,46 ± 0,01 ^{cdef}	19,19 ± 0,10 ^{cdefghi}
S8	7,12 ± 0,02 ^e	6,32 ± 0,03 ^{ghij}	15,63 ± 0,02 ^{bc}	18,46 ± 0,14 ^{bcdefgh}
S9	6,76 ± 0,11 ^d	6,57 ± 0,01 ^{jk}	16,58 ± 0,75 ^{defg}	19,16 ± 0,37 ^{cdefghi}
A1	8,60 ± 0,05 ^g	5,71 ± 0,02 ^{cdef}	16,94 ± 0,01 ^{efg}	19,90 ± 0,49 ^{fghij}
A2	9,49 ± 0,14 ⁱ	5,62 ± 0,04 ^{bcdef}	16,76 ± 0,05 ^{defg}	22,72 ± 0,46 ^{kl}
A3	9,09 ± 0,09 ^h	5,26 ± 0,05 ^{abcd}	17,16 ± 0,05 ^{fg}	21,35 ± 0,08 ^{ijkl}
A4	8,88 ± 0,25 ^{gh}	5,36 ± 0,06 ^{abcde}	14,09 ± 0,14 ^a	18,26 ± 0,27 ^{bcdefg}
A5	8,86 ± 0,04 ^{gh}	5,96 ± 0,02 ^{fghi}	14,18 ± 0,05 ^b	16,66 ± 0,06 ^{ab}
A6	10,16 ± 0,05 ^j	5,56 ± 0,07 ^{bcdef}	16,01 ± 0,01 ^{cd}	21,17 ± 0,55 ^{ijkl}
A7	9,54 ± 0,04 ⁱ	6,02 ± 0,04 ^{fghij}	16,20 ± 0,09 ^{cde}	19,14 ± 0,45 ^{cdefghi}
A8	10,62 ± 0,02 ^k	5,73 ± 0,04 ^{cdefg}	16,69 ± 0,35 ^{defg}	18,87 ± 0,58 ^{bcdefgh}
A9	9,48 ± 0,07 ⁱ	5,62 ± 0,01 ^{bcdef}	16,87 ± 0,04 ^{efg}	18,81 ± 0,11 ^{bcdefgh}
K1	5,15 ± 0,05 ^a	4,85 ± 0,01 ^a	20,00 ± 0,90 ⁱ	17,67 ± 0,56 ^{abcdef}
K2	5,10 ± 0,08 ^a	4,91 ± 0,02 ^a	18,47 ± 0,10 ^h	17,63 ± 0,10 ^{abcde}
K3	5,98 ± 0,01 ^{bc}	5,85 ± 0,01 ^{defghi}	18,34 ± 0,21 ^{ij}	19,79 ± 0,07 ^{efghi}
K4	5,92 ± 0,04 ^{bc}	5,78 ± 0,09 ^{cdefghi}	19,03 ± 0,12 ^{jk}	19,51 ± 0,06 ^{defghi}
K5	5,69 ± 0,02 ^b	5,09 ± 0,05 ^{ab}	17,14 ± 0,78 ^l	15,62 ± 0,24 ^a
K6	5,88 ± 0,04 ^{bc}	5,19 ± 0,09 ^{abc}	16,98 ± 0,81 ^k	22,12 ± 0,09 ^{ijkl}
K7	5,89 ± 0,11 ^{bc}	5,76 ± 0,11 ^{cdefgh}	20,40 ± 0,21 ^{ij}	20,60 ± 0,05 ^{hijk}
K8	6,04 ± 0,02 ^c	5,81 ± 0,04 ^{defghi}	20,11 ± 0,01 ⁱ	20,60 ± 0,21 ^{hijk}
K9	6,10 ± 0,02 ^c	5,72 ± 0,01 ^{cdef}	20,31 ± 0,13 ^{ij}	22,50 ± 0,08 ^{kl}
Uljani Srbija	7,36 ± 0,41 ^{aA}	6,32 ± 0,31 ^{aB}	16,43 ± 1,17 ^{aA}	19,83 ± 2,17 ^{aB}
Uljani Argentina	9,42 ± 0,65 ^{bA}	5,65 ± 0,25 ^{bB}	16,10 ± 1,17 ^{aA}	19,65 ± 1,84 ^{aB}
Konzumni	5,75 ± 0,37 ^{cA}	5,44 ± 0,42 ^{bA}	18,98 ± 1,33 ^{bA}	19,56 ± 2,24 ^{aA}

Različita mala slova u istoj koloni ukazuju na značajno različite vrednosti između uzoraka, dok različita velika slova u istom redu ukazuju na značajno različite vrednosti sadržaja vlage i ulja u pogačama u dve godine ispitivanja ($p < 0,05$)

Značajno veća količina ulja ($18,98 \pm 1,33\%$) zaostala je u pogači konzumnih hibrida suncokreta u prvoj godini ispitivanja u odnosu na pogaču uljanih hibrida gajenih u Srbiji ($16,43 \pm 1,17\%$) i Argentini ($16,10 \pm 1,17\%$). Veća količina ulja zaostalog u pogači kod konzumnih hibrida, pored značajno manjeg prosečnog sadržaja ulja u semenu ($24,28 \pm 1,41\%$) u poređenju sa uljanim hibridima gajenim u Srbiji ($38,09 \pm 3,68\%$) i Argentini ($32,36 \pm 2,89\%$) ukazuje na značajno manji prinos ulja dobijen presovanjem. U drugoj godini ispitivanja određen je veći sadržaj ulja u pogačama ispitanih hibrida (tabela IV.8), što je u skladu sa dobijenim vrednostima sadržaja ulja u semenima (tabela IV.1). Nešto niže vrednosti sadržaja ulja u pogači semena suncokreta od $14,32 \pm 0,10\%$ i $17,19 \pm 0,04\%$ utvrdili su Evon i sar. (2009).

4.2.2. Parametri presovanja

Prilikom presovanja težnja je bila da podešeni uslovi presovanja budu istovetni kod svih uzoraka, međutim kod nekih uzoraka to nije bilo moguće. Presa je podešena na sledeći način: temperatura predgrevanja prese iznosila je $80 - 100^{\circ}\text{C}$, broj obrtaja puža podešen je na 33-34 obrtaja u minuti, zato što je dokazano da je pri manjem broju obrtaja puža iskorišćenje ulja veće, međutim sam proces traje duže, a temperatura dobijenog ulja je manja (Teh, 2016). U ispitivanju o okiru doktorske disertacije odabran je manji broj obrtaja sa ciljem dobijanja što većeg iskorišćenja ulja sa što boljim kvalitetom ulja. Odabir broja obrtaja nije značajno uticao na vreme presovanja, budući da su količine semena za presovanje iznosile oko 5 kg. Na izlazu iz prese montiran je nastavak (dizna) prečnika 10 mm. Dizna se montira na glavu prese i služi za regulaciju pritiska u presi. Što je otvor manji, ovaj pritisak je veći i obrnuto (Dimić i Turkulov, 2000). Najveći prečnik dizne na izlazu iz prese odabran je jer povećanje pritiska u presi utiče na povećanje temperature izlaznog ulja, što dalje utiče na kvalitet dobijenog ulja. Teh (2016) je prilikom presovanja ulja semenki grožđa utvrdio da smanjenje prečnika izlaza iz prese sa 10 mm na 6 mm dovodi do povećanja izlazne temperature ulja za čak 36%. Pri presovanju konzumnih hibrida suncokreta sa diznom od 10 mm dolazilo je do zagušenja prese, te je ono presovano bez dizne. Sličan problem imao je i Teh (2016) prilikom presovanja mlevenih semenki grožđa. Sa druge strane, niži pritisak u presi usled većeg prečnika otvora na izlazu iz prese dovodi do manjeg prinosa ulja presovanjem (Teh, 2016) i zaostaje veći sadržaj ulja u pogači. Ovo je razlog nešto višeg sadržaja ulja primećenog u dobijenim pogačama (tabela IV.8) u odnosu na literaturne podatke.

Tabela IV.9. Parametri presovanja semena uljanih hibrida suncokreta gajenih u dve godine ispitivanja u Srbiji (S1 do S9) i Argentini (A1 do A9) i konzumnih hibrida (K1 do K9) na pužnoj presi

Hibrid	Brzina obrtaja puža [o/min]	Prečnik izlaza iz prese [mm]	Masa materijala za presovanje [kg] m		Temperatura izlaznog ulja [°C] t		Vreme presovanja [min] τ		Masa dobijene pogače [kg] m _c		Masa ulja [kg] m _o	
			I god.	II god.	I god.	II god.	I god.	II god.	I god.	II god.	I god.	II god.
S1	33-34	10	6,744	5,144	44	48	13,5	10,0	5,246	3,420	1,498	1,724
S2	33-34	10	6,210	3,784	46	47	13,0	8,0	4,692	2,438	1,518	1,346
S3	33-34	10	4,722	4,048	47	48	10,0	9,0	3,112	2,816	1,610	1,232
S4	33-34	10	3,410	4,282	48	48	7,0	9,0	2,032	2,718	1,378	1,564
S5	33-34	10	5,106	3,750	49	49	10,0	8,0	2,360	2,438	2,746	1,312
S6	33-34	10	4,974	4,024	52	50	10,0	8,0	3,280	2,776	1,694	1,248
S7	33-34	10	3,682	3,860	49	48	7,5	9,0	2,370	2,566	1,312	1,294
S8	33-34	10	3,668	3,906	50	47	8,0	8,0	2,388	2,580	1,280	1,326
S9	33-34	10	3,558	3,984	51	49	7,0	8,0	2,410	2,778	1,148	1,206
A1	33-34	10	5,258	4,238	52	53	10,5	10,0	3,802	2,966	1,456	1,272
A2	33-34	10	4,784	4,260	52	53	10,0	10,0	3,488	2,902	1,296	1,358
A3	33-34	10	5,474	5,334	55	48	11,0	12,0	3,964	3,736	1,510	1,598
A4	33-34	10	4,998	4,450	56	57	10,0	9,0	3,596	3,116	1,402	1,334
A5	33-34	10	5,492	4,386	52	57	11,0	12,0	4,118	3,110	1,374	1,276
A6	33-34	10	5,446	4,958	53	58	12,0	10,0	4,028	3,702	1,418	1,256
A7	33-34	10	5,058	4,222	48	56	11,0	10,0	3,698	2,908	1,360	1,314
A8	33-34	10	4,664	3,868	54	58	10,0	9,0	3,170	2,620	1,494	1,248
A9	33-34	10	6,448	4,538	50	52	13,0	9,0	5,125	3,366	1,323	1,172

Tabela IV.9. Parametri presovanja semena uljanih hibrida suncokreta gajenih u dve godine ispitivanja u Srbiji (S1 do S9) i Argentini (A1 do A9) i konzumnih hibrida (K1 do K9) na pužnoj presi - *nastavak*

Hibrid	Brzina obrtaja puža [o/min]	Prečnik izlaza iz prese [mm]	Masa materijala za presovanje [kg] m		Temperatura izlaznog ulja [°C] t		Vreme presovanja [min] τ		Masa dobijene pogače [kg] m_c		Masa ulja [kg] m_o	
			I god.	II god.	I god.	II god.	I god.	II god.	I god.	II god.	I god.	II god.
K1	33-34	bez dizne	1,532	2,886	69	68	6,0	11,0	1,078	2,412	0,454	0,474
K2	33-34	bez dizne	3,500	4,160	70	61	13,0	15,0	2,906	3,554	0,594	0,606
K3	33-34	bez dizne	4,000	2,848	65	61	15,0	11,0	3,274	2,032	0,726	0,816
K4	33-34	bez dizne	3,500	4,000	63	66	13,0	16,0	2,878	3,276	0,622	0,724
K5	33-34	bez dizne	3,400	3,100	68	66	14,0	12,0	2,896	2,696	0,504	0,404
K6	33-34	bez dizne	3,600	4,726	68	67	14,0	18,0	3,088	4,060	0,512	0,666
K7	33-34	bez dizne	4,000	6,222	66	63	15,0	22,0	3,226	4,930	0,774	1,292
K8	33-34	bez dizne	7,300	6,766	66	63	29,0	22,0	6,272	5,506	1,028	1,260
K9	33-34	bez dizne	6,000	3,052	62	63	23,0	11,0	4,908	2,434	1,092	0,618

Semena su, kao što je i objašnjeno u poglavlju 3.2. *Materijal*, gajena na eksperimentalnim poljima, te je količina semena koja se obere sa eksperimentalne parcele često iznosila i nešto manje od 5 kg, pogotovo kod konzumnih hibrida suncokreta (tabela IV.9). Na temperaturu izlaznog ulja utiču temperatura predgrevanja prese, brzina obrtaja puža, prečnik dizne na izlazu iz prese, ali i same karakteristike semena (Teh, 2016). Razlike u temperaturi izlaznih ulja mogu se smatrati posledicom različitih karakteristika semena. Najniža temperatura na izlazu ulja iz prese utvrđena je kod uljanih hibrida suncokreta gajenih u Srbiji (od 44 do 51°C), nešto više temperature ulja ostvarene kod uljanih hibrida gajenih u Argentini (od 48 do 58°C), dok su najviše vrednosti temperature imala ulja dobijena presovanjem konzumnih hibrida (od 61 do 70°C). Kod konzumnih hibrida utvrđen je najmanji sadržaj ulja u semenu, i najmanje vrednosti litarske i specifične mase, dok su dimenzije semena, sadržaj ljuske, masa 1000 zrna i čvrstoća semena ovih hibrida bili najviši. Utvrđene su statistički značajne korelacije između temperature ulja na izlazu iz prese i karakteristika semena (tabela IV.10).

Tabela IV.10. Korelacije utvrđene između temperature ulja na izlazu iz prese i sadržaja vlage i sadržaja ulja, geometrijskih, gravimetrijskih, opštih karakteristika i čvrstoće semena

Promenljive	Korelacije
	Temperatura izlaznog ulja
Sadržaj vlage u semenu (Mc)	-0,21
Sadržaj ulja u semenu (Os)	-0,77*
Dužina semena (L)	0,84*
Širina semena (W)	0,78*
Debljina semena (T)	0,66*
Ekvivalentni prečnik (Ed)	0,87*
Površina preseka (Sa)	0,87*
Zapremina semena (Sv)	0,87*
Sferičnost (S)	-0,46*
Udeo ljuske (Hc)	0,83*
Masa 1000 zrna (Mts)	0,90*
Specifična masa (Td)	-0,82*
Litarska masa (Bd)	-0,87*
Poroznost (P)	0,50*
Čvrstoća semena (F)	0,78*

*Statistički značajna korelacija $p < 0,001$

Vreme presovanja kretalo se od 6 do čak 29 minuta. Na vreme presovanja, pored parametara presovanja i karakteristika semena, najveći uticaj ima količina semena za presovanje, koja se razlikovala iz već pomenutih razloga. Stoga, korelacija između vremena presovanja i karakteristika semena nije utvrđena. Masa dobijene pogače i njena količina zavise od parametara presovanja i karakteristika semena, ali i od količine semena za presovanje. Masa dobijenog ulja utvrđena je računskim putem, kao razlika mase semena za presovanje i mase dobijene pogače. Ove vrednosti su bitne za izračunavanje prinosa ulja i stvarnih kapaciteta presovanja. Uticaj karakteristika semena i mase materijala za presovanje na vreme presovanja, masu dobijene pogače i ulja ispitan je primenom neuronskih mreža, analizom globalne osetljivosti i detaljno je opisan u poglavlju 4.2.5. *Predviđanje i optimizacija parametara presovanja, iskorišćenja i ostvarenog kapaciteta presovanja na osnovu karakteristika semena primenom ANN.*

4.2.3. Iskorišćenje i ostvareni kapaciteti

Vrednost iskorišćenja je izuzetno bitan ekonomski parametar. Karaj i Muller (2011) su računali iskorišćenje ulja semena *Jatropha curcas* L. pod različitim eksperimentalnim uslovima presovanja (pužne prese različite konstrukcije, različit prečnik izlaza iz prese, različit broj obrtaja puža) i dobili vrednosti u rasponu od 32,2 do 89,3%. U okviru ove doktorke disertacije ispitano je iskorišćenje ulja i semena različitih hibrida suncokreta bez varijacija u uslovima presovanja, a glavni uzrok različitosti dobijenih vrednosti je različit sadržaj ulja u semenu. Uljani hibridi su imali značajno veće vrednosti iskorišćenja - prinosa ulja mehaničkom ekstrakcijom pomoću pužne prese (od $41,63 \pm 3,05$ do $75,61 \pm 1,99\%$) u odnosu na konzumne (od $20,10 \pm 2,82$ do $48,40 \pm 0,77\%$), što je i bilo očekivano obzirom na sadržaj ulja određen u semenima (tabela IV.1). Dobijeno iskorišćenje ulja bolje je u odnosu na iskorišćenje dobijeno presovanjem semena crnog kumina (*Nigella sativa* L.) pomoću pužne prese (Gharby i sar., 2015). Sadržaj ulja u semenu crnog kumina sličan je sadržaju ulja u semenu ispitanih hibrida suncokreta i kreće se od 30 do 40% (Akram Khan i sar., 1999; Cheikh-Rouhou i sar., 2007; Matthaus i Özcan, 2011), dok su dobijene vrednosti iskorišćenja ulja bile znatno manje i kretale se od 13 do 40% (D'Antuono i sar., 2002; Cheikh-Rouhou i sar., 2007; Gharby i sar., 2015). Značajno manje vrednosti iskorišćenja ulja semena suncokreta (38,02 – 48,24%) dobili su i Shorstkii i sar. (2017) pri izdvajanju ulja hemijskim putem, pomoću rastvarača, potpomognutim impulsnim električnim poljem.

U ispitanim hibridima izračunato je i iskorišćenje semena koje ukazuje na udeo polazne mase semena iz kojeg je ulje izdvojeno u potpunosti u postupku hladnog presovanja. Ova vrednost predstavlja teorijsku vrednost, budući da je poznato da je nemoguće da pogača koja zaostane nakon presovanja ne sadrži ulje. Iskorišćenje semena uljanih hibrida suncokreta je bilo značajno veće u odnosu na iskorišćenje semena konzumnih hibrida. Kod uljanih hibrida ove vrednosti su se kretale od $34,61 \pm 2,52$ do $64,41 \pm 1,67\%$, kod konzumnih hibrida od $16,10 \pm 2,44$ do čak $41,86 \pm 0,21\%$. Značajna različitost ($p < 0,05$) između uljanih hibrida gajenih u Srbiji i Argetini u iskorišćenju ulja i semena je utvrđena u prvoj godini ispitivanja, dok se u drugoj godini ispitivanja prosečne vrednosti ovih parametara nisu značajno razlikovale. Takođe, ukoliko se uporede prosečne vrednosti iskorišćenja u prvoj i drugoj godini ispitivanja među uljanim hibridima, nije utvrđena značajna razlika, dok su prosečne vrednosti iskorišćenja konzumnih hibrida u drugoj godini značajno veće, usled većeg prosečnog sadržaja ulja u semenu.

Ostvareni kapacitet presovanja izražen kao protok semena je takođe izračunat i dobijene vrednosti su bliske maksimalnom kapacitetu prese (30 kg/h) kod uljanih hibrida suncokreta. Ostvareni kapacitet presovanja konzumnih hibrida je u proseku bio dvostruko manji ($15,60 \pm 0,54$ i $16,25 \pm 1,05$ kg/h) usled različitih karakteristika semena u odnosu na seme uljanih hibrida. Protok ulja je takođe bitan parametar u procesu proizvodnje ulja postupkom hladnog presovanja, jer ukazuje na masu ulja koja se proizvede u jedinici vremena. Za 1 h nastane između 12,39 i 22,10 kg hladno presovanog ulja suncokreta uljanih hibrida, dok se kod konzumnih hibrida ta vrednost kreće od 3,08 do 8,95 kg, u zavisnosti od vrste hibrida i uslova gajenja. Iz tabele IV.11 uočljivo je da se protok semena i ulja kod uljanih hibrida nije značajno menjao u dve ispitane godine, dok su kod konzumnih hibrida, kao i kod iskorišćenja, vrednosti protoka značajno veće u drugoj godini ispitivanja, što se opet povezuje sa povećanim vrednostima sadržaja ulja u semenu.

Tabela IV.11. Iskorišćenje i ostvareni kapaciteti dobijeni presovanjem semena uljanih hibrida suncokreta gajenih u dve godine ispitivanja u Srbiji (S1 do S9) i Argentini (A1 do A9) i konzumnih hibrida (K1 do K9) na pužnoj presi

Hibrid	Iskorišćenje ulja [%]		Iskorišćenje semena [%]		Protok semena [kg/h]		Protok ulja [kg/h]	
	Yo		Ys		Qs		Qo	
	I god.	II god.	I god.	II god.	I god.	II god.	I god.	II god.
S1	61,41 ± 3,35 ^{efg}	57,05 ± 8,07 ^{efghi}	50,78 ± 2,78 ^{efgh}	43,95 ± 8,07 ^{def}	29,97	30,86	18,41	17,61
S2	70,59 ± 3,14 ^{gh}	63,43 ± 0,69 ^{ijklm}	57,55 ± 2,53 ^{fghi}	48,84 ± 0,93 ^{efghij}	28,66	28,38	20,23	18,00
S3	57,70 ± 6,17 ^{ef}	60,92 ± 1,73 ^{ghijk}	47,95 ± 5,15 ^{ef}	48,68 ± 1,60 ^{efghi}	28,33	26,99	16,35	16,44
S4	75,61 ± 1,99 ^h	70,37 ± 1,06 ^m	64,41 ± 1,67 ⁱ	58,10 ± 0,86 ^k	29,23	28,55	22,10	20,09
S5	68,72 ± 4,21 ^{fgh}	71,41 ± 0,19 ^m	58,47 ± 3,55 ^{ghi}	59,09 ± 0,18 ^k	30,64	28,13	21,05	20,08
S6	68,22 ± 5,85 ^{fgh}	60,46 ± 0,66 ^{fghij}	56,76 ± 4,87 ^{fghi}	47,99 ± 0,50 ^{efgh}	29,84	30,18	20,36	18,25
S7	66,31 ± 1,97 ^{efgh}	64,05 ± 2,48 ^{ijklm}	55,39 ± 1,65 ^{efghi}	51,76 ± 1,94 ^{ghijk}	29,46	25,73	19,53	16,48
S8	66,29 ± 1,36 ^{efgh}	68,73 ± 0,13 ^{klm}	55,93 ± 1,15 ^{efghi}	56,05 ± 0,20 ^{ijk}	27,51	29,30	18,24	20,14
S9	72,24 ± 4,16 ^{gh}	69,39 ± 2,68 ^{lm}	60,28 ± 4,01 ^{hi}	56,11 ± 2,42 ^{jk}	30,50	29,88	22,03	20,73
A1	61,40 ± 2,15 ^{efg}	59,51 ± 3,48 ^{fghij}	51,00 ± 1,79 ^{efgh}	47,68 ± 3,08 ^{efgh}	30,05	25,43	18,45	15,13
A2	61,36 ± 4,17 ^{efg}	61,48 ± 1,89 ^{ghijkl}	51,08 ± 3,44 ^{efgh}	47,52 ± 1,74 ^{efgh}	28,70	25,56	17,61	15,71
A3	56,26 ± 2,10 ^e	53,71 ± 0,15 ^{defg}	46,60 ± 1,76 ^e	42,24 ± 0,17 ^{de}	29,86	26,67	16,80	14,32
A4	66,95 ± 0,30 ^{efgh}	64,06 ± 0,30 ^{ijklm}	57,51 ± 0,35 ^{fghi}	52,36 ± 0,08 ^{hijk}	29,99	29,67	20,08	19,00
A5	62,46 ± 0,07 ^{efg}	53,94 ± 2,52 ^{defgh}	53,60 ± 0,09 ^{efgh}	44,95 ± 2,13 ^{defg}	29,96	21,93	18,71	11,83
A6	58,55 ± 1,59 ^{ef}	50,71 ± 0,73 ^{cde}	49,17 ± 1,33 ^{efg}	39,97 ± 0,85 ^{cd}	27,23	29,75	15,94	15,08
A7	62,29 ± 0,21 ^{efg}	65,90 ± 1,56 ^{ijklm}	52,20 ± 0,13 ^{efgh}	53,29 ± 1,56 ^{hijk}	27,59	25,33	17,19	16,69
A8	63,00 ± 2,84 ^{efg}	64,59 ± 2,63 ^{ijklm}	52,49 ± 2,58 ^{efgh}	52,42 ± 2,51 ^{hijk}	27,98	25,79	17,63	16,66
A9	41,63 ± 3,05 ^d	62,04 ± 1,89 ^{hijkl}	34,61 ± 2,52 ^d	50,38 ± 1,61 ^{fghij}	29,76	30,25	12,39	18,77

Različita mala slova u istoj koloni ukazuju na značajno različite vrednosti između uzoraka ($p < 0,05$)

Tabela IV.11. Iskorišćenje i ostvareni kapaciteti dobijeni presovanjem semena uljanih hibrida suncokreta gajenih u dve godine ispitivanja u Srbiji (S1 do S9) i Argentini (A1 do A9) i konzumnih hibrida (K1 do K9) na pužnoj presi - nastavak

Hibrid	Iskorišćenje ulja [%]		Iskorišćenje semena [%]		Protok semena [kg/h]		Protok ulja [kg/h]	
	Y _o		Y _s		Q _s		Q _o	
	I god.	II god.	I god.	II god.	I god.	II god.	I god.	II god.
K1	20,10 ± 2,82 ^a	37,17 ± 0,88 ^{ab}	16,10 ± 2,44 ^a	30,61 ± 0,94 ^a	15,32	15,74	3,08	5,85
K2	21,40 ± 7,49 ^{ab}	38,26 ± 2,87 ^{ab}	17,45 ± 6,13 ^{ab}	31,52 ± 2,40 ^{ab}	16,15	16,64	3,46	6,37
K3	25,37 ± 4,82 ^{abc}	48,40 ± 0,77 ^{cd}	20,72 ± 3,97 ^{abc}	38,82 ± 0,65 ^{bcd}	16,00	15,53	4,06	7,52
K4	24,95 ± 3,15 ^{abc}	47,77 ± 4,02 ^{cd}	20,20 ± 2,55 ^{abc}	38,45 ± 3,26 ^{bcd}	16,15	15,00	4,03	7,17
K5	35,80 ± 4,15 ^{cd}	34,05 ± 2,68 ^a	29,69 ± 3,70 ^{cd}	28,74 ± 2,34 ^a	14,57	15,50	5,22	5,28
K6	31,94 ± 4,40 ^{bcd}	35,39 ± 1,05 ^{ab}	26,54 ± 3,92 ^{bcd}	27,56 ± 0,85 ^a	15,43	15,75	4,93	5,57
K7	30,29 ± 2,81 ^{abcd}	52,73 ± 0,30 ^{def}	24,11 ± 2,22 ^{abc}	41,86 ± 0,21 ^{de}	16,00	16,97	4,85	8,95
K8	26,94 ± 1,02 ^{abc}	48,04 ± 3,45 ^{cd}	21,52 ± 0,82 ^{abc}	38,13 ± 2,64 ^{bcd}	15,10	18,45	4,07	8,86
K9	24,18 ± 4,84 ^{ab}	42,62 ± 3,29 ^{bc}	19,26 ± 3,84 ^{ab}	33,03 ± 2,52 ^{abc}	15,65	16,65	3,78	7,09
Uljani Srbija	67,45 ± 5,43 ^{cA}	65,09 ± 5,09 ^{bA}	56,39 ± 4,86 ^{cA}	52,29 ± 5,27 ^{bA}	29,35 ± 1,03 ^{bA}	28,67 ± 1,61 ^{bA}	19,81 ± 1,89 ^{cA}	18,65 ± 1,66 ^{cA}
Uljani Argentina	59,32 ± 7,26 ^{bA}	59,55 ± 5,48 ^{bA}	49,81 ± 6,44 ^{bA}	47,87 ± 4,73 ^{bA}	29,01 ± 1,15 ^{bA}	26,71 ± 2,72 ^{bB}	17,20 ± 2,16 ^{bA}	15,91 ± 2,22 ^{bA}
Konzumni	26,77 ± 5,07 ^{aA}	42,71 ± 6,76 ^{aB}	21,73 ± 4,35 ^{aA}	34,30 ± 5,11 ^{aB}	15,60 ± 0,54 ^{aA}	16,25 ± 1,05 ^{aA}	4,16 ± 0,71 ^{aA}	6,96 ± 1,34 ^{aB}

Različita mala slova u istoj koloni ukazuju na značajno različite vrednosti između uzoraka, dok različita velika slova u istom redu ukazuju na značajno različite vrednosti iskorišćenja i ostvarenih kapaciteta u dve godine ispitivanja ($p < 0,05$)

4.2.4. Predviđanje i optimizacija parametara presovanja, iskorišćenja i ostvarenog kapaciteta presovanja na osnovu karakteristika semena primenom ANN modela

Na osnovu ispitanih karakteristika semena (dimenzije semena, geometrijske, gravimetrijske, opšte karakteristike i čvrstoća semena), sadržaja vlage i sadržaja ulja u semenu i pogači i mase materijala za presovanje razvijen je optimalni model primenom neuronskih mreža za predviđanje iskorišćenja ulja i semena, protoka ulja i semena kroz presu, kao i parametara presovanja (temperatura ulja, vreme presovanja, masa dobijenog ulja i masa dobijene pogače). Dobijeni model pokazao je dobru sposobnost generalizacije da predvidi izlazne parametre presovanja, kapacitet i iskorišćenja semena i ulja novih hibrida suncokreta na osnovu eksperimentalnih podataka. Prema performansama ANN-a, optimalni broj neurona u skrivenom sloju bio je 11 (mreža MLP 18-11-8), da bi se postigle visoke vrednosti koeficijenta determinacije - R^2 (vrednost R^2 dobijene mreže, koje predstavljaju performanse ANN modela, iznosile su: 0,970, 0,898 i 0,924 za cikluse učenja, testiranja i validacije, redom) sa niskim vrednostima suma kvadrata razlika (SOS – od engl. *Sum of Squares*), 3,976, 15,030 i 12,723 za cikluse učenja, testiranja i validacije. Korišćeni algoritam učenja bio je BFGS 45, a optimalne funkcije aktivacije bile su tangens hiperbolikus i logistička funkcija za skrivene i aktivacione slojeve (tabela IV.12).

Tabela IV.12. Rezime dobijenog modela veštačke neuronske mreže

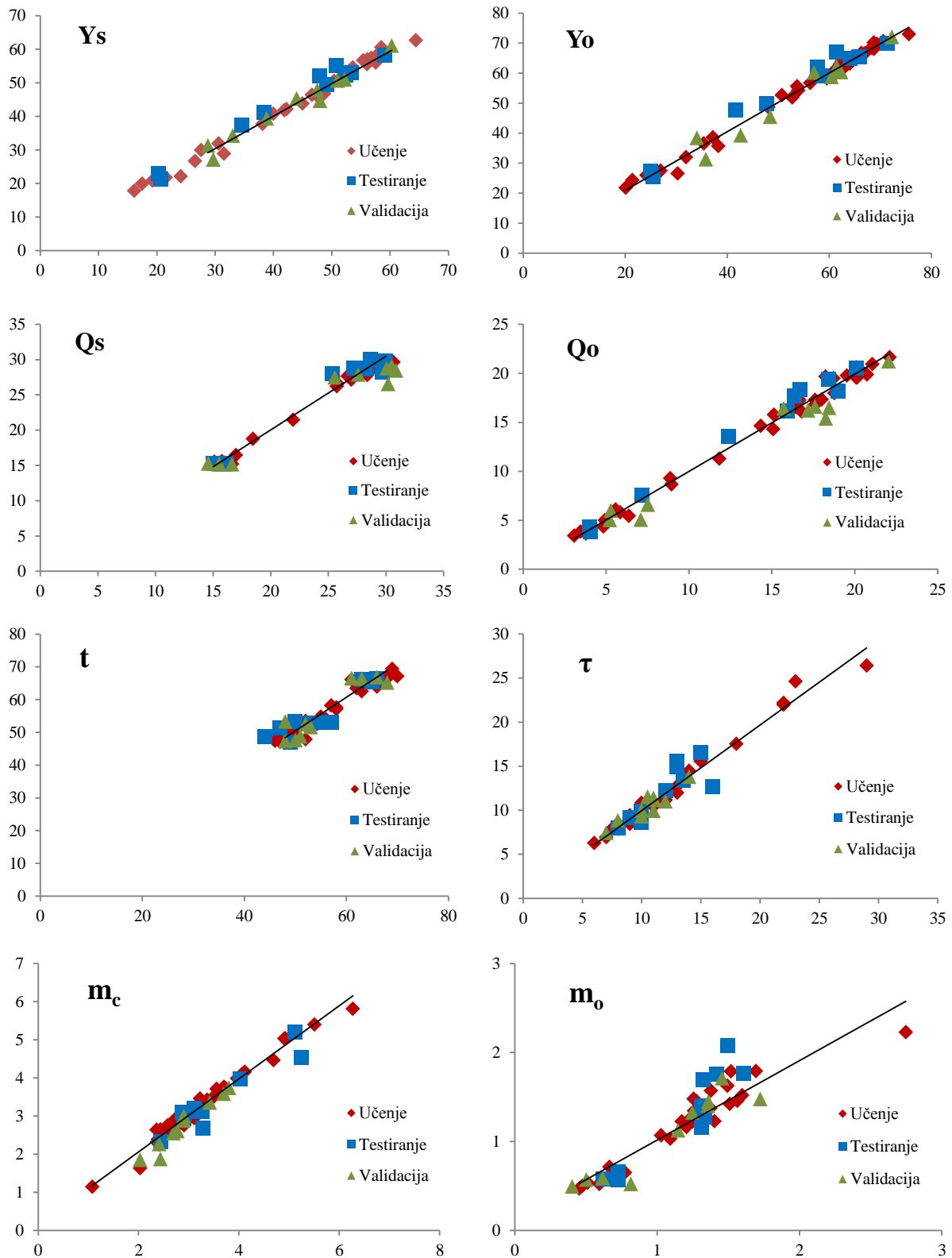
Naziv mreže	MLP 18-11-8
Performanse ciklusa učenja (R^2)	0,970
Performanse ciklusa testiranja (R^2)	0,898
Performanse ciklusa validacije (R^2)	0,924
Greška ciklusa učenja	3,976
Greška ciklusa testiranja	15,030
Greška ciklusa validacije	12,723
Algoritam učenja	BFGS 45
Funkcija greške, suma kvadrata greške	SOS
Aktivaciona funkcija skrivenog sloja	Tanh
Aktivaciona funkcija izlaznog sloja	Logistic

Predviđene vrednosti bile su vrlo bliske željenim vrednostima u većini slučajeva, u smislu vrednosti R^2 , za ANN model. Vrednosti SOS dobijenog modela su istog reda veličine kao eksperimentalne greške zabeležene u literaturi (Basheer i Hajmeer, 2000).

Visoke vrednosti dobijenih koeficijenata determinacije (0,692 – 0,993) između eksperimentalno dobijenih vrednosti i vrednosti predviđenih dobijenim ANN modelom tokom ciklusa učenja, testiranja i validacije modela ukazuju na dobre osobine modela za predviđanje izlaznih promenljivih. Vrednosti koeficijenata determinacije sumirani su u tabeli IV.13, dok su grafici predviđenih i eksperimentalno dobijenih vrednosti za cikluse učenja, testiranja i validacije prikazani na slici IV.3.

Tabela IV.13. Koeficijenti determinacije (R^2) predviđenih i eksperimentalno dobijenih vrednosti za cikluse učenja, testiranja i validacije

Ciklus	Y _o [%]	Y _s [%]	Q _o [kg/h]	Q _s [kg/h]	t [°C]	τ [min]	m _c [kg]	m _o [kg]
Učenje	0,993	0,991	0,992	0,980	0,955	0,980	0,977	0,898
Testiranje	0,976	0,991	0,987	0,965	0,842	0,692	0,901	0,865
Validacija	0,955	0,981	0,968	0,953	0,865	0,862	0,945	0,880



Slika IV.3. Grafici predviđenih i eksperimentalno dobijenih vrednosti iskorišćenja semena (Y_s) i ulja (Y_o), protoka semena (Q_s) i ulja (Q_o), parametara presovanja: temperatura ulja (t), vreme presovanja (τ), masa dobijeng ulja (m_o) i masa dobijene pogače (m_c) za cikluse učenja, testiranja i validacije

Dobijeni ANN modeli su složeni (sadrže 305 težinskih koeficijenata i nultih članova) zbog visoke nelinearnosti razvijenog sistema. U prilogu (tabele VII.1 i VII.2) prikazani su elementi matrice W_1 i vektora B_1 i elemente matrice W_2 i vektora B_2 za skriveni sloj, koji su korišćeni za proračun u jednačini III.11.

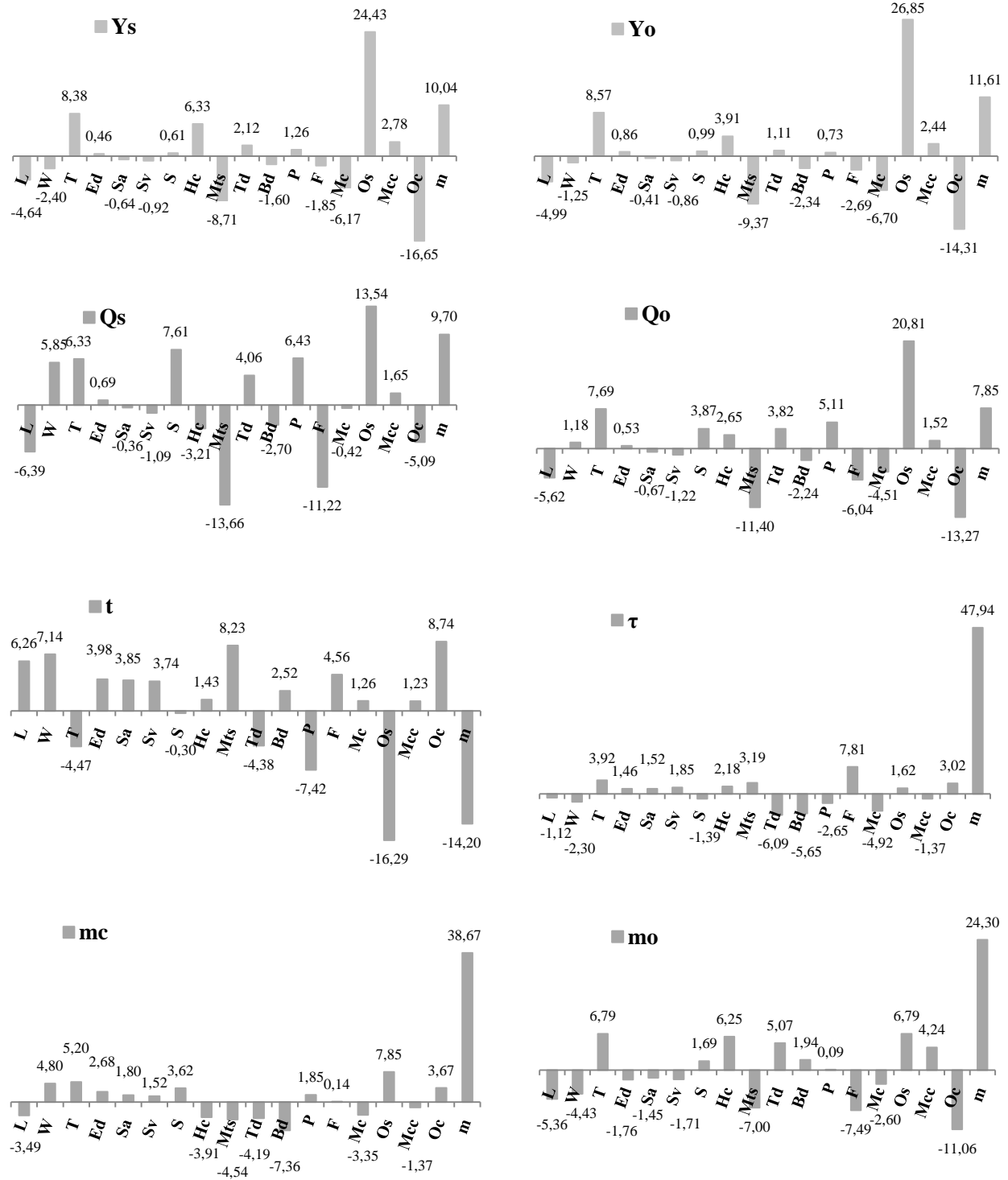
ANN model je korišćen za proračun optimalnog iskorišćenja i protoka semena i ulja, kao i optimalnih parametara procesa (temperature ulja, vremena presovanja, mase dobijene pogače i masa dobijenog ulja), kao i za izračunavanje optimalnih ulaznih varijabli (L, W, T, Ed, Sa, Sv, S, Hc, Mts, Td, Bd, P, F, Mc, Os, Mcc, Oc i m). Optimalni parametri dobijeni su pomoću funkcije Solver u programu Excel. Optimalne vrednosti iskorišćenja ulja i semena iznosile su 71,398 i 59,075%, redom, protoka ulja i semena 21,139 i 30,727 kg/h, redom, optimalna temperatura presovanja iznosi 60,248°C, vreme presovanja 18,898 min, optimalna masa dobijene pogače i ulja iznosi 5,907 i 2,131 kg, redom. Da bi se postiglo optimalno iskorišćenje, kapacitet i parametri presovanja, seme treba da ima sledeće optimalne karakteristike: dimenzija semena (L = 9,370 mm, W = 7,985 mm, T = 2,800 mm), geometrijskih karakteristika (Ed = 8,269 mm, Sa = 76,354 mm², Sv = 63,497 mm³, S = 0,667), gravimetrijske karakteristike (Td = 511,994 kg/m³, Bd = 291,603 kg/m³, P = 31,278), opšte karakteristike (Hc = 55,044%, Mts = 46,206 g), čvrstoća semena (F = 4812,435 g), sadržaj vlage i sadržaj ulja (Mc = 5,041% i Os = 30,984%), dok optimalna količina materijala za presovanja iznosi m = 7,300 kg. Dobijena pogača optimalno sadrži 10,623% vlage (Mcc) i 14,842% ulja (Oc).

Ispitan je i kvalitet modela, a parametri validacije dobijenog modela prikazani su u prilogu (tabela VII.3). Kod modela koji daju dobro predviđanje, vrednost R^2 bi trebala da bude što bliža 1, dok bi vrednosti redukovanoog hi-kvadrata χ^2 , RMSE, MBE i MPE trebale biti što bliže 0. Takođe, urađena je i rezidualna analiza dobijenog modela. Skew (od engl. *Skewness*) meri devijaciju raspodele reziduala u odnosu na normalnu raspodelu. Ukoliko se skew vrednosti jasno razlikuju od nule, raspodela reziduala je asimetrična. Kurt (od engl. *Kurtosis*) ukazuje na pik (vrh) raspodele reziduala. Kurt vrednost normalne raspodele iznosi 0. Ispitane su i srednja vrednost (Mean – od engl. *Mean*), standardna devijacija (StDev – od engl. *Standard Deviation*) i varijansa (Var – od engl. *Variance*), a dobijene vrednosti prikazane su u tabeli VII.4 u prilogu.

Na osnovu parametara validacije modela (prilog, tabela VII.3) i rezidualne analize (prilog, tabela VII.4) zaključuje se da je moguće izvršiti predviđanje iskorišćenja, protoka i

parametara presovanja na osnovu lako merljivih karakteristika semena i mase materijala za presovanje.

Primenom analize globalne osetljivosti ispitan je i uticaj pojedinačnih ulaznih promenljivih na iskorišćenja i protok semena i ulja i parametre presovanja, a dobijeni rezultati prikazani su grafički na slici IV.4.



Yo – iskorišćenje ulja; Ys – iskorišćenje semena; Qo – protok ulja; Qs – protok semena; t – temperatura ulja; τ – vreme presovanja; mc – masa dobijene pogače; mo – masa dobijenog ulja; L – dužina; W – širina; T – debljina; Ed – Ekvivalentni prečnik; Sa – površina preseka; Sv – zapremina; S – sferičnost; Hc – udeo ljuske; Mts – masa 1000 zrna; Td – specifična masa; Bd – litarska masa; P – poroznost; F – čvrstoća; Mc – sadržaj vlage u semenu; Os – sadržaj ulja u semenu; Mcc – sadržaj vlage u pogači; Oc – sadržaj ulja u pogači; m – masa materijala za presovanje

Slika IV.4. Relativni uticaj karakteristika semena, sadržaja vlage i sadržaja ulja u semenu i pogači i mase materijala za presovanje na iskorišćenja i protok ulja i semena, kao i na parametare presovanja utvrđen Yoon metodom interpretacije

Dobijeni rezultati ukazuju da je na iskorišćenje ulja i semena najveći pozitivan uticaj imao sadržaj ulja u semenu (24,43 i 26,85%, redom), kao i masa materijala za presovanje (10,04 i 11,64%). Najveći negativan uticaj na ova dva izlazna parametra imao je sadržaj ulja u pogači (-16,65 i -14,31%). Dobijeni rezultati u skladu su sa očekivanjima, budući da je poznato da što je veći sadržaj ulja u semenu i što je veća masa materijala za presovanje, a što manji sadržaj zaostalog ulja u pogači, iskorišćenje će biti veće. Na protok semena i ulja su sadržaj ulja u semenu i masa materijala za presovanje, takođe imali najveći pozitivan uticaj (13,54 i 20,81%, redom i 9,70 i 7,85%, redom). Masa 1000 zrna najviše je negativno uticala na protok semena kroz presu (-13,66%). Naime, dobijeni rezultat ukazuje da na protok semena kroz presu presudan uticaj ima masa semena, te su konzumni hibridi suncokreta koji su imali značajno veću masu 1000 zrna u odnosu na uljane hibride imali i značajno manji protok semena. Dobijene podatke koriste i proizvođači presa prilikom definisanja kapaciteta prese za različite sirovine. Na protok ulja kroz presu najveći negativan uticaj imao je sadržaj zaostalog ulja u pogači (-13,27%).

Analizom globalne osetljivosti utvrđeno je i da je temperatura ulja na izlazu iz prese veća što je seme krupnije i ima veću masu. Naime, primećen je pozitivan uticaj dužine i širine semena, kao i mase 1000 zrna na temperaturu ulja, i to 6,26, 7,14 i 8,23%, redom. Ulja sa najvećom izlaznom temperaturom imala su i najveći sadržaj ulja u pogači, na šta ukazuje najveći pozitivan doprinos O_c od 8,74% na temperaturu ulja. Najveći negativan uticaj na temperaturu ulja od -16,29% imao sadržaj ulja u semenu, što potvrđuju značajno niže temperature ulja uljanih hibrida suncokreta na izlazu iz prese u odnosu na konzumne. Dobijeni rezultati analize potvrdili su da na vreme presovanja najveći pozitivan uticaj ima masa materijala za presovanje (čak 47,94%). Na masu dobijene pogače, kao i na vreme presovanja, najveći pozitivan uticaj imala je masa materijala za presovanje (38,67%), dok na masu dobijenog ulja najveći pozitivan uticaj ima opet masa materijala (24,30%), ali i sadržaj ulja u semenu (6,79%). Utvrđeno je da najveći negativan uticaj na masu dobijenog ulja ima masa ulja zaostalog u pogači (-11,06%), budući da je poznato da ulje prisutno u pogači smanjuje masu dobijenog ulja.

4.3. Hladno presovano ulje

Dobijena hladno presovana ulja ispitana su sa aspekta identifikacije ulja (sastav masnih kiselina, jodni broj i indeks refrakcije), ispitana je nutritivna vrednost, kvalitet i održivost (primenom Schaal oven testa), kao i boja ulja.

