

Biljna ulja linolnog tipa

Zobundžija, Dora

Undergraduate thesis / Završni rad

2014

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, FACULTY OF FOOD TECHNOLOGY / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:109:515767>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-06-13**



image not found or type unknown

Repository / Repozitorij:

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



zir.nsk.hr



image not found or type unknown

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
PREHRAMBENO – TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK

PREDDIPLOMSKI STUDIJ PREHRAMBENE TEHNOLOGIJE

Dora Zobundžija

Biljna ulja linolnog tipa

završni rad

Osijek, 2014.

SVEUČILIŠTE J. J. STROSSMAYERA U OSIJEKU
PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK

PREDDIPLOMSKI STUDIJ PREHRAMBENE TEHNOLOGIJE

Završni rad

Biljna ulja linolnog tipa

Nastavni predmet

Tehnologija prerade sirovina biljnog podrijetla II

Predmetni nastavnik: izv. prof. dr. sc. Tihomir Moslavac

Studentica: Dora Zobundžija (MB: 3010/08)

Mentor: Izv. prof. dr. sc. Tihomir Moslavac

Predano (datum):

Pregledano (datum):

Ocjena:

Potpis mentora:

Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku
Prehrambeno – tehnološki fakultet
Preddiplomski studij prehrambene tehnologije

Dora Zobundžija

Biljna ulja linolnog tipa

ZAVRŠNI RAD

Mentor: izv. prof. dr. sc. Tihomir Moslavac

Osijek, listopad 2014.

University of J. J. Strossmayer in Osijek
Faculty of food technology Osijek
Undergraduate study of food technology

Dora Zobundžija

Vegetable oils of linoleic type

FINAL TEST

Mentor: Tihomir Moslavac, PhD associate

Osijek, September 2014.

Biljna ulja linolnog tipa

SAŽETAK

Biljna ulja su organski spojevi, esteri alkohola glicerola i masnih kiselina, a sadrže i negliceridne sastojke (pigmenti, tokoferoli, voskovi, steroli, fosfolipidi i dr.).

Biljna ulja sadrže dvije esencijalne masne kiselina (linolna i linolenska) koje naš organizam ne može sintetizirati već ih unosimo isključivo hranom.

Ulja linolnog tipa s visokim udjelom linolne masne kiseline (suncokretovo ulje do 75%) imaju značajnu biološku vrijednost. Primjena ulja linolnog tipa vrlo je raširena od prehrambene, kozmetičke i drvne industrije pa sve do upotrebe u medicini, slikarstvu, domaćinstvu i dr.

Cilj ovog rada je predstaviti neka od najpoznatijih biljnih ulja linolnog tipa: suncokretovo, sojino, kukuruzno i ulje šafranike te područje uzgoja njihovih uljarica, sastav i karakteristike ulja kao i njihovu primjenu.

Ključne riječi: biljno ulje, linolna kiselina, suncokret, soja, kukuruz, šafranika

Vegetable oils of linoleic type

ABSTRACT

Vegetable oils are organic compounds, i.e. esters of the alcohol glycerol and fatty acids also containing unglyceride compounds (pigments, tocopherols, wax, sterols, phospholipids...).

Vegetable oils contains two essential fatty acids (linoleic and linolenic) which our organism isn't capable to synthesize on its own, so we have to intake them through food.

Linoleic type oils with high concentration of linoleic fatty acid (sunflower oil – 75%) have significant biological value.

Linoleic-type oils are widely used in different industries such as food processing, cosmetics and wood processing, but also in medicine, artistic painting and in households.

The purpose of this paper is to consider some of the commonest vegetable oils of this type: sunflower, soybean, corn, and safflower, and to present the areas where those plants are grown, as well as oil composition, characteristics and applications.