4.3.1. Identifikacija

Prema *Codex Alimentarius* standardu (Codex Alimentarius, 1999) i Pravilniku (Pravilnik, 2006) za identifikaciju ulja i masti koriste se: sastav masnih kiselina, relativna gustina ulja, indeks refrakcije, saponifikacioni broj, jodni broj, sadržaj neosapunjivih materija, sadržaj i sastav tokoferola i tokotrienola i udeo desmetilsterola u ukupnim sterolima. Vrednosti pomenutih parametara karakteristične su za ulja dobijena iz različitih sirovina i interval vrednosti za pojedinačne sirovine propisan je pomenutim standardima.

4.3.1.1. Sastav masnih kiselina

Prosečne vrednosti sastava masnih kiselina uljanih hibrida gajenih u Srbiji i Argentini, kao i konzumnih hibrida u dve godine ispitivanja sumirane su u tabeli IV.14, dok je sastav masnih kiselina hladno presovanih ulja ispitanih hibrida suncokreta prikazan je tabeli VII.5 u prilogu. Ispitivana hladno presovana ulja karakteriše visok nivo nezasićenih masnih kiselina (preko 85%), gde dominiraju linolna (C18:2) i oleinska masna kiselina (C18:1). Najmanja prosečna vrednost sadržaja oleinske od $27,03 \pm 2,33\%$ i najveći sadržaj linolne masne kiseline od $60,95 \pm 2,12\%$ utvrđen je kod uljanih hibrida gajenih u Argentini. Značajno veći sadržaj ($p < 0,05$) oleinske i značajno manji sadržaj linolne masne kiseline utvrđen je u uljima uljanih hibrida gajenih u Srbiji ($30,54 \pm 1,95\%$ i $56,13 \pm 2,35\%$, redom), dok je najveći sadržaj oleinske ($33,65 \pm 2,24\%$) i najmanji sadržaj linolne ($54,12 \pm 2,72\%$) kiseline utvrđen u konzumnim hibridima. U drugoj godini ispitivanja utvrđene su značajno veće vrednosti udela oleinske masne kiseline u uzorcima uljanih hibrida gajenih u Srbiji i Argentini i konzumnih hibrida i iznosile su $37,44 \pm 3,07$, $35,97 \pm 3,08$ i $39,04 \pm 3,74\%$, redom, dok su sadržaji linolne masne kiseline bili značajno manji: $51,13 \pm 3,40$, $54,33 \pm 3,61$ i $48,97 \pm 3,87\%$, redom. Razlike u sastavu dominantnih masnih kiselina između uljanih hibrida gajenih u Srbiji i Argentini mogu se objasniti različitim lokalitetima uzgoja, budući da je poznato da na sastav masnih kiselina suncokretovog ulja u velikoj meri utiču položaj i klimatski uslovi tokom vegetacije (Lajara i sar., 1990; Saad Bin Mustafa i sar., 2015). Takođe, uzrok značajno većeg sadržaja oleinske i značajno manjeg sadržaja linolne masne kiseline uočen kod uzoraka u drugoj ispitanoj godini u odnosu na prvu između ostalog može biti i temperatura tokom

perioda razvoja semena i sinteze ulja. Naime, prema podacima Republičkog hidrometeorološkog zavoda Srbije u periodu druge godine ispitivanja prosečne temperature su bile više nego u prvoj godini, što je dovelo da povećanja sadržaja oleinske i smanjenja sadržaja linolne masne kiseline (Matsuzaki i sar., 1988; Werteker i sar., 2010).

Među ostalim nezasićenim masnim kiselinama, u manjim procentima (<0,25%) u nekim uzorcima ulja primećene su palmitoleinska (C16:1) i gadoleinska kiselina (C20:1). Što se tiče zasićenih masnih kiselina, dominirala je palmitinska kiselina, sa sadržajem od oko 6 – 8%, praćena stearinskom kiselinom sa prosečno oko 4%. U svim uzorcima su u malim količinama bile prisutne arahidonska, behenska i lignocerinska kiselina, dok je prisustvo miristinske kiseline utvrđeno samo u pojedinim uljima. Dobijeni sastav masnih kiselina je u skladu sa *Codex Alimentarius* standardom (Codex Alimentarius, 1999) i Pravilnikom (Pravilnik, 2006) za suncokretovo ulje.

Tabela IV.14. Prosečne vrednosti sastava masnih kiselina ispitanih uljanih hibrida suncokreta uzgajanih u Srbiji i Argentini i konzumnih hibrida suncokreta u dve godine ispitivanja

Masne kiseline	Uljani Srbija		Uljani Argentina		Konzumni		Codex Alimentarius (1999); Pravilnik (2006)		
	I god.	II god.	I god.	II god.	I god.	II god.	a	b	c
C14:0	0,05 ± 0,01 ^{bB}	0,04 ± 0,00 ^{aA}	0,04 ± 0,01 ^{aA}	0,03 ± 0,00 ^{aA}	0,05 ± 0,01 ^{bA}	0,05 ± 0,01 ^{bA}	nd - 0,2	nd - 0,1	nd - 1
C16:0	7,25 ± 0,64 ^{bB}	5,48 ± 0,35 ^{aA}	5,94 ± 0,65 ^{aB}	5,26 ± 0,44 ^{aA}	5,82 ± 0,30 ^{aB}	5,49 ± 0,16 ^{aA}	5,0 - 7,6	2,6 - 5,0	4,0 - 5,5
C16:1	0,07 ± 0,01 ^{aB}	0,04 ± 0,01 ^{aA}	0,05 ± 0,02 ^{aA}	0,06 ± 0,02 ^{bA}	0,06 ± 0,00 ^{aA}	0,05 ± 0,01 ^{abA}	nd - 0,3	nd - 0,1	nd - 0,05
C18:0	4,22 ± 0,76 ^{aA}	3,72 ± 0,60 ^{aA}	4,17 ± 0,70 ^{aB}	2,90 ± 0,52 ^{bA}	4,47 ± 0,76 ^{aA}	4,30 ± 0,65 ^{aA}	2,7 - 6,5	2,9 - 6,2	2,1 - 5,0
C18:1	30,54 ± 1,95 ^{bA}	37,44 ± 3,07 ^{aB}	27,03 ± 2,33 ^{aA}	35,97 ± 3,08 ^{aB}	33,65 ± 2,24 ^{cA}	39,04 ± 3,74 ^{aB}	14,0 - 39,4	75,0 - 90,7	43,1 - 71,8
C18:2	56,13 ± 2,35 ^{abB}	51,13 ± 3,40 ^{abA}	60,95 ± 2,12 ^{bB}	54,33 ± 3,61 ^{bA}	54,12 ± 2,72 ^{abB}	48,97 ± 3,87 ^{aA}	48,3 - 74,0	2,1 - 17	18,7 - 45,3
C20:0	0,29 ± 0,06 ^{aA}	0,29 ± 0,05 ^{aA}	0,30 ± 0,05 ^{aB}	0,22 ± 0,04 ^{bA}	0,32 ± 0,06 ^{aA}	0,35 ± 0,05 ^{aA}	0,1 - 0,5	0,2 - 0,5	0,2 - 0,4
C20:1	0,17 ± 0,02 ^{aA}	0,19 ± 0,03 ^{aA}	0,14 ± 0,03 ^{aA}	0,15 ± 0,02 ^{bA}	0,14 ± 0,02 ^{aA}	0,19 ± 0,02 ^{aB}	nd - 0,3	0,1 - 0,5	0,2 - 0,3
C22:0	1,03 ± 0,16 ^{aA}	1,18 ± 0,13 ^{bB}	0,99 ± 0,12 ^{aB}	0,75 ± 0,12 ^{aA}	1,01 ± 0,11 ^{aA}	1,06 ± 0,12 ^{bA}	0,3 - 1,5	0,5 - 1,6	0,6 - 1,1
C24:0	0,44 ± 0,07 ^{aA}	0,51 ± 0,06 ^{bB}	0,43 ± 0,07 ^{aB}	0,36 ± 0,05 ^{aA}	0,43 ± 0,05 ^{aA}	0,52 ± 0,04 ^{bB}	nd - 0,5	nd - 0,5	0,3 - 0,4

a) Suncokretovo ulje; b) Suncokretovo ulje sa visokim sadržajem oleinske kiseline; c) Suncokretovo ulje sa dominantnim sadržajem oleinske kiseline

nd – nije detektovano

Različita mala slova u istom redu ukazuju na značajno različite vrednosti između uzoraka, dok različita velika slova ukazuju na značajno različite vrednosti parametara u dve godine ispitivanja ($p < 0,05$)

4.3.1.2. Jodni broj i indeks refrakcije

Jodni broj, pored toga što se koristi kao parametar za identifikaciju ulja i masti utiče i na kvalitet ulja. *Codex Alimentarius* standard (Codex Alimentarius, 1999) i Pravilnik (Pravilnik, 2006) definisali su interval vrednosti jodnog broja suncokretovog ulja (od 118 do 141 gI₂/100g), suncokretovog ulja sa visokim sadržajem oleinske kiseline (od 78 do 90 gI₂/100g) i suncokretovog ulja sa dominantnim sadržajem oleinske kiseline (od 94 do 122 gI₂/100g). Vrednosti jodnog broja u ispitanim uzorcima kretale su se od 115 ± 0 do 133 ± 0 gI₂/100g (tabela IV.15). Slične vrednosti jodnog broja suncokretovog ulja utvrdili su i Díaz i sar. (2006), Baltacioğlu (2017) i Javidipour i sar. (2017), i to 130,2 ± 0,24, 128,89 ± 0,05 i između 131,75 ± 0,22 i 132,35 ± 0,21 gI₂/100g, redom. Većina ispitanih uzoraka spada u gupu uzoraka standardnog (linolnog) tipa, međutim, pojedini uzorci (kao što su S6, S7, S9, K3, K4 i K7) prema vrednostima jodnog broja se mogu svrstati u suncokretova ulja sa dominantnim sadržajem oleinske kiseline. Konuskan i sar. (2019) ispitivali su jodni broj suncokretovog ulja sa dominantnim sadržajem oleinske kiseline i dobili vrednost od 102 gI₂/100g. Vrednosti jodnog broja pomenutih hibrida su vrlo bliske vrednostima ostalih uzoraka ulja (standardnog tipa) u poređenju sa podacima iz literature, pa se ne može govoriti o uljima dobijenim od hibrida suncokreta sa dominantnim sadržajem oleinske kiseline. Štaviše, budući da su isti uljani hibridi suncokreta uzgajani na teritoriji Srbije i Argentine, a konzumni hibridi na teritoriji Srbije, nešto niži jodni broj kod pomenutih uzoraka koji su gajeni samo u Srbiji može se pripisati geografskom položaju i klimatskim uslovima tokom vegetacije (Saad Bin Mustafa i sar., 2015). Takođe, u drugoj ispitanoj godini je određena niža vrednost jodnog broja kod većeg broja uzoraka, što je verovatno posledica veće prosečne temperature tokom perioda razvoja semena i sinteze ulja, što je slučaj i kod sastava masnih kiselina.

Tabela IV.15. Jodni broj i indeks refrakcije uljanih hibrida gajenih u Srbiji i Argentini i konzumnih hibrida gajenih u Srbiji u dve godine ispitivanja

Hibrid	Jodni broj [gI ₂ /100g]		Indeks refrakcije [40 °C]		Indeks refrakcije [20 °C]	
	IV		n _{40°C}		n _{20°C}	
	I god.	II god.	I god.	II god.	I god.	II god.
S1	123 ± 0 ^f	120 ± 0 ^{ef}	1,466 ± 0,000 ^f	1,466 ± 0,000 ^{ef}	1,473 ± 0,000 ^f	1,473 ± 0,000 ^{ef}
S2	126 ± 0 ^{ijk}	122 ± 0 ^{hij}	1,466 ± 0,000 ^{ijk}	1,466 ± 0,000 ^{hij}	1,473 ± 0,000 ^{ijk}	1,473 ± 0,000 ^{hij}
S3	124 ± 0 ^{fg}	122 ± 0 ^{hi}	1,466 ± 0,000 ^{fg}	1,466 ± 0,000 ^{hi}	1,473 ± 0,000 ^{fg}	1,473 ± 0,000 ^{hi}
S4	125 ± 0 ^{hi}	121 ± 1 ^{hi}	1,466 ± 0,000 ^{hi}	1,466 ± 0,000 ^{hi}	1,473 ± 0,000 ^{hi}	1,473 ± 0,000 ^{hi}
S5	124 ± 0 ^f	122 ± 0 ^{ijk}	1,466 ± 0,000 ^f	1,466 ± 0,000 ^{ijk}	1,473 ± 0,000 ^f	1,473 ± 0,000 ^{ijk}
S6	118 ± 0 ^b	118 ± 0 ^d	1,465 ± 0,000 ^b	1,465 ± 0,000 ^d	1,472 ± 0,000 ^b	1,472 ± 0,000 ^d
S7	122 ± 0 ^d	117 ± 0 ^c	1,466 ± 0,000 ^d	1,465 ± 0,000 ^c	1,473 ± 0,000 ^d	1,472 ± 0,000 ^c
S8	128 ± 1 ^l	128 ± 0 ⁿ	1,467 ± 0,000 ^l	1,467 ± 0,000 ⁿ	1,474 ± 0,000 ^l	1,474 ± 0,000 ⁿ
S9	122 ± 0 ^{de}	119 ± 0 ^{de}	1,466 ± 0,000 ^{de}	1,465 ± 0,000 ^{de}	1,473 ± 0,000 ^{de}	1,472 ± 0,000 ^{de}
A1	127 ± 0 ^k	120 ± 0 ^{fg}	1,466 ± 0,000 ^k	1,466 ± 0,000 ^{fg}	1,473 ± 0,000 ^k	1,473 ± 0,000 ^{fg}
A2	128 ± 0 ^l	125 ± 1 ^m	1,467 ± 0,000 ^l	1,466 ± 0,000 ^m	1,474 ± 0,000 ^l	1,473 ± 0,000 ^m
A3	133 ± 0 ^o	130 ± 1 ^o	1,467 ± 0,000 ^o	1,467 ± 0,000 ^o	1,474 ± 0,000 ^o	1,474 ± 0,000 ^o
A4	130 ± 1 ^m	128 ± 0 ⁿ	1,467 ± 0,000 ^m	1,467 ± 0,000 ⁿ	1,474 ± 0,000 ^m	1,474 ± 0,000 ⁿ
A5	132 ± 0 ⁿ	125 ± 0 ^m	1,467 ± 0,000 ⁿ	1,466 ± 0,000 ^m	1,474 ± 0,000 ⁿ	1,473 ± 0,000 ^m
A6	127 ± 0 ^k	122 ± 0 ^{hij}	1,466 ± 0,000 ^k	1,466 ± 0,000 ^{hij}	1,473 ± 0,000 ^k	1,473 ± 0,000 ^{hij}
A7	127 ± 0 ^k	124 ± 0 ^l	1,466 ± 0,000 ^k	1,466 ± 0,000 ^l	1,473 ± 0,000 ^k	1,473 ± 0,000 ^l
A8	130 ± 0 ^m	131 ± 0 ^o	1,467 ± 0,000 ^m	1,467 ± 0,000 ^o	1,474 ± 0,000 ^m	1,474 ± 0,000 ^o
A9	127 ± 0 ^k	122 ± 1 ^{ijk}	1,466 ± 0,000 ^k	1,466 ± 0,000 ^{ijk}	1,473 ± 0,000 ^k	1,473 ± 0,000 ^{ijk}
K1	127 ± 0 ^k	123 ± 0 ^{kl}	1,466 ± 0,000 ^{jk}	1,466 ± 0,000 ^{kl}	1,473 ± 0,000 ^{jk}	1,473 ± 0,000 ^{kl}
K2	126 ± 0 ^{ij}	123 ± 0 ^{kl}	1,466 ± 0,000 ^{ij}	1,466 ± 0,000 ^{kl}	1,473 ± 0,000 ^{ij}	1,473 ± 0,000 ^{kl}
K3	120 ± 0 ^c	115 ± 0 ^a	1,466 ± 0,000 ^c	1,465 ± 0,000 ^a	1,473 ± 0,000 ^c	1,472 ± 0,000 ^a
K4	117 ± 0 ^a	115 ± 0 ^{ab}	1,465 ± 0,000 ^a	1,465 ± 0,000 ^{ab}	1,472 ± 0,000 ^a	1,472 ± 0,000 ^{ab}
K5	124 ± 0 ^{fg}	121 ± 0 ^{gh}	1,466 ± 0,000 ^{fg}	1,466 ± 0,000 ^{gh}	1,473 ± 0,000 ^{fg}	1,473 ± 0,000 ^{gh}
K6	123 ± 0 ^f	119 ± 0 ^{de}	1,466 ± 0,000 ^f	1,465 ± 0,000 ^{de}	1,473 ± 0,000 ^f	1,472 ± 0,000 ^{de}
K7	120 ± 0 ^d	116 ± 0 ^{bc}	1,466 ± 0,000 ^c	1,465 ± 0,000 ^{bc}	1,473 ± 0,000 ^c	1,472 ± 0,000 ^{bc}
K8	123 ± 0 ^{ef}	115 ± 0 ^a	1,466 ± 0,000 ^{ef}	1,465 ± 0,000 ^a	1,473 ± 0,000 ^{ef}	1,472 ± 0,000 ^a
K9	125 ± 0 ^{gh}	121 ± 0 ^{hi}	1,466 ± 0,000 ^{gh}	1,466 ± 0,000 ^{hi}	1,473 ± 0,000 ^{gh}	1,473 ± 0,000 ^{hi}
Uljani Srbija	124 ± 3 ^{aA}	121 ± 3 ^{aA}	1,466 ± 0,000 ^{aA}	1,466 ± 0,000 ^{aA}	1,473 ± 0,000 ^{aA}	1,473 ± 0,000 ^{aA}
Uljani Argentina	129 ± 2 ^{bA}	125 ± 4 ^{bB}	1,467 ± 0,000 ^{bA}	1,466 ± 0,000 ^{bB}	1,474 ± 0,000 ^{bA}	1,473 ± 0,000 ^{bB}
Konzumni	123 ± 3 ^{aA}	119 ± 4 ^{aB}	1,466 ± 0,000 ^{aA}	1,465 ± 0,000 ^{aB}	1,473 ± 0,000 ^{aA}	1,472 ± 0,000 ^{aB}

Različita mala slova u istoj koloni ukazuju na značajno različite vrednosti između uzoraka, dok različita velika slova u istom redu ukazuju na značajno različite vrednosti parametara identifikacije u dve godine ispitivanja ($p < 0,05$)

Dobijene vrednosti indeksa refrakcije na 40°C u ispitanim uzorcima su se kretale od $1,465 \pm 0,000$ do $1,467 \pm 0,000$, što je u skladu sa *Codex Alimentarius* standardom (*Codex Alimentarius*, 1999) i Pravilnikom (Pravilnik, 2006) za suncokretovo ulje u kojima su propisane vrednosti u intervalu od 1,461 do 1,468. Vrednosti indeksa refrakcije prikazane u tabeli IV.15 ukazuju da su ispitana ulja ipak dobijena od uljanih hibrida standardnog tipa.

4.3.2. Nutritivna vrednost ulja

Sadržaj zasićenih masnih kiselina (SFA) u ispitanim uzorcima iznosio je nešto više od 10% (tabela IV.16). Ulja hibrida suncokreta uzgajanih u Srbiji imala su nešto veći sadržaj SFA u odnosu na uljane hibride uzgajane u Argentini gde je utvrđeno prosečno $11,86 \pm 1,23\%$ u prvoj godini ispitivanja i $9,50 \pm 0,88\%$ u drugoj godini ispitivanja. Najveći sadržaj SFA od čak $15,81 \pm 0,10\%$ utvrđen je kod uzorka S9 u prvoj godini ispitivanja. Zasićene masne kiseline u uljima i mastima doprinose oksidativnoj stabilnosti, međutim, sa nutritivnog aspekta nisu poželjne. Naime, preporuke ukazuju da unos ukupnih zasićenih masnih kiselina ne treba da prelazi 10% energetskeg dnevnog unosa (Hu i sar., 2016; Kromhout i sar., 2016). Smatra se da su SFA povezane i sa povećanim rizikom od pojave dijabetesa tipa 2 (Feskens i Kromhout, 1990; Parker i sar., 1993; Feskens i sar., 1995).

Nezasićene masne kiseline (MUFA), mono - i polinezasićene sa nutritivnog aspekta su poželjne, međutim zbog prisustva nezasićenih veza oksidativno su manje stabilne. Sadržaj mononezasićenih masnih kiselina u uljima ispitanih hibrida suncokreta iznosio je oko 30%. Najmanji prosečni sadržaj MUFA utvrđen je u uzorcima uljanih hibrida uzgajanih u Argentini. U drugoj godini ispitivanja utvrđen je generalno veći prosečni sadržaj mononezasićenih masnih kiselina kod svih grupa uzoraka (uljani Srbija, uljani Argentina i konzumni) i to $37,65 \pm 3,07$, $36,17 \pm 3,07$ i $39,26 \pm 3,75\%$, redom, u odnosu na prvu godinu ispitivanja ($30,64 \pm 2,02$, $27,19 \pm 2,36$ i $33,80 \pm 2,24\%$, redom). U ispitanim uzorcima preko 99,5% MUFA čini oleinska masna kiselina. Tačka topljenja oleinske masne kiseline iznosi 13°C, što je niže u odnosu na telesnu temperaturu čoveka, te ne dolazi do akumulacije na zidovima arterija (ne dovodi do ateroskleroze) i omogućava normalnu propustljivost ćelijske membrane. Takođe, oksidativno je stabilnija u odnosu na polinezasićene masne kiseline, što je bitno u prevenciji negativnih promena na ćelijama izazvanih oksidacijom. Utiče na smanjenje krvnog pritiska, osigurava nesmetanu cirkulaciju krvi, smanjuje nivo tzv. lošeg holesterola ili LDL (*Low Density Lipoprotein*), dok povećava nivo tzv. dobrog holesterola ili HDL (*High Density Lipoprotein*). Osim toga, potpomaže integritet ćelijskih membrana, pomaže pri

obnovi ćelija i oštećenih tkiva, u borbi protiv kancera, naročito kancera dojke, ublažava simptome astme, a koristi se i kao dodatak kozmetičkim preparatima.

Polinezasićene masne kiseline imaju veoma bitne fiziološke uloge, pri čemu su dve od njih esencijalne za odraslog čoveka: linolna (Ω 6) i α -linolenska (Ω 3) masna kiselina. Kliničke studije su pokazale da zamena zasićenih masnih kiselina polinezasićenim dovodi do blagotvornih efekata na kardiovaskularni sistem (Jakobsen i sar., 2009). Takođe, utvrđeno je da svakodnevna konzumacija Ω 6 masnih kiselina u iznosu od 5 do 10% ukupnog kalorijskog unosa smanjuje rizik od koronarnih oboljenja srca, u poređenju sa manjim unosima (Harris i sar., 2009; Kris-Etherton i sar., 2010; Aguilón-Páez i sar., 2020). U ispitanim uzorcima suncokretovog ulja PUFA čini isključivo linolna masna kiselina. Sadržaj ove masne kiseline kretao se od $44,81 \pm 0,06$ do $63,26 \pm 0,15\%$. Linolna masna kiselina je i esencijalna Ω 6 masna kiselina, što je sa nutritivnog aspekta izuzetno bitno jer ove masne kiseline ne mogu biti sintetizovane u organizmu, tako da se moraju unositi putem hrane. Za suncokretovo ulje se može reći da je izuzetno dobar izvor Ω 6 masnih kiselina. Međutim, nedostatak suncokretovog ulja je što ne sadrži i esencijalne Ω 3 masne kiseline jer prema preporukama Svetske zdravstvene organizacije (WHO – *World Health Organization*) odnos Ω 6 i Ω 3 masnih kiselina u balansiranoj ishrani treba da iznosi između 5:1 i 10:1 (FAO, 2010). Preporuke ukazuju da bi pored suncokretovog ulja u ishrani trebala biti prisutna i druga ulja, izvori esencijalnih Ω 3 masnih kiselina, kao što su laneno ulje, riblje ulje, ali u manjim količinama.

Tabela IV.16. Sadržaj zasićenih (SFA), mononezasićenih (MUFA), polinezasićenih (PUFA) i esencijalnih omega 6 (Ω 6) masnih kiselina u uljima dobijenih od uljanih hibrida suncokreta gajenih u dve godine ispitivanja u Srbiji (S1 do S9) i Argentini (A1 do A9) i konzumnih hibrida (K1 do K9)

Hibrid	Zasićene masne kiseline SFA		Mononezasićene masne kiseline MUFA		Polinezasićene masne kiseline PUFA		Ω 6 masne kiseline Ω 6	
	I god.	II god.	I god.	II god.	I god.	II god.	I god.	II god.
S1	13,47 ± 0,23 ⁱ	11,78 ± 0,02 ^{mn}	30,43 ± 0,08 ^h	38,09 ± 0,06 ^j	56,11 ± 0,32 ^{fg}	50,13 ± 0,08 ^{ef}	56,11 ± 0,32 ^{fg}	50,13 ± 0,08 ^{ef}
S2	11,46 ± 0,02 ^{de}	10,48 ± 0,02 ^g	31,26 ± 0,01 ^{ij}	38,08 ± 0,02 ^j	57,29 ± 0,03 ^{hij}	51,44 ± 0,00 ^{gh}	57,29 ± 0,03 ^{hij}	51,44 ± 0,00 ^{gh}
S3	13,53 ± 0,02 ⁱ	11,48 ± 0,13 ^{lm}	29,82 ± 0,21 ^g	36,40 ± 0,00 ^{fg}	56,65 ± 0,19 ^{gh}	52,12 ± 0,12 ^{hi}	56,65 ± 0,19 ^{gh}	52,12 ± 0,12 ^{hi}
S4	11,97 ± 0,15 ^{fg}	10,55 ± 0,09 ^{gh}	31,27 ± 0,10 ^{ij}	38,34 ± 0,57 ^{jk}	56,75 ± 0,25 ^{gh}	51,12 ± 0,67 ^g	56,75 ± 0,25 ^{gh}	51,12 ± 0,67 ^g
S5	12,30 ± 0,17 ^g	10,64 ± 0,04 ^{ghi}	32,46 ± 0,08 ^{kl}	37,12 ± 0,04 ^{ghi}	55,24 ± 0,26 ^{ef}	52,25 ± 0,08 ^{hij}	55,24 ± 0,26 ^{ef}	52,25 ± 0,08 ^{hij}
S6	15,16 ± 0,16 ^k	11,76 ± 0,15 ^{mn}	33,17 ± 0,04 ^m	40,21 ± 0,00 ^m	51,67 ± 0,20 ^b	48,03 ± 0,15 ^d	51,67 ± 0,20 ^b	48,03 ± 0,15 ^d
S7	13,54 ± 0,11 ⁱ	11,00 ± 0,01 ^{jk}	32,20 ± 0,13 ^k	42,97 ± 0,11 ^o	54,25 ± 0,24 ^d	46,03 ± 0,11 ^{bc}	54,25 ± 0,24 ^d	46,03 ± 0,11 ^{bc}
S8	11,86 ± 0,38 ^{ef}	9,83 ± 0,05 ^{ef}	27,83 ± 0,29 ^{de}	31,73 ± 0,01 ^b	60,31 ± 0,67 ^{no}	58,44 ± 0,07 ^o	60,31 ± 0,67 ^{no}	58,44 ± 0,07 ^o
S9	15,81 ± 0,10 ^l	13,41 ± 0,10 ^s	27,29 ± 0,03 ^d	35,95 ± 0,03 ^{ef}	56,90 ± 0,14 ^{ghi}	50,64 ± 0,14 ^{efg}	56,90 ± 0,14 ^{ghi}	50,64 ± 0,14 ^{efg}
A1	12,78 ± 0,05 ^h	10,52 ± 0,11 ^{gh}	27,58 ± 0,03 ^{de}	39,76 ± 0,01 ^{lm}	59,64 ± 0,02 ^{mn}	49,73 ± 0,13 ^e	59,64 ± 0,02 ^{mn}	49,73 ± 0,13 ^e
A2	10,13 ± 0,09 ^a	9,67 ± 0,22 ^{de}	31,31 ± 0,08 ^j	36,05 ± 0,31 ^{ef}	58,57 ± 0,17 ^{kl}	54,27 ± 0,53 ^m	58,57 ± 0,17 ^{kl}	54,27 ± 0,53 ^m
A3	11,42 ± 0,05 ^d	9,44 ± 0,21 ^{cd}	23,45 ± 0,13 ^a	30,71 ± 0,30 ^a	65,12 ± 0,18 ^s	59,85 ± 0,51 ^p	65,12 ± 0,18 ^s	59,85 ± 0,51 ^p
A4	11,09 ± 0,18 ^{cd}	8,83 ± 0,10 ^b	27,89 ± 0,75 ^e	34,41 ± 0,19 ^c	61,02 ± 0,93 ^{op}	56,76 ± 0,29 ⁿ	61,02 ± 0,93 ^{op}	56,76 ± 0,29 ⁿ
A5	11,14 ± 0,07 ^{cd}	8,89 ± 0,09 ^b	25,60 ± 0,09 ^c	37,96 ± 0,65 ^{ij}	63,26 ± 0,15 ^r	53,15 ± 0,56 ^{ijkl}	63,26 ± 0,15 ^r	53,15 ± 0,56 ^{ijkl}
A6	12,75 ± 0,02 ^h	10,05 ± 0,05 ^f	27,60 ± 0,03 ^{de}	38,96 ± 0,06 ^{kl}	59,65 ± 0,01 ^{mn}	50,99 ± 0,12 ^{fg}	59,65 ± 0,01 ^{mn}	50,99 ± 0,12 ^{fg}
A7	11,90 ± 0,06 ^{fg}	9,25 ± 0,01 ^c	29,16 ± 0,08 ^f	38,40 ± 0,02 ^{jk}	58,94 ± 0,14 ^{lm}	52,35 ± 0,04 ^{hijk}	58,94 ± 0,14 ^{lm}	52,35 ± 0,04 ^{hijk}
A8	11,24 ± 0,05 ^d	8,04 ± 0,02 ^a	27,45 ± 0,04 ^{de}	32,51 ± 0,01 ^b	61,31 ± 0,08 ^p	59,45 ± 0,01 ^p	61,31 ± 0,08 ^p	59,45 ± 0,01 ^p
A9	14,27 ± 0,12 ^j	10,85 ± 0,11 ^{hij}	24,65 ± 0,02 ^b	36,76 ± 0,67 ^{fgh}	61,08 ± 0,13 ^{op}	52,39 ± 0,78 ^{ijk}	61,08 ± 0,13 ^{op}	52,39 ± 0,78 ^{ijk}

Različita mala slova u istoj koloni ukazuju na značajno različite vrednosti između uzoraka, dok različita velika slova u istom redu ukazuju na značajno različite vrednosti parametara u dve godine ispitivanja ($p < 0,05$)

Tabela IV.16. Sadržaj zasićenih (SFA), mononezasićenih (MUFA), polinezasićenih (PUFA) i esencijalnih omega 6 (Ω 6) masnih kiselina u uljima dobijenih od uljanih hibrida suncokreta gajenih u dve godine ispitivanja u Srbiji (S1 do S9) i Argentini (A1 do A9) i konzumnih hibrida (K1 do K9) - nastavak

Hibrid	Zasićene masne kiseline SFA		Mononezasićene masne kiseline MUFA		Polinezasićene masne kiseline PUFA		Ω 6 masne kiseline Ω 6	
	I god.	II god.	I god.	II god.	I god.	II god.	I god.	II god.
K1	11,42 ± 0,01 ^d	11,32 ± 0,00 ^{kl}	30,72 ± 0,03 ^{hi}	35,39 ± 0,08 ^{de}	57,86 ± 0,05 ^{jk}	53,29 ± 0,09 ^{kl}	57,86 ± 0,05 ^{jk}	53,29 ± 0,09 ^{kl}
K2	12,15 ± 0,05 ^{fg}	11,55 ± 0,10 ^{lm}	30,20 ± 0,07 ^{gh}	34,38 ± 0,01 ^c	57,65 ± 0,02 ^{ij}	54,07 ± 0,11 ^{lm}	57,65 ± 0,02 ^{ij}	54,07 ± 0,11 ^{lm}
K3	13,01 ± 0,11 ^h	12,05 ± 0,12 ^{nop}	34,67 ± 0,02 ⁿ	43,14 ± 0,06 ^o	52,32 ± 0,13 ^b	44,81 ± 0,06 ^a	52,32 ± 0,13 ^b	44,81 ± 0,06 ^a
K4	14,07 ± 0,11 ^j	11,98 ± 0,02 ^{no}	36,61 ± 0,26 ^p	43,11 ± 0,02 ^o	49,32 ± 0,15 ^a	44,91 ± 0,01 ^a	49,32 ± 0,15 ^a	44,91 ± 0,01 ^a
K5	10,63 ± 0,11 ^b	12,78 ± 0,06 ^f	35,42 ± 0,13 ^o	34,57 ± 0,02 ^{cd}	53,95 ± 0,23 ^{cd}	52,65 ± 0,04 ^{ijk}	53,95 ± 0,23 ^{cd}	52,65 ± 0,04 ^{ijk}
K6	10,82 ± 0,04 ^{bc}	10,63 ± 0,03 ^{ghi}	35,91 ± 0,04 ^o	41,33 ± 0,47 ⁿ	53,27 ± 0,00 ^c	48,04 ± 0,44 ^d	53,27 ± 0,00 ^c	48,04 ± 0,44 ^d
K7	13,02 ± 0,13 ^h	12,33 ± 0,26 ^p	34,59 ± 0,08 ⁿ	41,29 ± 0,50 ⁿ	52,39 ± 0,21 ^b	46,38 ± 0,24 ^c	52,39 ± 0,21 ^b	46,38 ± 0,24 ^c
K8	12,20 ± 0,05 ^{fg}	12,29 ± 0,07 ^{op}	33,22 ± 0,14 ^m	42,55 ± 0,03 ^o	54,58 ± 0,09 ^{de}	45,17 ± 0,10 ^{ab}	54,58 ± 0,09 ^{de}	45,17 ± 0,10 ^{ab}
K9	11,45 ± 0,18 ^{de}	10,96 ± 0,09 ^{ij}	32,85 ± 0,06 ^{lm}	37,61 ± 0,01 ^{hij}	55,70 ± 0,24 ^f	51,43 ± 0,08 ^{gh}	55,70 ± 0,24 ^f	51,43 ± 0,08 ^{gh}
Uljani Srbija	13,23 ± 1,50 ^{ab}	11,21 ± 1,05 ^{ba}	30,64 ± 2,02 ^{ba}	37,65 ± 3,07 ^{ab}	56,13 ± 2,35 ^{ab}	51,13 ± 3,40 ^{abA}	56,13 ± 2,35 ^{ab}	51,13 ± 3,40 ^{abA}
Uljani Argentina	11,86 ± 1,23 ^{ab}	9,50 ± 0,88 ^{aA}	27,19 ± 2,36 ^{aA}	36,17 ± 3,07 ^{ab}	60,95 ± 2,12 ^{bb}	54,33 ± 3,61 ^{ba}	60,95 ± 2,12 ^{bb}	54,33 ± 3,61 ^{ba}
Konzumni	12,09 ± 1,13 ^{aA}	11,77 ± 0,70 ^{ba}	33,80 ± 2,24 ^{cA}	39,26 ± 3,75 ^{ab}	54,12 ± 2,72 ^{ab}	48,97 ± 3,87 ^{aA}	54,12 ± 2,72 ^{ab}	48,97 ± 3,87 ^{aA}

Različita mala slova u istoj koloni ukazuju na značajno različite vrednosti između uzoraka, dok različita velika slova u istom redu ukazuju na značajno različite vrednosti parametara u dve godine ispitivanja ($p < 0,05$)

4.3.2.1. Bioaktivne komponente

Prisustvo bioaktivnih jedinjenja u hladno presovanim uljima je poželjno s obzirom na njihov blagotvoran efekat na oksidativna svojstva ulja. Najvažnije bioaktivne komponente prisutne u uljima su ugljovodonici, steroli, tokoferoli, masni alkoholi, kao i fenoli, pigmenti i neke isparljive komponente. U okviru ovog istraživanja, u ispitivanim uljima utvrđen je sadržaj ukupnih tokoferola (TTC), karotenoida (TCC) i hlorofila (TCHC), a rezultati su sumirani u tabeli IV.17. Tokoferoli pokazuju snažano antioksidativno dejstvo (Espín i sar., 2000; Tuberoso i sar., 2007; Roman i sar., 2013). S druge strane, tokoferoli imaju antiradikalna svojstva, naime tokoferoli se mogu koristiti u prevenciji raka dojke i prostate, katarakte, artritisa, neuroze, kardiovaskularnih oboljenja itd (Pham-Huy i sar., 2008). U prosečnom sadržaju ukupnih tokoferola nije utvrđena značajna ($p < 0,05$) različitost između uljanih hibrida uzgajanih u Srbiji i Argentini i konzumnih hibrida. Naime, najmanji prosečan sadržaj utvrđen je kod uzoraka uljanih hibrida suncokreta uzgajanih u Argentini ($489,02 \pm 118,98$ mg/kg), za 10,17% veći je prosečan sadržaj ukupnih tokoferola u uzorcima konzumnih hibrida i za 12,25% veći u uzorcima uljanih hibrida iz Srbije. Međutim, uočen je prilično velik raspon sadržaja ukupnih tokoferola. U uzorcima uljanih hibrida gajenih u Srbiji kretao se od $403,60 \pm 2,84$ do $719,41 \pm 5,16$ mg/kg u prvoj i od $367,31 \pm 1,80$ do $664,32 \pm 14,99$ mg/kg u drugoj godini ispitivanja, a u uzorcima uzgajanim u Argentini od $373,04 \pm 8,51$ do $681,74 \pm 19,98$ mg/kg u prvoj i od $341,56 \pm 3,09$ do $539,33 \pm 3,42$ mg/kg u drugoj godini ispitivanja, dok se TTC kod konzumnih hibrida kretao od $458,33 \pm 67,57$ do $644,99 \pm 87,22$ mg/kg u prvoj i od $408,99 \pm 4,63$ do $537,58 \pm 7,04$ mg/kg u drugoj godini ispitivanja. Dobijeni rezultati u skladu su sa *Codex Alimentarius* standardom (Codex Alimentarius, 1999) i Pravilnikom (Pravilnik, 2006) za suncokretovo ulje, a slične vrednosti utvrdili su i drugi autori. Sadržaj tokoferola utvrđen u uzorcima hladno presovanog suncokretovog ulja koje su ispitivali Gliszczyńska-Świgło i sar. (2007) iznosio je 535 ± 8 mg/kg, dok se kretao u rasponu od $485,23 \pm 0,26$ do $589,50 \pm 0,71$ mg/kg u uzorcima ispitivanim od strane Dimić i sar. (2018).

Karotenoidi, žuti pigmenti, i hlorofili, zeleni pigmenti, pored toga što utiču na senzorski kvalitet nerafinisanih ulja i formiranje boje (Parker i sar., 2003; Matthaus i Bruhl, 2004), utiču i na druge aspekte kvaliteta, kao što su stabilnost ulja i rok trajanja (Pokorny i sar., 1993; Karabagias i sar., 2013). Karotenoidi prisutni u nerafinisanim uljima pokazuju antioksidativno dejstvo, slično tokoferolima (Choe i Min, 2006; Rodriguez-Amaya, 2010; Dimakou i Oreopoulou, 2012). Pored toga, karotenoidi su vredni mikronutrijenti sa

značajnom biološkom i protektivnom funkcijom u organizmu, deluju kao provitamini u borbi sa UV zracima (De Leonardis i sar., 2001; Tuberoso i sar., 2007; Dimakou i Oreopoulou, 2012). Neka istraživanja su takođe potvrdila antioksidativnu aktivnost hlorofila (Lanfer-Marquez i sar., 2005). Sadržaj ukupnih karotenoida u ispitanim uzorcima ulja kretao se od $3,75 \pm 0,21$ do $17,78 \pm 0,19$ mg/kg. U prvoj godini ispitivanja nije utvrđena značajna ($p < 0,05$) razlika između prosečnih vrednosti sadržaja ukupnih karotenoida ulja hibrida suncokreta gajenih u Srbiji i Argentini i konzumnih hibrida. U odnosu na prvu, u drugoj godini ispitivanja je utvrđen značajno veći sadržaj TCC kod sve tri grupe hibrida. Takođe, najveći prosečni sadržaj TCC u drugoj godini ispitivanja od $13,19 \pm 2,30$ mg/kg utvrđen je kod konzumnih hibrida, značajno veći u odnosu na uljane hibride gajene u Srbiji i Argentini ($8,20 \pm 2,07$ i $10,57 \pm 1,74$ mg/kg, redom). Dobijene vrednosti u skladu su sa prethodnim istraživanjima (Tuberoso i sar., 2007; Dimić i sar., 2018).

Sadržaj ukupnih hlorofila u ispitivanim uzorcima ulja utvrđen je u znatno nižim količinama u odnosu na druge ispitane bioaktivne komponente, do 1,50 mg/kg, što je i karakteristično za nerafinisana suncokretova ulja. U pojedinim uzorcima dobijene su izuzetno male ($0,02 \pm 0,00$ mg/kg), dok su neki uzorci sadržali veće količine ($1,43 \pm 0,14$ mg/kg) ovog pigmenta. Tuberoso i sar. (2007) dobili su nešto veći sadržaj ukupnih hlorofila u suncokretovom ulju od $2,3 \pm 0,1$ mg/kg, dok su Dimić i sar. (2018) utvrdili skoro identičan sadržaj hlorofila kao u ovom istraživanju (od $0,00 \pm 0,00$ do $1,21 \pm 0,01$ mg/kg).

Tabela IV.17. Sadržaj bioaktivnih komponenata u uljima uljanih hibrida suncokreta gajenih u dve godine ispitivanja u Srbiji (S1 do S9) i Argentini (A1 do A9) i konzumnih hibrida (K1 do K9)

Hibrid	Sadržaj ukupnih tokoferola [mg/kg] TTC		Sadržaj ukupnih karotenoida* [mg/kg] TCC		Sadržaj ukupnih hlorofila** [mg/kg] TCH	
	I god.	II god.	I god.	II god.	I god.	II god.
	S1	447,26 ± 11,65 ^{abcde}	440,59 ± 15,34 ^{de}	4,30 ± 0,04 ^a	3,75 ± 0,21 ^a	0,58 ± 0,02 ^{bcd}
S2	674,61 ± 7,10 ^{lmn}	389,74 ± 18,73 ^{cde}	5,84 ± 0,01 ^{abcd}	7,82 ± 0,16 ^{bcde}	0,80 ± 0,02 ^{bcdefg}	0,21 ± 0,01 ^{fg}
S3	469,91 ± 4,04 ^{abcde}	367,31 ± 1,80 ^{abcd}	6,89 ± 0,08 ^{abcde}	10,62 ± 0,12 ^{bcdefgh}	0,77 ± 0,03 ^{bcdef}	0,28 ± 0,01 ^{hi}
S4	719,41 ± 5,16 ⁿ	681,74 ± 19,98 ^l	7,74 ± 0,08 ^{bcdef}	10,32 ± 0,16 ^{bcdefgh}	1,04 ± 0,03 ^{defghi}	0,02 ± 0,02 ^a
S5	684,80 ± 8,62 ^{mn}	594,66 ± 13,19 ^k	4,96 ± 0,01 ^{ab}	7,22 ± 0,19 ^{abc}	1,08 ± 0,06 ^{efghi}	0,42 ± 0,00 ^l
S6	466,41 ± 8,78 ^{abcde}	426,15 ± 26,17 ^{ef}	6,46 ± 0,07 ^{abcd}	9,40 ± 0,13 ^{bcdefgh}	0,71 ± 0,04 ^{bcde}	0,09 ± 0,00 ^{bcd}
S7	539,65 ± 21,14 ^{efghij}	395,67 ± 22,76 ^{bcde}	8,02 ± 0,07 ^{cdef}	8,11 ± 0,12 ^{bcdef}	0,91 ± 0,02 ^{cdefgh}	0,27 ± 0,01 ^h
S8	534,72 ± 13,40 ^{efghij}	643,91 ± 15,43 ^l	6,45 ± 0,07 ^{abcd}	9,20 ± 0,17 ^{bcdefg}	1,25 ± 0,02 ^{fghi}	0,06 ± 0,02 ^{abc}
S9	403,60 ± 2,84 ^{abc}	518,61 ± 30,34 ^{hij}	6,80 ± 0,07 ^{abcde}	7,36 ± 0,12 ^{abcd}	1,15 ± 0,02 ^{efghi}	0,32 ± 0,01 ^{ij}
A1	411,43 ± 19,81 ^{abcd}	497,76 ± 5,97 ^{hi}	5,09 ± 0,20 ^{ab}	8,93 ± 1,07 ^{bcdefg}	0,91 ± 0,31 ^{cdefgh}	0,02 ± 0,00 ^a
A2	391,26 ± 17,56 ^{ab}	483,24 ± 2,31 ^{gh}	8,60 ± 0,30 ^{def}	10,93 ± 0,07 ^{bcdefghi}	1,28 ± 0,17 ^{ghi}	0,04 ± 0,00 ^{ab}
A3	373,04 ± 8,51 ^a	341,56 ± 3,09 ^a	6,64 ± 0,53 ^{abcde}	11,06 ± 0,85 ^{cdefghi}	1,08 ± 0,03 ^{efghi}	0,04 ± 0,01 ^{ab}
A4	664,32 ± 14,99 ^{klmn}	539,33 ± 3,42 ^{jk}	10,03 ± 0,54 ^{fgh}	11,91 ± 0,42 ^{fghij}	1,37 ± 0,35 ^{hi}	0,05 ± 0,02 ^{abc}
A5	600,57 ± 15,82 ^{hijklm}	531,26 ± 1,46 ^{jk}	6,15 ± 2,46 ^{abcd}	11,17 ± 0,21 ^{defghij}	1,05 ± 0,03 ^{defghi}	0,03 ± 0,02 ^a
A6	423,13 ± 20,95 ^{abcde}	530,64 ± 2,92 ^{jk}	12,80 ± 1,12 ^h	12,26 ± 3,17 ^{ghij}	1,15 ± 0,16 ^{efghi}	0,10 ± 0,02 ^{cd}
A7	383,13 ± 1,75 ^a	347,42 ± 1,43 ^{ab}	8,63 ± 3,34 ^{def}	9,70 ± 3,88 ^{bcdefgh}	1,22 ± 0,48 ^{fghi}	0,07 ± 0,02 ^{abc}
A8	647,75 ± 13,00 ^{ijklmn}	409,55 ± 3,80 ^{de}	6,78 ± 1,48 ^{abcde}	7,01 ± 3,63 ^{ab}	0,52 ± 0,21 ^{abc}	0,05 ± 0,01 ^{abc}
A9	506,55 ± 44,16 ^{cdefgh}	351,71 ± 1,93 ^{abc}	5,51 ± 0,36 ^{abc}	12,21 ± 0,84 ^{ghij}	1,43 ± 0,14 ⁱ	0,08 ± 0,00 ^{bcd}
K1	530,05 ± 52,77 ^{efghij}	422,66 ± 4,21 ^{ef}	11,57 ± 0,27 ^{fgh}	13,30 ± 0,17 ^{hij}	0,57 ± 0,01 ^{bcd}	0,06 ± 0,01 ^{abc}
K2	458,33 ± 67,57 ^{abcde}	408,99 ± 4,63 ^{de}	10,29 ± 0,14 ^{gh}	14,57 ± 0,10 ^{ijk}	0,57 ± 0,28 ^{bcd}	0,09 ± 0,02 ^{bcd}
K3	562,12 ± 38,96 ^{fghijkl}	456,60 ± 7,96 ^{fg}	10,24 ± 0,18 ^{fgh}	11,79 ± 0,09 ^{fghij}	0,70 ± 0,03 ^{bcde}	0,17 ± 0,02 ^{ef}
K4	515,93 ± 51,72 ^{cdefgh}	508,47 ± 6,63 ^{hij}	8,10 ± 0,02 ^{cdef}	17,78 ± 0,19 ^k	0,50 ± 0,02 ^{abc}	0,29 ± 0,04 ^{hi}
K5	472,45 ± 25,28 ^{abcde}	484,62 ± 7,22 ^{gh}	6,31 ± 0,21 ^{abcd}	12,08 ± 0,17 ^{ghij}	0,41 ± 0,02 ^{ab}	0,05 ± 0,02 ^{abc}
K6	588,63 ± 38,12 ^{ghijklm}	410,86 ± 11,83 ^{de}	6,48 ± 0,33 ^{abcde}	15,07 ± 0,15 ^{jk}	0,37 ± 0,01 ^{ab}	0,24 ± 0,02 ^{gh}
K7	527,24 ± 70,69 ^{defghi}	522,98 ± 4,97 ^{hij}	5,87 ± 0,10 ^{abcd}	12,52 ± 0,20 ^{ghij}	0,06 ± 0,01 ^a	0,38 ± 0,03 ^{kl}
K8	549,20 ± 78,50 ^{fghijk}	488,67 ± 6,22 ^{gh}	9,35 ± 0,07 ^{efg}	11,35 ± 0,15 ^{efghij}	0,67 ± 0,01 ^{bcde}	0,12 ± 0,03 ^{de}
K9	644,99 ± 87,22 ^{ijklmn}	537,58 ± 7,04 ^{jk}	7,54 ± 0,36 ^{bcdef}	10,22 ± 0,21 ^{bcdefgh}	0,42 ± 0,01 ^{abc}	0,34 ± 0,03 ^{jk}
Uljani Srbija	548,93 ± 116,25 ^{aA}	495,37 ± 8,25 ^{ab}	6,38 ± 1,20 ^{aA}	8,20 ± 2,07 ^{ab}	0,92 ± 0,22 ^{aA}	0,19 ± 0,14 ^{ab}
Uljani Argentina	489,02 ± 118,98 ^{aA}	448,05 ± 85,16 ^{aA}	7,80 ± 2,47 ^{aA}	10,57 ± 1,74 ^{ab}	1,11 ± 0,28 ^{aA}	0,05 ± 0,03 ^{bb}
Konzumni	538,77 ± 57,03 ^{aA}	471,27 ± 48,79 ^{ab}	8,42 ± 2,04 ^{aA}	13,19 ± 2,30 ^{bb}	0,47 ± 0,19 ^{ba}	0,20 ± 0,12 ^{ab}

*Sadržaj ukupnih karotenoida izražen kao β karoten; ** Sadržaj ukupnih hlorofila izražen kao feofitin a

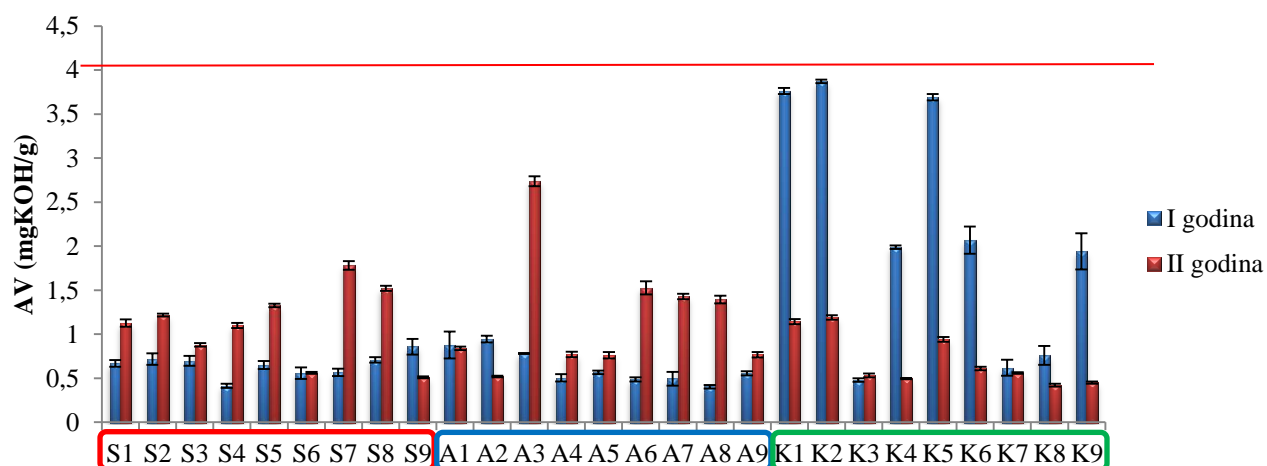
Različita mala slova u istoj koloni ukazuju na značajno različite vrednosti između uzoraka, dok različita velika slova u istom redu ukazuju na značajno različite vrednosti sadržaja bioaktivnih komponenti u dve godine ispitivanja ($p < 0,05$)

4.3.3. Kvalitet hladno presovanih ulja

U cilju utvrđivanja kvaliteta dobijenih hladno presovanih ulja ispitana je kiselost ulja, određena kao kiselinski broj, sadržaj primarnih i sekundarnih produkata oksidacije određeni kao vrednost peroksidnog i anisidinskog broja, oksidativne vrednosti i sadržaja konjugovanih diena i triena. Takođe, primenom Schaal oven testa ispitana je i održivost ulja.