Keywords: vegetable oil, linoleic acid, sunflower, soybean, corn, safflower

SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. GLAVNI DIO.....	3
2.1. Suncokret.....	4
2.1.1. Morfološka svojstva suncokreta.....	4
2.1.2. Sastav sjemena suncokreta.....	5
2.1.3. Standardni suncokret linolnog tipa.....	5
2.1.4. Voskovi u sjemenu i suncokretovom ulju.....	10
2.2. Soja.....	11
2.2.1. Soja i genetske modifikacije.....	13
2.2.2. Sastav i karakteristike sojinog ulja.....	14
2.3. Kukuruz – kukuruzne klice.....	18
2.3.1. Sastav kukuruzne klice.....	19
2.3.2. Sastav i fizičko - kemijske karakteristike ulja kukuruzne klice.....	20
2.3.3. Održivost ulja kukuruzne klice.....	23
2.4. Šafranika.....	24
3. ZAKLJUČAK.....	26
4. LITERATURA	28

1.UVOD

Masti i ulja su organski spojevi s velikom ulogom u izgradnji živih bića. Prema kemijskom sastavu to su esteri alkohola glicerola i masnih kiselina pa se svrstavaju u trigliceride, a također i u širu skupinu spojeva koji se zovu lipidi.

U animalnim mastima prevladavaju zasićene masne kiseline (palmitinska, stearinska), te su zato pri sobnoj temperaturi u krutom ili polukrutom agregatnom stanju, a biljna ulja spojevi gdje prevladavaju nezasićene masne kiseline (oleinska, linolna, linolenska) pa su zato pri sobnoj temperaturi u tekućem agregatnom stanju.

U linolni tip biljnih ulja ubrajaju se biljna ulja koja sadrže najveći postotak linolne kiseline. Cilj ovog rada je prezentirati neke od najzastupljenijih tipova te vrste ulja: suncokretovo, sojino, kukuruzne klice i ulje šafranke, dakle sirovine, uljarice, od kojih se tehnološkim postupcima dobivaju ta jestiva ulja.

2. GLAVNI DIO

2.1. Suncokret

Suncokret, *Helianthus annuus L.*, jedna od 4 najznačajnije sirovine za proizvodnju ulja u svijetu, porijeklom je iz Sjeverne Amerike. Tradicionalno su ga uzgajali Indijanci i koristili u prehrani, a zatim i kao lijek te za bojanje.

Suncokret su u Europu donijeli španjolski osvajači, početkom 16. stoljeća, bio je omiljen kao ukrasna biljka. Znatno kasnije, tek 1716. godine, u Engleskoj je odobren patent za uporabu suncokreta kao sirovine za dobivanje ulja. Značajnu podršku, kao sirovina za proizvodnju hrane, suncokret je dobio u Rusiji gdje je pravoslavna crkva za vrijeme velikog posta zabranjivala neke namirnice. Na listi dozvoljenih, međutim, nalazile su se sjemenke i suncokretovo ulje, što je doprinijelo njihovoj popularizaciji.

Ruski seljaci su shvatili vrijednost suncokreta kao uljarice i započeli njegovu komercijalnu proizvodnju, koja se već 1880. godine odvijala na površini od oko 150 000 hektara. Prvi pokušaji za povećanjem sadržaja ulja u sjemenu suncokreta također su učinjeni u Rusiji.

Oplemenjivanje suncokreta na znanstvenim osnovama odvija se već više od jednog stoljeća. Razvoju oplemenjivanja suncokreta doprinijeo je veliki broj znanstvenika u svijetu. Vidan doprinos u prvoj polovini dvadesetog stoljeća dali su ruski oplemenjivači. U drugoj polovini 20. st razvoju oplemenjivanja ove uljarice, posebno u stvaranju hibrida, doprinijeli su oplemenjivači iz više zemalja. Izgradnji modela hibrida i određivanju glavnih pravaca u oplemenjivanju suncokreta glede produktivnosti, doprinijeli su istraživači iz Francuske, SAD, Njemačke, Srbije i Rumunjske.

Od samog početka pa do danas, razvoj proizvodnje suncokreta je kontinuiran. Pojavom novih hibrida znatno je povećan prinos sjemena i ulja. Današnji komercijalni hibridi imaju sadržaj ulja i preko 50%.

Suncokret se danas u svijetu uzgaja na površini od preko 14,5 milijuna hektara. Veći dio, oko 60%, proizvodi se u Europi. Najveći proizvođači suncokreta su: Rusija, Ukrajina, Argentina, Francuska, Španjolska, SAD, Kina, Indija, Turska, Rumunjska, Mađarska i Bugarska.