4.3.3.1. Kiselost

Vrednost kiselinskog broja (AV – od engl. *Acid Value*) ukazuje na stepen hidrolitičkih promena ulja. Kiselinski broj ispitanih uzoraka kretao se od $0,40 \pm 0,02$ do $3,87 \pm 0,02$ mg KOH/g ulja (slika IV.5), što ukazuje na dobar kvalitet ulja. Slične rezultate (1,62 mg KOH/g) prijavili su i Koruskan i sar. (2019). Dobijeni rezultati u skladu su sa *Codex Alimentarius* standardom (Codex Alimentarius, 1999) i Pravilnikom (Pravilnik, 2006) koji propisuju maksimalnu dozvoljenu vrednost kiselinskog broja od 4,00 mg KOH/g za hladno presovana jestiva biljna ulja.

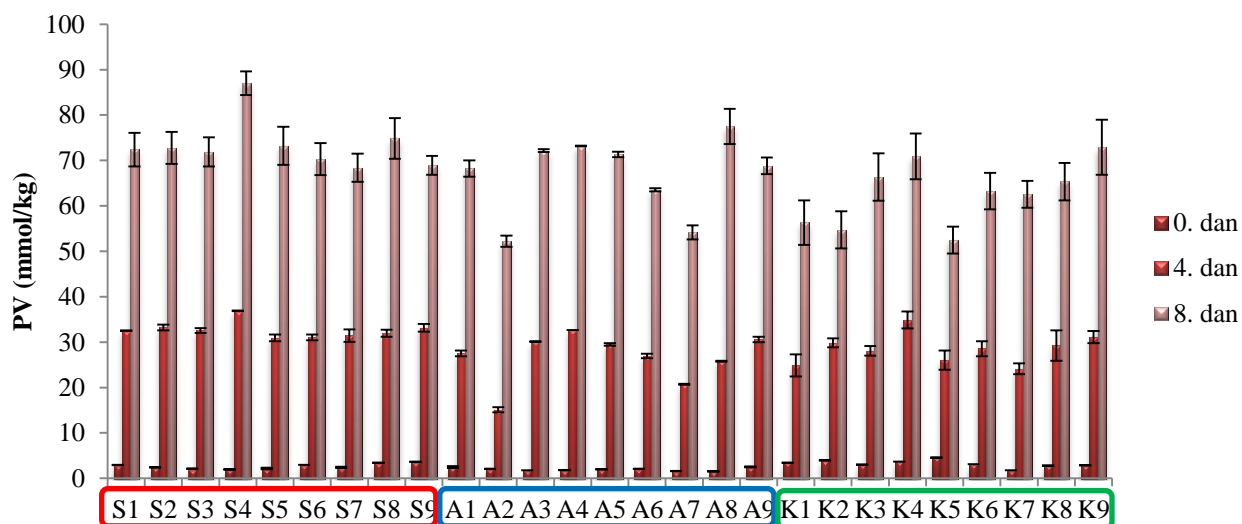


Slika IV.5. Kiselost, izražena kao kiselinski broj (AV) uzoraka ulja dobijenih od uljanih hibrida suncokreta gajenih u dve godine ispitivanja u Srbiji (S1 do S9) i Argentini (A1 do A9) i konzumnih hibrida (K1 do K9)

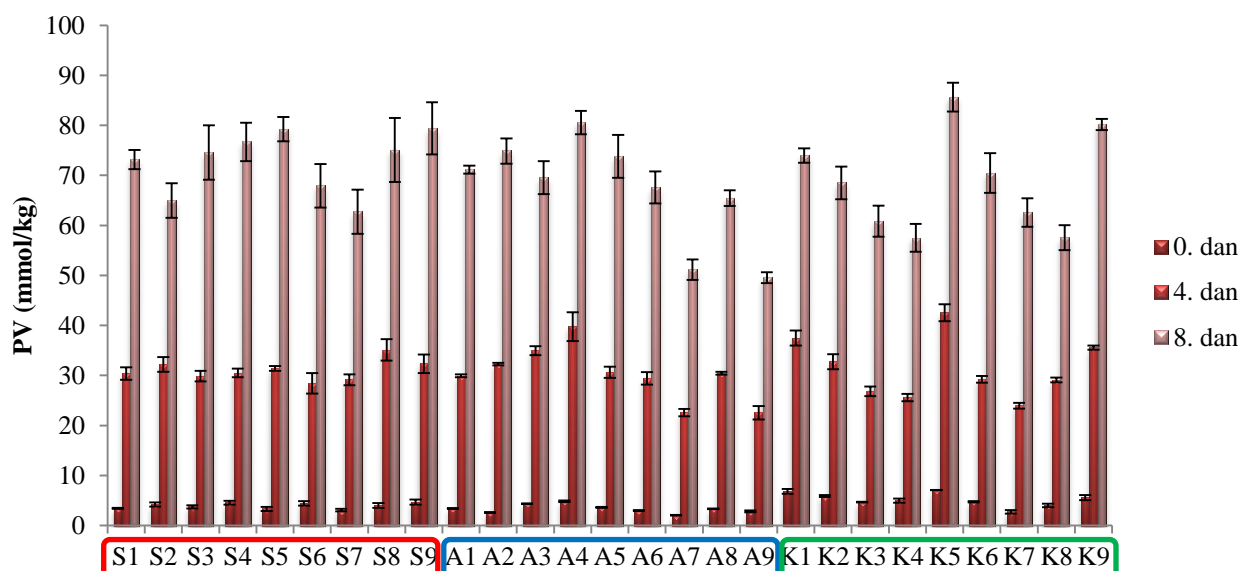
4.3.3.2. Održivost

Oksidativna stabilnost je važan faktor bezbednosti ulja pomoću kojeg se procenjuje osetljivost ulja na oksidacione promene i posledično na rok trajanja ulja (Symoniuk i sar., 2018). Peroksidni broj (PV) ukazuje na sadržaj primarnih produkata oksidacije, anisidinski broj (AnV) na sadržaj sekundarnih produkata oksidacije, dok oksidativna vrednost (TOTOX) daje uvid u celokupan sadržaj oksidacionih produkata, i primarnih i sekundarnih. Peroksidni

broj spada u pokazatelje kvaliteta čija je maksimalna dozvoljena vrednost propisana *Codex Alimentarius* standardom (Codex Alimentarius, 1999) i Pravilnikom (Pravilnik, 2006). Vrednosti peroksidnog broja ispitane u polaznim uzorcima niže su od maksimalno dozvoljenih 7,5 mmol/kg, a kretale su se u intervalu od $1,54 \pm 0,03$ do $7,06 \pm 0,04$ mmol/kg (tabela VII.7, prilog). Najniže prosečne vrednosti peroksidnog broja utvrđene su kod uzoraka uljanih hibrida uzgajanih u Argentini, nešto više vrednosti kod uljanih uzoraka uzgajanih u Srbiji, dok su najviše prosečne vrednosti utvrđene kod uzoraka konzumnih hibrida. Pri uslovima Schaal oven testa nakon četiri odnosno osam dana došlo je do značajnog ($p < 0,05$) porasta PV. Nakon četiri dana testa vrednost peroksidnog broja uvećala se prosečno 8,86 puta, dok se nakon osam dana testa uvećala čak 20,20 puta i prosečno iznosila $68,52 \pm 8,59$ mmol/kg, što se može videti i sa slike IV.6. Nije utvrđena značajna razlika u prosečnoj vrednosti PV između uljanih hibrida gajenih u Srbiji i Argentini i konzumnih hibrida, ni u polaznim uzorcima ni tokom izloženosti uslovima testa (tabela VII.7, prilog), što ukazuje na slične oksidativne karakteristike uljanih i konzumnih hibrida.



a)

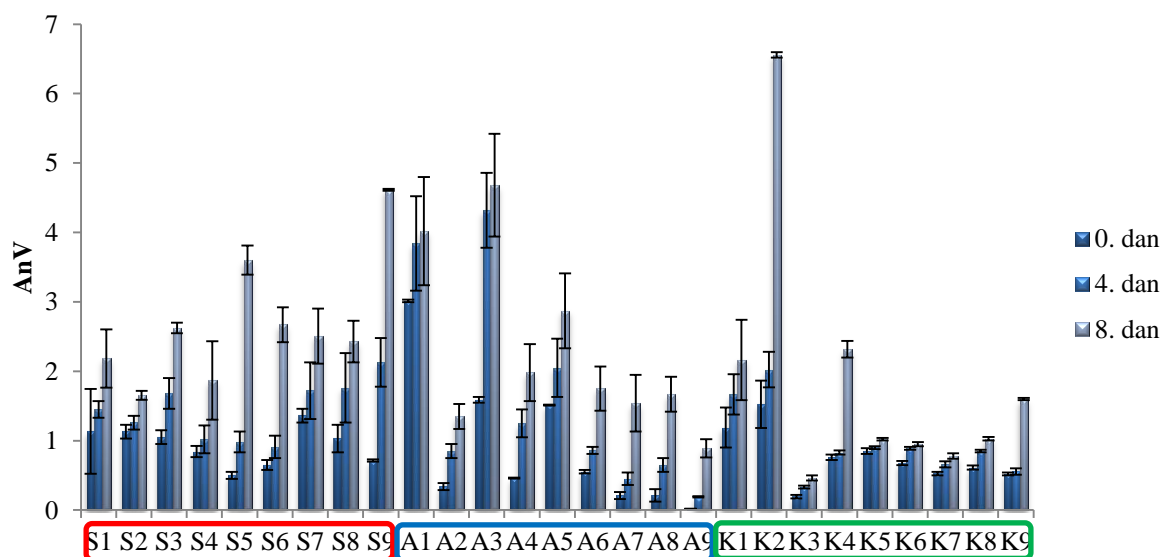


b)

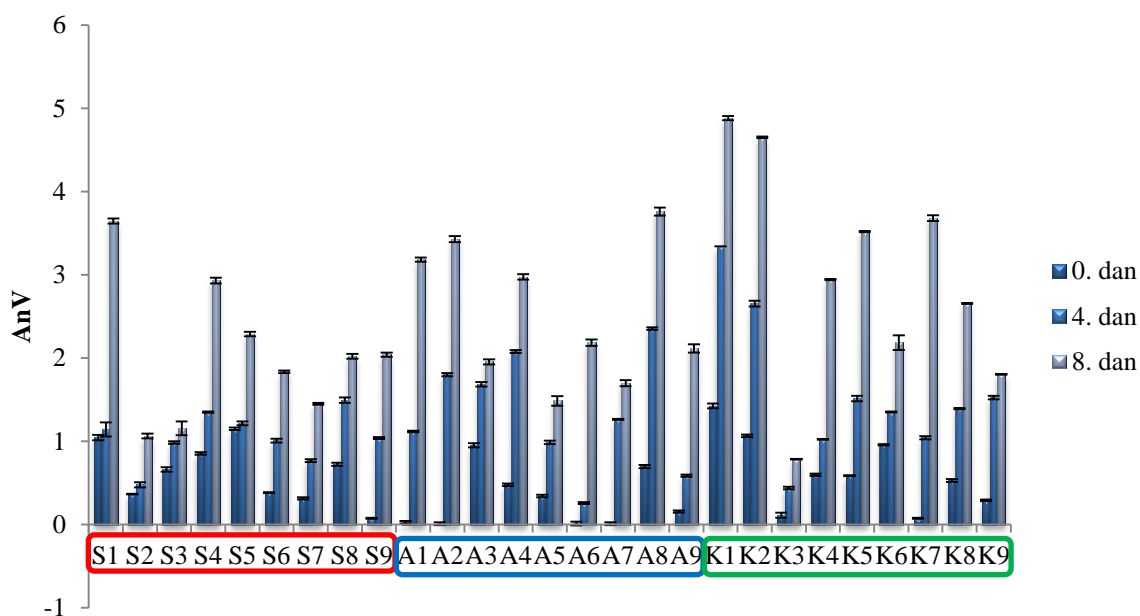
Slika IV.6. Vrednosti peroksidnog broja (PV) uzoraka ulja dobijenih od uljanih hibrida suncokreta gajenih u Srbiji (S1 do S9) i Argentini (A1 do A9) i konzumnih hibrida (K1 do K9) pri uslovima Schaal oven testa u: a) prvoj godini ispitivanja; b) drugoj godini ispitivanja

AnV vrednosti u ispitanim polaznim uzorcima kretale su se od $0,01 \pm 0,02$ do $1,59 \pm 0,04$ (tabela VII.8, prilog). AnV ukazuje na produkte oksidacije koji nastaju iz primarnih produkata oksidacije i javljaju se u podmakloj fazi oksidacije (Labuza i Dugan, 1971). Uslovi Schaal oven testa smatraju se umerenim, te je prosečno povećanje AnV vrednosti

zabeleženo u ispitanim uzorcima nakon četiri dana iznosilo 1,94 puta i nakon osam dana 3,51 puta (slika IV.7), što je u odnosu na PV višestruko manje. Slične vrednosti anisidinskog broja u uslovima Scaal oven testa prijavili su i Wroniak i sar. (2016). U prosečnim vrednostima anisidinskog broja, kao i u prosečnim vrednostima peroksidnog broja, nije utvrđena značajna razlika između uljanih hibrida gajenih u Srbiji i Argentini i konzumnih hibrida, ni u polaznim uzorcima ni tokom izloženosti uslovima testa (tabela VII.8, prilog), što potvrđuje slične oksidativne karakteristike uljanih hibrida (gajenih na različitim lokacijama) i konzumnih hibrida.



a)

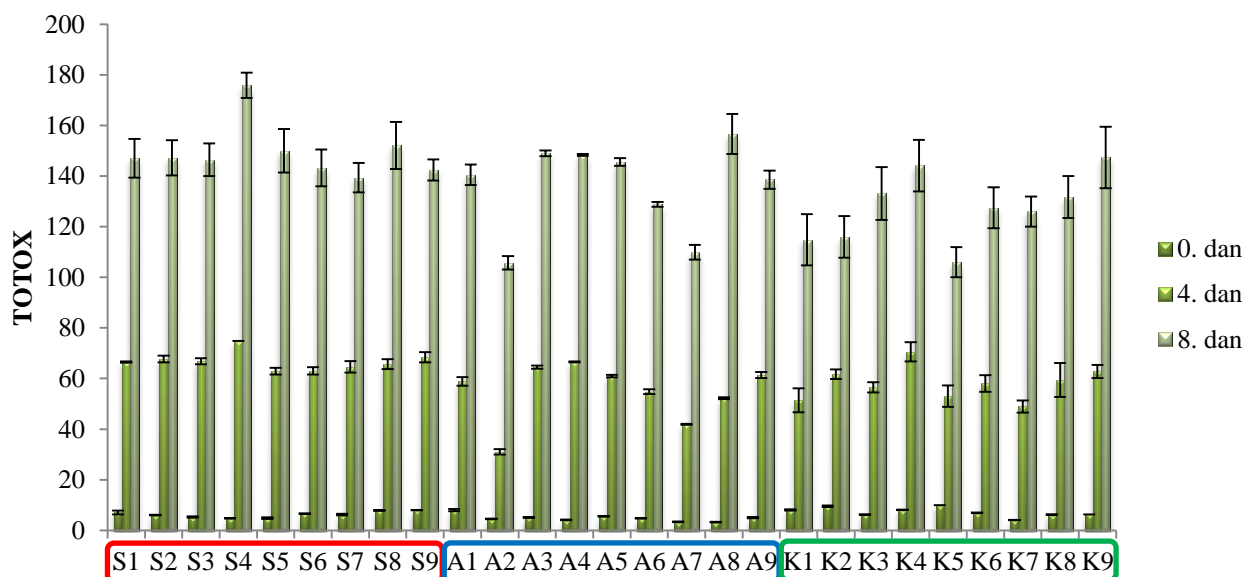


b)

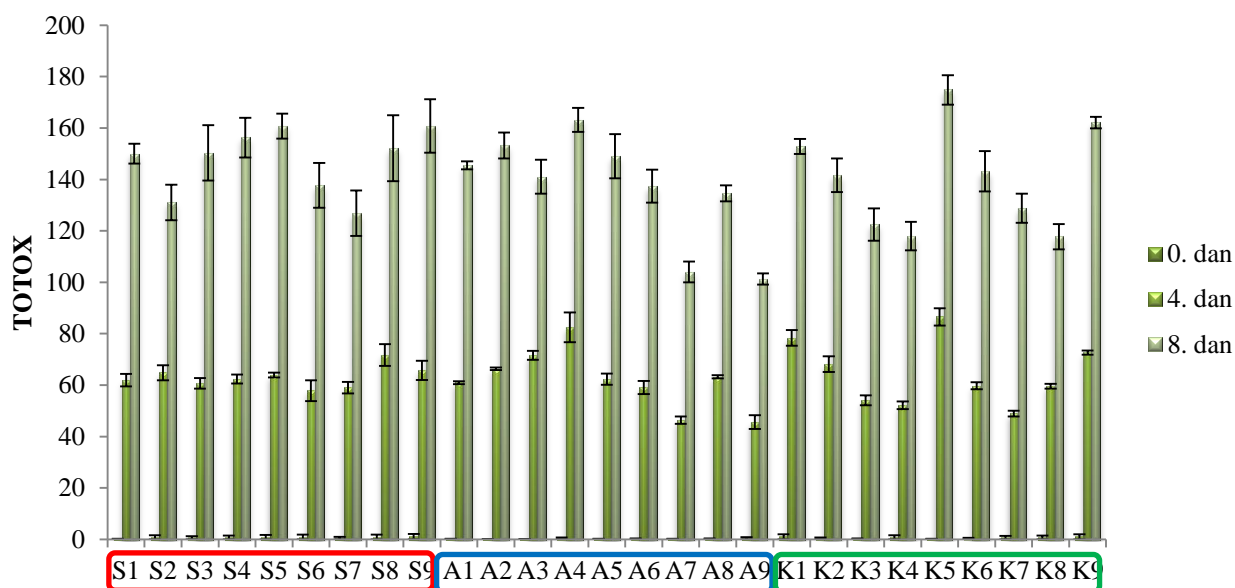
Slika IV.7. Vrednosti anisidinskog broja (AnV) uzoraka ulja dobijenih od uljanih hibrida suncokreta gajenih u Srbiji (S1 do S9) i Argentini (A1 do A9) i konzumnih hibrida (K1 do K9) pri uslovima Schaal oven testa u: a) prvoj godini ispitivanja; b) drugoj godini ispitivanja

TOTOX vrednosti računata su na osnovu PV i AnV, sa dominantnim uticajem PV (jednačina III.10), pa i dobijene TOTOX vrednosti koreliraju sa PV vrednostima. Prosečna TOTOX vrednost u svim ispitanim uzorcima iz obe godine ispitivanja u polaznim uzorcima

iznosila je $7,46 \pm 2,58$, nakon četiri dana testa $61,50 \pm 9,61$, dok je nakon osam dana prosečna TOTOX vrednost dostigla čak $139,44 \pm 17,35$. Slične TOTOX vrednosti tokom Schaal oven testa dobili su i Romanić i Kravić (2017), dok su Wroniak i sar. (2016) u polaznim uzorcima ($11,31 \pm 0,5$) i nakon četiri dana testa ($68,05 \pm 2,9$) utvrdili slične vrednosti, međutim, nakon osam dana dobili su značajno manje TOTOX vrednosti ($74,58 \pm 2,0$), verovatno kao posledica različitog masnokiselinskog sastava i sadržaja bioaktivnih komponenti. Nije utvrđena značajna različitost među uzorcima uljanih hibrida gajenih u Srbiji i Argentini i konzumnih hibrida u TOTOX vrednostima tokom Schaal oven testa. Značajno veće prosečne TOTOX vrednosti imale su sve tri grupe ispitanih uzoraka u drugoj godini ispitivanja u polaznim uzorcima, dok se nakon četiri i osam dana testa TOTOX vrednosti nisu značajno razlikovale u odnosu na prvu godinu. Dobijene vrednosti prikazane su u tabeli VII.9 u prilogu i slici IV.8.



a)

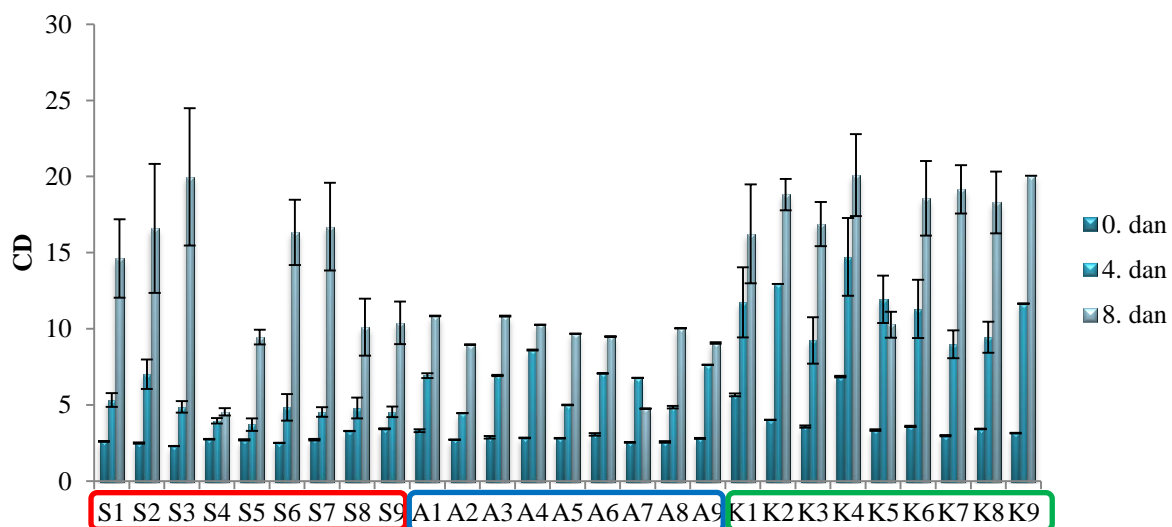


b)

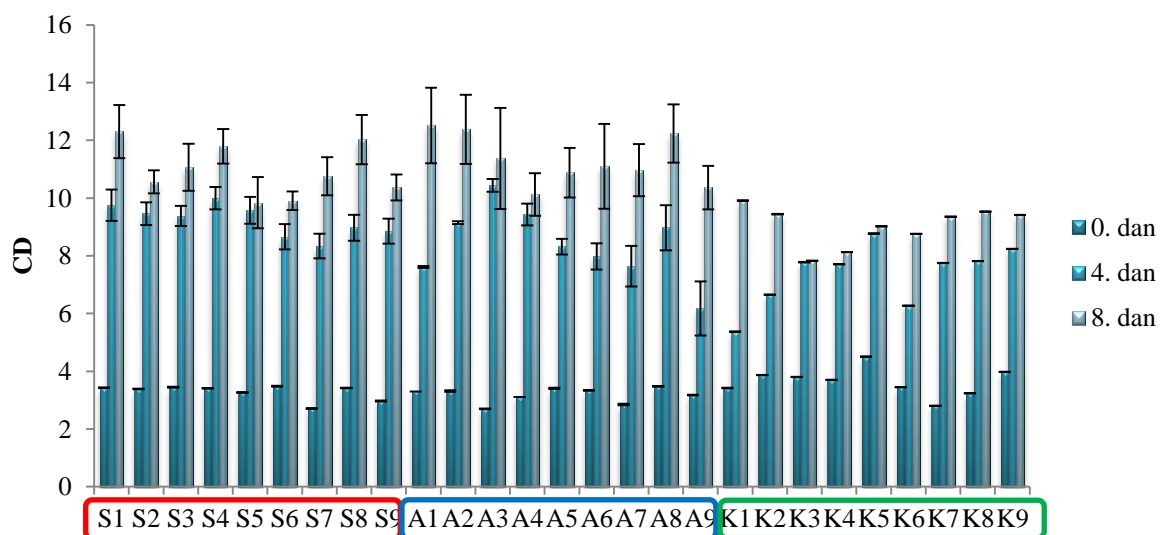
Slika IV.8. Oksidativna vrednost (TOTOX) uzoraka ulja dobijenih od uljanih hibrida suncokreta gajenih u Srbiji (S1 do S9) i Argentini (A1 do A9) i konzumnih hibrida (K1 do K9) pri uslovima Schaal oven testa u: a) prvoj godini ispitivanja; b) drugoj godini ispitivanja

Sadržaj konjugovanih diena (CD) u ispitanim uzorcima kretao se u intervalu od $2,30 \pm 0,01$ do $6,86 \pm 0,05$ u polaznim uzorcima, od $3,71 \pm 0,40$ do $12,94 \pm 0,01$, nakon četiri dana testa i od $4,56 \pm 0,24$ do $20,09 \pm 2,69$ nakon osam dana (tabela VII.10, prilog; slika IV.9).

Statistički značajna korelacija utvrđena je između vrednosti peroksidnog broja i sadržaja konjugovanih diena ($R = 0,45$; $p = 0,001$) i između TOTOX indeksa i sadržaja konjugovanih diena ($R = 0,46$; $p = 0,001$) u polaznim uzorcima. Jače korelacije CD - PV i CD - TOTOX utvrđene su tokom testa (polazni uzorci, četvrti i osmi dan testa) i iznosile su $R = 0,77$ ($p = 0,00$), odnosno $R = 0,78$ ($p = 0,00$). Sadržaj konjugovanih diena ukazuje na primarne produkte oksidacije, kao i peroksidni broj (Shantha i Decker, 1994; Shahidi i Wanasundara, 2002; Mehta i sar., 2018), zbog čega je i utvrđena značajna korelacija. TOTOX vrednosti ukazuju na ukupne oksidativne promene, ali veći udeo zauzimaju primarni produkti (jednačina III.10), zbog čega je najvećim delom i dobijena značajna korelacija.



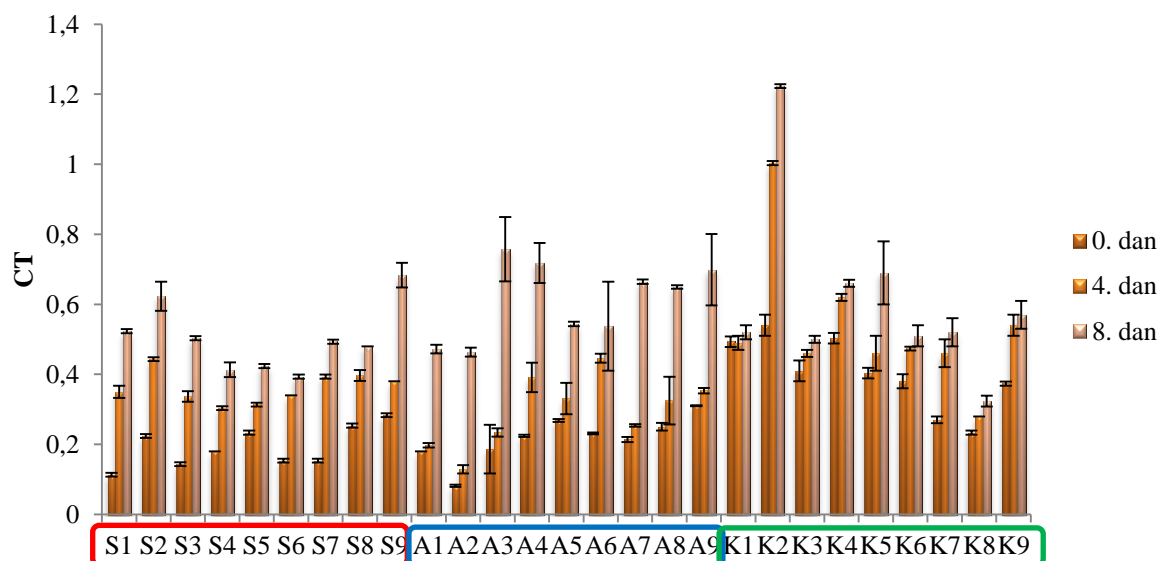
a)



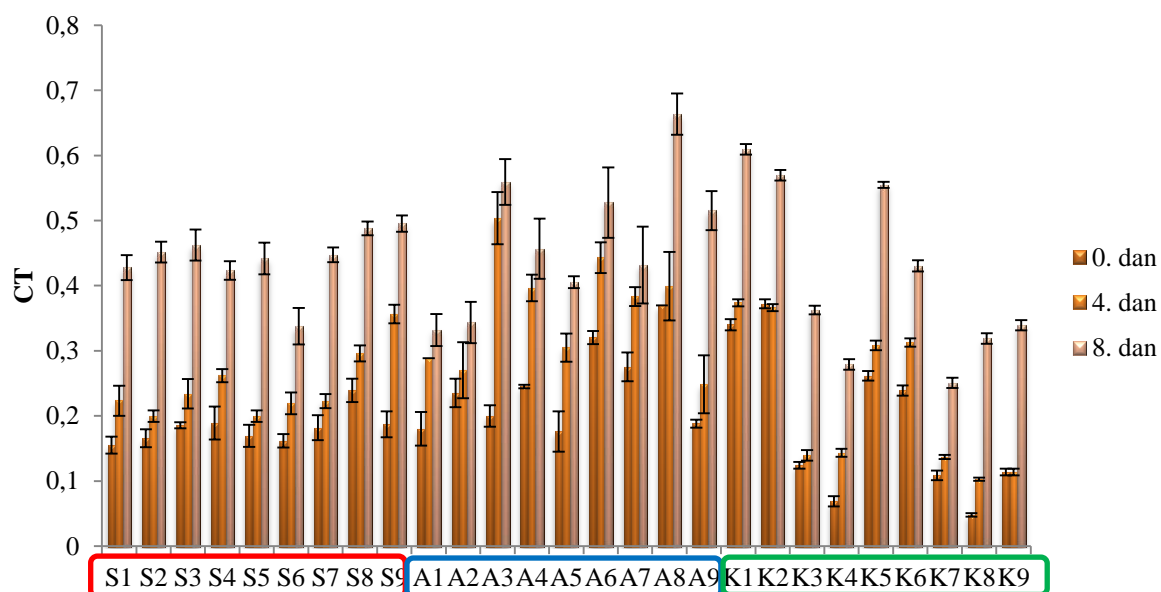
b)

Slika IV.9. Sadržaj konjugovanih diena (CD) uzoraka ulja dobijenih od uljanih hibrida suncokreta gajenih u Srbiji (S1 do S9) i Argentini (A1 do A9) i konzumnih hibrida (K1 do K9) pri uslovima Schaal oven testa u: a) prvoj godini ispitivanja; b) drugoj godini ispitivanja

Sadržaj konjugovanih triena (CT) ukazuje na proizvode oksidacije gama-linolenske, arahidonske, eikosapentaenske, dokosaheksaenske masne kiseline (Takagi, 1987) koje su slabo zastupljene u suncokretovom ulju, što je razlog niskog sadržaja konjugovanih triena (ispod 1) u ispitanim uzorcima, čak i nakon osam dana izloženost Schaal oven testu (tabela VII.11, prilog; slika IV.10).



a)



b)

Slika IV.10. Sadržaj konjugovanih triena (CT) uzoraka ulja dobijenih od uljanih hibrida suncokreta gajenih u Srbiji (S1 do S9) i Argentini (A1 do A9) i konzumnih hibrida (K1 do K9) pri uslovima Schaal oven testa u: a) prvoj godini ispitivanja; b) drugoj godini ispitivanja

Najveći porast PV, TOTOX i CD vrednosti utvrđen je četvrti dan testa i u proseku je iznosio 8,86, 8,24 i 4,07 puta, redom, dok je posle osam dana u poređenju sa četvrtim danom testa, ovo povećanje bilo niže i iznosilo je 2,28, 2,27 i 1,58 puta, redom. Do najvećih

oksidativnih promena došlo je u prva četiri dana testa. Posle četvrtog dana nastajali su se peroksidi i konjugovani dieni, ali u manjim količinama. Sadržaj AnV i CT povećao se u proseku 1,94 i 1,42 puta četvrtog dana u poređenju sa polaznim uzorcima, dok je posle osam dana u poređenju sa četvrtim danom testa, porast iznosio 1,81, odnosno 1,51 puta. Dobljene vrednosti su očekivane, budući da, kao što je i pomenuto, anisidinski broj ukazuje na sadržaj sekundarnih produkata oksidacije koji se stvaraju kasnije (Labuza i Dugan, 1971), a konjugovani trieni nastaju kao produkti oksidacije masnih kiselina slabo prisutnih u suncokretovom ulju (Takagi i sar., 1987).

4.3.4. Boja ulja

Parametri instrumentalnog određivanja boje ulja: L^* (svetloća boje), a^* (+ udeo crvene boje / - udeo zelene boje), b^* (+ udeo žute boje / - udeo plave boje) i transparentija dati su u tabeli IV.18. Boju ulju daju pigmenti prisutni u hladno presovanom suncokretovom ulju. Svetloća boje (L^*) i transparentija (T) direktno su uslovljene sadržajem pigmenata, sa povećanjem sadržaja pigmenata pomenute vrednosti opadaju. Vrednosti svetloće boje kretale su se od $45,08 \pm 0,10$ do $50,09 \pm 0,06$, dok su dobijene vrednosti transparentije bile u intervalu od $31,70 \pm 0,00$ do $73,30 \pm 0,00\%$. Ipak, među vrednostima svetloće i transparentije dobijena je značajna korelacija od 0,70 ($p = 0,00$). Vrednosti svetloće boje uzoraka ulja uljanih hibrida gajenih u Srbiji i Argentini i konzumnih hibrida nisu se značajno razlikovale, izuzev uljanih hibrida gajenih u Argentini u drugoj godini ispitivanja gde je utvrđena značajno manja vrednost ($46,41 \pm 0,68$). Ukoliko se posmatra transparentija, značajno veće vrednosti su bile u prvoj godini ispitivanja kod sve tri grupe hibrida što se može povezati sa značajno manjim sadržajem pigmenata, sadržajem ukupnih karotenoida koji predstavljaju dominantne pigmente ulja suncokreta (tabela IV.17).

Vrednosti boje iskazane preko parametra a^* kreću se od $-5,68 \pm 0,03$ do $-2,75 \pm 0,03$. Dobljene negativne vrednosti ukazuju na prisustvo zelenih pigmentata (hlorofila) u ispitanim uljima, ali u malim količinama (tabela IV.17). Sa druge strane, vrednosti boje izražene preko parametra b^* bile su u opsegu od $27,80 \pm 0,06$ do $44,46 \pm 0,07$, što ukazuje na prisustvo žutih pigmentata (karotenoida), i to u većim količinama u odnosu na sadržaj zelenih pigmentata (tabela IV.17). Dobljene korelacije između vrednosti a^* parametra boje i sadržaja ukupnih hlorofila ($R = -0,48$; $p = 0,00$) i između b^* parametra boje i sadržaja ukupnih karotenoida ($R = 0,48$; $p = 0,00$) potvrđuju ovakve navode. Značajno veća vrednost a^* parametra boje u prvoj godini utvrđena je kod ulja konzumnih hibrida suncokreta ($-4,50 \pm$

0,54), što je posledica najmanjeg prosečnog sadržaja ukupnih hlorofila u ovim uzorcima ($0,47 \pm 0,19$ mg/kg). Takođe, značajno viša prosečna vrednost a^* parametra boje ulja uljanih hibrida suncokreta gajenih u Argentini u drugoj godini ispitivanja ($-4,30 \pm 0,67$) u odnosu na prvu ($-5,30 \pm 0,27$) posledica je značajno manjeg sadržaja ukupnih hlorofila u drugoj ($0,05 \pm 0,03$ mg/kg) u odnosu na prvu godinu ispitivanja ($1,11 \pm 0,28$ mg/kg). Kod ulja konzumnih hibrida izmerena je značajno veća prosečna vrednost b^* parametra ($36,25 \pm 4,14$ i $38,12 \pm 3,33$, prva i druga godina) u odnosu na uljane hibride gajene u Srbiji i Argentini ($29,73 \pm 1,39$ i $32,51 \pm 2,82$, prva godina i $32,23 \pm 1,27$ i $33,83 \pm 2,78$, druga godina). Veći sadržaj ukupnih karotenoida utvrđen je u uzorcima konzumnih hibrida ($8,42 \pm 2,04$ i $13,19 \pm 2,30$ mg/kg, u prvoj i drugoj godini) u odnosu na uljane hibride gajene u Srbiji i Argentini ($6,38 \pm 1,20$ i $7,80 \pm 2,47$ mg/kg, prva i $8,20 \pm 2,07$ i $10,57 \pm 1,74$ mg/kg).

Tabela IV.18. Parametri instrumentalnog određivanja boje uzoraka ulja dobijenih od uljanih hibrida suncokreta gajenih u dve godine ispitivanja u Srbiji (S1 do S9) i Argentini (A1 do A9) i konzumnih hibrida (K1 do K9)

Hibrid	Svetloća boje <i>L</i> *		+ udeo crvene boje / - udeo zelene boje <i>a</i> *		+ udeo žute boje / - udeo plave boje <i>b</i> *		Transparencija ulja [%] <i>T</i>	
	I god.	II god.	I god.	II god.	I god.	II god.	I god.	II god.
S1	49,79 ± 0,26 ^a	48,91 ± 0,11 ^{hi}	-4,88 ± 0,06 ^{hijk}	-4,91 ± 0,03 ^{lgh}	29,43 ± 0,04 ^d	32,37 ± 0,08 ^c	73,30 ± 0,00 ^m	55,70 ± 0,01 ^{hij}
S2	49,75 ± 0,11 ^a	49,84 ± 0,19 ^{op}	-4,85 ± 0,06 ^{jk}	-5,28 ± 0,04 ^b	28,22 ± 0,04 ^b	32,32 ± 0,04 ^c	69,67 ± 0,06 ^{lm}	59,70 ± 0,00 ^{klm}
S3	49,86 ± 0,01 ^a	49,71 ± 0,25 ^{nop}	-4,98 ± 0,03 ^{gh}	-4,80 ± 0,02 ^h	29,67 ± 0,06 ^e	33,72 ± 0,07 ^{efg}	71,13 ± 0,06 ^{lm}	55,20 ± 0,01 ^{hi}
S4	50,08 ± 0,03 ^a	49,01 ± 0,12 ^{ijk}	-5,28 ± 0,05 ^{ef}	-5,15 ± 0,03 ^{cd}	29,99 ± 0,04 ^f	31,21 ± 0,06 ^b	69,00 ± 0,10 ^{klm}	60,50 ± 0,01 ^{lm}
S5	49,82 ± 0,04 ^a	49,73 ± 0,07 ^{nop}	-5,19 ± 0,04 ^f	-5,30 ± 0,05 ^b	29,17 ± 0,06 ^c	32,11 ± 0,11 ^c	71,77 ± 0,06 ^{lm}	60,55 ± 0,05 ^{lm}
S6	50,09 ± 0,06 ^a	49,37 ± 0,20 ^{klmn}	-5,02 ± 0,04 ^g	-4,99 ± 0,03 ^{ef}	27,80 ± 0,06 ^a	33,60 ± 0,09 ^{efg}	72,53 ± 0,06 ^m	58,20 ± 0,01 ^{ijkl}
S7	48,27 ± 0,05 ^a	50,01 ± 0,02 ^p	-4,98 ± 0,02 ^{ghi}	-5,48 ± 0,05 ^a	30,10 ± 0,05 ^f	32,07 ± 0,64 ^c	67,40 ± 0,00 ^{kl}	59,15 ± 0,05 ^{ijkl}
S8	49,55 ± 0,12 ^a	49,63 ± 0,23 ^{mno}	-5,17 ± 0,06 ^f	-5,18 ± 0,05 ^{bc}	32,53 ± 0,08 ^j	33,07 ± 0,08 ^{de}	67,43 ± 0,06 ^{kl}	57,80 ± 0,01 ^{ijkl}
S9	48,90 ± 0,06 ^a	48,98 ± 0,07 ^{ij}	-4,85 ± 0,05 ^{ijk}	-4,83 ± 0,05 ^{gh}	30,71 ± 0,05 ^g	29,59 ± 0,05 ^a	70,43 ± 0,06 ^{lm}	63,35 ± 0,05 ^m
A1	48,77 ± 0,06 ^a	46,05 ± 0,03 ^{bc}	-5,22 ± 0,06 ^f	-4,19 ± 0,02 ^k	31,55 ± 0,06 ⁱ	31,12 ± 0,33 ^b	63,57 ± 1,10 ^{hij}	53,23 ± 0,29 ^{gh}
A2	48,27 ± 0,07 ^a	46,62 ± 0,07 ^{de}	-4,94 ± 0,05 ^{ghij}	-5,12 ± 0,02 ^{cd}	28,33 ± 0,04 ^b	33,20 ± 0,10 ^{def}	59,47 ± 3,32 ^{fgh}	47,87 ± 1,03 ^{ef}
A3	48,79 ± 0,07 ^a	45,77 ± 0,31 ^b	-4,92 ± 0,04 ^{ghij}	-3,23 ± 0,04 ^m	30,77 ± 0,04 ^g	38,14 ± 0,15 ^k	61,43 ± 0,12 ^{ghi}	36,57 ± 2,98 ^b
A4	49,17 ± 0,07 ^a	47,35 ± 0,24 ^f	-5,56 ± 0,06 ^{ab}	-5,05 ± 0,14 ^{de}	34,01 ± 0,03 ⁿ	36,57 ± 0,53 ^j	60,57 ± 1,01 ^{fghi}	45,23 ± 0,58 ^{cde}
A5	48,81 ± 0,02 ^a	46,96 ± 0,14 ^e	-5,52 ± 0,06 ^{bc}	-4,79 ± 0,06 ^h	38,19 ± 0,03 ^s	34,06 ± 0,30 ^{gh}	56,13 ± 0,67 ^{def}	50,27 ± 0,25 ^{fg}
A6	49,13 ± 0,07 ^a	45,08 ± 0,10 ^a	-5,39 ± 0,10 ^{de}	-3,34 ± 0,02 ^m	33,61 ± 0,05 ^m	36,52 ± 0,32 ^j	63,87 ± 0,46 ^{hij}	33,90 ± 0,26 ^{ab}
A7	49,58 ± 0,06 ^a	46,80 ± 0,08 ^e	-5,68 ± 0,03 ^a	-4,14 ± 0,01 ^k	33,32 ± 0,04 ^l	29,64 ± 0,05 ^a	64,70 ± 1,30 ^{ijk}	57,80 ± 2,60 ^{ijkl}
A8	49,27 ± 0,07 ^a	46,42 ± 0,08 ^{cd}	-5,27 ± 0,06 ^{ef}	-4,44 ± 0,03 ^j	30,10 ± 0,08 ^f	32,55 ± 0,29 ^{cd}	67,70 ± 6,06 ^{kl}	47,70 ± 4,42 ^{def}
A9	49,45 ± 0,07 ^a	46,67 ± 0,10 ^{de}	-5,18 ± 0,04 ^f	-4,46 ± 0,03 ^j	32,70 ± 0,07 ^k	32,70 ± 0,38 ^{cd}	57,67 ± 2,89 ^{efg}	45,57 ± 0,38 ^{cde}

Različita mala slova u istoj koloni ukazuju na značajno različite vrednosti između uzoraka ($p < 0,05$)

Tabela IV.18. Parametri instrumentalnog određivanja boje uzoraka ulja dobijenih od uljanih hibrida suncokreta gajenih u dve godine ispitivanja u Srbiji (S1 do S9) i Argentini (A1 do A9) i konzumnih hibrida (K1 do K9) – nastavak

Hibrid	Svetloća boje <i>L*</i>		+ udeo crvene boje / - udeo zelene boje <i>a*</i>		+ udeo žute boje / - udeo plave boje <i>b*</i>		Transparencija ulja [%] <i>T</i>	
	I god.	II god.	I god.	II god.	I god.	II god.	I god.	II god.
K1	47,81 ± 0,04 ^a	48,55 ± 0,12 ^{gh}	-5,41 ± 0,02 ^{cd}	-3,64 ± 0,03 ^l	34,17 ± 0,02 ^o	40,28 ± 0,06 ^l	53,27 ± 0,06 ^{cde}	43,30 ± 0,00 ^c
K2	48,97 ± 0,02 ^a	47,42 ± 0,12 ^f	-5,20 ± 0,03 ^f	-2,75 ± 0,03 ⁿ	31,41 ± 0,03 ^h	39,86 ± 0,06 ^l	57,63 ± 0,06 ^{efg}	42,93 ± 0,06 ^c
K3	47,96 ± 0,03 ^a	49,18 ± 0,05 ^{ijkl}	-4,19 ± 0,01 ⁿ	-5,03 ± 0,04 ^{def}	36,77 ± 0,04 ^q	33,84 ± 0,02 ^{fgh}	51,67 ± 0,06 ^{cd}	57,50 ± 0,00 ^{ijkl}
K4	48,93 ± 0,00 ^a	48,99 ± 0,02 ^{ij}	-4,76 ± 0,04 ^k	-4,64 ± 0,04 ⁱ	35,31 ± 0,01 ^p	34,45 ± 0,48 ^b	55,93 ± 0,06 ^{def}	56,33 ± 0,06 ^{hijk}
K5	47,50 ± 0,02 ^a	48,25 ± 0,06 ^g	-3,94 ± 0,03 ^o	-4,07 ± 0,04 ^k	40,63 ± 0,05 ^u	38,44 ± 0,06 ^k	40,23 ± 0,06 ^a	44,03 ± 0,06 ^{cd}
K6	48,13 ± 0,51 ^a	48,35 ± 0,06 ^g	-3,82 ± 0,03 ^o	-3,69 ± 0,03 ^l	42,08 ± 0,03 ^v	44,46 ± 0,07 ^m	38,30 ± 0,00 ^a	31,70 ± 0,00 ^a
K7	48,30 ± 0,05 ^a	49,51 ± 0,05 ^{lmno}	-4,32 ± 0,03 ^m	-5,08 ± 0,04 ^{cde}	37,52 ± 0,04 ^r	38,05 ± 0,04 ^k	50,10 ± 0,00 ^{bc}	55,63 ± 0,06 ^{hij}
K8	48,97 ± 0,02 ^a	49,33 ± 0,01 ^{ijklm}	-4,55 ± 0,03 ^l	-4,92 ± 0,04 ^{fg}	38,90 ± 0,02 ^t	38,53 ± 0,02 ^k	46,80 ± 0,00 ^b	55,60 ± 0,00 ^{hij}
K9	49,34 ± 0,04 ^a	49,43 ± 0,18 ^{lmn}	-4,30 ± 0,03 ^{mn}	-5,27 ± 0,06 ^b	29,42 ± 0,02 ^d	35,18 ± 0,24 ⁱ	59,10 ± 0,00 ^{fgh}	59,53 ± 0,06 ^{kl}
Uljani Srbija	49,57 ± 0,60 ^{aA}	49,46 ± 0,41 ^{aA}	-5,02 ± 0,16 ^{aA}	-5,10 ± 0,24 ^{aA}	29,73 ± 1,39 ^{aA}	32,23 ± 1,27 ^{aB}	70,30 ± 2,11 ^{aA}	58,91 ± 2,54 ^{aB}
Uljani Argentina	49,03 ± 0,41 ^{aA}	46,41 ± 0,68 ^{bB}	-5,30 ± 0,27 ^{aA}	-4,30 ± 0,67 ^{bB}	32,51 ± 2,82 ^{aA}	33,83 ± 2,78 ^{aA}	61,68 ± 3,65 ^{bA}	46,46 ± 7,50 ^{bB}
Konzumni	48,43 ± 0,64 ^{aA}	48,78 ± 0,69 ^{aA}	-4,50 ± 0,54 ^{bA}	-4,34 ± 0,85 ^{bA}	36,25 ± 4,14 ^{bA}	38,12 ± 3,33 ^{bA}	50,34 ± 7,34 ^{cA}	49,62 ± 9,45 ^{bA}

Različita mala slova u istoj koloni ukazuju na značajno različite vrednosti između uzoraka, dok različita velika slova u istom redu ukazuju na značajno različite vrednosti parametara boje u dve godine ispitivanja (p < 0,05)

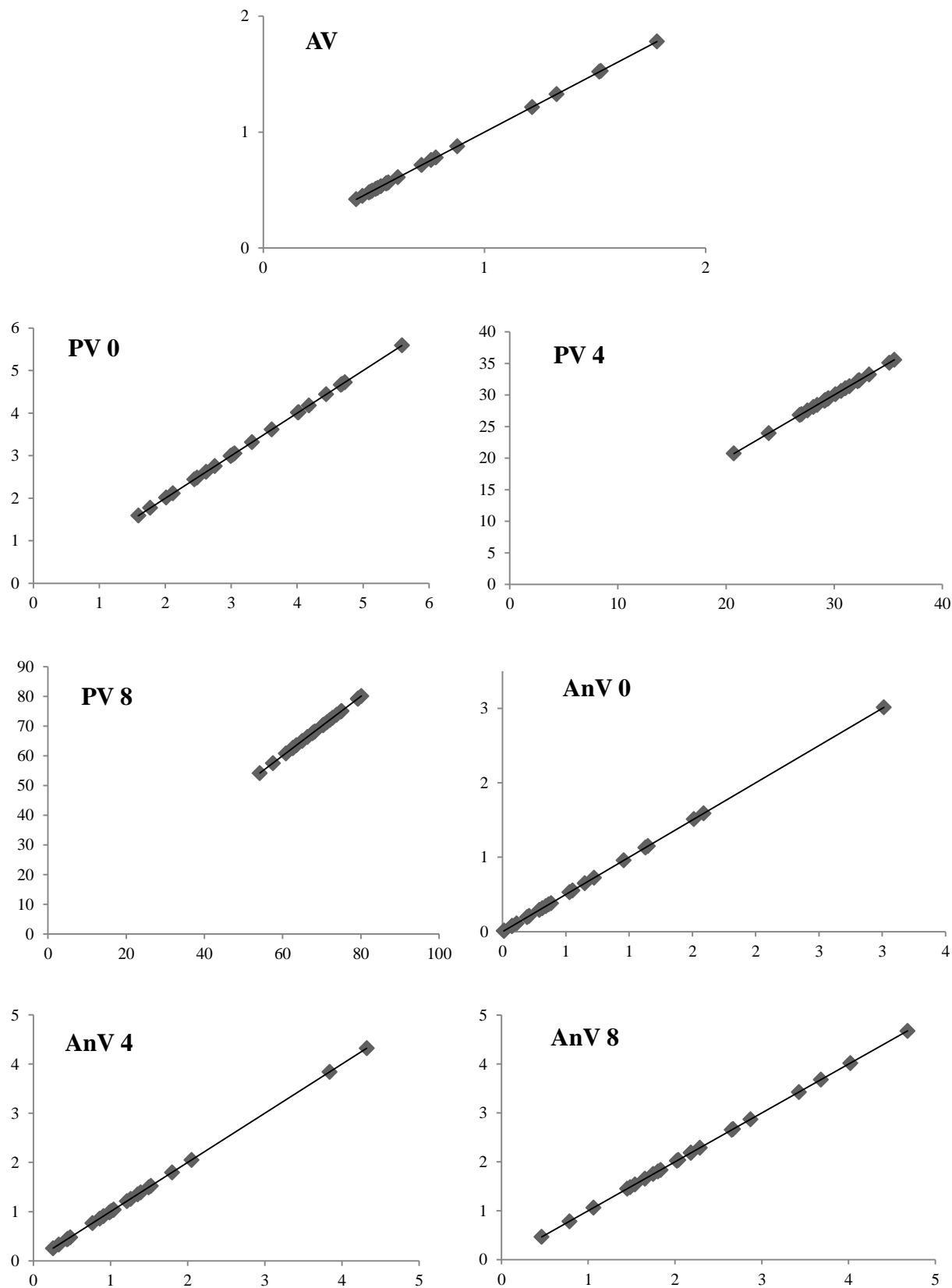
4.3.5. Predviđanje kvaliteta ulja na osnovu sastava masnih kiselina i sadržaja bioaktivnih komponenata primenom neuronskih mreža

Na osnovu sastava masnih kiselina i sadržaja bioaktivnih komponenata (sadržaja ukupnih tokoferola, karotenoida i hlorofila) razvijen je optimalni model primenom neuronskih mreža za predviđanje parametara kvaliteta ulja: peroksidni i anisidinski broj, oksidativna vrednost i sadržaj konjugovanih diena i triena u polaznim uzorcima i nakon 4 i 8 dana Schaal oven testa, kao i kiselinski broj u polaznim uljima. Dobijeni model pokazao je dobru sposobnost da predvidi kvalitet ulja na osnovu eksperimentalnih podataka. Prema performansama ANN-a, optimalni broj neurona u skrivenom sloju bio je 15 (mreža MLP 13-15-16) da bi se postigle vrednosti koeficijenta determinacije od 1,000 za ciklus učenja. Korišćeni algoritam učenja bio je BFGS 8850, a optimalne funkcije aktivacije bila je tangens hiperbolikus i funkcija identiteta za skrivene i aktivacione slojeve, redom (tabela IV.19).

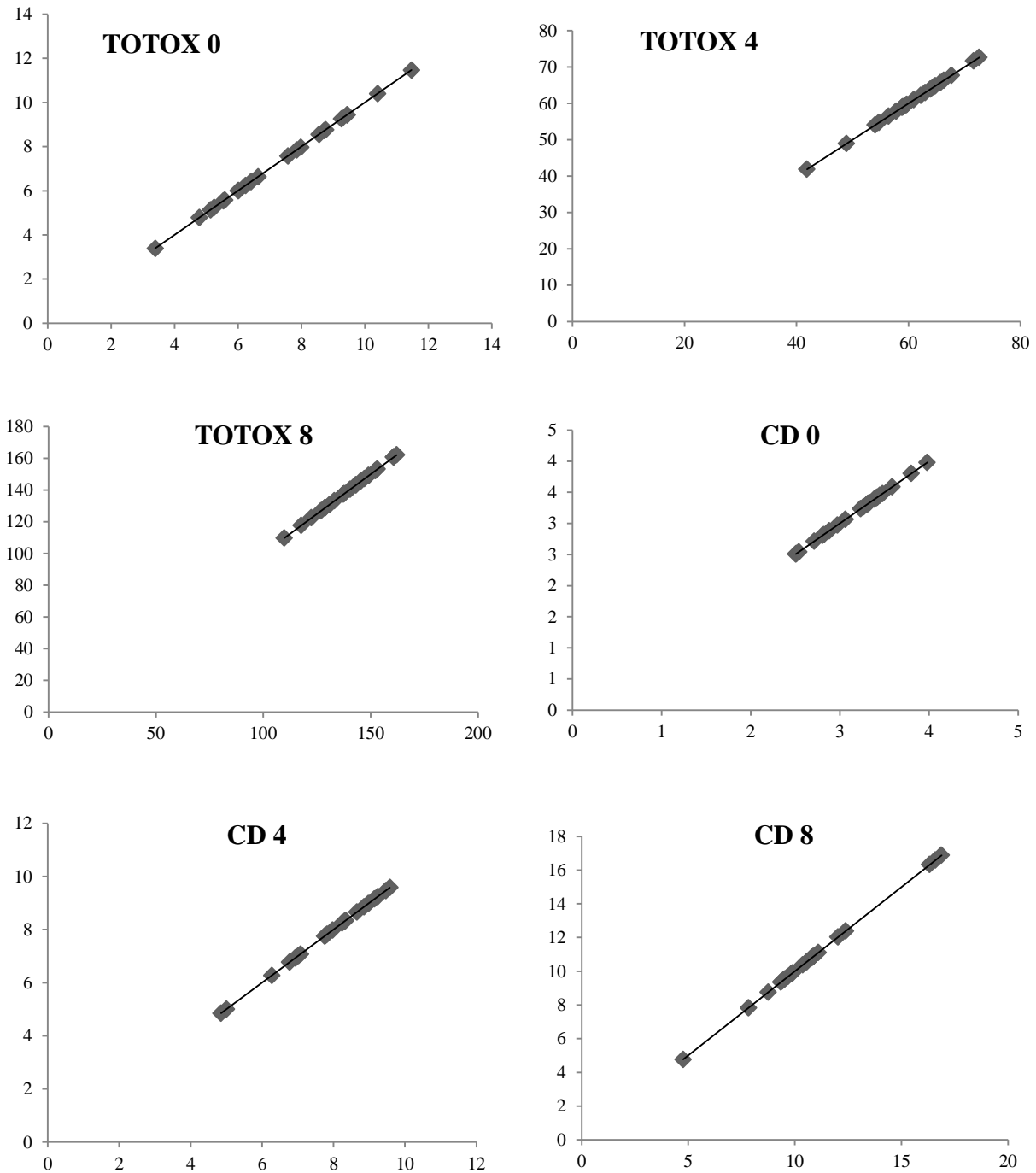
Tabela IV.19. Rezime dobijenog modela veštačke neuronske mreže

Naziv mreže	MLP 13-15-16
Performanse ciklusa učenja (R^2)	1,000
Greška ciklusa učenja	0,000
Algoritam učenja	BFGS 8850
Funkcija greške, suma kvadrata greške	SOS
Aktivaciona funkcija skrivenog sloja	Tanh
Aktivaciona funkcija izlaznog sloja	Identity

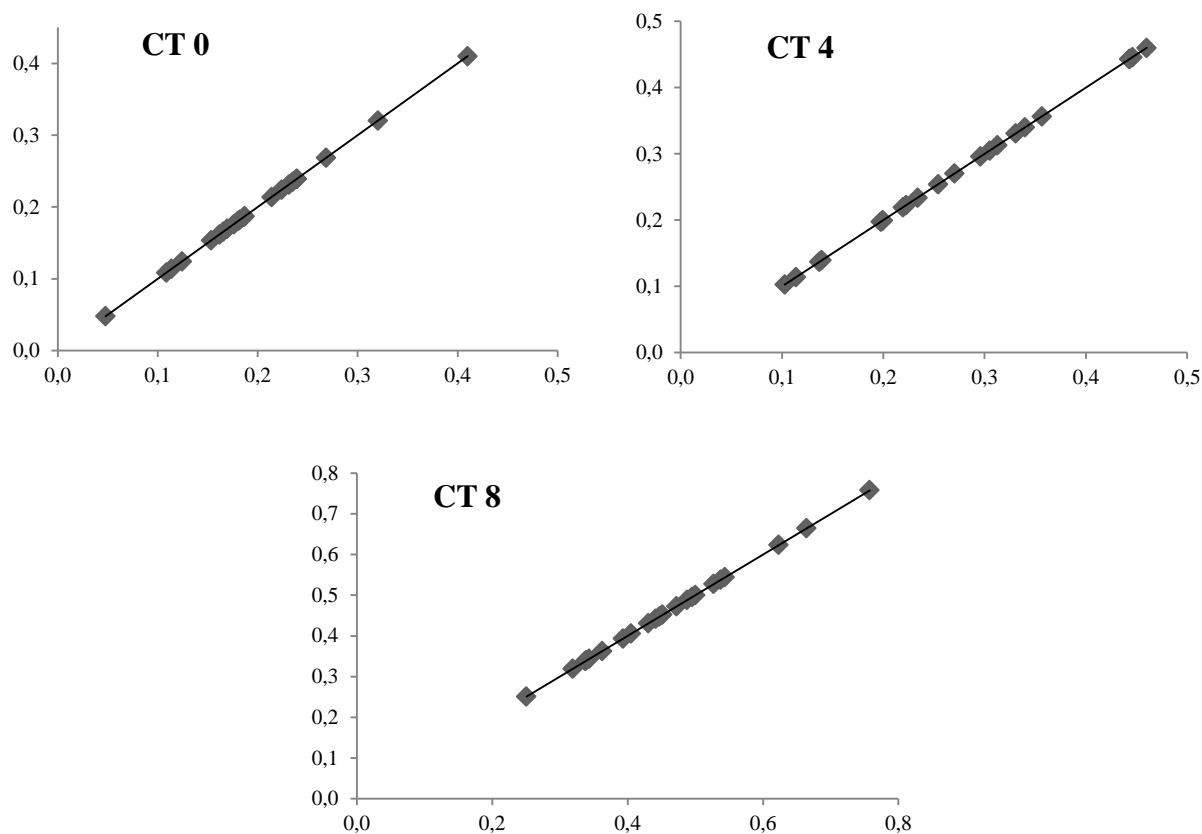
Vrednosti dobijenih koeficijenata determinacije između eksperimentalno dobijenih vrednosti i vrednosti predviđenih dobijenim ANN modelom tokom ciklusa učenja ukazuju na dobre osobine modela za predviđanje izlaznih promenljivih. Vrednosti svih koeficijenata determinacije predviđenih i eksperimentalno dobijenih vrednosti za ciklus učenja su veoma bliski 1,000. Grafici predviđenih i eksperimentalno dobijenih vrednosti za ciklus učenja prikazani na slikama IV.11 – IV.13.



Slika IV.11. Grafici predviđenih i eksperimentalno dobijenih vrednosti kiselinskog (AV), peroksidnog (PV) i anisidinskog broja (AnV) za ciklus učenja



Slika IV.12. Grafici predviđenih i eksperimentalno dobijenih vrednosti oksidativne vrednosti (TOTOX) i sadržaja konjugovanih diena (CD) u polaznim uzorcima i nakon 4 i 8 dana Schaal Oven testa za ciklus učenja



Slika IV.13. Grafici predviđenih i eksperimentalno dobijenih vrednosti sadržaja konjugovanih triena (CT) u polaznim uzorcima i nakon 4 i 8 dana Schaal Oven testa za ciklus učenja

Dobijeni ANN modeli su složeni (sadrže 466 težinskih koeficijenata i nultih članova) zbog visoke nelinearnosti razvijenog sistema. U tabelama VII.12 i VII.13 u prilogu prikazani su elementi matrice W_1 i vektora B_1 i elemente matrice W_2 i vektora B_2 za skriveni sloj, koji su korišćeni za proračun u jednačini III.11.

Ispitan je i kvalitet modela, a parametri validacije dobijenog modela prikazani su u tabeli VII.14 u prilogu, dok je analiza reziduala prikazana u tabeli VII.15, prilog. Dobijene vrednosti ukazuju da je moguće izvršiti predviđanje kvaliteta ulja na osnovu sastava masnih kiselina i sadržaja bioaktivnih komponenata.

V ZAKLJUČCI

Predmet istraživanja obuhvaćen ovom doktorskom disertacijom bili su hibridi suncokreta najnovijeg sortimenta, i to uljani hibridi uzgajani na eksperimentalnim poljima u Srbiji i Argentini i konzumni hibridi uzgajani u Srbiji u dve godine ispitivanja. Ispitan je sadržaj vlage i sadržaj ulja u semenu, dimenzije semena, geometrijske, gravimetrijske, opšte karakteristike, čvrstoća i boja semena. Ispitani su uslovi i parametri presovanja semena i sadržaj vlage i sadržaj ulja u dobijenoj pogači. Hladno presovano ulje ispitano je sa aspekta sastava masnih kiselina, parametara identifikacije, kvaliteta, održivosti i boje.

Na osnovu dobijenih rezultata izvedeni su sledeći zaključci:

- Sadržaj ravnotežne vlage u uzorcima semena se kretao od $5,04 \pm 0,04$ do $6,57 \pm 0,04\%$, izuzev kod uzoraka uljanih hibrida uzgajanih u Argentini u prvoj godini ispitivanja, kod kojih je prosečan sadržaj iznosio $8,83 \pm 0,37\%$, što može biti posledica drugačije manipulacije i uslova tokom transporta ovih uzoraka. Prosečne vrednosti sadržaj ulja u uzorcima uljanih hibrida uzgajanih u Srbiji i Argentini i konzumnih hibrida su se značajno razlikovale ($p < 0,05$). Najveći prosečan sadržaj u prvoj i drugoj godini ispitivanja od $38,09 \pm 3,68$ i $41,63 \pm 1,91\%$ utvrđen je kod uljanih hibrida iz Srbije, značajno niži ($32,36 \pm$

2,89 i $37,87 \pm 3,67\%$), kod uzoraka uzgajanih u Argentini, dok su najniže vrednosti sadržaja ulja primećene kod konzumnih hibrida ($24,28 \pm 1,41$ i $30,03 \pm 4,56\%$).

- Utvrđeno je da su semena konzumnih hibrida najkrupnija. Prosečne vrednosti dužine: iznosile su $16,18 \pm 2,28$ i $16,29 \pm 1,96$ mm, širine: $7,00 \pm 0,47$ i $6,91 \pm 0,44$ mm, debljine semena: $4,10 \pm 0,21$ i $4,34 \pm 0,30$ mm; površine semena: $187,19 \pm 17,20$ i $195,80 \pm 25,18$ mm², zapremine semena: $243,75 \pm 243,75$ i $261,86 \pm 50,17$ mm³; mase 1000 zrna: $117,44 \pm 13,51$ i $113,14 \pm 14,86$ g. Na dobijene rezultate ukazaivale su i vizuelne uočljive razlike između konzumnih i uljanih hibrida suncokreta.
- Kod konzumnih hibrida suncokreta uočene su veće vrednosti sadržaja ljske (od $35,41 \pm 0,89$ do $55,04 \pm 3,15\%$) u odnosu na uljane hibride uzgajane u Srbiji (od $23,86 \pm 1,29$ do $31,06 \pm 0,53\%$) i Argentini (od $23,51 \pm 0,39$ do $36,55 \pm 1,98\%$), što se odrazilo i na veću čvrstoću semena konzumnih hibrida (prosečno $11690,66 \pm 1995,13$ i $12450,15 \pm 1766,03$ g) u odnosu na uljane hibride uzgajane u Srbiji ($6654,23 \pm 868,57$ i $6973,13 \pm 635,79$ g) i Argentini ($9023,37 \pm 1543,82$ i $8425,72 \pm 470,92$ g). Statistički značajna korelacija ($p < 0,01$) utvrđena je između čvrstoće semena i sadržaja vlage u semenu, dužine, širine, ekvivalentnog prečnika, površine i zapremine semena, zatim udela ljske, litarske i specifične mase semena.
- Primenom analize glavnih komponenti i hijerhijske klaster analize na osnovu ispitanih karakteristika semena (sadržaja vlage i sadržaja ulja, dimenzija, geometrijskih, gravimetrijskih, opštih karakteristike i čvrstoće), kao i boje semena, dobijeno je jasno grupisanje uzoraka na uljane hibride suncokreta gajene u Srbiji i Argentini i konzumne hibride, u obe godine ispitivanja.
- Kao rezultat primenjene analize glavnih komponenti na uzorke gajene i u prvoj i u drugoj godini ispitivanja dobijen je model koji se sastoji od dve glavne komponente sa ukupnim objašnjenim procentom varijanse većim od 80%.
- Primenom klaster analize u obe godine ispitivanja dobijena su dva klastera, a – konzumnih i b - uljanih hibrida suncoketa. Klaster b sastoji se od dva podklastera (I - kojem pripadaju uzorci gajeni u Argentini i II - kojem pripadaju uzorci gajeni u Srbiji). Rezultati hijerarhijske klaster analize ukazuju da postoji jasna različitost među uzorcima uljanih hibrida uzgajanih u Srbiji i Argentini i konzumnih hibrida, ali i veća sličnost uljanih hibrida iz Srbije i Argentine u poređenju sa konzumnim hibridima.

- Konzumni hibridi suncokreta imali su očekivano značajno niže vrednosti iskorišćenja ulja i semena u obe godine ispitivanja, u poređenju sa uljanim hibridima gajenim na obe teritorije. Prosečno iskorišćenje ulja kod konzumnih hibrida bilo je $26,77 \pm 5,07$ u prvoj i $42,71 \pm 6,76\%$ u drugoj godini, dok je kod uljanih hibrida gajenih u Srbiji i Argentini bilo $67,45 \pm 5,43$ i $59,32 \pm 7,26$ u prvoj, a $65,09 \pm 5,09 \%$ i $59,55 \pm 5,48 \%$ u drugoj godini. Prosečno iskorišćenje semena konzumnih hibrida u prvoj i drugoj godini iznosilo je $21,73 \pm 4,35$ i $34,30 \pm 5,11 \%$, uljanih hidrida gajenih u Srbiji $56,39 \pm 4,86$ i $52,29 \pm 5,27 \%$, a uljanih hibrida gajenih u Argentini $49,81 \pm 6,44$ i $47,87 \pm 4,73 \%$.
- Na osnovu ispitanih karakteristika semena (dimenzije semena, geometrijske, gravimetrijske, opšte karakteristike i čvrstoća semena), sadržaja vlage i sadržaja ulja u semenu i pogači i mase materijala za presovanje razvijen je optimalni model primenom neuronskih mreža za predviđanje iskorišćenja ulja i semena, protoka ulja i semena kroz presu, kao i parametara presovanja (temperatura ulja, vreme presovanja, masa dobijenog ulja i masa dobijene pogače). Dobijeni model pokazao je dobru sposobnost generalizacije da predvidi izlazne parametre presovanja, kapacitet i iskorišćenja semena i ulja novih hibrida suncokreta na osnovu eksperimentalnih podataka.
- Primenom neuronskih mreža dobijene su i optimalne vrednosti iskorišćenja i protoka semena i ulja, kao i optimalnih parametara procesa (temperature ulja, vremena presovanja, mase dobijene pogače i masa dobijenog ulja). Takođe, optimizovane su i vrednosti ulaznih varijabli (L, W, T, Ed, Sa, Sv, S, Hc, Mts, Td, Bd, P, F, Mc, Os, Mcc, Oc i m). Optimalne vrednosti iskorišćenja ulja i semena iznosile su 71,398 i 59,075%, redom, protoka ulja i semena 21,139 i 30,727 kg/h, redom, optimalna temperatura presovanja iznosi 60,248°C, vreme presovanja 18,898 min, optimalna masa dobijene pogače i ulja iznosi 5,907 i 2,131 kg, redom. Da bi se postiglo pomenuto optimalno iskorišćenje, kapacitet i parametri presovanja, seme treba da ima sledeće optimalne karakteristike dimenzija semena: L = 9,370 mm, W = 7,985 mm, T = 2,800 mm; geometrijskih karakteristika: Ed = 8,269 mm, Sa = 76,354 mm², Sv = 63,497 mm³, S = 0,667; gravimetrijskih karakteristika: Td = 511,994 kg/m³, Bd = 291,603 kg/m³, P = 31,278; opštih karakteristika: Hc = 55,044%, Mts = 46,206 g; čvrstoće semena: F = 4812,435 g; sadržaja vlage i sadržaja ulja: Mc = 5,041% i Os = 30,984%, dok optimalna količina materijala za presovanja iznosi m = 7,300 kg. Dobijena pogača optimalno sadrži 10,623% vlage (Mcc) i 14,842% ulja (Oc).

- Ovakav pristup predviđanju i optimizaciji parametara presovanja, iskorišćenja i ostvarenih kapaciteta na osnovu karakteristika semena je izuzetno inovativan i široko primenljiv, budući da se karakteristike semena određuju rutinski, većina analiza ne zahteva posebnu opremu i dostupna je proizvođačima ulja, a podaci o iskorišćenju i kapacitetu presovanja su veoma značajni, pogotovo sa ekonomskog aspekta. Poznato je da su podaci o ovim parametrima poznati tek nakon presovanja, a uvid u iskorišćenje i kapacitet pre samog procesa presovanja omogućava bolje upravljanje procesom.
- Analiza globalne osetljivosti pokazala je da na iskorišćenje ulja i semena najveći pozitivan uticaj imaju sadržaj ulja u semenu (24,43 i 26,85%, redom), kao i masa materijala za presovanje (10,04 i 11,64%), dok najveći negativan uticaj na ova dva izlazna parametra ima sadržaj ulja u pogači (-16,65 i -14,31%). Na protok semena kroz presu presudan uticaj ima masa semena, te su konzumni hibridi suncokreta koji su imali značajno veću masu 1000 zrna u odnosu na uljane hibride imali i značajno manji protok semena. Temperatura ulja na izlazu iz prese je veća što je seme krupnije i ima veću masu. Najveći negativan uticaj na temperaturu ulja od -16,29% imao je sadržaj ulja u semenu, što potvrđuju značajno niže temperature ulja uljanih hibrida suncokreta na izlazu iz prese u odnosu na konzumne. Na vreme presovanja najveći pozitivan uticaj ima masa materijala za presovanje (čak 47,94%). Na masu dobijenog ulja najveći pozitivan uticaj ima takođe masa materijala (24,30%), ali i sadržaj ulja u semenu (6,79%). Budući da ulje prisutno u pogači smanjuje masu dobijenog ulja, najveći negativan uticaj na masu dobijenog ulja ima masa ulja zaostalog u pogači (-11,06%).
- Sastav masnih kiselina hladno presovanih ulja dobijenih od uljanih hibrida suncokreta gajenih u dve godine ispitivanja u Srbiji i Argentini i konzumnih u skladu je sa *Codex Alimentarius* standardom (Codex Alimentarius, 1999) i Pravilnikom (Pravilnik, 2006) za suncokretovo ulje.
- Od ispitanih bioaktivnih komponenata, u hladno presovanim uljima utvrđen je najveći sadržaj ukupnih tokoferola (od $341,56 \pm 3,09$ do $719,41 \pm 5,16$ mg/kg). Sadržaj ukupnih karotenoida bio je znatno manji (od $3,75 \pm 0,21$ do $17,78 \pm 0,19$ mg/kg), dok je sadržaj ukupnih hlorofila utvrđen u ispitanim uzorcima bio nizak (manji od 1,50 mg/kg). Značajne različitosti među prosečnim vrednostima sadržaja bioaktivnih komponenti uzoraka uljanih hibrida gajenih u Srbiji i Argentini i konzumnih hibrida nisu utvrđene.

- Nisu utvrđene ni značajne različitosti u prosečnim vrednostima kiselinskog broja, peroksidnog i anisidinskog broja, kao ni sadržaja konjugovnih diena i triena u polaznim uzorcima, kao ni nakon 4 i 8 dana Schaal oven testa među uzorcima uljanih hibrida gajenih u Srbiji i Argentini i konzumnih hibrida.

Rezultati dobijeni u okviru ove doktorske disertacije ukazuju na različitosti među ispitanim hibridima suncokreta, u karakteristikama semena i parametrima presovanja, međutim u kvalitetu dobijenog ulja nisu utvrđene značajne razlike između uzoraka dobijenih od uljanih hibrida suncokreta gajenih u Srbiji i Argentini i konzumnih hibrida, što dokazuje da je od konzumnih hibrida suncokreta moguće dobiti hladno presovano ulje koje se prema parametrima kvaliteta ne razlikuje značajno u odnosu na ulje dobijeno od uljanih hibrida suncokreta. Ovim se otvara mogućnost proizvodnje hladno presovanog ulja od sirovine koja još uvek nije zastupljena u proizvodnji ulja.

Izvršena je sveobuhvatna karakterizacija semena suncokreta u pravcu razmatranja mogućnosti korišćenja i valorizacije hladno presovanog ulja i pogače dobijenih od sirovine koja još uvek nije prepoznata kao sirovina za proizvodnju jestivih nerafinisanih - hladno presovanih ulja. Rezultati karakterizacije i ispitivanja kvaliteta hladno presovanih ulja dobijenih presovanjem konzumnih hibrida suncokreta su novi, budući da u literaturi nema dostupnih sličnih rezultata. Pored toga, poznato je da se konstantno radi na kreiranju novih hibrida suncokreta sa poboljšanim karakteristikama. Postojeći hibridi bivaju zamenjeni novim, a proizvođačima ulja potrebne su smernice u odabiru novih hibrida koji su po svojim karakteristikama što sličniji prethodno korišćenim. Slične karakteristike omogućavaju proizvođačima da brže i lakše prilagode uslove u proizvodnji, pre svega opremu, novim hibridima. Rezultati istraživanja dobijeni u okviru ove doktorske disertacije olakšaće odabir novih hibrida suncokreta proizvođačima ulja. Takođe, dobijeni rezultati treba da pomognu proizvođačima semena i pogače prilikom izbora novostvorenih hibrida, kao i oplemenjivačima prilikom dalje selekcije, rada sa hibridima koji su još uvek u fazi razvoja, kao u i stvaranju novih hibrida.

VI LITERATURA

1. Adams, A., Kitryte, V., Venskutonis, R., De Kimpe, N. (2011). Model studies on the pattern of volatiles generated in mixtures of amino acids, lipid-oxidation-derived aldehydes, and glucose, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59(4): 1449–1456. <https://doi.org/10.1021/jf104091p>
2. Aguillón-Páez, Y. J., Romero, L. A., Diaz, G. J. (2020). Effect of full-fat sunflower or flaxseed seeds dietary inclusion on performance, egg yolk fatty acid profile and egg quality in laying hens, *Animal Nutrition*, 6(2): 179–184. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2019.12.005>
3. Aguirrezábal, L. A. N., Lavaud, Y., Dosio, G. A. A., Izquierdo, N. G., Andrade, F. H., González, L. M. (2003). Weight per seed and oil concentration in a sunflower hybrid are accounted for by intercepted solar radiation during a definite period of seed filling, *Crop Science*, 43: 152-161.
4. Akram Khan, M. A. (1999). Chemical composition and medicinal properties of *Nigella sativa Linn*, *Inflammopharmacology*, VSP BV. <https://doi.org/10.1007/s10787-999-0023-y>
5. Al Juhaimi, F., Özcan, M. M., Ghafoor, K., Babiker, E. E., Hussain, S. (2018). Comparison of cold-pressing and soxhlet extraction systems for bioactive compounds,

- antioxidant properties, polyphenols, fatty acids and tocopherols in eight nut oils, *Journal of Food Science and Technology*, 55(8): 3163–3173. <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3244-5>
6. Albar, A. (2000). Effect of various terminal velocity equations on the result of friction loss calculation, *Terra et Aqua*, 81: 13–21.
 7. Amarowicz, R. (2009). Squalene: A Natural Antioxidant, *European Journal of Lipid Science and Technology*, 111: 411–412. <https://doi.org/10.1002/ejlt.200900102>
 8. Ancuța, P., Sonia A. (2020). Oil Press-Cakes and Meals Valorization through Circular Economy Approaches: A Review, *Applied Sciences*, 10(21): 7432. <https://doi.org/10.3390/app10217432>
 9. Anjum, F. M., Nadeem, M., Khan, M. I., Hussain, S. (2012). Nutritional and therapeutic potential of sunflower seeds: A review. *British Food Journal*., 114(4). <https://doi.org/10.1108/00070701211219559>
 10. AOCS. Official Method Ca 6a-40. In *Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society*, 6th ed.; AOCS Press: Champaign, IL, 2011 (second printing).
 11. Arranz, S., Cert, R., Pérez-Jiménez, J., Cert, A., Saura-Calixto, F. (2008). Comparison between free radical scavenging capacity and oxidative stability of nut oils, *Food Chemistry*, 110(4): 985–990. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.03.021>
 12. Arrutia, F., Binner, E., Williams, P., Waldron, K. W. (2020). Oilseeds beyond oil: Press cakes and meals supplying global protein requirements, *Trends in Food Science and Technology*, 100: 88-102. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.03.044>
 13. Arsenović, M., Pezo, L., Stanković, S., Radojević, Z. (2015). Factor space differentiation of brick clays according to mineral content: Prediction of final brick product quality, *Applied Clay Science*, 115: 108–114. <https://doi.org/10.1016/j.clay.2015.07.030>
 14. Ayerdi-Gotor, A., Rhazi, L. (2016). Effects of refining process on sunflower oil minor components: a review, *OCL - Oilseeds and Fats, Crops and Lipids*, 23(2). <https://doi.org/10.1051/ocl/2016007>
 15. Ayerdi Gotor, A., Farkas, E., Berger, M., Labalette, F., Centis, S., Dayde, J., Calmon, A. (2007). Determination of Tocopherols and Phytosterols in Sunflower Seeds by NIR Spectrometry, *European Journal of Lipid Science and Technology*, 109(5): 525–530. <https://doi.org/10.1002/ejlt.200600236>
 16. Baltacıoğlu, C. (2017). Effect of Different Frying Methods on the Total trans Fatty Acid Content and Oxidative Stability of Oils, *JAOCs, Journal of the American Oil Chemists'*

- Society, 94(7): 923–934. <https://doi.org/10.1007/s11746-017-2998-7>
17. Barrera, G. (2012). Oxidative Stress and Lipid Peroxidation Products in Cancer Progression and Therapy, *ISRN Oncology*, 2012: 1–21. <https://doi.org/10.5402/2012/137289>
 18. Barrera-Arellano, D., Ruiz-Méndez, V., Velasco, J., Márquez-Ruiz, G., Dobarganes, C. (2002). Loss of Tocopherols and Formation of Degradation Compounds at Frying Temperatures in Oils Differing in Degree of Unsaturation and Natural Antioxidant Content, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 82(14): 1696–1702. <https://doi.org/10.1002/jsfa.1245>
 19. Basheer, I. A., Hajmeer, M. (2000). Artificial neural networks: Fundamentals, computing, design, and application, *Journal of Microbiological Methods*, 43(1): 3–31. [https://doi.org/10.1016/S0167-7012\(00\)00201-3](https://doi.org/10.1016/S0167-7012(00)00201-3)
 20. Bastida, S., Sánchez-Muniz, F. J. (2002). Polar content vs. TAG oligomer content in the frying-life assessment of monounsaturated and polyunsaturated oils used in deep-frying, *JAOCs, Journal of the American Oil Chemists' Society*, 79(5): 447–451. <https://doi.org/10.1007/s11746-002-0504-8>
 21. Baštić, M., Baštić, L., Jovanović, J. A., Spitteller, G. (1978). Hydrocarbons and Other Weakly Unsaponifiables in Some Vegetable Oils *JAOCs, Journal of the American Oil Chemists' Society*, 55: 886–891.
 22. Beerens, P. (2007). Screw-pressing of *Jatropha* seeds for fuelling purposes in less developed countries. Eindhoven University of Technology Department of Sustainable Energy Technology Eindhoven, Netherlands, pp. 11-37.
 23. Berger, A., Jones, P. J. H., Abumweis, S. S. (2004). Plant Sterols: Factors Affecting Their Efficacy and Safety as Functional Food Ingredients, *Lipids in Health and Disease*. <https://doi.org/10.1186/1476-511X-3-5>
 24. BfR, Bundesinstitut für Risikobewertung. Addition of Plant Sterols and Stanols to Food: Assessment of a New Study from the Netherlands. BfR opinion 006/2012, December 2011. Dostupno na : <http://www.bfr.bund.de/cm/349/addition-of-plant-sterols-and-stanols-to-foodassessment-of-a-new-study-from-the-netherlands.pdf>
 25. Bhatnagar, A. S., Gopala Krishna, A. G. (2014). Lipid classes and subclasses of cold-pressed and solvent-extracted oils from commercial Indian Niger (*Guizotia abyssinica* (L.f.) Cass.) seed, *JAOCs, Journal of the American Oil Chemists' Society*, 91(7): 1205–1216. <https://doi.org/10.1007/s11746-014-2461-y>
 26. Bhatnagar, A. S., Prasanth Kumar, P. K., Hemavathy, J., Gopala Krishna, A. G. (2009).

- Fatty acid composition, oxidative stability, and radical scavenging activity of vegetable oil blends with coconut oil, *JAOCS, Journal of the American Oil Chemists' Society*, 86(10): 991–999. <https://doi.org/10.1007/s11746-009-1435-y>
27. Bhuiya, M. M. K., Rasul, M. G., Khan, M. M. K., Ashwath, N., Azad, A. K., Mofijur, M. (2015). Optimisation of Oil Extraction Process from Australian Native Beauty Leaf Seed (*Calophyllum inophyllum*), *Energy Procedia*, 75: 56–61. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2015.07.137>
 28. Bishop, G. J., Yokota, T. (2001). Plant Steroid Hormones, Brassinosteroids: Current Highlights of Molecular Aspects on Their Synthesis/Metabolism, Transport, Perception and Response, *Plant and Cell Physiology*, 42: 114–120. <https://doi.org/10.1093/pcp/pce018>
 29. Bolívar-Monsalve, J., Ramírez-Toro, C., Bolívar, G., Ceballos-González, C. (2019). Mechanisms of action of novel ingredients used in edible films to preserve microbial quality and oxidative stability in sausages - A review, *Trends in Food Science and Technology*, 89: 100-109 <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.05.011>
 30. Bondet, V., Cuvelier, M. E., Berset, C. (2000). Behavior of phenolic antioxidants in a partitioned medium: Focus on linoleic acid peroxidation induced by iron/ascorbic acid system. *JAOCS, Journal of the American Oil Chemists' Society*, 77(8): 813–818. <https://doi.org/10.1007/s11746-000-0130-5>
 31. Boskou, D. (2009). Other Important Minor Constituents. In: *Olive Oil: Minor Constituents and Health*; D. Boskou (Ed.), CRC Press: Boca Raton, FL, pp 45–54.
 32. British standard (1977). Methods of analysis of fats and fatty oils. Other methods. Determination of carotene in vegetable oils. *British Standards Illustrations*, London, (BS 684-2.20).
 33. Brkić, S. (2004). Kvalitet i tehničko-tehnološke karakteristike semena oleinskog suncokreta, *Diplomski rad*, Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet, Novi Sad.
 34. Brühl, L. (1996). Determination of trans fatty acids in cold pressed oils and in dried seeds, *Fett/Lipid*, 98(11): 380–383.
 35. Burg, P., Mašán, V., Rutkowski, K. (2017). Evaluation of the pressing process during oil extraction from grape seeds, *Potravinárstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 11(1): 1–6. <https://doi.org/10.5219/690>
 36. Callahan, C., Harwood, H., Darby, H., Schaufler, D, Elias, R. (2014). Small-scale oilseed presses: An evaluation of six commercially-available designs. *Pennsylvania: Pennsylvania State University*.