2.1.1. Morfološka svojstva suncokreta

Korijen ima dobru usisnu snagu, vretenast je, dobro razvijen i prodire u tlo dublje od 2 m. Stabljika je u početku tanka, sočna, nježna, a starenjem postaje debela, snažna i drvenasta. Okrugla je, šuplja, obrasla dlačicama, naraste u visinu do 4 m i debljinu 2 – 6 cm. Sroliki listovi su na dugim peteljka. Plojka je na rubu slabo nazubljena, na vrhu zaoštrena te, kao i peteljka, obrasla dlačicama. Stabljika završava cvjetnom glavicom na kojoj su smješteni cvjetovi. Promjer glavice može biti 10 – 40 cm, što ovisi o kultivaru. Na rubu glavice su neplodni cvjetići (jezičasti), a u središtu plodni (cjevasti; 500 – 1000 komada) i svi su jarko žute boje (**Slika 1**). Cvjetanje nastupa od ruba prema središtu glavice. Plod je jednosjemeni, crne boje, tvrdog omota (gusjenice suncokretova moljca ga ne mogu pregristi). Masa 1 000 sjemenki prosječno se kreće oko 80 g, a hektolitarska težina iznosi oko 40 kg (www.agroclub.hr).



Slika 1. Cvijet suncokreta (www.agroclub.hr)

2.1.2. Sastav sjemena suncokreta

Plod suncokreta po biološkoj terminologiji je *ahenija*, međutim, u svakodnevnom govoru i u industriji ulja udomaćen je termin *sjeme*. Oplodnica, dio sjemena, u industriji ulja naziva se ljuskom. Kod prerade sjemena ovaj dio se skida tijekom ljuštenja. Unutrašnji dio ploda bez ljuske naziva se jezgra. U **Tablici 1** su navedeni podatci osnovnog kemijskog sastava sjemena i njegovih dijelova.

Tablica 1. Osnovni kemijski sastav sjemena suncokreta

Komponenta	Sjeme	Jezgra	Ljuska
Sadržaj ulja	40-60	50-70	2.5-4.5
Sadržaj proteina (N x 6.25)	13.5-25.5	20-35	4.5-6.0
Sirova celuloza	38-55	3-5	50-60

Domaći hibridi sunokreta, tzv. uljani tip suncokreta koji je u širokoj proizvodnji, odlikuju se veoma visokim sadržajem ulja, preko 50%, zahvaljujući znanju i zalaganju oplemenjivača. Naši hibridi su također poznati i priznati širom svijeta. Genetski potencijal prinosa sjemena je oko 7 t/ha, a prinos ulja je oko 3 t/ha. Glavni ciljevi u daljnjem oplemenjivanju suncokreta, osim permanentnog povećanja prinosa sjemena i ulja, usmjeravaju se i na različitu kvalitetu ulja, što se postiže izmijenjenim sastavom masnih kiselina i promjenom odnosa pojedinih izomernih oblika tokoferola u ulju. (Karlović, Andrić, 1996.)

Zahvaljujući intenzivnom radu na selekciji, kod uljanog suncokreta postoje dva tipa:

1. – Standardni – linolni tip → u sastavu ulja dominira linolna kiselina sa sadržajem od oko 55 do 75% i
2. – Oleinski tip (visokooleinski i srednjeoleinski) → dominira oleinska kiselina.

2.1.3. Standardni suncokret linolnog tipa

Tehničko - tehnološke karakteristike sjemena

Bitne su zbog nekoliko razloga: radi bolje procjene kvalitete sjemena, efikasnije primjene pojedinih faza prerade (čišćenje, sušenje, ljuštenje...), manipuliranja i transporta, kao i radi čuvanja sjemena.

Dobro poznavanje ovih karakteristika doprinijet će sigurnom skladištenju, omogućit će efikasniju preradu i u velikoj mjeri može utjecati na poboljšanje kvalitete ulja.

U **Tablici 2** dan je interval variranja tehničko – tehnoloških karakteristika domaćih hibrida suncokreta s visokim sadržajem ulja. Među ovim karakteristikama suncokreta postoje znatna variranja u zavisnosti hibrida, kao i lokaliteta i načina uzgoja suncokreta.

Tablica 2. Vrijednost tehničko – tehnoloških karakteristika domaćih hibrida suncokreta

Pokazatelj	Vrijednost (najčešći interval variranja)
Zapreminska masa (kg/m ³)	325-470
Masa 1000 zrna (g)	30-60
Specifična masa (kg/dm ³)	0.6-0.8
Udio ljuske (%)	20-25
Udio jezgre (%)	80-75
Odnos jezgre i ljuske	3:1-4:1
Debljina ljuske (mm)	0.10-0.40
Dimenzije sjemena (mm):	
- dužina	7-12
- širina	4-6
- debljina	2.5-4
Sadržaj voskova u sjemenu (%)	0.3-1.0
Sadržaj voskova u ljusci (%)	2.0-5.5

Sastav i fizikalno – kemijske karakteristike ulja suncokreta linolnog tipa

Ulje suncokreta je veoma cijenjeno zbog ugodnih senzorskih svojstava i visoke biološke vrijednosti koja je uvjetovana sastavom masnih kiselina i odgovarajućim sadržajem vitamina E. Od svih jestivih ulja, upravo suncokretovo ulje je najbogatije vitaminom E – najznačajnijim prirodnim biološkim antioksidansom koji djeluje u procesima *in vivo*. Odnos esencijalne linolne kiseline i α -tokoferola kod ovog ulja u potpunosti odgovara zahtjevima suvremene prehrane. U **Tablici 3** navedene su glavne fizikalno – kemijske karakteristike ulja suncokreta linolnog tipa.

Tablica 3. Glavne fizikalno – kemijske karakteristike ulja suncokreta linolnog tipa

Pokazatelj	Vrijednost
Relativna zapreminska masa (20°/voda 20°C)	0.918-0.925
Indeks refrakcije (n_D^{20})	1.474-1.476
Indeks refrakcije (n_D^{40})	1.461-1.468
Viskozitet pri 20°C (cP)	51-57
Točka očvršćivanja (°C)	-16/-18
Točka dimljenja (°C)	252-254
Točka paljenja (°C)	Najmanje 225
Titar masnih kiselina (°C)	16-20
Jodni broj (Wijs) (g/100 g)	110-141
Saponifikacijski broj (mgKOH/g)	188-194

Sastav masnih kiselina suncokretovog ulja prikazan je u **Tablici 4.**

Tablica 4. Sastav masnih kiselina suncokretovog ulja

Masna kiselina (% m/m)	Merrien, 1996.	Wiley, 1996.	Službeni list SRJ, 1999.	Tehnološki fakultet, Novi Sad
<C _{14:0}	-	-	≤0.1	-
C _{14:0} -miristinska	-	-	≤0.2	-
C _{16:0} -palmitinska	5-7	6	5.6-7.6	6.6-7.2
C _{16:1} -palmitoleinska	≤0.4	0.1	≤0.3	-
C _{18:0} -stearinska	4-6	4	2.7-6.5	4.2-4.5
C _{18:1} -oleinska	15-25	16.5	-39.4	21-23
C _{18:2} -linolna	62-70	72.4	48.3-74.0	62-67
C _{18:3} -linoleinska	≤0.2	0.5	≤0.2	0-0.1
C _{20:0} -arahinska	<1.0	0.4	0.2-0.4	-
C _{22:0} -behenska	<1.0	0.7	0.5-1.3	0.5

Kod suncokretovog ulja sadržaj linolenske kiseline je uvijek mali (obično ispod 0.1%). Ako se pojavi veći sadržaj, tada se vjerojatno radi o primjesama sojinog ili repičinog ulja. Kao i većina biljnih ulja, tako i suncokretovo sadrži neosapunjive tvari koje obuhvaćaju veoma različite tvari, kao što su: voskovi, ugljikovodici, ugljikohidrati, steroli, tokoferoli... Najvažnije komponente neosapunjivih tvari biljnih ulja su tokoferoli i steroli.

U **Tablici 5** dan je sadržaj i sastav neosapunjivih tvari suncokretovog ulja.

Tablica 5. Sadržaj i sastav neosapunjivih tvari suncokretovog ulja

Neosapunjive tvari	Merrien, 1996.	Službeni list SRJ, 1999.	Tehnološki fakultet, Novi Sad
Sadržaj neosapunjivih tvari (g/kg)	5-15	≤15	6-8
Sadržaj ukupnih sterola (mg/kg)	3250-5150	2437-4545	-
Sastav sterola: (% od ukupnih sterola)			
Kolesterol	<0.4	≤7	-
Brassicasterol	0	ND-0.2	-
Campesterol	8-11	7.4-12.9	-
Stigmasterol	7-10	8.0-11.5	-
β-sitosterol	58-64	56.2-65.0	-
Δ-5-avenasterol	2-7	ND-6.9	-
Δ-7-avenasterol	4-6	3.1-6.5	-
Δ-7-stigmasterol	9-14	24.0	-
Isofucosterol	0.4-1	-	-
Fucosterol	2-3	-	-
Sadržaj ukupnih tokoferola i tokotrienola (mg/kg)	440-1200	447-1514	650-780
Sastav tokoferola: izražen u	(%)	(mg/kg)	(%)
α-tokoferol	91-97	403-935	98
β-tokoferol	3-6	ND-45	1.2-1.6