37. Carelli, A. A., Bredan, M. I. V., Crapiste, G. H. (1997). Quantitative Determination of Phospholipids in Sunflower Oil, *JAOCs, Journal of the American Oil Chemists' Society*, 74(5): 511–514. <https://doi.org/10.1007/s11746-997-0173-2>
38. Carelli, A. A., Frizzera, L. M., Forbito, P. R., Crapiste, G. H. (2002a). Wax Composition of Sunflower Seed Oils, *JAOCs, Journal of the American Oil Chemists' Society*, 79(8): 763–768. <https://doi.org/10.1007/s11746-002-0556-9>
39. Carelli, A. A., Ceci, L. N., Crapiste, G. H. (2002b). Phosphorus-to-Phospholipid Conversion Factors for Crude and Degummed Sunflower Oils, *JAOCs, Journal of the American Oil Chemists' Society*, 79(12): 1177–1180. <https://doi.org/10.1007/s11746-002-0623-2>
40. Cheikh-Rouhou, S., Besbes, S., Hentati, B., Blecker, C., Deroanne, C., Attia, H. (2007). *Nigella sativa* L.: Chemical composition and physicochemical characteristics of lipid fraction, *Food Chemistry*, 101(2): 673–681. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.02.022>
41. Choe, E. (2008). Effects and mechanisms of minor compounds in oil on lipid oxidation. In: *Food lipids: Chemistry, nutrition and biotechnology*, C. C. Akoh, D. B. Min (Eds.), 3rd edition, Boca Raton, Fl., pp. 449-511.
42. Choe, E., Min, D. B. (2006). Mechanisms and factors for edible oil oxidation, *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 5(4): 169-186. <https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2006.00009.x>
43. Choo, W. S., Birch, J., Dufour, J. P. (2007). Physicochemical and quality characteristics of cold-pressed flaxseed oils, *Journal of Food Composition and Analysis*, 20(3–4): 202–211. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2006.12.002>
44. CIE, (1976). International Commission on Illumination, *Colorimetry: Official Recommendation of the International Commission on Illumination Publication CIE No. (E-1.31)*. Paris, France: Bureau Central de la CIE.
45. Codex Alimentarius. (1999). Standard for Named Vegetable Oils Codex Stan 210-1999. Codex Alimentarius.
46. Coni, E., Di Benedetto, R., Di Pasquale, M., Masella, R., Modesti, D., Mattei, R., Carlini, E. A. (2000). Protective effect of oleuropein, an olive oil biophenol, on low density lipoprotein oxidizability in rabbits, *Lipids*, 35(1): 45–54. <https://doi.org/10.1007/s11745-000-0493-2>
47. Crimaldi, M., Faugno, S., Sannino, M., Ardito, L. (2017). Optimization of hemp seeds (*Canapa Sativa* L.) oil mechanical extraction, *Chemical Engineering Transactions*, 58:

- 373–378. <https://doi.org/10.3303/CET1758063>
48. Cuesta, C., Sánchez-Muñiz, F. J., Garrido-Polonio, C., López-Varela, S., Arroyo, R. (1993). Thermo-oxidative and Hydrolytic Changes in Sunflower Oil Used in Frying with a Fast Turnover of Fresh Oil, *JAOCs, Journal of the American Oil Chemists' Society*, 70: 1069–1073.
49. Cvejić, S., Jocić, S., Radeka, I., Balalić, I., Miklič, V. (2014). Stvaranje i korišćenje visoko-oleinskih hibrida suncokreta, *Jubilarno 55. Savetovanje industrije ulja: Proizvodnja i prerada uljarica, Zbornik radova, Herceg Novi, Crna Gora*, pp 113-119.
50. Çakaloğlu, B., Özyurt, V. H., Ötleş, S. (2018). Cold press in oil extraction. A review, *Ukrainian Food Journal*, 7(4): 640–654. <https://doi.org/10.24263/2304-974x-2018-7-4-9>
51. D'Antuono, L. F., Moretti, A., Lovato, A. F. S. (2002). Seed yield, yield components, oil content and essential oil content and composition of *Nigella sativa* L. and *Nigella damascena* L., *Industrial Crops and Products*, 15(1): 59–69. [https://doi.org/10.1016/S0926-6690\(01\)00096-6](https://doi.org/10.1016/S0926-6690(01)00096-6)
52. Dalgıç L., Sermet O. S., Özkan G. (2011). Farklı kavurma sıcaklıklarının menengiç yağ kalite parametreleri üzerine etkisi, *Academic Food Journal/Akademik GIDA*, 9(3): 26–36.
53. Dauqan, E., Sani, H. A., Abdullah, A., Muhamad, H., Gapor Md Top, A. B. (2011). Vitamin E and beta carotene composition in four different vegetable oils, *American Journal of Applied Sciences*, 8(5): 407–412. <https://doi.org/10.3844/ajassp.2011.407.412>
54. De Figueiredo, A. K., Bäuml, E., Riccobene, I. C., Nolasco, S. M. (2011). Moisture-dependent engineering properties of sunflower seeds with different structural characteristics, *Journal of Food Engineering*, 102(1): 58-65. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2010.08.003>
55. De Leonardis, A., Macciola, V., Di Domenico, N. (2005). A first pilot study to produce a food antioxidant from sunflower seed shells (*Helianthus annuus*), *European Journal of Lipid Science and Technology*, 107(4): 220–227. <https://doi.org/10.1002/ejlt.200401021>
56. De Leonardis, A., Macciola, V., De Felice, M. (2001). Chemical and commercial characteristics of cold pressed sunflower oils, *Italian food and beverage technology*, 25: 46-52.
57. Del Gatto, A., Mengarelli, C., Foppa Pedretti, E., Duca, D., Pieri, S., Mangoni, L., Signor, M., Raccuia, S., Melilli, M. G. (2015). Adaptability of sunflower (*Helianthus annuus* L.) high oleic hybrids to different Italian areas for biodiesel production, *Industrial Crops and Products*, 75: 108–117. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.04.002>

58. Desai, N. C., Mehta, M. H., Dave, A. M., Mehta, J. N. (2002). Degumming of Vegetable Oil by Membrane Technology, *Indian Journal of Chemical Technology*, 9(6): 529–534.
59. Dimakou, C., Oreopoulou, V. (2012). Antioxidant activity of carotenoids against the oxidative destabilization of sunflower oil-in-water emulsions, *LWT - Food Science and Technology*, 46(2): 393–400. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2011.12.013>
60. Dimić, E., (2005). Hladno ceđena ulja, Monografija, Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet, Novi Sad.
61. Dimić, E., Premović, T., Radočaj, O., Vujasinović, V., Takači, A. (2018). Influence of seed quality and storage time on the characteristics of cold-pressed sunflower oil: Impact on bioactive compounds and colour, *Rivista Italiana Delle Sostanze Grasse*, 95(1): 23–36.
62. Dimić, E., Radoičić, J., Lazić, V., Vukša, V. (2002). Jestiva nerafinisana ulja suncokreta- Problemi i perspektive. EKO-konferencija: Zdravstveno bezbedna hrana, Tematski zbornik II, Novi Sad, Srbija, pp. 153-158.
63. Dimić, E., Romanić, R. (2004). Analiza kvaliteta maslinovog ulja i hladno ceđenog suncokretovog ulja oleinskog tipa, *Uljarstvo*, 35 (3-4): 17-26.
64. Dimić, E., Romanić, R., Premović, T. (2011). Influence of hull and impurities in seed on sensory quality of cold – pressed oleic type sunflower oil. 7th International Congress of Food Technologists, Biotechnologist and Nutritionist, Proceedings, Opatija, Croatia, pp 209-214.
65. Dimić, E., Turkulov, J. (2000). Kontrola kvaliteta u tehnologiji jestivih ulja, Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet, Novi Sad.
66. Díaz, M. F., Hernández, R., Martínez, G., Vidal, G., Gómez, M., Fernández, H., Garcés, R. (2006). Comparative study of ozonized olive oil and ozonized sunflower oil, *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 17(2): 403–407. <https://doi.org/10.1590/S0103-50532006000200026>
67. Dobarganes, M. C., Velasco, J. (2002). Analysis of lipid hydroperoxides, *European Journal of Lipid Science and Technology*, 104(7): 420–428. [https://doi.org/10.1002/1438-9312\(200207\)104:7<420::AID-EJLT420>3.0.CO;2-N](https://doi.org/10.1002/1438-9312(200207)104:7<420::AID-EJLT420>3.0.CO;2-N)
68. Dolde, D., Vlahakis, C., Hazebroek, J. (1999). Tocopherols in breeding lines and effects of planting location, fatty acid composition, and temperature during development, *JAOCs, Journal of the American Oil Chemists' Society*, 76(3): 349–355. <https://doi.org/10.1007/s11746-999-0242-9>
69. Easa, A. M., Armstrong, H. J., Mitchell, J. R., Hill, S. E., Harding, S. E., Taylor, A. J. (1996). Maillard induced complexes of bovine serum albumin - A dilute solution study,

- International Journal of Biological Macromolecules, 18(4): 297–301.
[https://doi.org/10.1016/0141-8130\(96\)01090-2](https://doi.org/10.1016/0141-8130(96)01090-2)
70. Eitenmiller, R., Lee, J. (2004). Vitamin E. Food Chemistry, Composition, and Analysis; Marcel Dekker: New York.
71. El Makawy, A. I., Ibrahim, F. M., Mabrouk, D. M., Ahmed, K. A., Fawzy Ramadan, M. (2019). Effect of antiepileptic drug (*Topiramate*) and cold pressed ginger oil on testicular genes expression, sexual hormones and histopathological alterations in mice, Biomedicine and Pharmacotherapy, 110: 409–419.
<https://doi.org/10.1016/j.biopha.2018.11.146>
72. Elhassan, S. H. A. R. (2009). Mechanical Expression of Oil from Sesame (*Sesamum indicum* L.). Ph.D. Thesis, University of Khartoum, Khartoum, Sudan.
73. Elson, C. E. (1992). Tropical oils: Nutritional and scientific issues, Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 31(1–2): 79–102.
<https://doi.org/10.1080/10408399209527562>
74. Eric, K., Raymond, L. V., Huang, M., Cheserek, M. J., Hayat, K., Savio, N. D., Amédée, M., Zhang X. (2013). Sensory Attributes and Antioxidant Capacity of Maillard Reaction Products Derived from Xylose, Cysteine and Sunflower Protein Hydrolysate Model System, Food Research International, 54(2): 1437–1447.
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.09.034>
75. Erkkilä, A., de Mello, V. D. F., Risérus, U., Laaksonen, D. E. (2008). Dietary fatty acids and cardiovascular disease: An epidemiological approach, Progress in Lipid Research, 47: 172–187. <https://doi.org/10.1016/j.plipres.2008.01.004>
76. Espín, J. C., Soler-Rivas, C., Wichers, H. J. (2000). Characterization of the total free radical scavenger capacity of vegetable oils and oil fractions using 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl radical, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 48(3): 648–656.
<https://doi.org/10.1021/jf9908188>
77. European Commission. Commission Regulation (EU) (2013) No 718/2013 of 25 July 2013 Amending Regulation (EC) No 608/2004 Concerning the Labeling of Foods and Food Ingredients with Added Phytosterols, Phytosterol Esters, Phytostanols and/or Phytostanol Esters. Official Journal of the European Union, 2013, L 201, 49–50.
78. Evon, P., Vandebossche, V., Pontalier, P. Y., Rigal, L. (2009). Aqueous extraction of residual oil from sunflower press cake using a twin-screw extruder: Feasibility study, Industrial Crops and Products, 29(2–3): 455–465.
<https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2008.09.001>

79. FAO (2010). Summary of conclusions and dietary recommendations on total fat and fatty acids. Fats and fatty acids in human nutrition: Report of an expert consultation, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, pp. 9-19.
80. FAO (2020). Food Outlook: Biannual Report on Global Food Markets. Dostupno na: <http://www.fao.org/3/ca9509en/CA9509EN.pdf>
81. Farooqui, T., Farooqui, A. A. (2011). Lipid-mediated oxidative stress and inflammation in the pathogenesis of Parkinson's disease. *Parkinson's Disease*. <https://doi.org/10.4061/2011/247467>
82. Ferchau, E. (2000). Equipment for Decentralised Cold Pressing of Oil Seeds, Folkcenter for Renewable Energy.
83. Fernández-Cuesta, A., Velasco, L., Fernández-Martínez, J. M. (2011). Phytosterols in the Seeds of Wild Sunflower Species, *Helia*, 34(55): 31–38. <https://doi.org/10.2298/HEL1155031F>
84. Fernández-Martínez, J., Jimenez, A., Dominguez, J., Garcia, J. M., Garces, R., Mancha, M. (1989). Genetic analysis of the high oleic acid content in cultivated sunflower (*Helianthus annuus* L.), *Euphytica*, 41(1–2): 39–51. <https://doi.org/10.1007/BF00022409>
85. Fernández-Martínez, J. M., Pérez-Vich, B., Velasco, L. (2009). Sunflower. In: *Oil Crops*; J. Vollmann, I. Rajcan (Eds.), Springer, New York, pp 155–232.
86. Feskens, E. J., Kromhout, D. (1990). Habitual dietary intake and glucose tolerance in euglycaemic men: The Zutphen study, *International Journal of Epidemiology*, 19(4): 953–959. <https://doi.org/10.1093/ije/19.4.953>
87. Feskens, E. J., Virtanen, S. M., Rasanen, L., Tuomilehto, J., Stengard, J., Pekkanen, J., Nissinen, A., Kromhout, D. (1995). Dietary factors determining diabetes and impaired glucose tolerance. A 20-year follow-up of the Finnish and Dutch cohorts of the seven countries study, *Diabetes Care* 18(8): 1104–1112
88. Flores-Sánchez, I. J., Ortega-López, J., Montes-Horcasitas, M. D. C., Ramos-Valdivia, A. C. (2002). Biosynthesis of sterols and triterpenes in cell suspension cultures of *Uncaria tomentosa*, *Plant and Cell Physiology*, 43(12): 1502–1509. <https://doi.org/10.1093/pcp/pcf181>
89. Fox, C. B. (2009). Squalene Emulsions for Parenteral Vaccine and Drug Delivery, *Molecules*, 14: 3286–3312. <https://doi.org/10.3390/molecules14093286>
90. Franke, S., Frölich, K., Werner, S., Böhm, V., Schöne, F. (2010). Analysis of Carotenoids and Vitamin E in Selected Oilseeds, Press Cakes and Oils, *European Journal of Lipid Science and Technology*, 112(10): 1122–1129. <https://doi.org/10.1002/ejlt.200900251>

91. Friedman, M. (1999). Chemistry, biochemistry, nutrition, and microbiology of lysinoalanine, lanthionine, and histidinoalanine in food and other proteins, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47: 1295–1319. <https://doi.org/10.1021/jf981000+>
92. Fruhwirth, G. O., Wenzl, T., El-Toukhy, R., Wagner, F. S., Hermetter, A. (2003). Fluorescence screening of antioxidant capacity in pumpkin seed oils and other natural oils, *European Journal of Lipid Science and Technology*, 105(6): 266–274. <https://doi.org/10.1002/ejlt.200390055>
93. Fuster, M. D., Lampi, A. M., Hopia, A., Kamal-Eldin, A. (1998). Effects of α - and γ -Tocopherols on the Autooxidation of Purified Sunflower Triacylglycerols. *Lipids*, 33: 715–722.
94. Galli, F., Azzi, A. (2010). Present Trends in Vitamin E Research. *Biofactors*, 36: 33–42. <https://doi.org/10.1002/biof.75>
95. Gandhi, V. P., Zhou, Z. (2014). Food demand and the food security challenge with rapid economic growth in the emerging economies of India and China, *Food Research International*, 63: 108–124. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.03.015>
96. García-Llatas, G., Rodríguez-Estrada, M. T. (2011). Current and new insights on phytosterol oxides in plant sterol-enriched food, *Chemistry and Physics of Lipids*, 164: 607–624. <https://doi.org/10.1016/j.chemphyslip.2011.06.005>
97. García-Rebollar, P., Cámara, L., Lázaro, R. P., Dapoza, C., Pérez-Maldonado, R., Mateos, G. G. (2016). Influence of the origin of the beans on the chemical composition and nutritive value of commercial soybean meals, *Animal Feed Science and Technology*, 221: 245–261. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2016.07.007>
98. Garrido-Delgado, R., Muñoz-Pérez, E., Arce, L. (2018). Detection of adulteration in extra virgin olive oils by using UV-IMS and chemometric analysis, *Food Control*, 85: 292–299. [10.1016/j.foodcont.2017.10.012](https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2017.10.012)
99. Gharby, S., Harhar, H., Guillaume, D., Roudani, A., Boulbaroud, S., Ibrahimi, M., Ahmad, M., Sultana, S., Hadda, T., Chafchaoui-Moussaoui, I., Charrouf, Z. (2015). Chemical investigation of *Nigella sativa* L. seed oil produced in Morocco, *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 14(2): 172–177. <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2013.12.001>
100. Gibon, V. (2011). Enzymatic interesterification of oils, *Lipid Technology*, 23(12): 274–277. <https://doi.org/10.1002/lite.201100159>
101. Gikuru, M., Lamech, M. A. (2007). Study of Yield Characteristics During Mechanical Oil Extraction of Preheated and Ground Soybeans, *Journal of Applied Sciences Research*,

- 3: 1146–1151.
102. Giuffrida, D., Salvo, F., Salvo, A., Pera, L. L., Dugo, G. (2007). Pigments composition in monovarietal virgin olive oils from various sicilian olive varieties, *Food Chemistry*, 101(2): 833–837. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.12.030>
103. Gliszczyńska-Świgło, A., Sikorska, E., Khmelinskii, I. V., Sikorski, M. (2007). Tocopherol content in edible plant oils, *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 57: 157–161.
104. Godišnji bilten za Srbiju (2017). Republički hidrometeorološki zavod Srbije <http://www.hidmet.gov.rs/data/klimatologija/latin/2017.pdf>
105. Godišnji bilten za Srbiju (2018). Republički hidrometeorološki zavod Srbije <http://www.hidmet.gov.rs/data/klimatologija/latin/2018.pdf>
106. Gomes, T., Caponio, F., Bruno, G., Summo, C., Paradiso, V. M. (2010). Effects of monoacylglycerols on the oxidative stability of olive oil, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 90(13): 2228–2232. <https://doi.org/10.1002/jsfa.4075>
107. González-Pérez, S., Vereijken, J. M. (2007). Sunflower proteins: Overview of their physicochemical, structural and functional properties, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87: 2173–2191. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2971>
108. Gordon, M. H., Magos, P. (1983). The Effect of Sterols on the Oxidation of Edible Oils. *Food Chemistry*, 10(2), 141–147. [https://doi.org/10.1016/0308-8146\(83\)90030-4](https://doi.org/10.1016/0308-8146(83)90030-4)
109. Gotor, A. A., Farkas, E., Berger, M., Labalette, F., Centis, S., Daydé, J., Calmon, A. (2007). Determination of tocopherols and phytosterols in sunflower seeds by NIR spectrometry, *European Journal of Lipid Science and Technology*, 109(5): 525–530. <https://doi.org/10.1002/ejlt.200600236>
110. Gramza-Michalowska, A., Korczak, J., Regula, J. (2007). Use of plant extracts in summer and winter season butter oxidative stability improvement, *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition* 16: 85–88.
111. Grompone, M. A. (2005). Sunflower Oil. In: *Edible Oil and Fat Products: Chemistry, Properties, and Health Effects*, F. Shahidi (Ed.), *Bailey's Industrial Oil and Fat Products*, Vol. 1, John Wiley & Sons: Hoboken, NJ, pp 655–730.
112. Grompone, M. A. (2020). Sunflower and High-Oleic Sunflower Oils. In: *Bailey's Industrial Oil and Fat Products*, Wiley, pp 1–54. <https://doi.org/10.1002/047167849x.bio017.pub2>
113. Grunvald, A. K., De Carvalho, C. G. P., Leite, R. S., Mandarino, J. M. G., De Bastos Andrade, C. A., Amabile, R. F., De Paulo Campos Godinho, V. (2013). Influence of

- temperature on the fatty acid composition of the oil from sunflower genotypes grown in tropical regions, *JAACS, Journal of the American Oil Chemists' Society*, 90(4): 545–553. <https://doi.org/10.1007/s11746-012-2188-6>
114. Guédé, S. S., Soro, Y. R., Kouamé, A. F., Brou, K. (2017). Optimization of Screw Press Extraction of *Citrillus Lanatus* Seed Oil and Physicochemical Characterization, *European Journal of Food Science and Technology*, 5(4): 35–46.
115. Gunstone, F. D. (2005). Vegetable Oils. In: *Edible Oil and Fat Products: Chemistry, Properties, and Health Effects*, F. Shahidi (Ed.), *Bailey's Industrial Oil and Fat Products*, Vol. 1, John Wiley & Sons: Hoboken, NJ, pp 213–267.
116. Gupta, A., Sharma, R., Sharma, S., Singh, B. (2018). Oilseed as Potential Functional Food Ingredient. In: *Trends & Prospects in Food Technology, Processing and Preservation*, 1st ed., (Eds.) P. Prodyut Kumar, M.K. Mahawar, W. Abobatta, P. Panja, P., Today and Tomorrow's Printers and Publishers: New Delhi, India, pp 25-58.
117. Gupta, R. K., Das, S. K. (1997). Physical properties of sunflower seeds, *Journal of Agricultural and Engineering Research*, 66 (1): 1-8. <https://doi.org/10.1006/jaer.1996.0111>
118. Gupta, M. K. (2002). Sunflower Oil. In: *Vegetable Oils in Food Technology: Composition, Properties and Uses*, F. D. Gunstone (Ed.), F. D., Wiley-Blackwell: Oxford, U.K., pp 128–156.
119. Harris, W. S., Mozaffarian, D., Rimm, E., Kris-Etherton, P., Rudel, L. L., Appel, L. J. (2009). Omega 6 fatty acids and risk for cardiovascular disease: a science advisory from the American heart association nutrition subcommittee of the Council on nutrition, physical activity, and metabolism; Council on Cardiovascular nursing; and Council on epidemiology and prevention. *Circulation* 2009. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.108.191627>.
120. Hartmann, M. A. (1998). Plant Sterols and the Membrane Environment, *Trends in Plant Science*, 3: 170–175. [https://doi.org/10.1016/S1360-1385\(98\)01233-3](https://doi.org/10.1016/S1360-1385(98)01233-3)
121. Herrera, M. L., Marquez Rocha, F. J. (1996). Effects of sucrose ester on the kinetics of polymorphic transition in hydrogenated sunflower oil, *JAACS, Journal of the American Oil Chemists' Society*, 73(3): 321–326. <https://doi.org/10.1007/BF02523425>
122. Heriawan, Y., Indartono, S., Ika, A. K. (2018). Optimization of mechanical oil extraction process of Nyamplung seeds (*Calophyllum inophyllum* L.) by flexible single screw extruder. *AIP Conference Proceedings*, American Institute of Physics Inc. <https://doi.org/10.1063/1.5046597>

123. Hernandez, E. M., Kamal-Eldin, A. (2013). *Processing and Nutrition of Fats and Oils*. IFT Press, Wiley Blackwell.
124. Hladni, N., Jocić, S., Miklič, V., Miladinović, D., Zorić, M. (2016). Interrelationship between 1000 seed weight with other quantitative traits in confectionary sunflower, *Ekin Journal of Crop Breeding and Genetics*, 2(1): 51–56.
125. Hladni, N., Miladinović, D. (2019). Confectionery sunflower breeding and supply chain in Eastern Europe. *OCL*, 26: 29. <https://doi.org/10.1051/ocl/2019019>
126. Hofmann, T. (1998). Studies on the Relation between Molecular Weight and the Color Potency of Fractions Obtained by Thermal Treatment of Glucose/Amino Acid and Glucose/Protein Solutions by Using Ultracentrifugation and Color Dilution Techniques, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 465: 3891–3895.
127. <http://www.aquaheliosoilpress.com/seed-oil-press-filters/>
128. <http://coldpressoilmachines.com/oil-press-100/#page-content>
129. <https://extension.psu.edu/oilseed-presses>
130. <https://www.hongteknfiltration.com/SS-cartridge-filter-housing/SS-sanitary-multi-cartridge-housing.html>
131. <https://www.indiamart.com/proddetail/steel-storage-tank-19811745330.html>
132. <http://www.nebraskascrewpress.com/oilextraction.html>
133. <https://www.seedoilpress.com/oil-production-plant/sunflower-oil-production-line.html>
134. <https://www.seed2oil.com/equipment/oil-filters/>
135. Hu, F.B., Neuhouser, M. L., Perez-Escamilla, R., Martinez-Gonzalez, M.A., Willett, W.C. (2016). US dietary guidelines, *Annals of Internal Medicine* 165(8): 604. <https://doi.org/10.7326/L16-0170>
136. Huang, Z. R., Lin, Y. K., Fang, J. Y. (2009). Biological and Pharmacological Activities of Squalene and Related Compounds: Potential Uses in Cosmetic Dermatology, *Molecules*, 14: 540–554. <https://doi.org/10.3390/molecules14010540>
137. Ionescu, M., Voicu, G., Sorin-Stefan, B., Covaliu, C., Dincă, M., Ungureanu, N. (2014). Parameters Influencing the Screw Pressing Process of Oilseed Materials. 2nd International Conference on Thermal Equipment, Renewable Energy and Rural Development, pp 243–248.
138. Ismail Awatif, I., Arafat Shaker, M. (2014). Quality characteristics of high-oleic sunflower oil extracted from some hybrids cultivated under Egyptian conditions, *Helia*, 37(60): 113–126. <https://doi.org/10.1515/helia-2014-0010>
139. ISO 12966-2:2017. Animal and vegetable fats and oils — Gas chromatography of fatty

- acid methyl esters — Part 2: Preparation of methyl esters of fatty acids. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
140. ISO 12966-4:2015. Animal and vegetable fats and oils — Gas chromatography of fatty acid methyl esters — Part 4: Determination by capillary gas chromatography. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
141. ISO 3656:2011/Amd 1:2017. Animal and vegetable fats and oils — Determination of ultraviolet absorbance expressed as specific UV extinction — Amendment 1. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
142. ISO 3960:2017. Animal and vegetable fats and oils — Determination of peroxide value — Iodometric (visual) endpoint determination. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
143. ISO 659:2009. Oilseeds — Determination of oil content (Reference method). International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
144. ISO 660:2009. Animal and vegetable fats and oils — Determination of acid value and acidity. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
145. ISO 665:2000. Oilseeds — Determination of moisture and volatile matter content. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
146. ISO 6885:2016. Animal and vegetable fats and oils — Determination of anisidine value. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
147. ISO 9936:2016. Animal and vegetable fats and oils — Determination of tocopherol and tocotrienol contents by high-performance liquid chromatography. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
148. Izquierdo, N. G., Dosio, G. A. A., Cantarero, M., Luján, J., Aguirrezábal, L. A. N. (2008). Weight per grain, oil concentration, and solar radiation intercepted during grain filling in black hull and striped hull sunflower hybrids, *Crop Science*, 48(2): 688–699. <https://doi.org/10.2135/cropsci2007.06.0339>
149. Jakobsen, M. U., O'Reilly, E. J., Heitmann, B. L., Pereira, M. A., Bälter, K., Fraser, G. E., Goldbourt, U. Hallmans, G. Knekt, P., Liu, S., Pietinen, P., Spiegelman, D., Stevens, J., Virtamo, J., Willett, W., Ascherio, A. (2009). Major types of dietary fat and risk of coronary heart disease: A pooled analysis of 11 cohort studies, *American Journal of Clinical Nutrition*, 89(5): 1425–1432. <https://doi.org/10.3945/ajcn.2008.27124>
150. Javidipour, I., Erinç, H., Baştürk, A., Tekin, A. (2017). Oxidative changes in hazelnut, olive, soybean, and sunflower oils during microwave heating, *International Journal of Food Properties*, 20(7): 1582–1592. <https://doi.org/10.1080/10942912.2016.1214963>

151. Jocić, S., Miladinović, D., Kaya, Y. (2015). Breeding and Genetics of Sunflower. In: E. Martínez-Force, N. T. Dunford, J. J. Salas (Eds.), *Sunflower Chemistry, Production, Processing, and Utilization*, AOCS Press Urbana, Illinois, pp. 1-25. [10.1016/B978-1-893997-94-3.50007-6](https://doi.org/10.1016/B978-1-893997-94-3.50007-6)
152. Jovanović, D (2001). Mogućnost korišćenja suncokreta i oplemenjivanje za posebne namene. *Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad*, 35: 209-221.
153. Ju, J., Picinich, S. C., Yang, Z., Zhao, Y., Suh, N., Kong, A. N., Yang, C. S. (2010). Cancer-Preventive Activities of Tocopherols and Tocotrienols, *Carcinogenesis*, 31: 533–542. <https://doi.org/10.1093/carcin/bgp205>
154. Kalogeropoulos, N., Andrikopoulos, N. K. (2004). Squalene in Oils and Fats from Domestic and Commercial Fryings of Potatoes, *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 55(2): 125–129. <https://doi.org/10.1080/09637480410001666531>
155. Kamal-Eldin, A. (2005). Minor Components of Fats and Oils. In: *Edible Oil and Fat Products: Specialty Oils and Oil Products*, Editor, F. Shahidi, *Bailey's Industrial Oil and Fat Products*, Vol. 3, John Wiley & Sons: Hoboken, NJ, pp 319–359.
156. Karabagias, I., Michos, C., Badeka, A., Kontakos, S., Stratis, I., Kontominas, M. G. (2013). Classification of Western Greek virgin olive oils according to geographical origin based on chromatographic, spectroscopic, conventional and chemometric analyses, *Food Research International*, 54(2): 1950–1958. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.09.023>
157. Karaj, S., Müller, J. (2011). Optimizing mechanical oil extraction of *Jatropha curcas* L. seeds with respect to press capacity, oil recovery and energy efficiency, *Industrial Crops and Products*, 34(1): 1010-1016. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2011.03.009>
158. Katan, M. B., Zock, P. L., Mensink, R. P. (1995). Dietary oils, serum lipoproteins, and coronary heart disease, *American Journal of Clinical Nutrition*, 61: 1368–1373. <https://doi.org/10.1093/ajcn/61.6.1368S>
159. Kholghi, M., Bernousi, I., Darvishzadeh, R., Pirzad, A. (2011). Correlation and path-coefficient analysis of seed yield and yield related traits in Iranian confectionery sunflower populations, *African Journal of Biotechnology*, 10(61): 13058-13063. <https://doi.org/10.5897/AJB11.1452>
160. Kiralan, M., Çalik, G., Kiralan, S., Ramadan, M. F. (2018). Monitoring stability and volatile oxidation compounds of cold-pressed flax seed, grape seed and black cumin seed oils upon photo-oxidation, *Journal of Food Measurement and Characterization*, 12(1): 616–621. <https://doi.org/10.1007/s11694-017-9674-3>
161. Koman, V., Danielova, E. (1976). Determination of physicochemical constants of fats

- and oils from the composition of their fatty acids using gas— liquid chromatography and constructed alignment chart, *Chemical Papers/Chemicke Zvesti*, 29(2): 256-264.
162. Konuskan, D. B., Arslan, M., Oksuz, A. (2019). Physicochemical properties of cold pressed sunflower, peanut, rapeseed, mustard and olive oils grown in the Eastern Mediterranean region, *Saudi Journal of Biological Sciences*, 26(2): 340–344. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2018.04.005>
163. Kovačević, S., Lončarević, I., Pajin, B., Fišteš, A., Vasiljević, I., Lazović, M., Mrkajić, D., Karadžić Banjac, M., Podunavac-Kuzmanović, S. (2019). Toward identification of the risk group of food products: Chemometric assessment of heavy metals content in confectionery products, *Food Additives and Contaminants - Part A Chemistry, Analysis, Control, Exposure and Risk Assessment*, 36(7): 1068–1078. <https://doi.org/10.1080/19440049.2019.1606455>
164. Kozłowska, M., Gruczyńska, E. (2018). Comparison of the oxidative stability of soybean and sunflower oils enriched with herbal plant extracts, *Chemical Papers*, 72(10): 2607–2615. <https://doi.org/10.1007/s11696-018-0516-5>
165. Kris-Etherton, P., Fleming, J., Harris, W. S. (2010). The Debate about n-6 Polyunsaturated Fatty Acid Recommendations for Cardiovascular Health, *Journal of the American Dietetic Association*, 110(2): 201–204. <https://doi.org/10.1016/j.jada.2009.12.006>
166. Krizmanić, M., A. Mijić, I. Liović, A. Sudarić, R. Sudar, T, Duvnjak, G. Krizmanić, M. Bilandžić (2013). Utjecaj okoline na sadržaj ulja i sastav masnih kiselina kod novih OS – hibridnih kombinacija suncokreta, *Poljoprivreda*, 19(1): 41-47.
167. Kromhout, D., Spaaij, C. J. K., De Goede, J., Weggemans, R. M., Brug, J., Geleijnse, J. M., Van Goudoever, J., Hoes, A., Hopman, M., Iestra, J., Mensink, R., Pijl, H., Romijn, J., Schols, A., Seidell, J., Veer, P., Visser, M., Zwietering, M. H. (2016). The 2015 Dutch food-based dietary guidelines, *European Journal of Clinical Nutrition*, Nature Publishing Group. <https://doi.org/10.1038/ejcn.2016.52>
168. Kroon, P., G. Williamson (2005). Polyphenols: Dietary components with established benefits to health, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85: 1239-1240. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2204>
169. Kutzbach, H. D. (2001). Combine harvester cleaning systems basic requirements and development tendencies, *Landtechnik*, 56(6): 392–393.
170. Kyriakidis, N. B., Katsiloulis, T. (2000). Calculation of iodine value from measurements of fatty acid methyl esters of some oils: Comparison with the relevant American Oil

- Chemists' Society method, JAOCS, Journal of the American Oil Chemists' Society, 77(12): 1235–1238. <https://doi.org/10.1007/s11746-000-0193-3>
171. Labuza, T. P., Dugan, L. R. (1971). Kinetics of lipid oxidation in foods, C R C Critical Reviews in Food Technology, 2(3): 355–405. <https://doi.org/10.1080/10408397109527127>
172. Lajara, J. R., Diaz, U., Quidiello R. D. (1990). Definite influence of location and climatic conditions on the fatty acid composition of sunflower seed oil, JAOCS, Journal of the American Oil Chemists' Society, 67(10): 618-623.
173. Lampi, A. M., Kamal-Eldin, A. (1998). Effect of α - and γ -Tocopherol on Thermal Polymerisation of Purified High-Oleic Sunflower Triacylglycerols, JAOCS, Journal of the American Oil Chemists' Society, 75(12): 1699–1703. <https://doi.org/10.1007/s11746-998-0319-x>
174. Lampi, A. M., Kataja, L., Kamal-Eldin, A., Vieno, P. (1999). Antioxidant activities of α - and γ -tocopherols in the oxidation of rapeseed oil triacylglycerols, JAOCS, Journal of the American Oil Chemists' Society, 76(6): 749–755. <https://doi.org/10.1007/s11746-999-0171-7>
175. Lanfer-Marquez, U. M., Barros, R. M. C., Sinnecker, P. (2005). Antioxidant activity of chlorophylls and their derivatives, Food Research International, 38: 885-891. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2005.02.012>
176. LEAD-FAO. Livestock, Environment and Development Initiative. <http://www.fao.org/agriculture/lead/lead/en/>
177. Leong, X.-F., Ng, C.-Y., Jaarin, K., Mustafa, M. (2015). Effects of repeated heating of cooking oils on antioxidant content and endothelial function, Austin Journal of Pharmacology and Therapeutics, 3(2): 1068.
178. Li, D., Meng, X., Li, B. (2016). Profiling of anthocyanins from blueberries produced in China using HPLC-DAD-MS and exploratory analysis by principal component analysis, Journal of Food Composition and Analysis, 47(1): 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2015.09.005>
179. Liović, I., Martinović, J., Bilandžić, M. Krizmanić, M., Mijić, A., Šimić B., (2010). Desikacija u redovnoj i postrnoj sjetvi suncokreta, Poljoprivreda, 16(1): 13-19.
180. Lista priznatih sorti poljoprivrednog bilja. Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede. Dostupno na: http://www.sorte.minpolj.gov.rs/sites/default/files/rsprilogom_3.pdf
181. Lutterodt, H., Slavin, M., Whent, M., Turner, E., Yu, L. (2011). Fatty acid composition,

- oxidative stability, antioxidant and antiproliferative properties of selected cold-pressed grape seed oils and flours, *Food Chemistry*, 128(2): 391–399. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.03.040>
182. MacKay, D. S., Jones, P. J. H. (2011). Phytosterols in Human Nutrition: Type, Formulation, Delivery, and Physiological Function, *European Journal of Lipid Science and Technology*, 113: 1427–1432. <https://doi.org/10.1002/ejlt.201100100>
183. Malik, M. A., Saini, C. S. (2016). Engineering properties of sunflower seed: Effect of dehulling and moisture content, *Cogent Food & Agriculture*, 2(1). <https://doi.org/10.1080/23311932.2016.1145783>
184. Manzo, N., Santini, A., Pizzolongo, F., Aiello, A., & Romano, R. (2019). Effects of α -tocopherol and oleic acid content in sunflower oil subjected to discontinuous and prolonged frying process, *Progress in Nutrition*, 21(3): 686–692. <https://doi.org/10.23751/pn.v21i3.7892>
185. Marinković, R., Dozet, B., Vasić, D. (2003). Oplemenjivanje suncokreta. Monografija. Školska knjiga, Novi Sad.
186. Marmesat, S., Morales, A., Velasco, J., Ruiz-Méndez, M. V., Dobarganes, M. C. (2009). Relationship between changes in peroxide value and conjugated dienes during oxidation of sunflower oils with different degree of unsaturation, *Grasas y Aceites*, 60(2): 155–160. <https://doi.org/10.3989/gya.096908>
187. Marmesat, S., Velasco, L., Ruiz-Méndez, M. V., Fernández-Martínez, J. M., Dobarganes, C. (2008). Thermostability of genetically modified sunflower oils differing in fatty acid and tocopherol compositions, *European Journal of Lipid Science and Technology*, 110(8): 776–782. <https://doi.org/10.1002/ejlt.200800040>
188. Marquard, R. (1990). Untersuchungen über dem Einfluss von Sorte und Standort auf den Tocopherolgehalt verschiedener Pflanzenöle. *Fett Wissenschaft Technologie / Fat science technology*, 92: 452–455.
189. Martini, S., Añón, M. C. (2005). Storage of Sunflower Seeds: Variation on the Wax Content of the Oil, *European Journal of Lipid Science and Technology*, 107(2): 74–79. <https://doi.org/10.1002/ejlt.200401044>
190. Martín-Polvillo, M., Márquez-Ruiz, G., Dobarganes, M. C. (2004). Oxidative stability of sunflower oils differing in unsaturation degree during long-term storage at room temperature, *JAOCS, Journal of the American Oil Chemists' Society*, 81(6): 577–583. <https://doi.org/10.1007/s11746-006-0944-1>
191. Martínez, M. L., Penci, M. C., Ixtaina, V., Ribotta, P. D., Maestri, D. (2013). Effect of

- natural and synthetic antioxidants on the oxidative stability of walnut oil under different storage conditions, *LWT - Food Science and Technology*, 51(1): 44–50. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2012.10.021>
192. Masson, L., Robert, P., Dobarganes, M. C., Urra, C., Romero, N., Ortiz, J., Goicoechea, E., Pérez, P., Salamé, M., Torres, R. (2002). Stability of potato chips fried in vegetable oils with different degree of unsaturation. Effect of ascorbyl palmitate during storage, *Grasas y Aceites*, 53(2): 190–198. <https://doi.org/10.3989/gya.2002.v53.i2.304>
193. Maszewska, M., Florowska, A., Dłużewska, E., Wroniak, M., Marciniak-Lukasiak, K., Zbikowska, A. (2018). Oxidative stability of selected edible oils, *Molecules*, 23(7). <https://doi.org/10.3390/molecules23071746>
194. Matsuzaki, T., Koiwai, A., Iwai, S. (1988). Effects of Temperature on Seed Fatty Acid Composition in Ovary Culture of Tobacco, *Agricultural and Biological Chemistry*, 52 (5): 1283–1285. <https://doi.org/10.1271/bbb1961.52.1283>
195. Matthäus, B., Brühl, L. (2004). Cold-pressed edible rapeseed oil production in Germany, *INFORM - International News on Fats, Oils and Related Materials*, 15(4): 266–268.
196. Matthaus, B., Özcan, M. M. (2011). Fatty acids, tocopherol, and sterol contents of some nigella species seed oil, *Czech Journal of Food Sciences*, 29(2): 145–150. <https://doi.org/10.17221/206/2008-cjfs>
197. Márquez Ruiz, G., Martín Polvillo, M., Jorge, N., Ruiz Méndez, M. V., Dobarganes, M. C. (1999). Influence of used frying oil quality and natural tocopherol content on oxidative stability of fried potatoes, *JAOCs, Journal of the American Oil Chemists' Society*, 76(4): 421–425. <https://doi.org/10.1007/s11746-999-0019-1>
198. McCabe, W.L., Smith, J.C., & Harriott, P. (1986). Unit operations of chemical engineering (pp. 927-959). New York. NY: McGraw-Hill Press.
199. McClements, D. J., Decker, E. A. (2000). Lipid oxidation in oil-in-water emulsions: Impact of molecular environment on chemical reactions in heterogeneous food systems, *Journal of Food Science*, 65(8): 1270–1282. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2000.tb10596.x>
200. Mehretie, S., Al Riza, D. F., Yoshito, S., Kondo, N. (2018). Classification of raw Ethiopian honeys using front face fluorescence spectra with multivariate analysis, *Food Control*, 84: 83–88. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2017.07.024>
201. Mehta, B. M., Kumar Jain, A., Darji, V. B., Aparnathi, K. D. (2018). Evaluation of different methods to monitor primary stage of oxidation of heat clarified milk fat (ghee), *Journal of Food Processing and Preservation*, 42(8). <https://doi.org/10.1111/jfpp.13688>

202. Melgarejo, M. (1998). Girasol en Argentina. *Aceites y Grasas*, 8: 49–52.
203. Mène-Saffrané, L., DellaPenna, D. (2010). Biosynthesis, Regulation and Functions of Tocochromanols in Plants, *Plant Physiology and Biochemistry*, 48(5), 301–309. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2009.11.004>
204. Microsoft Excel 2013, Microsoft. Microsoft Excel. Computer Software. Redmond, Washington, USA, 2013. (www.microsoft.com).
205. Mijić, A., Sudarević, A., Krizmić, M., Duvnjak, T., Bilandžić, M., Zdunić, Z., Ismić, E. (2011). Grain and oil yield of single-cross and three-way cross OS sunflower hybrids, *Poljoprivreda*, 17(1): 3-8.
206. Miklič, V., Hladni, N., Jocić, S., Marinković, R., Atlagić, J. (2008). Oplemenjivanje suncokreta u Institutu za ratarstvo i povrtarstvo. *Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo*, 45(1): 31-36.
207. Miller, J. N., Miller, J. C. (2010). *Statistics and chemometrics for analytical chemistry*, 6th ed. Harlow (UK): Pearson.
208. Min, D., Boff, J. (2002). Lipid Oxidation of Edible Oil. In: *Food Lipids*, 2nd edition, C. C. Akoh, D. E. Min (Eds.), Marcel Dekker, New York, NY, USA, p 344.
209. Miranović Drobnjak, T. (2019). Proizvodnja i tržište uljarica u Republici Srbiji. Jubilarno 60. Savetovanje: Proizvodnja i prerada uljarica, *Zbornik radova*, Herceg Novi, Crna Gora, pp 15-20.
210. Mirzabe, A. H., Khazaei, J., Chegini, G. R. (2012). Physical properties and modeling for sunflower seeds, *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*, 14(3): 190-202.
211. Mohsenin, N. N. (1986). *Physical Properties of Plant and Animal Materials*. Gordon and Breach Science Publishers, New York.
212. Munder, S., Argyropoulos, D., Müller, J. (2017). Class-based physical properties of air-classified sunflower seeds and kernels. *Biosystems Engineering*, 164: 124-134 <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2017.10.005>
213. Naderi, M., Farmani, J., Rashidi, L. (2018). The impact of saturated monoacylglycerols on the oxidative stability of Canola oil under various time/temperature conditions, *Grasas y Aceites*, 69(3). <https://doi.org/10.3989/gya.0346181>
214. National Cholesterol Education Program (2002). Third Report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel III); National Cholesterol Education Program, National Heart, Lung, and Blood Institute, National Institutes of Health, NIH Publication No. 02-5215, September 2002. Dostupno na:

- <http://www.nhlbi.nih.gov/guidelines/cholesterol/atp3full.pdf>
215. Nde, D. B., Foncha, A. C. (2020). Optimization methods for the extraction of vegetable oils: A review, *Processes*. MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/pr8020209>
216. Nolasco, S. M., Aguirrezábal, L. A. N., Crapiste, G. H. (2004). Tocopherol oil concentration in field-grown sunflower is accounted for by oil weight per seed, *JAOCS, Journal of the American Oil Chemists' Society*, 81(11): 1045–1051. <https://doi.org/10.1007/s11746-004-1020-6>
217. Noor Lida, H. M. D., Ali, A. R. M. (1998). Physicochemical characteristics of palm-based oil blends for the production of reduced fat spreads, *JAOCS, Journal of the American Oil Chemists' Society*, 75(11): 1625–1631. <https://doi.org/10.1007/s11746-998-0103-y>
218. Nyam, K. L., Tan, C. P., Lai, O. M., Long, K., Che Man, Y. B. (2009). Physicochemical properties and bioactive compounds of selected seed oils, *LWT - Food Science and Technology*, 42(8): 1396–1403. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2009.03.006>
219. OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) (2007). Consensus Document on Compositional Considerations for New Varieties of Sunflower: Key Food and Feed Nutrients, Anti-nutrients and Toxicants. Environment Directorate, Joint Meeting Of The Chemicals Committee and the Working Party on Chemicals, Pesticides and Biotechnology. Series on the Safety of Novel Foods and Feeds, No. 16.
220. Oomah, B. D., Ladet, S., Godfrey, D. V., Liang, J., Girard, B. (2000). Characteristics of raspberry (*Rubus idaeus* L.) seed oil, *Food Chemistry*, 69(2): 187–193. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(99\)00260-5](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(99)00260-5)
221. Onemli, F. (2012). Changes in oil fatty acid composition during seed development of sunflower, *Asian Journal of Plant Sciences*, 11(5): 241–245. <https://doi.org/10.3923/ajps.2012.241.245>
222. Ortiz-Hernandez, A. A., Araiza-Esquivel, M., Delgadillo-Ruiz, L., Ortega-Sigala, J. J., Durán-Muñoz, H. A., Mendez-García, V. H., Yacaman, M., Vega-Carrillo, H. R. (2020). Physical characterization of sunflower seeds dehydrated by using electromagnetic induction and low-pressure system, *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 60. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2019.102285>
223. Otles, S., Despoudi, S., Bucatariu, C., Kartal, C. (2015). Food waste management, valorization, and sustainability in the food industry. In: *Food Waste Recovery: Processing Technologies and Industrial Techniques*, Elsevier Inc, pp 3–23. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800351-0.00001-8>

224. Ouyang, J. M., Daun, H., Chang, S. S., Ho, C. T. (1980). Formation of Carbonyl Compounds from β -Carotene during Palm Oil Deodorization, *Journal of Food Science*, 45(5): 1214–1217. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1980.tb06524.x>
225. Özarlan, C. (2002). Physical properties of cotton seed, *Biosystems Engineering*, 83(2): 169-174. <https://doi.org/10.1006/bioe.2002.0105>
226. Parker, T. D., Adams, D. A., Zhou, K., Harris, M., Yu, L. (2003). Fatty acid composition and oxidative stability of cold-pressed edible seed oils, *Journal of Food Science*, 68(4): 1240–1243. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2003.tb09632.x>
227. Parker, D. R., Weiss, S. T., Troisi, R., Cassano, P. A., Vokonas, P. S., Landsberg, L. (1993). Relationship of dietary saturated fatty acids and body habitus to serum insulin concentrations: The normative aging study, *American Journal of Clinical Nutrition*, 58(2): 129–136. <https://doi.org/10.1093/ajcn/58.2.129>
228. Parry, J., Su, L., Luther, M., Zhou, K., Peter Yurawecz, M., Whittaker, P., Yu, L. (2005). Fatty acid composition and antioxidant properties of cold-pressed marionberry, boysenberry, red raspberry, and blueberry seed oils, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(3): 566–573. <https://doi.org/10.1021/jf048615t>
229. Patsioura, A., Ziaifar, A. M., Smith, P., Menzel, A., Vitrac, O. (2017). Effects of oxygenation and process conditions on thermo-oxidation of oil during deep-frying, *Food and Bioproducts Processing*, 101: 84–99. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2016.10.009>
230. Pedroche, J. (2015). Utilization of Sunflower Proteins In: *Sunflower Chemistry, Production, Processing, and Utilization*, E. Martínez-Force, N. Turgut Dunford, J. J. Salas (Eds.), AOCS Press, Urbana, Illinois, USA, pp 395-439.
231. Perretti, G., Finottia, E., Adamuccio, S., Della Sera, R., Montanari, L. (2004). Composition of Organic and Conventionally Produced Sunflower Seed Oil, *JAOCS, Journal of the American Oil Chemists' Society*, 81(12): 1119–1123. <https://doi.org/10.1007/s11746-004-1028-y>
232. Pham-Huy, L. A., He, H., Pham-Huy, C. (2008). Free radicals, antioxidants in disease and health, *International Journal of Biomedical Science*, 4(2): 89–96.
233. Piironen, V., Lindsay, D. G., Miettinen, T. A., Toivo, J., Lampi, A. M. (2000). Plant Sterols: Biosynthesis, Biological Function and Their Importance to Human Nutrition, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80: 939–966. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0010\(20000515\)80:7<939::AID-JSFA644>3.0.CO;2-C](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0010(20000515)80:7<939::AID-JSFA644>3.0.CO;2-C)
234. Plat, J., Mensink, R. P. (2005). Plant Stanol and Sterol Esters in the Control of Blood

- Cholesterol Levels: Mechanism and Safety Aspects, *American Journal of Cardiology*, 96(1): 15–22. <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2005.03.015>
235. Pokorny, J., Dobiasova, S., Davidek, J. (1985). Repeatability of the determination of oxidative stability of vegetable oils using the Schaal oven test, *Scientific papers of the Prague Institute of Chemical Technology*, 58: 163–173.
236. Pokorny, J., Velisek, J., Panek, J., Kanova, J., Parizkova, H., Holasova, M., Koplík, R., Cmolik, J. (1993). Minor lipophilic components in crude rapeseed oil, *Potravinarske Vedy – UZPI*, 11(3): 189-196.
237. Popović, S., Hromiš, N., Šuput, D., Bulut, S., Romanić, R., Lazić, V. (2020). Valorization of by-products from the production of pressed edible oils to produce biopolymer films. In: *Cold Pressed Oils: Green Technology, Bioactive Compounds, Functionality, and Applications*, M. F. Ramadan (Ed.), Academic Press, pp. 15-30
238. Pospišil, M., Pospišil, A., Antunović, M. (2006). Prinos sjemena i ulja istraživanih hibrida suncokreta u ovisnosti o vremenskim prilikama, *Poljoprivreda*, 12(2): 11-16.
239. Pravilnik o kvalitetu i drugim zahtevima za jestiva biljna ulja i masti, margarin i druge masne namaze, majonez i srodne proizvode, *Službeni list Srbije i Crne Gore* br. 23/2006.
240. Premović, T (2014). Uticaj vremena skladištenja, sadržaja nečistoće i ljuske semena na senzorni kvalitet, bioaktivne komponente i oksidativnu stabilnost hladno presovanog ulja suncokreta, *Doktorska disertacija*, Tehnološki fakultet Novi Sad.
241. Premović, T. D., Dimić, E. B., Takači, A. A., Romanić, R. S. (2010). Influence of impurities and hull content in material for pressing on sensory quality cold-pressed sunflower oil, *Acta Periodica Technologica*, 41: 69–76. <https://doi.org/10.2298/APT1041069P>
242. Prescha, A., Grajzer, M., Dedyk, M., Grajeta, H. (2014). The antioxidant activity and oxidative stability of cold-pressed oils, *JAOCS, Journal of the American Oil Chemists' Society*, 91(8): 1291–1301. <https://doi.org/10.1007/s11746-014-2479-1>
243. Prevolnik, M., Andronikov, D., Žlender, B., Font-i-Furnols, M., Novič, M., Škorjanc, D., Čandek-Potokar, M. (2014). Classification of dry-cured hams according to the maturation time using near infrared spectra and artificial neural networks, *Meat Science*, 96(1): 14–20. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.06.013>
244. Prospektni materijal (2018). Sunbloom Proteins. Elosun GmbH, München, Germany.
245. Punčec, T. (2015). Stroj za hladno prešanje ulja. Završni rad, Sveučilište u Zgrebu, Fakultet trojarstva i brodogradnje, Zagreb.
246. Rabadán, A., Pardo, J. E., Gómez, R., Álvarez-Ortí, M. (2018). Influence of temperature

- in the extraction of nut oils by means of screw pressing, *LWT*, 93: 354–361. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.03.061>
247. Rade, D., Mokrovcak, Z., Struceli, D., Skevin, D., Nederal, S. (2004). The Effect of Processing Conditions on the Nontriacylglycerol Constituents of Sunflower Oil, *Acta Alimentaria*, 33(1): 7–18. <https://doi.org/10.1556/AAlim.33.2004.1.2>
248. Ramadan, M. F. (2013). Healthy blends of high linoleic sunflower oil with selected cold pressed oils: Functionality, stability and antioxidative characteristics, *Industrial Crops and Products*, 43(1): 65–72. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2012.07.013>
249. Ramadan, M. F. (2020). Introduction to cold pressed oils: Green technology, bioactive compounds, functionality, and applications. In: *Cold Pressed Oils: Green Technology, Bioactive Compounds, Functionality, and Applications*, M. F. Ramadan (Ed.), Academic Press, pp 1–5. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-818188-1.00001-3>
250. Raß, M., Schein, C., Matthäus, B. (2008). Virgin sunflower oil, *European Journal of Lipid Science and Technology*, 110: 618–624. <https://doi.org/10.1002/ejlt.200800049>
251. Redondo-Cuevas, L., Castellano, G., Torrens, F., Raikos, V. (2018). Revealing the relationship between vegetable oil composition and oxidative stability: A multifactorial approach, *Journal of Food Composition and Analysis*, 66: 221–229. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2017.12.027>
252. Rivarola, G., Segura, J. A., Añón, M. C., Calvelo, A. (1987). Crystallization of hydrogenated sunflower-cottonseed oil, *JAOCs, Journal of the American Oil Chemists Society*, 64(11): 1537–1543. <https://doi.org/10.1007/BF02609362>
253. Rizzi, G. P. (2008). The strecker degradation of amino acids: Newer avenues for flavor formation, *Food Reviews International*, 24(4): 416–435. <https://doi.org/10.1080/87559120802306058>
254. Rodriguez-Amaya, D. B. (2010). Quantitative analysis, in vitro assessment of bioavailability and antioxidant activity of food carotenoids-A review. *Journal of Food Composition and Analysis*, 23(7): 726–740. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2010.03.008>
255. Roman, O., Heyd, B., Broyart, B., Castillo, R., Maillard, M. N. (2013). Oxidative reactivity of unsaturated fatty acids from sunflower, high oleic sunflower and rapeseed oils subjected to heat treatment, under controlled conditions, *LWT - Food Science and Technology*, 52(1): 49–59. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2012.12.011>
256. Romanić, R. (2015). Hemometrijski pristup optimizaciji tehnoloških parametara poizvodnje hladno presovanog ulja semena visokooleinskog suncokreta, *Doktorska disertacija*, Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet, Novi Sad.

257. Romanić, R. (2020). Cold pressed sunflower (*Helianthus annuus* L.) oil. In: Cold Pressed Oils: Green Technology, Bioactive Compounds, Functionality, and Applications, M. F. Ramadan (Ed.), Academic Press, pp 197-218. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-818188-1.00017-7>
258. Romanić, R., Grbić, N., Savić, S. (2017). Iskorišćenje hladno presovanog ulja semena visokooleinskog suncokreta sa različitim udelom ljuske i nečistoća, 58. savetovanje industrije ulja: Proizvodnja i prerada uljarica, Zbornik radova, Herceg Novi, Crna Gora, pp 131-140.
259. Romanić, R., Kravić, S. (2017). Investigation of the oxidative stability of cold pressed sunflower oil of high-oleic type subjected to elevated temperature, *Hemijska Industrija Chemical Industry*, 71(2): 175–182. <https://doi.org/10.2298/hemind160301022r>
260. Romanić, R., Lužaić, T., Grahovac, N., Hladni, N., Kravić, S., Stojanović, Z. (2018). Composition Investigation of the Sunflower Seeds of the Latest NS Confectionary Hybrids, International GEA (Geo Eco-Eco Agro) Conference, Book of Proceedings, Podgorica, Montenegro, pp 68-72.
261. Rombaut, N., Savoie, R., Thomasset, B., Castello, J., Van Hecke, E., Lanoisellé, J. L. (2015). Optimization of oil yield and oil total phenolic content during grape seed cold screw pressing, *Industrial Crops and Products*, 63: 26–33. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2014.10.001>
262. Rossell, J. B. (2001). *Frying: Improving Quality*. CRC Press: Boca Raton, FL.
263. Rotkiewicz, D., Konopka, I., Zylík, S. (1999). State of works on the rapeseed oil processing optimization. I. Oil obtaining, *Rośliny Oleiste/ Oilseed Crops*, 20: 151-168.
264. Saad Bin Mustafa, H., Batool, N., Iqbal, Z., ul Hasan, E., Mahmood, T. (2015). Effect of Fruit Position and Variable Temperature on Chemical Composition of Seeds in Brassica, Cotton, Sunflower and Maize Crops, *Researcher*, 7(11): 51-67. <https://doi.org/10.7537/marsrsj071115.08>
265. Salas, J., Bootello, M., Garcés, R. (2015). Food Uses of Sunflower Oils In: *Sunflower Chemistry, Production, Processing, and Utilization*, E. Martínez-Force, N. Turgut Dunford, J. J. Salas (Eds.), AOCS Press, Urbana, Illinois, USA, pp 441-464.
266. Salas, J. J., Bootello, M. A., Martínez-Force, E., Garcés, R. (2011). Production of stearate-rich butters by solvent fractionation of high stearic-high oleic sunflower oil, *Food Chemistry*, 124(2): 450–458. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.06.053>
267. Salas, J. J., Martínez-Force, E., Garcés, R. (2006). Accumulation of Phospholipids and Glycolipids in Seed Kernels of Different Sunflower Mutants (*Helianthus annuus*),

- JAOCS, Journal of the American Oil Chemists' Society, 83(6): 539–545. <https://doi.org/10.1007/s11746-006-1237-4>
268. Salas, J., Martínez-Force, E., Harwood, J., Venegas-Calcrón, M., Aznar-Moreno, J., Moreno-Pérez, A., Ruíz-López, N., Serrano-Vega, M., Graham, I., Mullen, R., Garcés, R. (2014). Biochemistry of high stearic sunflower, a new source of saturated fats, *Progress in Lipid Research*, 55: 30-42. <https://doi.org/10.1016/j.plipres.2014.05.001>
269. Santalla, E. M., Mascheroni, R. H. (2003). Note: Physical Properties of High Oleic Sunflower Seeds, *Food Science and Technology International*, 9(6): 435-442. <https://doi.org/10.1177/1082013203040756>.
270. Sánchez-Muniz, F. J., Cuesta, C. (2003). Sunflower Oil. In: *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition*, 2nd Edition, B. Caballero (Ed.), Academic Press, New York, pp 5672–5680.
271. Schaufler, D., Schaufler, R. (2013). *Small-scale Oilseed Processing Guide*. Penn State, University of Vermont.
272. Schilling, E., Helianthus, E. (2006). Flora of North America Editorial Committee. In: *Flora of North America North of Mexico* (Eds.), Flora of North America Editorial Committee, Oxford University Press: New York, pp. 141–169.
273. Selvam, T. A., Manikantan, M. R., Chand, T., Sharma, R., Seerangurayar, T. (2014). Compression loading behaviour of sunflower seeds and kernels, *International Agrophysics*, 28(4): 543–548. <https://doi.org/10.2478/intag-2014-0045>
274. Seppanen, C. M., Song, Q., Csallany, A. S. (2010). The Antioxidant Functions of Tocopherol and Tocotrienol Homologues in Oils, Fats, and Food Systems. *JAOCS, Journal of the American Oil Chemists' Society*, 87: 469–481. <https://doi.org/10.1007/s11746-009-1526-9>
275. Serrano-Vega, M. J., Martínez-Force, E., Garcés, R. (2005). Lipid Characterization of Seeds Oils from High-Palmitic, and Very High-Stearic Acid Sunflowers Lines, *Lipids*, 40(4): 369–374. <https://doi.org/10.1007/s11745-006-1396-y>
276. Shahidi, F., Wanasundara, U. (2002). Methods for Measuring Oxidative Rancidity in Fats and Oils. <https://doi.org/10.1201/9780203908815.ch14>
277. Shahidi, F., Zhong, Y. (2010). Lipid Oxidation and Improving the Oxidative Stability, *Chemical Society Reviews*, 39(11): 4067–4079. <https://doi.org/10.1039/b922183m>
278. Shantha, N. C., Decker, E. A. (1994). Rapid, sensitive, iron-based spectrophotometric methods for determination of peroxide values of food lipids, *Journal of AOAC International*, 77(2): 421–424. <https://doi.org/10.1093/jaoac/77.2.421>

279. Sharma, R., Sogi, D. S., Saxena, D. C. (2009). Dehulling performance and textural characteristics of unshelled and shelled sunflower (*Helianthus annuus* L.) seeds, *Journal of Food Engineering*, 92(1): 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2008.10.013>
280. Shorstkii, I., Mirshekarloo, M. S., Koshevoi, E. (2017). Application of Pulsed Electric Field for Oil Extraction from Sunflower Seeds: Electrical Parameter Effects on Oil Yield, *Journal of Food Process Engineering*, 40(1). <https://doi.org/10.1111/jfpe.12281>
281. Simopoulos, A. P. (2002). Polyunsaturated Fatty Acids in Biology and Diseases. The Importance of the Ratio of Omega-6/Omega-3 Essential Fatty Acids, *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 56: 365–379. <https://doi.org/10.3181/0711-MR-311>
282. Singh K. K., Wiesenborn D. P., Tostenson K., Kangas N. (2002). Influence of moisture content and cooking on cold pressing of crambe seed, *JAOCs, Journal of the American Oil Chemists' Society*, 79(2): 165–170.
283. Smith, S. A., King, R. E., Min, D. B. (2007). Oxidative and thermal stabilities of genetically modified high oleic sunflower oil, *Food Chemistry*, 102(4): 1208–1213. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.06.058>
284. Smouse, T. H. (1995). Factors Affecting Oil Quality and Stability. In: *Methods to Assess Quality and Stability of Oils and Fat-Containing Foods*, K. Warner, N. A. M. Eskin (Eds.), AOCS Press, Urbana, Illinois, USA, pp 17–36.
285. Sotiroudis, T. G., Kyrtopoulos, S. A. (2008). Anticarcinogenic Compounds of Olive Oil and Related Biomarkers, *European Journal of Nutrition*, 47(2): 69–72. <https://doi.org/10.1007/s00394-008-2008-9>
286. Soyoye, B. O., Ademosun, O. C., Agbetoye, L. A. S. (2018). Determination of some physical and mechanical properties of soybean and maize in relation to planter design, *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*, 20(1): 81–89.
287. Sreenivasan, B. (1978). Interesterification of fats, *JAOCs, Journal of the American Oil Chemists' Society*, 55(11): 796–805. <https://doi.org/10.1007/BF02682651>
288. StatSoft, Inc. (2010). STATISTICA (data analysis software system), version 10.0. Available from: <http://www.statsoft.com/>.
289. Subroto, E., Manurung, R., Heeres, H. J., Broekhuis, A. A. (2015). Optimization of mechanical oil extraction from *Jatropha curcas* L: Kernel using response surface method, *Industrial Crops and Products*, 63: 294–302. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2014.08.050>
290. Symoniuk, E., Ratusz, K., Ostrowska-Ligeża, E., Krygier, K. (2018). Impact of Selected Chemical Characteristics of Cold-Pressed Oils on their Oxidative Stability Determined

- Using the Rancimat and Pressure Differential Scanning Calorimetry Method, *Food Analytical Methods*, 11: 1095–1104. DOI: 10.1007/s12161-017-1081-1.
291. Szuhaj, B. F. (2005). Lecithins. In: *Edible Oil and Fat Products: Chemistry, Properties, and Health Effects*, F. Shahidi (Ed.), Bailey's Industrial Oil and Fat Products, Vol. 1, John Wiley & Sons: Hoboken, NJ, pp 361–456.
292. Škorić, D. (2009). Possible uses of sunflower in proper human nutrition. *Medicinski Pregled*, 62: 105–110.
293. Taghvaei, M., Jafari, S. M. (2015). Application and stability of natural antioxidants in edible oils in order to substitute synthetic additives, *Journal of Food Science and Technology*, 52(3): 1272–1282. <https://doi.org/10.1007/s13197-013-1080-1>
294. Takagi, T., Wakasa, N., Miyashita, K. (1987). Formation of conjugated diene and triene products in lipoxygenase oxidation of C18, C20, C22 PUFAs, *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 64(9): 1320–1323. <https://doi.org/10.1007/BF02540790>
295. Teh, H. E. (2016). Extraction and characterization of functional components from fruit and vegetable processing waste. Ph.D. thesis, University of California, Davis.
296. Thanh, T. T., Vergnes, M. F., Kaloustian, J., El-Moselhy, T. F., Amiot-Carlin, M. J., Portugal, H. (2006). Effect of Storage and Heating on Phytosterol Concentrations in Vegetable Oils Determined by GC/MS, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86(2): 220–225. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2322>
297. Tuberoso, C. I. G., Kowalczyk, A., Sarritzu, E., Cabras, P. (2007). Determination of antioxidant compounds and antioxidant activity in commercial oilseeds for food use, *Food Chemistry*, 103(4): 1494–1501. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.08.014>
298. Tynek, M., Pawłowicz, R., Gromadzka, J., Tylingo, R., Wardencki, W., Karlovits, G. (2012). Virgin rapeseed oils obtained from different rape varieties by cold pressed method - their characteristics, properties, and differences, *European Journal of Lipid Science and Technology*, 114(3): 357–366. <https://doi.org/10.1002/ejlt.201100296>
299. Uputstvo (2018). Opis, tehnički podaci, rukovanje i održavanje, presa za hladno ceđenje ulja SPU – 40. Elektro Motor – Šimon, Senta.
300. USDA (2021). United States Department of Agriculture - Foreign Agricultural Service. Oilseeds: World Markets and Trade. Dostupno na: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/oilseeds.pdf>
301. Valavanidis, A., Nisiotou, C., Papageorgiou, Y., Kremli, I., Satravelas, N., Zinieris, N., Zygalki, H. (2004). Comparison of the Radical Scavenging Potential of Polar and Lipidic Fractions of Olive Oil and Other Vegetable Oils under Normal Conditions and

- after Thermal Treatment, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(8): 2358–2365. <https://doi.org/10.1021/jf030491h>
302. Velasco, L., Del Moral, L., Pérez-Vich, B., Fernández-Martínez, J. M. (2010). Selection for contrasting seed tocopherol content in sunflower seeds, *Journal of Agricultural Science*, 148(4): 393-400. <http://dx.doi.org/10.1017/S0021859609990608>
303. Velasco, L., Pérez-Vich, B., Fernández-Martínez, J. M. (2004). Novel variation for the tocopherol profile in a sunflower created by mutagenesis and recombination, *Plant Breeding*, 123(5): 490–492. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0523.2004.01012.x>
304. Velasco, L., Ruiz-Méndez, M. V. (2015). Sunflower Oil Minor Constituents In: *Sunflower Chemistry, Production, Processing, and Utilization*, E. Martínez-Force, N. Turgut Dunford, J. J. Salas (Eds.), AOCS Press, Urbana, Illinois, USA, pp. 297-329.
305. Vidrih, R., Vidakovič, S., Abramovič, H. (2010). Biochemical parameters and oxidative resistance to thermal treatment of refined and unrefined vegetable edible oils, *Czech Journal of Food Sciences*, 28(5): 376–384. <https://doi.org/10.17221/202/2008-cjfs>
306. Virgili, F., C. Scaccini, L. Packer, G. Rimbach (2001). Cardiovascular disease and nutritional phenolics. In: *Antioxidants in food, Practical applications*, J. Pokorny, N. Yanishlieva and M. Gordon (Eds.), CRC Press, Cambridge, England, pp. 87-99.
307. Vlahakis, C., Hazebroek, J. (2000). Phytosterol accumulation in canola, sunflower, and soybean oils: Effects of genetics, planting location, and temperature, *JAOCs, Journal of the American Oil Chemists' Society*, 77(1): 49–53. <https://doi.org/10.1007/s11746-000-0008-6>
308. Vujasinović, V. (2011). Uticaj termičke obrade na nutritivnu vrednost i oksidacionu stabilnost ulja semena uljane tikve golice (*Cucurbita pepo* L.). Doktorska disertacija, Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet, Novi Sad.
309. Wagner, K. H., Kamal-Eldin, A., Elmadfa, I. (2004). Gamma – Tocopherol - An Underestimated Vitamin E, *Annals of Nutrition and Metabolism*, 48: 169–188. <https://doi.org/10.1159/000079555>
310. Wai, W. T., Saad, B., Lim, B. P. (2009). Determination of TOTOX value in palm oleins using a FI-potentiometric analyzer, *Food Chemistry*, 113(1): 285–290. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.06.082>
311. Warner, K., Frankel, E. N., Mounts, T. L. (1989). Flavor and oxidative stability of soybean, sunflower and low erucic acid rapeseed oils, *JAOCs, Journal of the American Oil Chemists' Society*, 66(4): 558–564. <https://doi.org/10.1007/BF02885448>
312. Warner, K., Moser, J. (2009). Frying Stability of Purified Mid-Oleic Sunflower Oil

- Triacylglycerols with Added Pure Tocopherols and Tocopherol Mixtures, *JAOCS, Journal of the American Oil Chemists' Society*, 86(12): 1199–1207. <https://doi.org/10.1007/s11746-009-1461-9>
313. Wasowicz, E., Gramza, A., Hes, M., Malecka, M., Jelen, H. H. (2004). Oxidation of lipids in food systems, *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 13(54): 87–100.
314. Werteker, M., Lorenz, A., Johannes, H., Berghofer, E., Findlay, C. S. (2010). Environmental and varietal influences on the fatty acid composition of rapeseed, soybeans and sunflowers, *Journal of Agronomy and Crop Science*, 196(1), 20–27. <https://doi.org/10.1111/j.1439-037X.2009.00393.x>
315. Winkler, J. K., Warner, K. (2008a). The Effect of Phytosterol Concentration on Oxidative Stability and Thermal Polymerization of Heated Oils, *European Journal of Lipid Science and Technology*, 110(5): 455–464. <https://doi.org/10.1002/ejlt.200700265>
316. Winkler, J. K., Warner, K. (2008b). Effect of Phytosterol Structure on Thermal Polymerization of Heated Soybean Oil, *European Journal of Lipid Science and Technology*, 110(11), 1068–1077. <https://doi.org/10.1002/ejlt.200800089>
317. Wroniak, M., Florowska, A., Rekas, A. (2016). Effect of oil flushing with nitrogen on the quality and oxidative stability of cold-pressed rapeseed and sunflower oils, *Acta Scientiarum Polonorum, Technologia Alimentaria*, 15: 79–87. DOI: 10.17306/J.AFS.2016.1.8.
318. Xu, X. (2000). Production of specific-structured triacylglycerols by lipase-catalyzed reactions: A review, *European Journal of Lipid Science and Technology*, 102: 287–303. [https://doi.org/10.1002/\(sici\)1438-9312\(200004\)102:4<287::aid-ejlt287>3.0.co;2-q](https://doi.org/10.1002/(sici)1438-9312(200004)102:4<287::aid-ejlt287>3.0.co;2-q)
319. Yanishlieva, N. V., Raneva, V. G., Marinova, E. M. (2001). β -Carotene in Sunflower Oil Oxidation, *Grasas y Aceites*, 52(1): 10–16. <https://doi.org/10.3989/gya.2001.v52.i1.390>
320. Yoon, Y., Swales, G., Silvia, E. M. (1993). A comparison of discriminant analysis versus artificial neural networks, *Journal of the Operational Research Society*, 44(1): 51–60. <https://doi.org/10.1057/jors.1993.6>
321. Yu, L. L., Zhou, K. K., Parry, J. (2005). Antioxidant properties of cold-pressed black caraway, carrot, cranberry, and hemp seed oils, *Food Chemistry*, 91(4): 723–729. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.06.044>
322. Zawistowski, J. (2010). Tangible Health Benefits of Phytosterol Functional Foods. In: *Food Product Development*, J. Smith, E. Chartes (Eds.), Wiley-Blackwell, Chichester, UK, pp 362–387.
323. Zárate, J., Goicoechea, E., Pascual, J., Echevarría, E., Guillén, M. D. (2009). A study of

- the toxic effect of oxidized sunflower oil containing 4-hydroperoxy-2-nonenal and 4-hydroxy-2-nonenal on cortical TrkA receptor expression in rats, *Nutritional Neuroscience*, 12(6): 249–259. <https://doi.org/10.1179/147683009X423391>
324. Zeitoun, M. A. M., Neff, W. E., List, G. R., Mounts, T. L. (1993). Physical properties of interesterified fat blends, *JAOCs, Journal of the American Oil Chemists' Society*, 70(5): 467–471. <https://doi.org/10.1007/BF02542577>
325. Zhou, X., Zhou, D. Y., Liu, Z. Y., Yin, F. W., Liu, Z. Q., Li, D. Y., Shahidi, F. (2019). Hydrolysis and oxidation of lipids in mussel *Mytilus edulis* during cold storage, *Food Chemistry*, 272: 109–116. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.08.019>

VII PRILOG

Tabela VII.1. Elementi matrice W_1 i vektora B_1 (prikazan u redu „nulti članovi“)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
L	-0,921	0,401	0,143	0,078	0,130	0,100	-0,085	0,496	0,080	0,207	0,598
W	0,979	0,728	0,147	0,148	0,829	0,213	-0,600	0,924	0,148	-0,190	0,139
T	0,961	0,180	0,178	0,383	0,061	-0,389	0,142	-0,490	0,028	-0,171	-1,126
Ed	0,110	0,514	0,196	0,324	0,460	0,003	-0,152	0,412	0,165	-0,034	-0,157
Sa	-0,010	0,482	0,174	0,216	0,382	0,068	-0,097	0,369	0,102	0,146	-0,115
Sv	-0,129	0,500	0,119	0,175	0,319	0,080	-0,170	0,343	0,046	0,204	-0,132
S	1,328	0,112	0,252	-0,352	0,197	-0,293	-0,446	0,217	-0,215	-0,041	-0,411
Hc	-0,811	0,563	0,100	0,235	0,407	-0,534	0,089	-1,440	0,077	-0,257	-0,256
Mts	-1,944	0,489	0,335	0,072	0,106	0,452	0,118	0,754	0,092	0,935	0,562
Td	0,841	-0,116	0,306	-0,230	-0,624	-0,210	-0,026	-0,876	-0,081	-0,214	0,040
Bd	0,065	0,328	0,499	-0,072	-0,373	-0,564	0,455	-0,064	-0,090	0,571	0,303
P	0,846	-0,632	0,007	-0,393	-0,458	0,340	-1,057	-0,658	-0,188	-0,671	-0,206
F	-1,892	0,385	0,399	0,432	-0,101	0,269	-0,162	0,651	-0,169	-0,106	-0,031
Mc	0,305	0,475	0,035	-0,572	-1,158	0,369	-0,176	0,493	-0,352	-0,051	0,670
Os	1,753	-1,375	-0,307	1,484	-0,142	-1,954	0,410	-0,674	0,048	-1,351	-1,926
Mcc	0,486	0,699	0,198	0,224	-0,410	-0,199	0,650	-0,097	-0,074	-0,169	-0,028
Oc	-0,413	-0,318	0,287	-1,061	0,290	0,444	0,152	2,711	-0,258	1,020	0,788
m	0,208	-0,087	0,512	-1,498	0,064	0,997	1,769	-0,033	1,205	-1,246	-3,289
Nulti članovi	-0,977	0,361	0,643	-0,209	-0,244	-0,665	-0,171	1,099	-0,488	1,323	0,374

L – dužina; W – širina; T – debljina; Ed – Ekvivalentni prečnik; Sa – površina preseka; Sv – zapremina; S – sferičnost; Hc – udeo ljuske; Mts – masa 1000 zrna; Td – specifična masa; Bd – litarska masa; P – poroznost; F – čvrstoća; Mc – sadržaj vlage u semenu; Os – sadržaj ulja u semnu; Mcc – sadržaj vlage u pogači; Oc – sadržaj ulja u pogači; m – masa materijala za presovanje

Tabela VII.2. Elementi matrice W_2 i vektora B_2 (prikazan u redu „nulti članovi“)

	Y_o	Y_s	Q_o	Q_s	t	τ	m_c	m_o
1	0,382	0,183	1,362	3,587	-0,303	-1,040	0,141	0,471
2	-0,270	-0,007	-0,488	-0,208	1,426	0,256	0,035	0,438
3	-0,744	-0,515	-0,097	-0,957	0,406	-0,220	-0,656	-0,041
4	1,340	1,219	1,006	-0,644	-0,049	-1,103	-0,950	-0,967
5	-0,001	-0,051	0,314	0,829	1,123	0,381	0,626	0,094
6	-0,913	-0,981	-0,618	0,197	-0,250	0,693	0,957	-0,030
7	0,498	0,409	-0,134	-0,047	-0,024	0,671	0,230	1,303
8	-0,300	-0,758	-0,944	-0,178	0,583	0,569	1,164	-1,237
9	0,355	0,026	0,330	0,435	-0,342	0,275	0,860	0,278
10	-1,059	-1,121	-1,367	-1,454	0,186	-0,746	-1,175	-0,008
11	-1,441	-1,398	-1,180	-0,846	1,149	-2,417	-2,415	-0,915
Nulti članovi	0,409	0,264	0,358	-0,567	-1,072	-3,375	-2,233	-1,763

Y_o – iskorišćenje ulja; Y_s – iskorišćenje semena; Q_o – protok ulja; Q_s – protok semena; t – temperatura ulja; τ – vreme presovanja; m_c – masa dobijene pogače; m_o – masa dobijenog ulja

Tabela VII.3. Parametri validacije dobijenog modela.

	χ^2	RMSE	MBE	MPE	SSE	AARD	R^2
Yo	5,364	2,134	-0,327	3,695	231,376	84,302	0,982
Ys	3,295	1,673	-0,347	3,649	139,343	67,864	0,984
Qo	0,894	0,871	0,105	5,852	38,892	36,548	0,981
Qs	1,543	1,145	0,237	3,736	65,255	47,862	0,968
t	6,062	2,269	-0,199	3,132	265,635	90,694	0,913
τ	1,098	0,966	0,045	5,515	48,390	35,500	0,951
mc	0,051	0,208	0,049	4,686	2,127	7,603	0,956
mo	0,034	0,171	-0,015	10,174	1,504	6,487	0,854

χ^2 – hi-kvadrat; RMSE - greška srednjeg kvadrata; MBE - srednja greška pristranosti, MPE - srednji procenat greške; SSE – suma kvadrata greške; AARD –prosečna absolutna relativna devijacija; R^2 – koeficijent determinacije; Yo – iskorišćenje ulja; Ys – iskorišćenje semena; Qo – protok ulja; Qs – protok semena; t – temperatura ulja; τ – vreme presovanja; mc – masa dobijene pogače; mo – masa dobijenog ulja

Tabela VII.4. Analiza reziduala dobijenog ANN modela

	Skew	Kurt	Mean	StDev	Var
Y _o	-0,391	0,882	-0,321	2,109	4,450
Y _s	-0,221	0,194	-0,341	1,637	2,680
Q _o	0,615	1,178	0,103	0,865	0,748
Q _s	-0,029	1,234	0,233	1,120	1,255
t	-0,577	0,212	-0,196	2,260	5,108
τ	0,513	3,035	0,044	0,965	0,931
mc	1,418	2,550	0,048	0,202	0,041
mo	-0,305	2,814	-0,015	0,170	0,029

Skew – devijacija raspodele reziduala u odnosu na normalnu simetriju; Kurt – pik (vrh) distribucije reziduala; Mean – srednja vrednost; StDev – standardna devijacija; Var – varijansa;

Y_o – iskorišćenje ulja; Y_s – iskorišćenje semena; Q_o – protok ulja; Q_s – protok semena; t – temperatura ulja; τ – vreme presovanja; mc – masa dobijene pogače; mo – masa dobijenog ulja

Tabela VII.5. Sastav masnih kiselina uljima uljanih hibrida suncokreta gajenih u dve godine ispitivanja u Srbiji (S1 do S9) i Argentini (A1 do A9) i konzumnih hibrida (K1 do K9)

Hibrid	Masne kiseline									
	C14:0	C16:0	C16:1	C18:0	C18:1	C18:2	C20:0	C20:1	C22:0	C24:0
S1	nd	7,18 ± 0,12 ^l	nd	4,43 ± 0,05 ^{hi}	30,43 ± 0,08 ^g	56,11 ± 0,32 ^{fg}	0,32 ± 0,01 ^{ghi}	nd	1,01 ± 0,04 ^{defghij}	0,52 ± 0,02 ^{fg}
S2	0,05 ± 0,00 ^{cde}	6,26 ± 0,05 ^{fg}	nd	3,68 ± 0,00 ^{cd}	31,07 ± 0,01 ^h	57,29 ± 0,03 ^{hij}	0,23 ± 0,00 ^{bc}	0,14 ± 0,00 ^{cdefg}	0,85 ± 0,03 ^{abc}	0,38 ± 0,01 ^{abc}
S3	nd	7,55 ± 0,10 ^m	0,08 ± 0,00 ^c	4,04 ± 0,07 ^{fg}	29,82 ± 0,21 ^f	56,65 ± 0,19 ^{gh}	0,29 ± 0,01 ^{efg}	nd	1,18 ± 0,11 ^{klmn}	0,47 ± 0,07 ^{cdefg}
S4	nd	6,52 ± 0,11 ^{hijk}	0,07 ± 0,00 ^c	3,94 ± 0,08 ^{ef}	31,09 ± 0,10 ^h	56,75 ± 0,25 ^{gh}	0,24 ± 0,01 ^{bcd}	0,18 ± 0,00 ^{kl}	0,89 ± 0,01 ^{abcde}	0,39 ± 0,04 ^{abcd}
S5	nd	6,79 ± 0,12 ^k	nd	4,02 ± 0,06 ^{fg}	32,46 ± 0,08 ^{ij}	55,24 ± 0,26 ^{ef}	0,26 ± 0,01 ^{cde}	nd	0,90 ± 0,01 ^{abcdef}	0,33 ± 0,00 ^a
S6	0,06 ± 0,00 ^h	8,08 ± 0,13 ⁿ	nd	4,99 ± 0,11 ^{kl}	32,93 ± 0,04 ^{jk}	51,67 ± 0,20 ^b	0,36 ± 0,01 ^{jk}	0,16 ± 0,00 ^{ghij}	1,20 ± 0,05 ^{lmn}	0,46 ± 0,05 ^{bcddefg}
S7	nd	7,55 ± 0,12 ^m	0,05 ± 0,00 ^{bc}	4,09 ± 0,05 ^{fg}	31,95 ± 0,13 ⁱ	54,25 ± 0,24 ^d	0,30 ± 0,01 ^{fgh}	0,18 ± 0,01 ^{kl}	1,09 ± 0,02 ^{hijklmn}	0,51 ± 0,05 ^{efg}
S8	nd	7,25 ± 0,17 ^l	0,06 ± 0,00 ^d	3,05 ± 0,09 ^a	27,83 ± 0,29 ^d	60,31 ± 0,67 ^{no}	0,20 ± 0,01 ^a	nd	0,87 ± 0,07 ^{abcd}	0,49 ± 0,05 ^{defg}
S9	nd	8,08 ± 0,06 ⁿ	0,08 ± 0,00 ^c	5,70 ± 0,01 ^{mn}	27,29 ± 0,03 ^d	56,90 ± 0,14 ^{ghi}	0,39 ± 0,01 ^{kl}	nd	1,24 ± 0,09 ⁿ	0,39 ± 0,04 ^{abcd}
A1	0,04 ± 0,00 ^{bc}	6,49 ± 0,01 ^{hij}	nd	4,40 ± 0,00 ^{hi}	27,40 ± 0,03 ^d	59,64 ± 0,02 ^{mn}	0,33 ± 0,01 ^{hi}	0,13 ± 0,01 ^{cdef}	1,08 ± 0,08 ^{ghijklm}	0,44 ± 0,01 ^{abcdef}
A2	nd	4,82 ± 0,01 ^a	0,04 ± 0,00 ^b	3,33 ± 0,02 ^b	31,05 ± 0,07 ^h	58,57 ± 0,17 ^{kl}	0,28 ± 0,01 ^{ef}	0,20 ± 0,00 ^l	1,14 ± 0,03 ^{ijklmn}	0,55 ± 0,02 ^g
A3	0,05 ± 0,00 ^{def}	6,63 ± 0,04 ^{ijk}	0,04 ± 0,00 ^b	3,20 ± 0,03 ^{ab}	23,27 ± 0,14 ^a	65,12 ± 0,18 ^s	0,23 ± 0,00 ^{ab}	0,11 ± 0,01 ^a	0,92 ± 0,01 ^{abcdefg}	0,39 ± 0,01 ^{abcd}
A4	nd	5,44 ± 0,14 ^b	0,03 ± 0,00 ^a	4,09 ± 0,09 ^{fg}	27,75 ± 0,73 ^d	61,02 ± 0,93 ^{op}	0,27 ± 0,01 ^{def}	0,14 ± 0,02 ^{cdefg}	0,94 ± 0,05 ^{abcdefg}	0,35 ± 0,01 ^{ab}
A5	0,04 ± 0,00 ^{bc}	5,61 ± 0,01 ^{bc}	nd	4,04 ± 0,04 ^{fg}	25,42 ± 0,08 ^c	63,26 ± 0,15 ^r	0,27 ± 0,02 ^{ef}	0,14 ± 0,00 ^{cdefg}	0,80 ± 0,01 ^a	0,37 ± 0,01 ^{abc}
A6	0,04 ± 0,00 ^{bcd}	6,40 ± 0,00 ^{ghi}	nd	4,48 ± 0,02 ⁱ	27,44 ± 0,02 ^d	59,65 ± 0,01 ^{mn}	0,34 ± 0,01 ^{ij}	0,12 ± 0,01 ^{abc}	1,03 ± 0,01 ^{defghijk}	0,45 ± 0,04 ^{bcddefg}
A7	0,03 ± 0,00 ^a	5,76 ± 0,03 ^{cd}	nd	4,28 ± 0,02 ^h	29,00 ± 0,07 ^e	58,94 ± 0,14 ^{lm}	0,32 ± 0,02 ^{ghi}	0,12 ± 0,00 ^{abcd}	1,01 ± 0,01 ^{cdefghij}	0,51 ± 0,02 ^{efg}
A8	0,03 ± 0,00 ^{ab}	5,59 ± 0,02 ^{bc}	nd	4,11 ± 0,03 ^g	27,32 ± 0,04 ^d	61,31 ± 0,08 ^p	0,27 ± 0,01 ^{def}	0,13 ± 0,01 ^{bcde}	0,82 ± 0,01 ^{ab}	0,41 ± 0,00 ^{abcde}
A9	nd	6,71 ± 0,02 ^{jk}	0,06 ± 0,00 ^d	5,62 ± 0,02 ^m	24,65 ± 0,02 ^b	61,08 ± 0,13 ^{op}	0,41 ± 0,01 ^l	nd	1,13 ± 0,07 ^{ijklmn}	0,41 ± 0,00 ^{abcde}
K1	nd	5,59 ± 0,01 ^{bc}	nd	4,29 ± 0,00 ^h	30,57 ± 0,04 ^{gh}	57,86 ± 0,05 ^{jk}	0,27 ± 0,00 ^{de}	0,15 ± 0,01 ^{fghi}	0,85 ± 0,02 ^{ab}	0,43 ± 0,02 ^{abcdef}
K2	0,05 ± 0,00 ^{cde}	5,91 ± 0,02 ^{de}	nd	4,57 ± 0,03 ^{ij}	30,04 ± 0,08 ^{fg}	57,65 ± 0,02 ^{ij}	0,33 ± 0,01 ^{hi}	0,16 ± 0,00 ^{hijk}	0,88 ± 0,03 ^{abcde}	0,41 ± 0,02 ^{abcdef}
K3	0,05 ± 0,00 ^{efgh}	6,15 ± 0,17 ^{efg}	nd	4,91 ± 0,01 ^k	34,49 ± 0,02 ^l	52,32 ± 0,13 ^b	0,35 ± 0,01 ^{ij}	0,11 ± 0,00 ^{ab}	1,04 ± 0,06 ^{efghijk}	0,51 ± 0,02 ^{efg}
K4	0,06 ± 0,00 ^{gh}	6,11 ± 0,09 ^{efg}	nd	5,83 ± 0,06 ⁿ	36,50 ± 0,26 ⁿ	49,32 ± 0,15 ^a	0,41 ± 0,00 ^l	0,11 ± 0,00 ^{ab}	1,23 ± 0,05 ^{mn}	0,43 ± 0,03 ^{abcdefg}
K5	nd	5,42 ± 0,06 ^b	nd	3,56 ± 0,03 ^c	35,25 ± 0,11 ^m	53,95 ± 0,23 ^{cd}	0,26 ± 0,01 ^{cde}	0,17 ± 0,02 ^{ijk}	0,97 ± 0,04 ^{bcddefghi}	0,41 ± 0,04 ^{abcde}
K6	nd	5,44 ± 0,04 ^b	nd	3,54 ± 0,03 ^c	35,74 ± 0,04 ^m	53,27 ± 0,00 ^c	0,27 ± 0,01 ^{ef}	0,17 ± 0,00 ^{jk}	1,07 ± 0,06 ^{ghijklm}	0,49 ± 0,06 ^{defg}
K7	0,06 ± 0,00 ^{fgh}	6,05 ± 0,04 ^{ef}	nd	5,10 ± 0,03 ^l	34,44 ± 0,08 ^l	52,39 ± 0,21 ^b	0,38 ± 0,00 ^{kl}	0,15 ± 0,00 ^{efgh}	1,04 ± 0,02 ^{efghijkl}	0,39 ± 0,05 ^{abcd}
K8	0,05 ± 0,00 ^{efg}	5,60 ± 0,03 ^{bc}	nd	4,67 ± 0,04 ^j	33,10 ± 0,15 ^k	54,58 ± 0,09 ^{de}	0,33 ± 0,01 ^{hi}	0,12 ± 0,00 ^{abc}	1,06 ± 0,05 ^{fghijk}	0,49 ± 0,01 ^{defg}
K9	0,06 ± 0,00 ^{gh}	6,07 ± 0,20 ^{ef}	0,08 ± 0,00 ^c	3,80 ± 0,11 ^{de}	32,70 ± 0,06 ^{jk}	55,70 ± 0,24 ^f	0,24 ± 0,00 ^{bcd}	0,14 ± 0,00 ^{d^{efgh}}	0,94 ± 0,09 ^{abcdefg}	0,35 ± 0,05 ^{ab}

Tabela VII.5. Sastav masnih kiselina uljima uljanih hibrida suncokreta gajenih u dve godine ispitivanja u Srbiji (S1 do S9) i Argentini (A1 do A9) i konzumnih hibrida (K1 do K9) - nastavak

Hibrid	Masne kiseline									
	C14:0	C16:0	C16:1	C18:0	C18:1	C18:2	C20:0	C20:1	C22:0	C24:0
S1	0,04 ± 0,00 ^{bc}	5,72 ± 0,02 ^{klm}	nd	3,96 ± 0,01 ^h	37,93 ± 0,05 ^{ijkl}	50,13 ± 0,08 ^{ef}	0,31 ± 0,01 ^{ijkl}	0,17 ± 0,01 ^{cdefg}	1,26 ± 0,00 ^{ijkl}	0,49 ± 0,02 ^{efghi}
S2	0,04 ± 0,00 ^{cdef}	5,21 ± 0,04 ^{cde}	0,04 ± 0,00 ^{ab}	3,51 ± 0,05 ^f	37,85 ± 0,04 ^{jk}	51,44 ± 0,00 ^{gh}	0,27 ± 0,01 ^{efg}	0,19 ± 0,01 ^{hijk}	1,06 ± 0,06 ^{efg}	0,39 ± 0,01 ^{bcde}
S3	nd	5,64 ± 0,08 ^{ijkl}	nd	3,67 ± 0,06 ^g	36,24 ± 0,01 ^{fgh}	52,12 ± 0,12 ^{hi}	0,30 ± 0,01 ^{hij}	0,16 ± 0,01 ^{cde}	1,31 ± 0,02 ^{kl}	0,55 ± 0,03 ^{hij}
S4	0,04 ± 0,00 ^{cde}	5,07 ± 0,05 ^{bc}	nd	3,55 ± 0,06 ^{fg}	38,12 ± 0,56 ^{ijkl}	51,12 ± 0,67 ^g	0,27 ± 0,00 ^{fgh}	0,22 ± 0,01 ^{lmn}	1,12 ± 0,03 ^{gh}	0,49 ± 0,04 ^{fghi}
S5	0,04 ± 0,00 ^{bc}	5,14 ± 0,02 ^{cd}	0,04 ± 0,00 ^{ab}	3,65 ± 0,03 ^g	36,87 ± 0,03 ^{hi}	52,25 ± 0,08 ^{hij}	0,27 ± 0,01 ^{efg}	0,21 ± 0,02 ^{klmn}	1,08 ± 0,00 ^{fg}	0,47 ± 0,01 ^{defgh}
S6	0,04 ± 0,00 ^{bc}	5,59 ± 0,05 ^{hijk}	0,03 ± 0,01 ^a	3,99 ± 0,05 ^h	40,02 ± 0,01 ⁿ	48,03 ± 0,15 ^d	0,32 ± 0,00 ^{ijkl}	0,17 ± 0,01 ^{cdefg}	1,27 ± 0,04 ^{ijkl}	0,55 ± 0,01 ^{hij}
S7	0,03 ± 0,00 ^a	5,25 ± 0,04 ^{cdef}	0,04 ± 0,00 ^{ab}	3,56 ± 0,04 ^{fg}	42,72 ± 0,09 ^p	46,03 ± 0,11 ^{bc}	0,31 ± 0,00 ^{ijk}	0,22 ± 0,02 ^{mn}	1,25 ± 0,00 ^{ijkl}	0,61 ± 0,08 ^j
S8	0,04 ± 0,00 ^{efgh}	5,50 ± 0,01 ^{ghijk}	0,04 ± 0,00 ^{bc}	2,64 ± 0,00 ^c	31,49 ± 0,01 ^b	58,44 ± 0,07 ^o	0,21 ± 0,00 ^b	0,20 ± 0,00 ^{ijklmn}	0,97 ± 0,05 ^{cde}	0,47 ± 0,01 ^{defgh}
S9	0,04 ± 0,00 ^{cd}	6,16 ± 0,04 ⁿ	0,05 ± 0,00 ^{ef}	4,95 ± 0,05 ^k	35,74 ± 0,02 ^{ef}	50,64 ± 0,14 ^{efg}	0,38 ± 0,00 ^m	0,16 ± 0,01 ^{cde}	1,32 ± 0,03 ^l	0,55 ± 0,02 ^{hij}
A1	nd	5,69 ± 0,07 ^{kl}	0,05 ± 0,00 ^{ef}	3,23 ± 0,01 ^e	39,55 ± 0,02 ^{mn}	49,73 ± 0,13 ^e	0,25 ± 0,01 ^{de}	0,15 ± 0,01 ^{cd}	0,90 ± 0,03 ^{bc}	0,43 ± 0,01 ^{defg}
A2	0,04 ± 0,00 ^{bc}	5,56 ± 0,25 ^{hijk}	0,06 ± 0,00 ^g	2,86 ± 0,00 ^d	35,82 ± 0,30 ^{efg}	54,27 ± 0,53 ^m	0,22 ± 0,00 ^{bc}	0,17 ± 0,00 ^{cdefgh}	0,68 ± 0,01 ^a	0,31 ± 0,04 ^{abc}
A3	nd	5,92 ± 0,11 ^m	0,10 ± 0,00 ^h	2,28 ± 0,02 ^b	30,49 ± 0,31 ^a	59,85 ± 0,51 ^p	0,18 ± 0,00 ^a	0,12 ± 0,01 ^{ab}	0,67 ± 0,06 ^a	0,38 ± 0,01 ^{abcd}
A4	nd	4,80 ± 0,09 ^a	nd	2,91 ± 0,01 ^d	34,26 ± 0,19 ^c	56,76 ± 0,29 ⁿ	0,21 ± 0,01 ^b	0,15 ± 0,00 ^{cde}	0,63 ± 0,00 ^a	0,30 ± 0,01 ^{ab}
A5	0,03 ± 0,00 ^a	4,76 ± 0,03 ^a	0,05 ± 0,00 ^{ef}	2,89 ± 0,01 ^d	37,75 ± 0,65 ^{jk}	53,15 ± 0,56 ^{ijkl}	0,22 ± 0,00 ^{bc}	0,16 ± 0,00 ^{cde}	0,67 ± 0,03 ^a	0,32 ± 0,01 ^{abc}
A6	0,03 ± 0,00 ^{ab}	5,57 ± 0,10 ^{hijk}	0,06 ± 0,00 ^g	2,97 ± 0,01 ^d	38,76 ± 0,06 ^{lm}	50,99 ± 0,12 ^{fg}	0,26 ± 0,00 ^{ef}	0,14 ± 0,00 ^{bc}	0,82 ± 0,04 ^b	0,40 ± 0,01 ^{cdef}
A7	nd	4,88 ± 0,05 ^{ab}	nd	2,92 ± 0,09 ^d	38,24 ± 0,02 ^{kl}	52,35 ± 0,04 ^{hijk}	0,23 ± 0,01 ^{cd}	0,16 ± 0,00 ^{cdef}	0,81 ± 0,03 ^b	0,40 ± 0,02 ^{cdef}
A8	nd	4,87 ± 0,01 ^{ab}	0,05 ± 0,00 ^{ef}	2,13 ± 0,00 ^a	32,28 ± 0,01 ^b	59,45 ± 0,01 ^p	0,16 ± 0,00 ^a	0,17 ± 0,00 ^{defghi}	0,60 ± 0,01 ^a	0,29 ± 0,02 ^a
A9	nd	5,32 ± 0,02 ^{defg}	0,05 ± 0,00 ^{de}	3,92 ± 0,02 ^h	36,61 ± 0,68 ^{ghi}	52,39 ± 0,78 ^{ijk}	0,29 ± 0,00 ^{ghi}	0,10 ± 0,00 ^a	0,92 ± 0,03 ^{cd}	0,40 ± 0,04 ^{cdef}
K1	0,05 ± 0,00 ^{gh}	5,38 ± 0,02 ^{efghi}	nd	4,16 ± 0,03 ⁱ	35,19 ± 0,08 ^{de}	53,29 ± 0,09 ^{kl}	0,32 ± 0,00 ^{kl}	0,20 ± 0,00 ^{ijklmn}	0,89 ± 0,00 ^{bc}	0,53 ± 0,06 ^{ghij}
K2	0,04 ± 0,00 ^{defg}	5,53 ± 0,05 ^{ghijk}	nd	4,21 ± 0,02 ⁱ	34,18 ± 0,01 ^c	54,07 ± 0,11 ^{lm}	0,33 ± 0,00 ^l	0,20 ± 0,01 ^{ijklm}	0,92 ± 0,02 ^{cd}	0,51 ± 0,01 ^{ghij}
K3	0,05 ± 0,00 ^{ij}	5,37 ± 0,03 ^{efgh}	0,04 ± 0,00 ^{bc}	4,61 ± 0,03 ^j	42,93 ± 0,08 ^p	44,81 ± 0,06 ^a	0,36 ± 0,01 ^m	0,17 ± 0,01 ^{defghi}	1,15 ± 0,03 ^{ghi}	0,51 ± 0,03 ^{ghi}
K4	0,05 ± 0,00 ^{hi}	5,27 ± 0,01 ^{cdef}	nd	4,66 ± 0,02 ^j	42,94 ± 0,02 ^p	44,91 ± 0,01 ^a	0,38 ± 0,00 ^m	0,17 ± 0,00 ^{cdefgh}	1,15 ± 0,01 ^{ghi}	0,48 ± 0,01 ^{defghi}
K5	0,04 ± 0,00 ^{cde}	5,51 ± 0,01 ^{ghijk}	nd	5,27 ± 0,03 ^l	34,39 ± 0,03 ^{cd}	52,65 ± 0,04 ^{ijk}	0,41 ± 0,01 ⁿ	0,18 ± 0,00 ^{efghij}	1,01 ± 0,00 ^{def}	0,53 ± 0,01 ^{ghij}
K6	0,05 ± 0,00 ^{fgh}	5,45 ± 0,05 ^{fghij}	0,06 ± 0,00 ^{fg}	3,33 ± 0,04 ^e	41,05 ± 0,46 ^o	48,04 ± 0,44 ^d	0,30 ± 0,00 ^{ij}	0,23 ± 0,01 ⁿ	1,05 ± 0,02 ^{efg}	0,44 ± 0,05 ^{defg}
K7	0,06 ± 0,00 ^j	5,61 ± 0,11 ^{ijkl}	0,04 ± 0,00 ^{cd}	4,55 ± 0,11 ^j	41,05 ± 0,51 ^o	46,38 ± 0,24 ^c	0,38 ± 0,02 ^m	0,19 ± 0,01 ^{hijkl}	1,18 ± 0,04 ^{hij}	0,56 ± 0,02 ^{hij}
K8	0,06 ± 0,00 ^j	5,47 ± 0,01 ^{fghij}	0,04 ± 0,00 ^{bc}	4,64 ± 0,02 ^j	42,32 ± 0,03 ^p	45,17 ± 0,10 ^{ab}	0,38 ± 0,00 ^m	0,19 ± 0,00 ^{fghijk}	1,22 ± 0,04 ^{ijk}	0,53 ± 0,00 ^{ghij}
K9	0,05 ± 0,00 ^j	5,83 ± 0,00 ^{lm}	0,05 ± 0,00 ^{ef}	3,29 ± 0,01 ^e	37,36 ± 0,02 ^{ij}	51,43 ± 0,08 ^{gh}	0,25 ± 0,01 ^{de}	0,19 ± 0,00 ^{ghijk}	0,97 ± 0,03 ^{cde}	0,58 ± 0,06 ^{ij}

Tabela VII.6. Kiselost, izražena kao kiselinski broj (AV) uzoraka ulja dobijenih od uljanih hibrida suncokreta gajenih u dve godine ispitivanja u Srbiji (S1 do S9) i Argentini (A1 do A9) i konzumnih hibrida (K1 do K9)

Hibrid	Kiselinski broj [mgKOH/g] AV	
	I god.	II god.
S1	0,67 ± 0,04 ^{abcd}	1,12 ± 0,04 ^{gh}
S2	0,72 ± 0,07 ^{abcd}	1,22 ± 0,02 ⁱ
S3	0,70 ± 0,06 ^{abcd}	0,88 ± 0,02 ^{fg}
S4	0,41 ± 0,02 ^a	1,10 ± 0,03 ^h
S5	0,65 ± 0,05 ^{abcd}	1,33 ± 0,02 ^j
S6	0,56 ± 0,07 ^{abc}	0,56 ± 0,01 ^{cd}
S7	0,57 ± 0,04 ^{abcd}	1,78 ± 0,05 ⁿ
S8	0,71 ± 0,03 ^{abcd}	1,52 ± 0,03 ^{lm}
S9	0,86 ± 0,09 ^{bcd}	0,51 ± 0,01 ^{abc}
A1	0,88 ± 0,15 ^{cd}	0,84 ± 0,02 ^{ef}
A2	0,94 ± 0,04 ^d	0,52 ± 0,01 ^{abcd}
A3	0,78 ± 0,01 ^{abcd}	2,74 ± 0,06 ^o
A4	0,50 ± 0,04 ^{abc}	0,77 ± 0,03 ^e
A5	0,57 ± 0,02 ^{abcd}	0,76 ± 0,04 ^e
A6	0,48 ± 0,02 ^{ab}	1,53 ± 0,08 ^m
A7	0,49 ± 0,08 ^{ab}	1,43 ± 0,03 ^{kl}
A8	0,40 ± 0,02 ^a	1,39 ± 0,05 ^{jk}
A9	0,55 ± 0,02 ^{abc}	0,77 ± 0,03 ^e
K1	3,76 ± 0,04 ^f	1,14 ± 0,03 ^{gh}
K2	3,87 ± 0,02 ^f	1,19 ± 0,03 ^{gh}
K3	0,48 ± 0,02 ^{ab}	0,53 ± 0,02 ^{bcd}
K4	1,99 ± 0,02 ^e	0,49 ± 0,01 ^{abc}
K5	3,69 ± 0,04 ^f	0,94 ± 0,03 ^g
K6	2,07 ± 0,16 ^e	0,61 ± 0,02 ^d
K7	0,62 ± 0,09 ^{abcd}	0,56 ± 0,01 ^{cd}
K8	0,76 ± 0,11 ^{abcd}	0,42 ± 0,02 ^a
K9	1,94 ± 0,21 ^e	0,45 ± 0,01 ^{ab}
Uljani Srbija	0,65 ± 0,12 ^a	1,11 ± 0,42 ^a
Uljani Argentina	0,62 ± 0,19 ^a	1,19 ± 0,68 ^a
Konzumni	2,13 ± 1,37 ^b	0,70 ± 0,30 ^a

Različita mala slova u istoj koloni ukazuju na značajno različite vrednosti između uzoraka ($p < 0,05$)

Tabela VII.7. Vrednosti peroksidnog broja (PV) uzoraka ulja dobijenih od uljanih hibrida suncokreta gajenih u dve godine ispitivanja u Srbiji (S1 do S9) i Argentini (A1 do A9) i konzumnih hibrida (K1 do K9) pri uslovima Schaal oven testa

Hibrid	Peroksidni broj [mmol/kg] PV					
	I god.			II god.		
	0 dan	4 dan	8 dan	0 dan	4 dan	8 dan
S1	2,96 ± 0,05 ^{ghA}	32,53 ± 0,08 ^{klmB}	72,39 ± 3,72 ^{fghC}	3,42 ± 0,07 ^{bcdefA}	30,38 ± 1,25 ^{defB}	73,18 ± 1,93 ^{efghiC}
S2	2,44 ± 0,08 ^{fA}	33,22 ± 0,64 ^{lmnB}	72,77 ± 3,50 ^{fghC}	4,18 ± 0,41 ^{efghiA}	32,17 ± 1,47 ^{efghB}	64,99 ± 3,45 ^{cdefC}
S3	2,11 ± 0,08 ^{eA}	32,56 ± 0,54 ^{klmB}	71,90 ± 3,20 ^{fghC}	3,73 ± 0,32 ^{defghA}	29,85 ± 1,04 ^{defB}	74,59 ± 5,44 ^{fghiC}
S4	1,96 ± 0,05 ^{cdeA}	36,90 ± 0,09 ^{nB}	86,99 ± 2,61 ^{iC}	4,55 ± 0,38 ^{ghiA}	30,49 ± 0,87 ^{defB}	76,68 ± 3,87 ^{ghijC}
S5	2,16 ± 0,19 ^{eA}	30,95 ± 0,74 ^{hijklB}	73,22 ± 4,20 ^{fghC}	3,32 ± 0,41 ^{bcdeA}	31,39 ± 0,48 ^{efgB}	79,24 ± 2,43 ^{hijC}
S6	2,99 ± 0,01 ^{ghA}	31,04 ± 0,65 ^{hijklmB}	70,29 ± 3,50 ^{fghC}	4,44 ± 0,45 ^{ghiA}	28,41 ± 2,04 ^{cdeB}	67,92 ± 4,35 ^{cdefgC}
S7	2,43 ± 0,15 ^{fA}	31,45 ± 1,37 ^{ijklmB}	68,42 ± 3,10 ^{fghC}	3,05 ± 0,25 ^{bcdA}	29,13 ± 1,11 ^{cdefB}	62,71 ± 4,42 ^{cdeC}
S8	3,43 ± 0,01 ^{iA}	31,96 ± 0,75 ^{klmB}	74,85 ± 4,50 ^{ghC}	4,02 ± 0,47 ^{efghiA}	35,09 ± 2,14 ^{ghiB}	75,08 ± 6,42 ^{fghijC}
S9	3,64 ± 0,02 ^{ijA}	33,14 ± 0,85 ^{lmnB}	68,91 ± 2,08 ^{fghC}	4,68 ± 0,52 ^{hijA}	32,33 ± 1,87 ^{efghB}	79,38 ± 5,21 ^{hijC}
A1	2,48 ± 0,20 ^{fA}	27,52 ± 0,64 ^{cdefghB}	68,22 ± 1,80 ^{fghC}	3,39 ± 0,06 ^{bcdeA}	29,91 ± 0,28 ^{defB}	71,14 ± 0,78 ^{defghiC}
A2	2,12 ± 0,05 ^{eA}	15,10 ± 0,57 ^{aB}	52,20 ± 1,22 ^{aC}	2,62 ± 0,03 ^{abA}	32,26 ± 0,25 ^{efghB}	74,88 ± 2,52 ^{fghiC}
A3	1,77 ± 0,01 ^{abcA}	30,10 ± 0,06 ^{ghijklB}	72,16 ± 0,29 ^{fghC}	4,36 ± 0,04 ^{fghiA}	34,94 ± 0,88 ^{ghiB}	69,55 ± 3,30 ^{defghC}
A4	1,82 ± 0,06 ^{bcdA}	32,65 ± 0,01 ^{klmB}	73,18 ± 0,09 ^{fghC}	4,83 ± 0,18 ^{ijA}	39,75 ± 2,90 ^{jkB}	80,54 ± 2,35 ^{ijC}
A5	2,01 ± 0,06 ^{deA}	29,46 ± 0,28 ^{efghijklB}	71,33 ± 0,60 ^{fghC}	3,62 ± 0,08 ^{cdefgA}	30,63 ± 1,10 ^{defB}	73,78 ± 4,28 ^{fghiC}
A6	2,11 ± 0,05 ^{eA}	26,96 ± 0,49 ^{cdefgB}	63,53 ± 0,38 ^{cdefC}	2,99 ± 0,08 ^{abcdA}	29,40 ± 1,25 ^{cdefB}	67,58 ± 3,19 ^{cdefgC}
A7	1,59 ± 0,02 ^{abA}	20,72 ± 0,09 ^{bB}	54,15 ± 1,55 ^{abcC}	2,05 ± 0,05 ^{aA}	22,56 ± 0,72 ^{abB}	51,16 ± 2,04 ^{abC}
A8	1,54 ± 0,03 ^{aA}	25,78 ± 0,12 ^{cdeB}	77,48 ± 3,88 ^{hiC}	3,35 ± 0,07 ^{bcdeA}	30,44 ± 0,30 ^{defB}	65,44 ± 1,54 ^{cdefC}
A9	2,50 ± 0,11 ^{fA}	30,59 ± 0,58 ^{ghijklB}	68,84 ± 1,82 ^{fghC}	2,81 ± 0,21 ^{abcdA}	22,51 ± 1,34 ^{abB}	49,56 ± 1,10 ^{aC}
K1	3,44 ± 0,02 ^{ijA}	24,88 ± 2,45 ^{cdB}	56,33 ± 4,89 ^{abcdeC}	6,81 ± 0,49 ^{IA}	37,48 ± 1,53 ^{ijB}	73,97 ± 1,46 ^{fghiC}
K2	3,98 ± 0,05 ^{KA}	29,85 ± 1,00 ^{fghijklB}	54,70 ± 4,10 ^{abcdC}	5,87 ± 0,18 ^{klA}	32,75 ± 1,52 ^{fghB}	68,47 ± 3,26 ^{defgC}
K3	3,02 ± 0,03 ^{ghA}	28,08 ± 1,03 ^{defghiB}	66,34 ± 5,23 ^{efgC}	4,66 ± 0,06 ^{hijA}	26,81 ± 0,98 ^{bcdB}	60,83 ± 3,12 ^{bcdC}
K4	3,67 ± 0,02 ^{JA}	34,88 ± 1,88 ^{mnB}	70,90 ± 5,03 ^{fghC}	4,95 ± 0,40 ^{ijkA}	25,57 ± 0,75 ^{abcB}	57,51 ± 2,78 ^{abcC}
K5	4,57 ± 0,04 ^{IA}	26,05 ± 2,10 ^{cdefB}	52,49 ± 2,96 ^{ab}	7,06 ± 0,04 ^{mA}	42,52 ± 1,71 ^{kB}	85,66 ± 2,87 ^{jC}
K6	3,12 ± 0,03 ^{hA}	28,55 ± 1,66 ^{defghijB}	63,25 ± 4,04 ^{bcdefC}	4,72 ± 0,14 ^{ijA}	29,20 ± 0,67 ^{cdefB}	70,49 ± 3,96 ^{defghiC}
K7	1,79 ± 0,03 ^{bcdA}	24,14 ± 1,19 ^{bcB}	62,58 ± 2,97 ^{abcdefC}	2,75 ± 0,35 ^{abcA}	23,95 ± 0,56 ^{abB}	62,56 ± 2,85 ^{cdeC}
K8	2,80 ± 0,05 ^{gA}	29,27 ± 3,36 ^{efghijklB}	65,35 ± 4,14 ^{defgC}	4,01 ± 0,37 ^{efghiA}	29,09 ± 0,45 ^{cdefB}	57,54 ± 2,48 ^{abcC}
K9	2,87 ± 0,03 ^{gA}	31,13 ± 1,33 ^{hijklmB}	72,88 ± 6,07 ^{fghC}	5,59 ± 0,51 ^{jkA}	35,56 ± 0,41 ^{hiB}	80,15 ± 1,13 ^{hijC}
Uljani Srbija	2,68 ± 0,60 ^{abA*}	32,64 ± 1,80 ^{bB*}	73,30 ± 5,53 ^{bc*}	3,93 ± 0,58 ^{aA**}	31,03 ± 2,01 ^{ab*}	72,64 ± 6,07 ^{aC*}
Uljani Argentina	1,99 ± 0,35 ^{Aa*}	26,54 ± 5,49 ^{aB*}	66,79 ± 8,62 ^{abC*}	3,34 ± 0,86 ^{aA**}	30,27 ± 5,44 ^{aB*}	67,07 ± 10,45 ^{aC*}
Konzumni	3,25 ± 0,79 ^{bA*}	28,54 ± 3,32 ^{abB*}	62,76 ± 7,07 ^{aC*}	5,29 ± 1,60 ^{bA**}	31,44 ± 6,13 ^{ab*}	68,58 ± 10,00 ^{aC*}

Različita mala slova u istoj koloni ukazuju na značajno različite vrednosti između uzoraka, različita velika slova u istom redu ukazuju na značajno različite vrednosti tokom Schaal oven testa, dok zvezdice (* ili **) ukazuje na različite vrednosti u dve godine ispitivanja ($p < 0,05$)

Tabela VII.8. Vrednosti anisidinskog broja (AnV) uzoraka ulja dobijenih od uljanih hibrida suncokreta gajenih u dve godine ispitivanja u Srbiji (S1 do S9) i Argentini (A1 do A9) i konzumnih hibrida (K1 do K9) pri uslovima Schaal oven testa

Hibrid	Anisidinski broj AnV					
	I god.			II god.		
	0 dan	4 dan	8 dan	0 dan	4 dan	8 dan
S1	1,13 ± 0,61 ^{ghijA}	1,45 ± 0,12 ^{cdefghA}	2,18 ± 0,42 ^{fgA}	1,04 ± 0,03 ^{oA}	1,14 ± 0,08 ^{gA}	3,64 ± 0,03 ^{nB}
S2	1,13 ± 0,10 ^{ghijA}	1,26 ± 0,10 ^{bcdefgA}	1,65 ± 0,07 ^{cdefB}	0,36 ± 0,00 ^{fgA}	0,48 ± 0,03 ^{BA}	1,06 ± 0,03 ^{BB}
S3	1,05 ± 0,10 ^{fghiA}	1,68 ± 0,22 ^{defghB}	2,62 ± 0,08 ^{gC}	0,66 ± 0,03 ^{kA}	0,98 ± 0,02 ^{EB}	1,16 ± 0,08 ^{BC}
S4	0,84 ± 0,08 ^{defghA}	1,02 ± 0,20 ^{abcdefAB}	1,87 ± 0,57 ^{defgB}	0,85 ± 0,01 ^{mA}	1,35 ± 0,01 ^{IB}	2,93 ± 0,04 ^{kC}
S5	0,50 ± 0,05 ^{abcdeA}	0,98 ± 0,15 ^{abcdeB}	3,60 ± 0,21 ^{hC}	1,15 ± 0,02 ^{PA}	1,21 ± 0,02 ^{GA}	2,29 ± 0,03 ^{IB}
S6	0,65 ± 0,07 ^{bcdefgA}	0,91 ± 0,16 ^{abcdeA}	2,67 ± 0,25 ^{gB}	0,38 ± 0,01 ^{gA}	1,01 ± 0,02 ^{EB}	1,83 ± 0,01 ^{EC}
S7	1,36 ± 0,10 ^{ijA}	1,72 ± 0,41 ^{efghB}	2,51 ± 0,40 ^{fgB}	0,31 ± 0,01 ^{efA}	0,77 ± 0,02 ^{DB}	1,45 ± 0,01 ^{CC}
S8	1,03 ± 0,20 ^{fghiA}	1,76 ± 0,50 ^{fghAB}	2,43 ± 0,30 ^{fgB}	0,72 ± 0,02 ^{IA}	1,49 ± 0,03 ^{JB}	2,02 ± 0,03 ^{fgC}
S9	0,71 ± 0,02 ^{cdefghA}	2,13 ± 0,35 ^{hB}	4,61 ± 0,02 ^{iC}	0,07 ± 0,01 ^{bcA}	1,04 ± 0,01 ^{EB}	2,04 ± 0,02 ^{fgC}
A1	3,01 ± 0,02 ^{kA}	3,84 ± 0,68 ^{oIA}	4,02 ± 0,78 ^{hiA}	0,03 ± 0,02 ^{abA}	1,12 ± 0,01 ^{fgB}	3,18 ± 0,02 ^{IC}
A2	0,34 ± 0,05 ^{abcdA}	0,85 ± 0,10 ^{abcdB}	1,35 ± 0,18 ^{abcC}	0,01 ± 0,02 ^{aA}	1,80 ± 0,02 ^{IB}	3,43 ± 0,04 ^{mC}
A3	1,59 ± 0,04 ^{jA}	4,32 ± 0,54 ^{iB}	4,68 ± 0,74 ^{hiB}	0,95 ± 0,03 ^{nA}	1,68 ± 0,03 ^{kB}	1,95 ± 0,03 ^{IC}
A4	0,46 ± 0,01 ^{abcdeA}	1,25 ± 0,20 ^{bcdefgB}	1,98 ± 0,41 ^{bcdeC}	0,48 ± 0,01 ^{hA}	2,08 ± 0,02 ^{mB}	2,97 ± 0,03 ^{kC}
A5	1,51 ± 0,01 ^{ijA}	2,05 ± 0,42 ^{ghAB}	2,87 ± 0,54 ^{efgB}	0,34 ± 0,02 ^{efgA}	0,99 ± 0,02 ^{EB}	1,48 ± 0,06 ^{CC}
A6	0,55 ± 0,03 ^{bcdefA}	0,86 ± 0,05 ^{abcdA}	1,75 ± 0,32 ^{abcB}	0,01 ± 0,02 ^{aA}	0,26 ± 0,01 ^{aA}	2,18 ± 0,04 ^{hiB}
A7	0,21 ± 0,05 ^{abcA}	0,45 ± 0,09 ^{abA}	1,54 ± 0,41 ^{abB}	0,01 ± 0,02 ^{aA}	1,26 ± 0,01 ^{hB}	1,70 ± 0,04 ^{dB}
A8	0,21 ± 0,09 ^{abcA}	0,65 ± 0,10 ^{abcB}	1,67 ± 0,25 ^{abcC}	0,70 ± 0,02 ^{klA}	2,35 ± 0,02 ^{nB}	3,76 ± 0,05 ^{nC}
A9	0,02 ± 0,01 ^{aA}	0,19 ± 0,01 ^{aA}	0,89 ± 0,13 ^{ab}	0,15 ± 0,01 ^{dA}	0,59 ± 0,01 ^{cA}	2,11 ± 0,05 ^{ghB}
K1	1,19 ± 0,29 ^{hijA}	1,67 ± 0,29 ^{defghA}	2,16 ± 0,58 ^{fgA}	1,42 ± 0,03 ^{fA}	3,34 ± 0,00 ^{PB}	4,88 ± 0,03 ^{PC}
K2	1,52 ± 0,34 ^{ijA}	2,02 ± 0,26 ^{ghA}	6,56 ± 0,04 ^{iB}	1,07 ± 0,02 ^{oA}	2,65 ± 0,03 ^{oB}	4,65 ± 0,01 ^{oC}
K3	0,19 ± 0,03 ^{abA}	0,33 ± 0,02 ^{abB}	0,46 ± 0,04 ^{abC}	0,11 ± 0,03 ^{cdA}	0,44 ± 0,02 ^{EB}	0,78 ± 0,00 ^{aC}
K4	0,76 ± 0,04 ^{defghA}	0,83 ± 0,03 ^{abcA}	2,32 ± 0,12 ^{fgB}	0,60 ± 0,01 ^{jA}	1,02 ± 0,00 ^{eA}	2,94 ± 0,01 ^{kB}
K5	0,85 ± 0,04 ^{efghA}	0,90 ± 0,02 ^{abcdeA}	1,02 ± 0,02 ^{abcdB}	0,59 ± 0,01 ^{ijA}	1,51 ± 0,03 ^{JB}	3,52 ± 0,01 ^{mC}
K6	0,68 ± 0,03 ^{bcdefgA}	0,89 ± 0,02 ^{abcdeB}	0,95 ± 0,03 ^{abcB}	0,96 ± 0,01 ^{nA}	1,35 ± 0,01 ^{IA}	2,18 ± 0,09 ^{hiB}
K7	0,53 ± 0,03 ^{bcdeA}	0,66 ± 0,04 ^{abcB}	0,78 ± 0,04 ^{abcC}	0,08 ± 0,01 ^{bcA}	1,04 ± 0,02 ^{efB}	3,68 ± 0,03 ^{nC}
K8	0,61 ± 0,03 ^{bcdefA}	0,85 ± 0,02 ^{abcdB}	1,03 ± 0,03 ^{abcdC}	0,53 ± 0,02 ^{hiA}	1,39 ± 0,01 ^{IB}	2,65 ± 0,01 ^{jC}
K9	0,52 ± 0,02 ^{bcdeA}	0,56 ± 0,05 ^{abA}	1,60 ± 0,02 ^{cdefB}	0,29 ± 0,01 ^{eA}	1,52 ± 0,02 ^{JB}	1,80 ± 0,01 ^{deB}
Uljani Srbija	0,93 ± 0,28 ^{aA*}	1,43 ± 0,42 ^{abB*}	2,68 ± 0,91 ^{aC*}	0,63 ± 0,37 ^{aA*}	1,05 ± 0,30 ^{aA**}	2,05 ± 0,83 ^{abB*}
Uljani Argentina	0,88 ± 0,98 ^{aA*}	1,61 ± 1,50 ^{abB*}	2,31 ± 1,29 ^{aC*}	0,30 ± 0,35 ^{aA*}	1,35 ± 0,69 ^{abB*}	2,53 ± 0,82 ^{aC*}
Konzumni	0,76 ± 0,39 ^{aA*}	0,97 ± 0,54 ^{aA*}	1,88 ± 1,86 ^{abB*}	0,63 ± 0,45 ^{aA*}	1,59 ± 0,88 ^{abB**}	3,01 ± 1,33 ^{aC**}

Različita mala slova u istoj koloni ukazuju na značajno različite vrednosti između uzoraka, različita velika slova u istom redu ukazuju na značajno različite vrednosti tokom Schaal oven testa, dok zvezdice (* ili **) ukazuje na različite vrednosti u dve godine ispitivanja ($p < 0,05$)

Tabela VII.9. Oksidativna vrednost (TOTOX) uzoraka ulja dobijenih od uljanih hibrida suncokreta gajenih u dve godine ispitivanja u Srbiji (S1 do S9) i Argentini (A1 do A9) i konzumnih hibrida (K1 do K9) pri uslovima Schaal oven testa

Hibrid	Oksidativna vrednost TOTOX					
	I god.			II god.		
	0 dan	4 dan	8 dan	0 dan	4 dan	8 dan
S1	7,05 ± 0,70 ^{IA}	66,51 ± 0,28 ^{ijklB}	146,96 ± 7,65 ^{efghC}	7,89 ± 0,13 ^{efghijA}	61,90 ± 2,43 ^{defgB}	150,01 ± 3,88 ^{efghijC}
S2	6,01 ± 0,12 ^{fgA}	67,70 ± 1,38 ^{klmB}	147,19 ± 6,94 ^{efghC}	8,72 ± 0,82 ^{hijklmA}	64,82 ± 2,91 ^{efghiB}	131,04 ± 6,87 ^{bcdefC}
S3	5,27 ± 0,21 ^{deA}	66,80 ± 1,21 ^{klB}	146,42 ± 6,48 ^{efghC}	8,12 ± 0,62 ^{fghijkA}	60,68 ± 2,08 ^{defgB}	150,34 ± 10,81 ^{fghijC}
S4	4,76 ± 0,17 ^{cdA}	74,82 ± 0,02 ^{mB}	175,85 ± 4,96 ^{iC}	9,95 ± 0,75 ^{klmNA}	62,33 ± 1,75 ^{efgB}	156,29 ± 7,71 ^{hijkC}
S5	4,82 ± 0,35 ^{cdeA}	62,88 ± 1,33 ^{ghijklB}	150,04 ± 8,61 ^{ghC}	7,85 ± 0,83 ^{efghijA}	63,93 ± 0,95 ^{efghB}	160,76 ± 4,85 ^{ijkC}
S6	6,64 ± 0,07 ^{ghiA}	62,99 ± 1,46 ^{ghijklB}	143,25 ± 7,25 ^{efghC}	9,26 ± 0,91 ^{hijklmA}	57,83 ± 4,06 ^{cdeB}	137,67 ± 8,71 ^{bcdefghC}
S7	6,22 ± 0,35 ^{fghA}	64,62 ± 2,33 ^{hijklB}	139,35 ± 5,81 ^{efghC}	6,41 ± 0,49 ^{bcdefA}	59,03 ± 2,21 ^{cdefB}	126,87 ± 8,83 ^{bcdC}
S8	7,89 ± 0,18 ^{iA}	65,68 ± 2,00 ^{hijklB}	152,13 ± 9,30 ^{ghC}	8,77 ± 0,92 ^{hijklmA}	71,67 ± 4,25 ^{hijB}	152,18 ± 12,83 ^{fghijC}
S9	8,00 ± 0,04 ^{jA}	68,41 ± 2,05 ^{klmB}	142,43 ± 4,18 ^{efghC}	9,44 ± 1,04 ^{ijklmA}	65,70 ± 3,73 ^{efghiB}	160,80 ± 10,42 ^{ijkC}
A1	7,98 ± 0,42 ^{jA}	58,87 ± 1,72 ^{defghB}	140,46 ± 4,06 ^{efghC}	6,81 ± 0,14 ^{bcdefgA}	60,95 ± 0,55 ^{defgB}	145,46 ± 1,59 ^{defghC}
A2	4,57 ± 0,13 ^{cdA}	31,05 ± 1,09 ^{abB}	105,74 ± 2,62 ^{aC}	5,25 ± 0,05 ^{abA}	66,33 ± 0,52 ^{fghiB}	153,18 ± 5,07 ^{ghijC}
A3	5,13 ± 0,06 ^{deA}	64,52 ± 0,62 ^{hijklB}	149,00 ± 1,16 ^{fghC}	9,67 ± 0,06 ^{ijklmNA}	71,55 ± 1,76 ^{hijB}	141,05 ± 6,63 ^{cdefghiC}
A4	4,11 ± 0,13 ^{bcA}	66,56 ± 0,18 ^{ijklB}	148,34 ± 0,37 ^{efghC}	10,14 ± 0,38 ^{lmnA}	82,48 ± 5,82 ^{klB}	163,17 ± 4,71 ^{jkC}
A5	5,54 ± 0,12 ^{efA}	60,98 ± 0,50 ^{fghijkB}	145,53 ± 1,53 ^{efghC}	7,57 ± 0,14 ^{defghiA}	62,25 ± 2,18 ^{efgB}	149,05 ± 8,59 ^{efghijC}
A6	4,78 ± 0,12 ^{cdA}	54,78 ± 0,96 ^{cdefB}	128,81 ± 0,97 ^{cdefC}	6,00 ± 0,18 ^{abcdeA}	59,07 ± 2,52 ^{cdefB}	137,35 ± 6,39 ^{bcdefghC}
A7	3,39 ± 0,09 ^{abA}	41,89 ± 0,17 ^{bbB}	109,85 ± 2,92 ^{abcC}	4,10 ± 0,12 ^{aA}	46,37 ± 1,45 ^{abB}	104,02 ± 4,08 ^{aC}
A8	3,29 ± 0,10 ^{aA}	52,21 ± 0,34 ^{cdeB}	156,63 ± 7,88 ^{hiC}	7,40 ± 0,15 ^{cdefghA}	63,24 ± 0,61 ^{efgB}	134,64 ± 3,11 ^{bcdefghC}
A9	5,02 ± 0,23 ^{deA}	61,37 ± 1,16 ^{fghijkB}	138,57 ± 3,59 ^{efghC}	5,77 ± 0,41 ^{abcdA}	45,61 ± 2,67 ^{aB}	101,23 ± 2,16 ^{aC}
K1	8,07 ± 0,31 ^{jA}	51,43 ± 4,75 ^{cdB}	114,82 ± 10,09 ^{abcdC}	15,04 ± 1,01 ^{PA}	78,30 ± 3,05 ^{klB}	152,83 ± 2,89 ^{ghijC}
K2	9,48 ± 0,31 ^{kA}	61,72 ± 1,89 ^{fghijkB}	115,97 ± 8,16 ^{abcdC}	12,80 ± 0,38 ^{oA}	68,15 ± 3,06 ^{ghiB}	141,59 ± 6,51 ^{cdefghijC}
K3	6,24 ± 0,03 ^{fghA}	56,49 ± 2,03 ^{cdefgB}	133,14 ± 10,43 ^{defgC}	9,44 ± 0,15 ^{ijklmNA}	54,06 ± 1,95 ^{bcdB}	122,44 ± 6,24 ^{abcC}
K4	8,10 ± 0,08 ^{jA}	70,60 ± 3,78 ^{lmB}	144,12 ± 10,18 ^{efghC}	10,50 ± 0,78 ^{mnA}	52,16 ± 1,50 ^{abcB}	117,96 ± 5,55 ^{abC}
K5	9,99 ± 0,04 ^{kA}	53,00 ± 4,22 ^{cdeB}	106,00 ± 5,94 ^{abC}	14,12 ± 0,08 ^{fA}	86,55 ± 3,38 ^{lB}	174,84 ± 5,74 ^{kC}
K6	6,92 ± 0,08 ^{hiA}	57,99 ± 3,29 ^{defghB}	127,45 ± 8,10 ^{bcdefC}	10,40 ± 0,28 ^{lmnA}	59,75 ± 1,33 ^{cdefB}	143,17 ± 7,87 ^{cdefghijC}
K7	4,11 ± 0,08 ^{bcA}	48,93 ± 2,38 ^{bcB}	125,93 ± 5,97 ^{abcdeC}	5,58 ± 0,70 ^{abcA}	48,94 ± 1,12 ^{abB}	128,80 ± 5,68 ^{bcdeC}
K8	6,21 ± 0,07 ^{fghA}	59,38 ± 6,70 ^{efghijB}	131,72 ± 8,25 ^{defgC}	8,55 ± 0,72 ^{ghijklA}	59,57 ± 0,90 ^{cdefB}	117,73 ± 4,96 ^{abC}
K9	6,27 ± 0,03 ^{ghA}	62,82 ± 2,62 ^{ghijkB}	147,36 ± 12,12 ^{efghC}	11,47 ± 1,01 ^{noA}	72,65 ± 0,84 ^{ijB}	162,10 ± 2,25 ^{ijkC}
Uljani Srbija	6,30 ± 1,21 ^{abA*}	66,71 ± 3,60 ^{bbB*}	149,29 ± 10,69 ^{bcC*}	8,49 ± 1,06 ^{abA**}	63,10 ± 4,12 ^{abB*}	147,33 ± 12,55 ^{aC*}
Uljani Argentina	4,87 ± 1,39 ^{aA*}	54,69 ± 11,55 ^{abB*}	135,88 ± 17,73 ^{abC*}	6,97 ± 1,98 ^{aA**}	61,98 ± 11,48 ^{abB*}	136,57 ± 21,07 ^{aC*}
Konzumni	7,27 ± 1,83 ^{baA*}	58,04 ± 6,62 ^{abB*}	127,39 ± 13,59 ^{aC*}	11,21 ± 3,45 ^{baA**}	64,46 ± 12,78 ^{abB*}	140,16 ± 20,29 ^{aC*}

Različita mala slova u istoj koloni ukazuju na značajno različite vrednosti između uzoraka, različita velika slova u istom redu ukazuju na značajno različite vrednosti tokom Schaal oven testa, dok zvezdice (* ili **) ukazuje na različite vrednosti u dve godine ispitivanja ($p < 0,05$)

Tabela VII.10. Sadržaj konjugovanih diena (CD) uzoraka ulja dobijenih od uljanih hibrida suncokreta gajenih u dve godine ispitivanja u Srbiji (S1 do S9) i Argentini (A1 do A9) i konzumnih hibrida (K1 do K9) pri uslovima Schaal oven testa

Hibrid	Sadržaj konjugovanih diena CD					
	I god.			II god.		
	0 dan	4 dan	8 dan	0 dan	4 dan	8 dan
S1	2,61 ± 0,03 ^{bcdA}	5,33 ± 0,45 ^{abcdA}	14,62 ± 2,58 ^{bcdefB}	3,43 ± 0,01 ^{klA}	9,75 ± 0,54 ^{ijkB}	12,30 ± 0,92 ^{fghB}
S2	2,51 ± 0,04 ^{bA}	7,02 ± 0,97 ^{bcdeA}	16,59 ± 4,24 ^{efB}	3,39 ± 0,01 ^{jA}	9,46 ± 0,39 ^{ghijkB}	10,56 ± 0,40 ^{bcdefghB}
S3	2,30 ± 0,01 ^{aA}	4,88 ± 0,38 ^{abcdA}	19,98 ± 4,51 ^{fB}	3,45 ± 0,02 ^{lmA}	9,38 ± 0,35 ^{ghijkB}	11,07 ± 0,82 ^{cdefghB}
S4	2,75 ± 0,02 ^{defA}	3,97 ± 0,18 ^{abB}	4,56 ± 0,24 ^{aC}	3,41 ± 0,01 ^{jkA}	10,00 ± 0,39 ^{ijkB}	11,79 ± 0,60 ^{efghB}
S5	2,71 ± 0,03 ^{cdeA}	3,71 ± 0,40 ^{aB}	9,46 ± 0,49 ^{abC}	3,27 ± 0,01 ^{ghA}	9,58 ± 0,47 ^{hijkB}	9,84 ± 0,89 ^{abcdeB}
S6	2,51 ± 0,01 ^{bA}	4,85 ± 0,87 ^{abcdA}	16,33 ± 2,14 ^{defB}	3,48 ± 0,02 ^{mA}	8,66 ± 0,44 ^{defghiB}	9,91 ± 0,32 ^{abcdeB}
S7	2,72 ± 0,06 ^{cdeA}	4,54 ± 0,32 ^{abcA}	16,71 ± 2,87 ^{efB}	2,71 ± 0,01 ^{aA}	8,34 ± 0,42 ^{defghB}	10,76 ± 0,66 ^{cdefghB}
S8	3,29 ± 0,01 ^{jkA}	4,81 ± 0,68 ^{abcdA}	10,12 ± 1,87 ^{abB}	3,42 ± 0,01 ^{klA}	8,97 ± 0,45 ^{efghijB}	12,02 ± 0,85 ^{fghB}
S9	3,44 ± 0,04 ^{klA}	4,55 ± 0,34 ^{abcA}	10,40 ± 1,40 ^{abcdB}	2,97 ± 0,02 ^{dA}	8,85 ± 0,43 ^{defghijB}	10,37 ± 0,45 ^{bcdefghB}
A1	3,31 ± 0,10 ^{kA}	6,93 ± 0,15 ^{bcdeB}	10,84 ± 0,02 ^{bcdeC}	3,30 ± 0,00 ^{hiA}	7,61 ± 0,03 ^{cdB}	12,51 ± 1,31 ^{hC}
A2	2,73 ± 0,01 ^{cdefA}	4,47 ± 0,00 ^{abcB}	8,96 ± 0,01 ^{abC}	3,32 ± 0,03 ^{iA}	9,15 ± 0,05 ^{fghijB}	12,38 ± 1,20 ^{ghB}
A3	2,88 ± 0,08 ^{fgA}	6,94 ± 0,05 ^{bcdeB}	10,83 ± 0,02 ^{bcdeC}	2,70 ± 0,01 ^{aA}	10,44 ± 0,23 ^{kB}	11,37 ± 1,76 ^{defghB}
A4	2,84 ± 0,02 ^{efgA}	8,60 ± 0,03 ^{efB}	10,27 ± 0,01 ^{abcdC}	3,11 ± 0,00 ^{eA}	9,43 ± 0,37 ^{ghijkB}	10,13 ± 0,74 ^{abcdeB}
A5	2,82 ± 0,02 ^{efA}	5,00 ± 0,02 ^{abcdB}	9,68 ± 0,01 ^{abC}	3,41 ± 0,02 ^{klA}	8,32 ± 0,27 ^{defgB}	10,88 ± 0,86 ^{cdefghB}
A6	3,06 ± 0,08 ^{hiA}	7,07 ± 0,01 ^{cdeB}	9,49 ± 0,03 ^{abC}	3,33 ± 0,01 ^{iA}	7,98 ± 0,46 ^{defB}	11,10 ± 1,47 ^{cdefghC}
A7	2,54 ± 0,02 ^{bA}	6,77 ± 0,02 ^{abcdeB}	4,76 ± 0,02 ^{aC}	2,85 ± 0,02 ^{cA}	7,64 ± 0,70 ^{cdB}	10,97 ± 0,90 ^{cdefghB}
A8	2,58 ± 0,05 ^{bcA}	4,86 ± 0,08 ^{abcdB}	10,04 ± 0,01 ^{abC}	3,47 ± 0,01 ^{mA}	8,97 ± 0,78 ^{efghijB}	12,24 ± 1,01 ^{fghC}
A9	2,81 ± 0,03 ^{efA}	7,64 ± 0,01 ^{deB}	9,08 ± 0,05 ^{abC}	3,18 ± 0,01 ^{fA}	6,18 ± 0,93 ^{abB}	10,36 ± 0,75 ^{bcdefghC}
K1	5,66 ± 0,10 ^{oA}	11,74 ± 2,30 ^{ghiB}	16,24 ± 3,25 ^{cdefB}	3,42 ± 0,01 ^{klA}	5,37 ± 0,01 ^{aB}	9,91 ± 0,01 ^{abcdeB}
K2	4,02 ± 0,01 ^{nA}	12,94 ± 0,01 ^{hiB}	18,81 ± 1,03 ^{fc}	3,87 ± 0,01 ^{pA}	6,65 ± 0,00 ^{bcB}	9,44 ± 0,01 ^{abcdeC}
K3	3,59 ± 0,08 ^{lmA}	9,24 ± 1,52 ^{efgB}	16,88 ± 1,45 ^{efC}	3,80 ± 0,01 ^{oA}	7,77 ± 0,01 ^{cdeB}	7,83 ± 0,01 ^{aB}
K4	6,86 ± 0,05 ^{pA}	14,72 ± 2,56 ^{ijB}	20,09 ± 2,69 ^{fc}	3,70 ± 0,00 ^{nA}	7,70 ± 0,00 ^{cdB}	8,13 ± 0,01 ^{abB}
K5	3,36 ± 0,06 ^{kA}	11,94 ± 1,56 ^{ghiB}	10,27 ± 0,85 ^{abcB}	4,51 ± 0,01 ^{sA}	8,77 ± 0,01 ^{defghijB}	9,02 ± 0,01 ^{abcdB}
K6	3,60 ± 0,04 ^{mA}	11,31 ± 1,91 ^{fghB}	18,57 ± 2,45 ^{fc}	3,45 ± 0,01 ^{lmA}	6,27 ± 0,01 ^{abB}	8,76 ± 0,01 ^{abcB}
K7	2,98 ± 0,04 ^{ghA}	8,99 ± 0,92 ^{efgB}	19,16 ± 1,58 ^{fc}	2,80 ± 0,00 ^{bA}	7,75 ± 0,01 ^{cdeB}	9,35 ± 0,01 ^{abcdeB}
K8	3,42 ± 0,02 ^{kA}	9,44 ± 1,02 ^{efgB}	18,29 ± 2,03 ^{fc}	3,23 ± 0,01 ^{gA}	7,82 ± 0,01 ^{cdeB}	9,53 ± 0,01 ^{abcdeB}
K9	3,15 ± 0,02 ^{ijA}	11,65 ± 0,01 ^{fghB}	20,05 ± 0,01 ^{fc}	3,98 ± 0,01 ^{rA}	8,24 ± 0,01 ^{defgB}	9,41 ± 0,01 ^{abcdeB}
Uljani Srbija	2,76 ± 0,37 ^{aA*}	4,85 ± 0,95 ^{aA*}	13,20 ± 4,84 ^{aB*}	3,28 ± 0,26 ^{abA**}	9,22 ± 0,55 ^{bB**}	10,96 ± 0,90 ^{bB*}
Uljani Argentina	2,84 ± 0,23 ^{aA*}	6,48 ± 1,39 ^{aB*}	9,33 ± 1,84 ^{aC*}	3,19 ± 0,26 ^{aA**}	8,41 ± 1,25 ^{abB**}	11,33 ± 0,87 ^{bC**}
Konzumni	4,07 ± 1,31 ^{bA*}	11,33 ± 1,88 ^{bB*}	17,60 ± 3,04 ^{bC*}	3,64 ± 0,49 ^{ba**}	7,37 ± 1,06 ^{ab**}	9,04 ± 0,69 ^{aC**}

Različita mala slova u istoj koloni ukazuju na značajno različite vrednosti između uzoraka, različita velika slova u istom redu ukazuju na značajno različite vrednosti tokom Schaal oven testa, dok zvezdice (* ili **) ukazuje na različite vrednosti u dve godine ispitivanja ($p < 0,05$)

Tabela VII.11. Sadržaj konjugovanih triena (CT) uzoraka ulja dobijenih od uljanih hibrida suncokreta gajenih u dve godine ispitivanja u Srbiji (S1 do S9) i Argentini (A1 do A9) i konzumnih hibrida (K1 do K9) pri uslovima Schaal oven testa

Hibrid	Sadržaj konjugovanih triena CT					
	I god.			II god.		
	0 dan	4 dan	8 dan	0 dan	4 dan	8 dan
S1	0,11 ± 0,01 ^{aA}	0,35 ± 0,02 ^{aB}	0,52 ± 0,01 ^{cdefghC}	0,15 ± 0,01 ^{cdeA}	0,22 ± 0,02 ^{deB}	0,43 ± 0,02 ^{fghC}
S2	0,22 ± 0,01 ^{efA}	0,44 ± 0,01 ^{efB}	0,62 ± 0,04 ^{fghijkC}	0,17 ± 0,01 ^{deA}	0,20 ± 0,01 ^{bcdA}	0,45 ± 0,02 ^{ghijB}
S3	0,14 ± 0,01 ^{abcA}	0,34 ± 0,02 ^{abcB}	0,50 ± 0,01 ^{cdefC}	0,19 ± 0,00 ^{eA}	0,23 ± 0,02 ^{defgA}	0,46 ± 0,02 ^{ghijB}
S4	0,18 ± 0,00 ^{cdA}	0,30 ± 0,01 ^{cdB}	0,41 ± 0,02 ^{bcdC}	0,19 ± 0,03 ^{efA}	0,26 ± 0,01 ^{defghB}	0,42 ± 0,01 ^{efghC}
S5	0,23 ± 0,01 ^{efghA}	0,31 ± 0,01 ^{efghB}	0,42 ± 0,01 ^{bcdC}	0,17 ± 0,02 ^{deA}	0,20 ± 0,01 ^{bcdA}	0,44 ± 0,02 ^{fghiB}
S6	0,15 ± 0,01 ^{bcA}	0,34 ± 0,00 ^{bcB}	0,39 ± 0,01 ^{abcC}	0,16 ± 0,01 ^{deA}	0,22 ± 0,02 ^{cdeB}	0,34 ± 0,03 ^{bcdC}
S7	0,15 ± 0,01 ^{bcA}	0,39 ± 0,01 ^{bcB}	0,49 ± 0,01 ^{cdefC}	0,18 ± 0,02 ^{eA}	0,22 ± 0,01 ^{defA}	0,45 ± 0,01 ^{ghiB}
S8	0,25 ± 0,01 ^{fghiA}	0,40 ± 0,02 ^{fghiB}	0,48 ± 0,00 ^{cdefC}	0,24 ± 0,02 ^{ghA}	0,30 ± 0,01 ^{ghiB}	0,49 ± 0,01 ^{hijkC}
S9	0,28 ± 0,01 ^{ijA}	0,38 ± 0,00 ^{ijB}	0,68 ± 0,04 ^{ijkC}	0,19 ± 0,02 ^{eA}	0,36 ± 0,01 ^{ijklB}	0,50 ± 0,01 ^{ijklC}
A1	0,18 ± 0,00 ^{cdA}	0,20 ± 0,01 ^{cdA}	0,47 ± 0,01 ^{cdeB}	0,18 ± 0,03 ^{eA}	0,29 ± 0,00 ^{fghB}	0,33 ± 0,02 ^{bcdB}
A2	0,08 ± 0,00 ^{abA}	0,13 ± 0,01 ^{abB}	0,46 ± 0,01 ^{bcdC}	0,24 ± 0,02 ^{fghA}	0,27 ± 0,04 ^{efghA}	0,34 ± 0,03 ^{bcdB}
A3	0,19 ± 0,07 ^{efghA}	0,23 ± 0,01 ^{efghA}	0,76 ± 0,09 ^{kB}	0,20 ± 0,02 ^{efgA}	0,50 ± 0,04 ^{nB}	0,56 ± 0,04 ^{klmB}
A4	0,22 ± 0,00 ^{efA}	0,39 ± 0,04 ^{efB}	0,72 ± 0,06 ^{kC}	0,25 ± 0,00 ^{ghA}	0,40 ± 0,02 ^{lmB}	0,46 ± 0,05 ^{ghijB}
A5	0,27 ± 0,00 ^{ghiA}	0,33 ± 0,05 ^{ghiA}	0,54 ± 0,01 ^{defghiB}	0,18 ± 0,03 ^{eA}	0,30 ± 0,02 ^{hijB}	0,41 ± 0,01 ^{defgC}
A6	0,23 ± 0,00 ^{efgA}	0,45 ± 0,01 ^{efgB}	0,54 ± 0,13 ^{defghB}	0,32 ± 0,01 ^{ijA}	0,44 ± 0,02 ^{mnB}	0,53 ± 0,05 ^{klC}
A7	0,21 ± 0,01 ^{deA}	0,25 ± 0,00 ^{deB}	0,66 ± 0,01 ^{aC}	0,28 ± 0,02 ^{hiA}	0,38 ± 0,01 ^{lmB}	0,43 ± 0,06 ^{fghB}
A8	0,25 ± 0,01 ^{efghiA}	0,32 ± 0,07 ^{efghiA}	0,65 ± 0,00 ^{ghijkB}	0,37 ± 0,00 ^{kA}	0,40 ± 0,05 ^{lmA}	0,66 ± 0,03 ^{nB}
A9	0,31 ± 0,00 ^{jA}	0,35 ± 0,01 ^{jA}	0,70 ± 0,10 ^{jkB}	0,19 ± 0,01 ^{efA}	0,25 ± 0,04 ^{defghA}	0,52 ± 0,03 ^{ijklB}
K1	0,49 ± 0,02 ^{IA}	0,49 ± 0,02 ^{IA}	0,52 ± 0,02 ^{cdefghA}	0,34 ± 0,01 ^{JA}	0,37 ± 0,01 ^{klA}	0,61 ± 0,01 ^{mnB}
K2	0,54 ± 0,03 ^{mA}	1,00 ± 0,01 ^{mB}	1,22 ± 0,01 ^{IC}	0,37 ± 0,01 ^{kA}	0,37 ± 0,01 ^{jlA}	0,57 ± 0,01 ^{lmB}
K3	0,41 ± 0,03 ^{kA}	0,46 ± 0,01 ^{kB}	0,50 ± 0,01 ^{cdefB}	0,12 ± 0,01 ^{cdA}	0,14 ± 0,01 ^{abA}	0,36 ± 0,01 ^{cdefB}
K4	0,50 ± 0,02 ^{lmA}	0,62 ± 0,01 ^{lmB}	0,66 ± 0,01 ^{hijkC}	0,07 ± 0,01 ^{abA}	0,14 ± 0,01 ^{abB}	0,28 ± 0,01 ^{abC}
K5	0,40 ± 0,02 ^{kA}	0,46 ± 0,05 ^{kA}	0,69 ± 0,09 ^{jkB}	0,26 ± 0,01 ^{hA}	0,31 ± 0,01 ^{hijkA}	0,55 ± 0,00 ^{klmB}
K6	0,38 ± 0,02 ^{kA}	0,47 ± 0,01 ^{kB}	0,51 ± 0,03 ^{cdefgB}	0,24 ± 0,01 ^{hiA}	0,31 ± 0,01 ^{hijkB}	0,43 ± 0,01 ^{fghC}
K7	0,27 ± 0,01 ^{hiA}	0,46 ± 0,04 ^{hiB}	0,52 ± 0,04 ^{cdefghB}	0,11 ± 0,01 ^{bcA}	0,14 ± 0,00 ^{abA}	0,25 ± 0,01 ^{aB}
K8	0,23 ± 0,01 ^{efghA}	0,28 ± 0,00 ^{efghB}	0,32 ± 0,02 ^{abC}	0,05 ± 0,00 ^{aA}	0,10 ± 0,00 ^{aA}	0,32 ± 0,01 ^{abcB}
K9	0,37 ± 0,01 ^{kA}	0,54 ± 0,03 ^{kB}	0,57 ± 0,04 ^{efghiB}	0,11 ± 0,01 ^{bcA}	0,11 ± 0,01 ^{abcA}	0,34 ± 0,01 ^{bcdB}
Uljani Srbija	0,19 ± 0,06 ^{Aa*}	0,36 ± 0,05 ^{aB*}	0,50 ± 0,10 ^{aC*}	0,18 ± 0,02 ^{aA*}	0,25 ± 0,05 ^{aB**}	0,44 ± 0,05 ^{aC*}
Uljani Argentina	0,22 ± 0,06 ^{aA*}	0,30 ± 0,10 ^{aA*}	0,61 ± 0,11 ^{aB*}	0,24 ± 0,07 ^{aA*}	0,36 ± 0,09 ^{bB*}	0,47 ± 0,11 ^{aC**}
Konzumni	0,40 ± 0,10 ^{bA*}	0,53 ± 0,20 ^{bB*}	0,61 ± 0,25 ^{aC*}	0,19 ± 0,12 ^{aA**}	0,22 ± 0,11 ^{aA**}	0,41 ± 0,13 ^{aB**}

Različita mala slova u istoj koloni ukazuju na značajno različite vrednosti između uzoraka, različita velika slova u istom redu ukazuju na značajno različite vrednosti tokom Schaal oven testa, dok zvezdice (* ili **) ukazuje na različite vrednosti u dve godine ispitivanja ($p < 0,05$)

Tabela VII.12. Elementi matrice W_1 i vektora B_1 (prikazan u redu „nulti članovi“)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
TTC	0,169	2,551	0,103	2,690	1,545	-1,151	2,261	-1,828	-0,876	2,444	3,267	0,855	-1,187	-0,536	0,249
TCC	0,024	-1,183	1,181	-0,009	0,939	-3,898	4,767	3,685	-1,493	4,192	-1,262	-0,884	1,245	4,533	-1,040
TCHC	-3,834	0,091	-1,691	-1,246	-1,493	-1,916	-0,364	-2,444	0,239	-0,295	1,427	-0,152	0,125	1,490	-0,809
C14:0	3,563	-1,466	0,328	0,151	-0,804	1,308	2,891	4,010	1,955	-3,810	-2,617	1,008	-2,164	-0,255	1,626
C16:0	4,574	1,803	-0,501	1,838	-1,498	-0,845	0,439	1,229	-0,982	3,472	0,546	-0,443	0,469	1,678	2,894
C16:1	3,772	0,063	1,021	2,105	1,055	-1,484	2,015	0,187	-0,354	1,995	1,822	0,974	-0,545	-2,611	1,078
C18:0	-2,325	1,279	1,129	-4,596	0,499	-1,960	0,263	0,664	-3,619	4,324	0,251	0,232	0,892	-0,503	-3,344
C18:1	1,067	2,222	0,137	2,447	-0,728	2,822	-3,932	-0,743	-0,224	-1,355	-0,577	1,118	-2,315	-1,379	0,272
C18:2	1,059	-2,667	0,223	-0,964	-1,983	1,603	0,210	-1,105	1,998	-5,595	-6,099	-1,109	1,315	-0,155	-1,437
C20:0	-3,980	-2,917	-2,218	1,129	4,272	-3,417	-1,059	-3,728	3,403	-0,428	-0,431	-2,189	2,333	2,180	1,820
C20:1	-3,386	0,992	-0,431	-0,437	0,066	-3,168	0,564	-3,687	-0,690	4,559	5,516	-0,769	1,606	-0,337	-0,720
C22:0	0,957	1,576	1,524	3,214	0,709	-1,217	-3,190	2,556	-2,263	1,762	5,582	1,962	-2,346	0,321	2,257
C24:0	0,142	-3,557	-1,445	-5,837	1,907	0,269	-2,337	0,661	0,330	0,434	0,142	-1,754	3,058	0,693	-0,688
Nulti član	2,225	-0,126	0,362	1,017	-2,451	3,441	-3,209	-1,284	0,986	-5,133	-5,576	-0,033	-0,704	-1,042	-0,903

TTC – sadržaj ukupnih tokoferola; TCC - sadržaj ukupnih karotenoida; TCHC - sadržaj ukupnih hlorofila

Tabela VII.13. Elementi matrice W_2 i vektora B_2 (prikazan u koloni „nulti članovi“)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Nulti član
AV	-1,210	3,432	1,824	-0,805	0,687	1,723	-3,732	1,596	2,580	-0,019	-0,213	-0,144	2,242	0,423	1,672	1,138
PV0	0,101	-0,838	2,172	-2,191	-1,608	-1,640	-0,288	-0,180	-0,621	0,329	0,954	0,596	-1,312	-0,517	-0,077	-0,191
PV4	-0,499	-0,072	1,758	-1,365	0,625	-3,064	2,637	-2,027	0,181	-0,016	-0,758	-2,762	-2,965	-1,797	1,589	0,426
PV8	0,698	-0,070	-0,523	0,594	-0,268	-1,848	1,582	0,518	-1,776	-0,515	-0,330	-2,284	0,400	-2,289	0,230	0,299
AnV0	0,595	2,424	-0,087	-0,506	0,702	-0,124	-0,184	2,086	0,991	-1,574	1,000	-1,109	0,821	0,223	0,273	2,037
AnV4	0,727	1,548	-0,219	-0,458	0,505	-0,357	0,271	1,975	0,271	-1,667	1,126	-1,432	0,455	-0,396	0,113	1,915
AnV8	0,957	0,750	-2,928	2,126	0,536	0,763	1,249	0,934	-0,657	-0,506	-0,290	-3,153	0,350	-0,360	0,072	0,961
TOTOX	0,329	0,081	2,102	-2,342	-1,315	-1,681	-0,346	0,620	-0,263	-0,286	1,318	0,149	-0,982	-0,449	0,023	0,548
TOTOX4	-0,387	0,133	1,672	-1,381	0,666	-3,001	2,578	-1,701	0,215	-0,228	-0,584	-2,847	-2,804	-1,781	1,549	0,657
TOTOX8	0,772	-0,009	-0,757	0,763	-0,223	-1,777	1,675	0,590	-1,820	-0,554	-0,352	-2,527	0,426	-2,306	0,235	0,355
CD0	0,888	0,601	0,898	-1,215	0,236	-1,294	-0,861	2,077	-0,743	-1,813	1,298	-1,706	-0,317	-1,371	-0,526	0,391
CD4	1,024	0,352	-0,159	0,232	3,730	-1,133	-2,178	2,993	-1,626	-5,372	1,624	-2,333	1,064	-3,489	-0,923	-0,256
CD8	-0,182	0,673	-0,045	0,182	2,252	0,516	-0,652	-1,078	1,972	-0,147	-0,662	-0,177	-0,373	-0,084	0,459	0,197
CT0	-0,376	0,000	1,623	-0,366	1,617	1,587	-4,368	0,511	2,297	-0,733	0,737	4,479	2,816	0,446	-1,125	-0,584
CT4	-0,952	1,232	-1,002	2,553	2,330	-2,625	6,317	-2,449	-0,985	-0,219	-3,724	-4,565	-0,338	-1,605	2,727	1,409
CT8	-0,749	1,093	1,370	-0,138	0,918	-1,690	1,252	1,182	-0,603	-2,218	-0,041	0,539	1,921	-0,924	0,955	2,019

AV – kiselinski broj; PV – peroksidni broj; AnV – anisidinski broj; TOTOX – oksidativna vrednost; CD – sadržaj konjugovanih diena; CT – sadržaj konjugovanih triena u polaznim uzorcima, nakon 4 i 8 dana Schaal Oven testa

Tabela VII.14. Parametri validacije dobijenog modela.

	χ^2	RMSE	MBE	MPE	SSE	AARD	R ²
AV	1,94 x 10 ⁻¹³	3,72 x 10 ⁻⁷	-6,70 x 10 ⁻⁸	5,17 x 10 ⁻⁵	2,68 x 10 ⁻¹²	6,94 x 10 ⁻⁶	1,000
PV0	1,34 x 10 ⁻⁷	3,10 x 10 ⁻⁴	-1,80 x 10 ⁻⁸	8,77 x 10 ⁻³	1,92 x 10 ⁻⁶	5,23 x 10 ⁻³	1,000
PV4	1,46 x 10 ⁻⁷	3,23 x 10 ⁻⁴	1,66 x 10 ⁻⁷	9,23 x 10 ⁻⁴	2,09 x 10 ⁻⁶	5,49 x 10 ⁻³	1,000
PV8	2,37 x 10 ⁻¹⁰	1,3 x 10 ⁻⁵	1,06 x 10 ⁻⁷	1,59 x 10 ⁻⁵	3,39 x 10 ⁻⁹	2,23 x 10 ⁻⁴	1,000
AnV0	1,07 x 10 ⁻⁸	8,73 x 10 ⁻⁵	-8,80 x 10 ⁻⁸	7,20 x 10 ⁻²	1,52 x 10 ⁻⁷	1,45 x 10 ⁻³	1,000
AnV4	4,2 x 10 ⁻¹⁰	1,73 x 10 ⁻⁵	5,79 x 10 ⁻⁸	1,57 x 10 ⁻³	6,00 x 10 ⁻⁹	3,04 x 10 ⁻⁴	1,000
AnV8	1,37 x 10 ⁻¹⁰	9,89 x 10 ⁻⁶	1,74 x 10 ⁻⁷	5,42 x 10 ⁻⁴	1,96 x 10 ⁻⁹	1,66 x 10 ⁻⁴	1,000
TOTOX	5,83 x 10 ⁻⁷	6,45 x 10 ⁻⁴	2,51 x 10 ⁻⁸	8,21 x 10 ⁻³	8,33 x 10 ⁻⁶	1,09 x 10 ⁻²	1,000
TOTOX4	6,8 x 10 ⁻⁷	6,97 x 10 ⁻⁴	-2,50 x 10 ⁻⁷	9,67 x 10 ⁻⁴	9,72 x 10 ⁻⁶	1,17 x 10 ⁻²	1,000
TOTOX8	6,42 x 10 ⁻¹⁰	2,14 x 10 ⁻⁵	2,42 x 10 ⁻⁶	1,35 x 10 ⁻⁵	9,06 x 10 ⁻⁹	3,86 x 10 ⁻⁴	1,000
CD0	2,74 x 10 ⁻¹¹	4,43 x 10 ⁻⁶	3,45 x 10 ⁻⁸	1,09 x 10 ⁻⁴	3,92 x 10 ⁻¹⁰	7,10 x 10 ⁻⁵	1,000
CD4	4,45 x 10 ⁻¹¹	5,64 x 10 ⁻⁶	7,41 x 10 ⁻⁸	5,72 x 10 ⁻⁵	6,35 x 10 ⁻¹⁰	9,17 x 10 ⁻⁵	1,000
CD8	1,58 x 10 ⁻⁹	3,36 x 10 ⁻⁵	-3,90 x 10 ⁻⁷	2,65 x 10 ⁻⁴	2,26 x 10 ⁻⁸	5,71 x 10 ⁻⁴	1,000
CT0	1,54 x 10 ⁻¹³	3,31 x 10 ⁻⁷	-8,50 x 10 ⁻⁹	1,78 x 10 ⁻⁴	2,2 x 10 ⁻¹²	5,20 x 10 ⁻⁶	1,000
CT4	1,7 x 10 ⁻¹³	3,49 x 10 ⁻⁷	-4,70 x 10 ⁻⁹	1,31 x 10 ⁻⁴	2,43 x 10 ⁻¹²	6,20 x 10 ⁻⁶	1,000
CT8	2,22 x 10 ⁻¹²	1,26 x 10 ⁻⁶	-3,00 x 10 ⁻⁹	2,13 x 10 ⁻⁴	3,18 x 10 ⁻¹¹	2,03 x 10 ⁻⁵	1,000

χ^2 – hi-kvadrat; RMSE - greška srednjeg kvadrata; MBE - srednja greška pristranosti, MPE - srednji procenat greške; SSE – suma kvadrata greške; AARD –prosečna absolutna relativna devijacija; R² – koeficijent determinacije;

AV – kiselinski broj; PV – peroksidni broj; AnV – anisidinski broj; TOTOX – oksidativna vrednost; CD – sadržaj konjugovanih diena; CT – sadržaj konjugovanih triena u polaznim uzorcima, nakon 4 i 8 dana Schaal Oven testa

Tabela VII.15. Analiza reziduala dobijenog ANN modela

	Skew	Kurt	Mean	StDev	Var
AV	0,219	-0,911	$-6,40 \times 10^{-8}$	$3,66 \times 10^{-7}$	$1,34 \times 10^{-13}$
PV0	0,178	-0,383	$-1,70 \times 10^{-8}$	$3,10 \times 10^{-4}$	$9,59 \times 10^{-8}$
PV4	-0,194	-0,412	$1,58 \times 10^{-7}$	$3,23 \times 10^{-4}$	$1,04 \times 10^{-7}$
PV8	0,552	-0,192	$1,02 \times 10^{-7}$	$1,30 \times 10^{-5}$	$1,69 \times 10^{-10}$
AnV0	0,226	-0,202	$-8,40 \times 10^{-8}$	$8,73 \times 10^{-5}$	$7,62 \times 10^{-9}$
AnV4	0,091	-0,736	$5,53 \times 10^{-8}$	$1,73 \times 10^{-5}$	3×10^{-10}
AnV8	-0,476	0,332	$1,67 \times 10^{-7}$	$9,89 \times 10^{-6}$	$9,78 \times 10^{-11}$
TOTOX	-0,185	-0,366	$2,40 \times 10^{-8}$	$6,45 \times 10^{-4}$	$4,17 \times 10^{-7}$
TOTOX4	0,190	-0,327	$-2,40 \times 10^{-7}$	$6,97 \times 10^{-4}$	$4,86 \times 10^{-7}$
TOTOX8	0,275	-0,554	$2,31 \times 10^{-6}$	$2,13 \times 10^{-5}$	$4,53 \times 10^{-10}$
CD0	0,697	0,820	$3,29 \times 10^{-8}$	$4,43 \times 10^{-6}$	$1,96 \times 10^{-11}$
CD4	-0,620	1,532	$7,07 \times 10^{-8}$	$5,64 \times 10^{-6}$	$3,18 \times 10^{-11}$
CD8	0,768	1,385	$-3,70 \times 10^{-7}$	$3,36 \times 10^{-5}$	$1,13 \times 10^{-9}$
CT0	-0,945	1,399	$-8,10 \times 10^{-9}$	$3,31 \times 10^{-7}$	$1,10 \times 10^{-13}$
CT4	-0,390	-0,379	$-4,50 \times 10^{-9}$	$3,49 \times 10^{-7}$	$1,22 \times 10^{-13}$
CT8	0,371	0,028	$-2,90 \times 10^{-9}$	$1,26 \times 10^{-6}$	$1,59 \times 10^{-12}$

Skew – devijacija raspodele reziduala u odnosu na normalnu simetriju; Kurt – pik (vrh) distribucije reziduala; Mean – srednja vrednost; StDev – standardna devijacija; Var – varijansa;

AV – kiselinski broj; PV – peroksidni broj; AnV – anisidinski broj; TOTOX – oksidativna vrednost; CD – sadržaj konjugovanih diena; CT – sadržaj konjugovanih triena u polaznim uzorcima, nakon 4 i 8 dana Schaal Oven testa

SPISAK SKRAĆENICA**Seme:**

Mc – sadržaj vlage i isparljivih materija (od engl. *Moisture content - seeds*)

Os – sadržaj ulja u semenu (od engl. *Oil content - seeds*)

L – dužina (od engl. *Length*)

W – širina (od engl. *Width*)

T – debljina (od engl. *Thickness*)

Ed – ekvivalentni prečnik (od engl. *Equivalent diameter*)

Sa – površina semena (od engl. *Surface area*)

Sv – zapremina semena (od engl. *Seed volume*)

S – sferičnost (od engl. *Sphericity*)

Td – specifična masa (od engl. *True density*)

Bd – litarska masa (od engl. *Bulk density*)

P – poroznost (od engl. *Porosity*)

Hc – sadržaj ljuske (od engl. *Hull content*)

Mts – masa hiljadu zrna (od engl. *Mass of thousand seeds*)

F – čvrstoća semena (od engl. *Firmness*)

Pogača:

Mcc – sadržaj vlage i isparljivih materija u pogači (od engl. *Moisture content – cake*)

Oc – sadržaj ulja u pogači (od engl. *Oil content – cake*)

Parametri presovanja:

m – masa materijala za presovanje

t – temperatura izlaznog ulja

τ – vreme presovanja

m_c – mase dobijene pogače (od engl. *mass of cake*)

m_o – masa dobijenog ulja (od engl. *mass of oil*)

Y_o – iskorišćenje ulja (od engl. *Yield of oil*)

Y_s – iskorišćenje semena (od engl. *Yield of seeds*)

Q_s – protok materijala kroz presu (od engl. *Quantity of seeds*)

Q_o – protok ulja (od engl. *Quantity of oil*)

Hladno pesovano ulje:

IV – jodni broj (od engl. *Iodine Value*)

n – indeks refrakcije

SFA – sadržaj zasićenih masnih kiselina (od engl. *Saturated Fatty Acids*),

MUFA – sadržaj mononezasićenih masnih kiselina (od engl. *Monounsaturated Fatty Acids*)

PUFA – sadržaj polinezasićenih masnih kiselina (od engl. *Polyunsaturated Fatty Acids*)

TTC – sadržaj ukupnih tokoferola (od engl. *Total Tocopherols Content*)

TCC – sadržaj ukupnih karotenoida (od engl. *Total Carotenoids Content*)

TCHC – sadržaj ukupnih hlorofila (od engl. *Total Chlorophylls Content*)

AV – kiselinski broj (od engl. *Acid Value*)

PV – peroksidni broj (od engl. *Peroxide Value*)

AnV – anisidinski broj (od engl. *Anisidine Value*)

TOTOX – oksidativna vrednost (od engl. *Total Oxidation Index*)

CD – sadržaj konjugovanih diena (od engl. *Conjugated Dienes*)

CT – sadržaj konjugovanih triena (od engl. *Conjugated Trienes*)

L^* – svetloća boje

a^* – udeo crvene boje ($+a^*$) ili zelene boje ($-a^*$)

b^* – udeo žute boje ($+b^*$) ili plave boje ($-b^*$)

T – transparentija

Statistička obrada podataka:

p – verovatnoća

CA – klaster analiza (od engl. *Cluster Analysis*)

PCA – analiza glavnih komponenta (od engl. *Principal Component Analysis*)

ANN – veštačka neuronska mreža (od engl. *Artificial Neural Network*)

MLP – višeslojni perceptron (od engl. *Multi - Layer Perceptron*)

W – težinski koeficijenti (od engl. *Weights*)

B – nulti članovi (od engl. *Biases*)

R^2 – koeficijent determinacije

χ^2 – hi-kvadrat

MBE – srednja greška pristranosti (od engl. *Mean Bias Error*)

RMSE – greška srednjeg kvadrata (od engl. *Root Mean Square Error*)

MPE – srednji procenat greške (od engl. *Mean Percentage Error*)

SOS – suma kvadrata razlika (od engl. *Sum of Squares*)

Skew – devijacija raspodele reziduala u odnosu na normalnu simetriju (od engl. *Skewness*)

Kurt – pik (vrh) distribucije reziduala (od engl. *Kurtosis*)

Mean – srednja vrednost (od engl. *Mean*)

StDev – standardna devijacija (od engl. *Standard Deviation*)

Var – varijansa (od engl. *Variance*)

SPISAK TABELA

Tabela II.1. Parametri za podešavanje prese dati kao preporuke proizvođača prese *Elektro motor Šimon, Senta* za model prese *SPU 40* za različite sirovine (Uputstvo, 2018)

Tabela II.2. Specifikacija pojedinih pužnih presa prisutnih na tržištu (Callahan i sar., 2014; Romanić, 2020)

Tabela II.3. Uticaj procesnih parametara (prečnik matrice, temperatura predgrevanja, brzina rotacije puža) na prinos ulja i sadržaj ukupnih fenolnih jedinjenja u dobijenom hladno presovanom ulju semenki grožđa (Rombaut i sar., 2015)

Tabela II.4. Uticaj veličine semena, brzine obrtaja puža, veličine otvora izlaza na presi i sadržaja vlage u semenu na prinos ulja dobijenog hladnim presovanjem semena koštica grožđa (Teh, 2016)

Tabela II.5. Hemijski sastav sporednih proizvoda (pogača/sačmi) nakon različitih postupaka izdvajanja ulja iz semena suncokreta (Ancuța i Sonia, 2020)

Tabela II.6. Maksimalni stepen inkorporacije pogače suncokreta u obrocima za stočnu hranu (Pedroche, 2015)

Tabela II.7. Funkcionalne karakteristike proteina suncokreta (Prospektni materijal, 2018)

Tabela II.8. Sastav masnih kiselina različitih tipova suncokretovog ulja (Codex Alimentarius, 1999; Serrano-Vega i sar., 2005; Salas i sar., 2011; Salas i sar., 2015)

Tabela II.9. Sadržaj minornih komponenata u sirovom suncokretovom ulju standardnog tipa

Tabela II.10. Sadržaj i sastav tokohromanola različitih biljnih ulja (Velasco i Ruiz-Méndez, 2015)

Tabela II.11. Sastav tokoferola u ulju dobijenom iz modifikovanih linija suncokreta

Tabela IV.1. Sadržaj vlage i sadržaj ulja u semenima uljanih hibrida suncokreta gajenih u dve godine ispitivanja u Srbiji (S1 do S9) i Argentini (A1 do A9) i konzumnih hibrida (K1 do K9)

Tabela IV.2. Dimenzije semena uljanih hibrida suncokreta gajenih u dve godine ispitivanja u Srbiji (S1 do S9) i Argentini (A1 do A9) i konzumnih hibrida (K1 do K9)

Tabela IV.3. Geometrijske karakteristike semena uljanih hibrida suncokreta gajenih u dve godine ispitivanja u Srbiji (S1 do S9) i Argentini (A1 do A9) i konzumnih hibrida (K1 do K9)

Tabela IV.4. Gravimetrijske karakteristike semena uljanih hibrida suncokreta gajenih u dve godine ispitivanja u Srbiji (S1 do S9) i Argentini (A1 do A9) i konzumnih hibrida (K1 do K9)

Tabela IV.5. Opšte karakteristike i čvrstoća semena uljanih hibrida suncokreta gajenih u dve godine ispitivanja u Srbiji (S1 do S9) i Argentini (A1 do A9) i konzumnih hibrida (K1 do K9)

Tabela IV.6. Korelacije utvrđene između čvrstoće semena (F) i geometrijskih, gravimetrijskih i opštih karakteristika semena

Tabela IV.7. Parametri instrumentalnog određivanja boje semena uljanih hibrida suncokreta gajenih u dve godine ispitivanja u Srbiji (S1 do S9) i Argentini (A1 do A9) i konzumnih hibrida (K1 do K9)

Tabela IV.8. Sadržaj vlage i sadržaj ulja u pogačama uljanih hibrida suncokreta gajenih u dve godine ispitivanja u Srbiji (S1 do S9) i Argentini (A1 do A9) i konzumnih hibrida (K1 do K9)

Tabela IV.9. Parametri presovanja semena uljanih hibrida suncokreta gajenih u dve godine ispitivanja u Srbiji (S1 do S9) i Argentini (A1 do A9) i konzumnih hibrida (K1 do K9) na pužnoj presi

Tabela IV.10. Korelacije utvrđene između temperature ulja na izlazu iz prese i sadržaja vlage i sadržaja ulja, geometrijskih, gravimetrijskih, opštih karakteristika i čvrstoće semena

Tabela IV.11. Iskorišćenje i ostvareni kapaciteti dobijeni presovanjem semena uljanih hibrida suncokreta gajenih u dve godine ispitivanja u Srbiji (S1 do S9) i Argentini (A1 do A9) i konzumnih hibrida (K1 do K9) na pužnoj presi

Tabela IV.12. Rezime dobijenog modela veštačke neuronske mreže

Tabela IV.13. Koeficijenti determinacije (R^2) predviđenih i eksperimentalno dobijenih vrednosti za cikluse učenja, testiranja i validacije

Tabela IV.14. Prosečne vrednosti sastava masnih kiselina ispitanih uljanih hibrida suncokreta uzgajanih u Srbiji i Argentini i konzumnih hibrida suncokreta u dve godine ispitivanja

Tabela IV.15. Jodni broj i indeks refrakcije uljanih hibrida gajenih u Srbiji i Argentini i konzumnih hibrida gajenih u Srbiji u dve godine ispitivanja

Tabela IV.16. Sadržaj zasićenih (SFA), mononezasićenih (MUFA), polinezasićenih (PUFA) i esencijalnih omega 6 (Ω 6) masnih kiselina u uljima dobijenih od uljanih hibrida suncokreta gajenih u dve godine ispitivanja u Srbiji (S1 do S9) i Argentini (A1 do A9) i konzumnih hibrida (K1 do K9)

Tabela IV.17. Sadržaj bioaktivnih komponenata u uljima uljanih hibrida suncokreta gajenih u dve godine ispitivanja u Srbiji (S1 do S9) i Argentini (A1 do A9) i konzumnih hibrida (K1 do K9)

Tabela IV.18. Parametri instrumentalnog određivanja boje uzoraka ulja dobijenih od uljanih hibrida suncokreta gajenih u dve godine ispitivanja u Srbiji (S1 do S9) i Argentini (A1 do A9) i konzumnih hibrida (K1 do K9)

Tabela IV.19. Rezime dobijenog modela veštačke neuronske mreže

Tabela IV.20. Koeficijenti determinacije (R^2) predviđenih i eksperimentalno dobijenih vrednosti za ciklus učenja

Tabela VII.1. Elementi matrice W_1 i vektora B_1 (prikazan u redu „nulti članovi“)

Tabela VII.2. Elementi matrice W_2 i vektora B_2 (prikazan u redu „nulti članovi“)

Tabela VII.3. Parametri validacije dobijenog modela.

Tabela VII.4. Analiza reziduala dobijenog ANN modela

Tabela VII.5. Sastav masnih kiselina uljima uljanih hibrida suncokreta gajenih u dve godine ispitivanja u Srbiji (S1 do S9) i Argentini (A1 do A9) i konzumnih hibrida (K1 do K9)

Tabela VII.6. Kiselost, izražena kao kiselinski broj (AV) uzoraka ulja dobijenih od uljanih hibrida suncokreta gajenih u dve godine ispitivanja u Srbiji (S1 do S9) i Argentini (A1 do A9) i konzumnih hibrida (K1 do K9)

Tabela VII.7. Vrednosti peroksidnog broja (PV) uzoraka ulja dobijenih od uljanih hibrida suncokreta gajenih u dve godine ispitivanja u Srbiji (S1 do S9) i Argentini (A1 do A9) i konzumnih hibrida (K1 do K9) pri uslovima Schaal oven testa

Tabela VII.8. Vrednosti anisidinskog broja (AnV) uzoraka ulja dobijenih od uljanih hibrida suncokreta gajenih u dve godine ispitivanja u Srbiji (S1 do S9) i Argentini (A1 do A9) i konzumnih hibrida (K1 do K9) pri uslovima Schaal oven testa

Tabela VII.9. Oksidativna vrednost (TOTOX) uzoraka ulja dobijenih od uljanih hibrida suncokreta gajenih u dve godine ispitivanja u Srbiji (S1 do S9) i Argentini (A1 do A9) i konzumnih hibrida (K1 do K9) pri uslovima Schaal oven testa

Tabela VII.10. Sadržaj konjugovanih diena (CD) uzoraka ulja dobijenih od uljanih hibrida suncokreta gajenih u dve godine ispitivanja u Srbiji (S1 do S9) i Argentini (A1 do A9) i konzumnih hibrida (K1 do K9) pri uslovima Schaal oven testa

Tabela VII.11. Sadržaj konjugovanih triena (CT) uzoraka ulja dobijenih od uljanih hibrida suncokreta gajenih u dve godine ispitivanja u Srbiji (S1 do S9) i Argentini (A1 do A9) i konzumnih hibrida (K1 do K9) pri uslovima Schaal oven testa

Tabela VII.12. Elementi matrice W_1 i vektora B_1 (prikazan u redu „nulti članovi“)

Tabela VII.13. Elementi matrice W_2 i vektora B_2 (prikazan u redu „nulti članovi“)

Tabela VII.14. Parametri validacije dobijenog modela.

Tabela VII.15. Analiza reziduala dobijenog ANN modela

SPISAK SLIKA

Slika II.1. Proizvodnja uljarica u svetu

Slika II.2. Proizvodnja semena suncokreta u svetu prikazana po najvećim proizvođačima

Slika II.3. Proizvodnja biljnih ulja u svetu

Slika II.4. Proizvodnja ulja suncokreta u svetu prikazana po najvećim proizvođačima

Slika II.5. Kretanje cena suncokretovog ulja u svetu na evropskim i američkim berzama

Slika II.6. Proizvodnja suncokreta u Srbiji u period od 2009. do 2018. godine (Miranović Drobnjak, 2019)

Slika II.7. Seme hibrida suncokreta: (a) uljanog tipa; (b) konzumnog tipa (Romanić i sar., 2018)

Slika II.8. Dimenzije semena suncokreta (*Helianthus annuus* L) prikazane u (a) izometrijskom 3D modelu i (b) ortogonalni prikaz (prilagođeno Ortiz-Hernandez i sar. (2020))

Slika II.9. Konvencionalna prerada suncokreta u cilju dobijanja ulja (prilagođeno sa <https://www.seedoilpress.com/oil-production-plant/sunflower-oil-production-line.html>)

Slika II.10. Blok šema tehnološkog procesa proizvodnje jestivih nerafinisanih ulja (Dimić i sar., 2002; Premović, 2014; Romanić, 2020)

Slika II.11. Šema tehnološkog procesa proizvodnje hladno presovanih ulja (<http://www.nebraskascrewpress.com/oilextraction.html>)

Slika II.12. Pužna presek (a) presek sa označenim delovima prese (prilagođeno sa <https://extension.psu.edu/oilseed-presses>) (b) spoljašnji izgled prese proizvođača Oil Press Machine, Turska, kapacitet: 7 - 45 kg/h (<http://coldpressoilmachines.com/oil-press-100/#page-content>)

Slika II.13. (a) Pojedinačni delovi prese: 1 – nosač dizne; 2 – konusni prsten na izlazu iz prese (dizna); 3 – nosač zvezde; 4 – zvezda; 5 – navrtka; 6 – spojna čaura; 7 – plašt

(košuljica); 8 – puž; 9 – distancer puža; 10 – ulazna komora; 11 – kućište ležaja; (b) Sklop glave prese i (c) Sklop prese (Uputstvo, 2018)

Slika II.14. Šema procesa uklanjanja mehaničkih nečistoća iz ulja (Ferchau, 2000)

Slika II.15. Tank za izdvajanje nečistoća iz hladno presovanog ulja taloženjem (<https://www.indiamart.com/proddetail/steel-storage-tank-19811745330.html>)

Slika II.16. Vrećasti filteri a) sa kućištem; b) bez kućišta (prilagođeno sa <http://www.aquaheliosoilpress.com/seed-oil-press-filters/>)

Slika II.17. Filteri sa punjenjem (<https://www.hongtefiltration.com/SS-cartridge-filter-housing/SS-sanitary-multi-cartridge-housing.html>)

Slika II.18. Filtar prese različite konstrukcije (<https://www.seed2oil.com/equipment/oil-filters/>)

Slika II.19. Proizvodnja proteinskih obroka za ljudsku ishranu (prilagođeno sa Prospekti materijal, 2018)

Slika II.20. Hemijska struktura tokoferola (Velasco i Ruiz-Méndez, 2015)

Slika II.21. Hemijska struktura holesterola i kampesterola (Salas i sar., 2015)

Slika II.22. Oksidacija lipida prikazana u fazama (prilagođeno Bolívar-Monsalve i sar. (2019))

Slika III.1. Plan eksperimentalnog rada

Slika III.2. Semena uljanih hibrida suncokreta gajenih u Srbiji

Slika III.3. Semena uljanih hibrida suncokreta gajenih u Argentini

Slika III.4. Semena konzumnih hibrida suncokreta gajenih u Srbiji

Slika III.5. Pužna presa korišćena u proizvodnji hladno presovanih ulja semena suncokreta

Slika III.6. Filtracija hladno presovanog ulja

Slika IV.1. Rezultati analize glavnih komponenti sadržaja vlage i ulja, dimenzija, geometrijskih, gravimetrijskih, generalnih i teksturalnih karakteristika i boje semena

uljanih hibrida suncokreta gajenih u Srbiji (S1 do S9) i Argentini (A1 do A9) i konzumnih hibrida (K1 do K9) u prvoj i drugoj godini ispitivanja a), c) grafik skorova i b), d) grafik koeficijenata glavnih komponenta

Slika IV.2. Dendrogram hijerarhijske klaster analize karakteristika semena ispitanih uzoraka suncokreta gajenih u Srbiji (S1 do S9) i Argentini (A1 do A9) i konzumnih hibrida (K1 do K9) u a) prvoj godini ispitivanja i b) drugoj godini ispitivanja

Slika IV.3. Grafici predviđenih i eksperimentalno dobijenih vrednosti iskorišćenja semena (Y_s) i ulja (Y_o), protoka semena (Q_s) i ulja (Q_o), parametara presovanja: temperatura ulja (t), vreme presovanja (τ), masa dobijeng ulja (m_o) i masa dobijene pogače (m_c) za cikluse učenja, testiranja i validacije

Slika IV.4. Relativni uticaj karakteristika semena, sadržaja vlage i sadržaja ulja u semenu i pogači i mase materijala za presovanje na iskorišćenja i protok ulja i semena, kao i na parametare presovanja utvrđen Yoon metodom interpretacije

Slika IV.5. Kiselost, izražena kao kiselinski broj (AV) uzoraka ulja dobijenih od uljanih hibrida suncokreta gajenih u dve godine ispitivanja u Srbiji (S1 do S9) i Argentini (A1 do A9) i konzumnih hibrida (K1 do K9)

Slika IV.6. Vrednosti peroksidnog broja (PV) uzoraka ulja dobijenih od uljanih hibrida suncokreta gajenih u Srbiji (S1 do S9) i Argentini (A1 do A9) i konzumnih hibrida (K1 do K9) pri uslovima Schaal oven testa u: a) prvoj godini ispitivanja; b) drugoj godini ispitivanja

Slika IV.7. Vrednosti anisidinskog broja (AnV) uzoraka ulja dobijenih od uljanih hibrida suncokreta gajenih u Srbiji (S1 do S9) i Argentini (A1 do A9) i konzumnih hibrida (K1 do K9) pri uslovima Schaal oven testa u: a) prvoj godini ispitivanja; b) drugoj godini ispitivanja

Slika IV.8. Oksidativna vrednost (TOTOX) uzoraka ulja dobijenih od uljanih hibrida suncokreta gajenih u Srbiji (S1 do S9) i Argentini (A1 do A9) i konzumnih hibrida (K1 do K9) pri uslovima Schaal oven testa u: a) prvoj godini ispitivanja; b) drugoj godini ispitivanja

Slika IV.9. Sadržaj konjugovanih diena (CD) uzoraka ulja dobijenih od uljanih hibrida suncokreta gajenih u Srbiji (S1 do S9) i Argentini (A1 do A9) i konzumnih hibrida (K1 do K9) pri uslovima Schaal oven testa u: a) prvoj godini ispitivanja; b) drugoj godini ispitivanja

Slika IV.10. Sadržaj konjugovanih triena (CT) uzoraka ulja dobijenih od uljanih hibrida suncokreta gajenih u Srbiji (S1 do S9) i Argentini (A1 do A9) i konzumnih hibrida (K1 do K9) pri uslovima Schaal oven testa u: a) prvoj godini ispitivanja; b) drugoj godini ispitivanja

Slika IV.11. Grafici predviđenih i eksperimentalno dobijenih vrednosti kiselinskog (AV), peroksidnog (PV) i anisidinskog broja (AnV) za ciklus učenja

Slika IV.12. Grafici predviđenih i eksperimentalno dobijenih vrednosti oksidativne vrednosti (TOTOX) i sadržaja konjugovanih diena (CD) u polaznim uzorcima i nakon 4 i 8 dana Schaal Oven testa za ciklus učenja

Slika IV.13. Grafici predviđenih i eksperimentalno dobijenih vrednosti sadržaja konjugovanih triena (CT) u polaznim uzorcima i nakon 4 i 8 dana Schaal Oven testa za ciklus učenja

Овај Образац чини саставни део докторске дисертације, односно докторског уметничког пројекта који се брани на Универзитету у Новом Саду. Попуњен Образац укоричити иза текста докторске дисертације, односно докторског уметничког пројекта.

План третмана података

Назив пројекта/истраживања
Могућности и ограничења производње хладно пресованог уља и погаче од семена одабраних хибрида сунцокрета најновијег сортимента
Назив институције/институција у оквиру којих се спроводи истраживање
а) Технолошки факултет Нови Сад, Универзитет у Новом Саду, Република Србија б) Институт за ратарство и повртарство, Институт од националног значаја за Републику Србију, Нови Сад, Република Србија
Назив програма у оквиру ког се реализује истраживање
Истраживања у оквиру ове докторске дисертације су делимично повезана са истраживањима која финансира Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије, у оквиру пројекта „Развој нових функционалних кондиторских производа на бази уљарица”, број: ТР 31014, као и пројекта под називом „Развој нових сорти и побољшање технологија производње уљаних биљних врста за различите намене”, број: ТР 31025.
1. Опис података
<p>1.1 Врста студије</p> <p><i>Укратко описати тип студије у оквиру које се подаци прикупљају</i> <u>Докторска дисертација</u></p> <p>1.2 Врсте података</p> <p>а) квантитативни б) квалитативни</p> <p>1.3. Начин прикупљања података</p> <p>а) анкете, упитници, тестови б) клиничке процене, медицински записи, електронски здравствени записи в) генотипови: навести врсту _____ г) административни подаци: навести врсту _____ д) узорци ткива: навести врсту: <u>семе сунцокрета, погача и уље добијени хладним пресовањем семена.</u> ђ) снимци, фотографије: навести врсту: <u>фотографије семена сунцокрета, фотографије пресе коришћене у производњи хладно пресованог уља и погаче, филтрација хладно пресованог уља.</u> е) текст, навести врсту: литературни наводи ж) мапа, навести врсту _____ з) остало: описати: <u>web садржај</u></p> <p>1.3 Формат података, употребљене скале, количина података</p> <p>1.3.1 Употребљени софтвер и формат датотеке:</p> <p>а) Еxcel фајл, датотека: <u>.xlsx</u></p>

- b) SPSS fajl, datoteka _____
 c) PDF fajl, datoteka _____
 d) Текст fajl, datoteka: .docx
 e) JPG fajl, datoteka: .jpeg, .tif
 f) Остало, datoteka _____

1.3.2. Број записа (код квантитативних података)

- a) број варијабли: велики број
 б) број мерења (испитаника, процена, снимака и сл.): велики број

1.3.3. Поновљена мерења

- a) да
 б) не

Уколико је одговор да, одговорити на следећа питања:

- a) временски размак између поновљених мера је _____
 б) варијабле које се више пута мере односе се на _____
 в) нове верзије фајлова који садрже поновљена мерења су именоване као _____

Напомене: _____

Да ли формати и софтвер омогућавају дељење и дугорочну валидност података?

- a) Да
 б) Не

Ако је одговор не, образложити _____

2. Прикупљање података

2.1 Методологија за прикупљање/генерисање података

2.1.1. У оквиру ког истраживачког нацрта су подаци прикупљени?

- a) експеримент, навести тип: физичке, хемијске и биолошке анализе
 б) корелационо истраживање, навести тип: вештачке неуронске мреже (енгл. Artificial Neural Networks, ANN), анализа главних компонената (енгл. Principal Component Analysis, PCA), хијерархијска кластер анализа (енгл. Hierarchical Cluster Analysis)
 ц) анализа текста, навести тип: тумачење експериментално добијених резултата, извођење закључака и поређење са литературним подацима
 д) остало, навести шта _____

2.1.2 Навести врсте мерних инструмената или стандарде података специфичних за одређену научну дисциплину (ако постоје).

Одређивање чврстоће семена: текстурометар TA.HD Plus (Stable Micro Systems, Godalming, UK).

Одређивање боје семена и уља: „Minolta Chroma Meter” CR-400 („Konica Minolta”, Japan).

Састав масних киселина: гасни хроматограф GC 7890B.

Одређивање оксидативних карактеристика уља и садржаја биоактивних компоненти (садржај укупних каротеноида и хлорофила): UV / VIS спектрофотометар модел T80 + (PG Instruments Limited, London).

Одређивање садржаја укупних токоферола: HPLC (Sikam, Nemačka) опремљен FLD детектором.

Статистичка обрада података: софтвер Statistica 13.5.0.17 (StatSoft, Tulsa, Oklahoma, USA) i Microsoft Excel 2013

2.2 Квалитет података и стандарди

2.2.1. Третман недостајућих података

а) Да ли матрица садржи недостајуће податке? Да **Не**

Ако је одговор да, одговорити на следећа питања:

- а) Колики је број недостајућих података? _____
 б) Да ли се кориснику матрице препоручује замена недостајућих података? Да **Не**
 в) Ако је одговор да, навести сугестије за третман замене недостајућих података
-

2.2.2. На који начин је контролисан квалитет података? Описати

Квалитет података контролисан је применом различитих статистичких метода и понављањем добијених експерименталних резултата.

2.2.3. На који начин је извршена контрола уноса података у матрицу?

Упоредњем добијених података са литературним подацима.

3. Третман података и пратећа документација

3.1. Третман и чување података

3.1.1. Подаци ће бити депоновани у Репозиторијуму Универзитета у Новом Саду.

3.1.2. URL адреса: накнадно

3.1.3. DOI _____

3.1.4. Да ли ће подаци бити у отвореном приступу?

- а)** Да
 б) Да, али после ембарга који ће трајати до _____
 в) Не

Ако је одговор не, навести разлог _____

3.1.5. Подаци неће бити депоновани у репозиторијум, али ће бити чувани.

Образложење

3.2. Метаподаци и документација података

3.2.1. Који стандард за метаподатке ће бити примењен? _____

3.2.1. Навести метаподатке на основу којих су подаци депоновани у репозиторијум.

Ако је потребно, навести методе које се користе за преузимање података, аналитичке и процедуралне информације, њихово кодирање, детаљне описе варијабли, записа итд.

3.3 Стратегија и стандарди за чување података

3.3.1. До ког периода ће подаци бити чувани у репозиторијуму? _____

3.3.2. Да ли ће подаци бити депоновани под шифром? Да Не3.3.3. Да ли ће шифра бити доступна одређеном кругу истраживача? Да Не

3.3.4. Да ли се подаци морају уклонити из отвореног приступа после извесног времена?

Да Не

Образложити

4. Безбедност података и заштита поверљивих информација

Овај одељак МОРА бити попуњен ако ваши подаци укључују личне податке који се односе на учеснике у истраживању. За друга истраживања треба такође размотрити заштиту и сигурност података.

4.1 Формални стандарди за сигурност информација/података

Истраживачи који спроводе испитивања с људима морају да се придржавају Закона о заштити података о личности (https://www.paragraf.rs/propisi/zakon_o_zastiti_podataka_o_licnosti.html) и одговарајућег институционалног кодекса о академском интегритету.

4.1.2. Да ли је истраживање одобрено од стране етичке комисије? Да Не

Ако је одговор Да, навести датум и назив етичке комисије која је одобрила истраживање

4.1.2. Да ли подаци укључују личне податке учесника у истраживању? Да Не

Ако је одговор да, наведите на који начин сте осигурали поверљивост и сигурност информација везаних за испитанике:

а) Подаци нису у отвореном приступу

б) Подаци су анонимизирани

ц) Остало, навести шта

5. Доступност података

5.1. Подаци ће бити

а) јавно доступни

б) доступни само уском кругу истраживача у одређеној научној области

ц) затворени

Ако су подаци доступни само уском кругу истраживача, навести под којим условима могу да их користе:

Ако су подаци доступни само уском кругу истраживача, навести на који начин могу приступити подацима:

5.4. Навести лиценцу под којом ће прикупљени подаци бити архивирани.

6. Улоге и одговорност

6.1. Навести име и презиме и мејл адресу власника (аутора) података

Тања Лужаић, tanja.luzaic@tf.uns.ac.rs

6.2. Навести име и презиме и мејл адресу особе која одржава матрицу с подацима

Тања Лужаић, tanja.luzaic@tf.uns.ac.rs

6.3. Навести име и презиме и мејл адресу особе која омогућује приступ подацима другим истраживачима

Тања Лужаић, tanja.luzaic@tf.uns.ac.rs