γ-tokoferol	≤2	ND-34	-
δ-tokoferol	-	ND-7	-
Sadržaj ugljikovodika - skvalen (mg/100g)	15-20	-	-
Sadržaj alifatičnih alkohola (mg/100g)	100	-	-

2.1.4. Voskovi u sjemenu i suncokretovom ulju

Voskovi se ubrajaju u grupu jednostavnih lipida u tzv. 'netopljive masne sastojke' koji se otapaju u ulju pri višim temperaturama, a pri nižima se kristaliziraju i talože. Pri temperaturama ispod 18°C stvaraju voluminozni talog i već vrlo male količine (10 mg/kg) uzrokuju vidljivo zamućenje u ulju.

Prema kemijskom sastavu, voskovi pripadaju ceridima koji predstavljaju estere viših masnih kiselina i mono- (eventualno di-) hidroksi alkohola (viših masnih alkohola), čija je molekulska masa dovoljno visoka (50 – 60 C-atoma) i čini ih netopljivima u vodi.

Voskovi su posebno karakteristični za sjeme suncokreta. Najvećim dijelom (preko 80%) su locirani u ljusci, odakle tijekom prerade sjemena prelaze u ulje. To znači da sadržaj voskova u sirovom suncokretovom ulju zavisi prije svega od količine ljuske u materijalu koji ide na izdvajanje ulja. (Swern, D.)

Pri ocjenjivanju kvalitete hladno cijeđenog ulja suncokreta posebna pozornost se mora obratiti na prisustvo voskova, naime, njihova prisutnost u ovoj kategoriji jestivih ulja je neizostavna. To ujedno znači da je vidljivo zamućenje koje se može pojaviti u ulju sasvim prirodno i ne smatra se negativnom karakteristikom kvalitete. Stupanj zamućenja ulja ovisi o načinu prerade sjemena (ljušti li se sjeme potpuno, djelomično ili nikako) i temperaturi čuvanja ulja (jače zamućenje pri nižim temperaturama i obrnuto).

2.2. Soja

Glycin max. L., Merrill, Fabaceae je biljka s dugom tradicijom uzgajanja i korištenja ali svjetski značaj u poljoprivrednoj proizvodnji, prehrani i industriji dobiva tek u 20. st. Domovina soje je Kina, gdje je uzgajana kao vrijedna hrana stoljećima prije sačuvanih pisanih podataka. Uzgajana tijekom više tisuća godina, soja je jedan od pet osnovnih usjeva bitnih za opstanak kineske civilizacije. Razvoj pomorskog prometa, kojim je uspostavljena komunikacija među udaljenim dijelovima svijeta, omogućio je da se ova biljna vrsta u 8. st. pojavljuje u botaničkim vrtovima i vrtovima Europe i Amerike.

Soja se krajem stoljeća svrstala u red vodećih usjeva u svijetu. Već nekoliko desetljeća SAD ima vodeću ulogu u svjetskoj proizvodnji, preradi i prometu soje i njezinih prerađevina. Brazil i Argentina su prije 2 – 3 desetljeća započeli s uzgajanjem soje, ali vrlo brzo su postali svjetski značajni proizvođači. Soja se danas uzgaja u više od 35 zemalja svijeta. Najveći proizvođači sjemena su SAD, Brazil, Kina i Argentina, a ukupna svjetska proizvodnja danas je preko sto milijuna tona godišnje. Sve do 80-ih godina soja se u Europi uzgajala uglavnom u Rumunjskoj, Bugarskoj, Mađarskoj i Jugoslaviji da bi se zatim na značajnim površinama uzgajala i u Francuskoj i Italiji. Prosječni prinosi su uglavnom iznad dvije tone po hektaru.

Soja je jednogodišnja biljka. Stablo je grmoliko, visoko 40 – 50 cm. List je pokriven sitnim dlačicama. Plod je mahuna s jednom – četiri sjemenke. Sjeme soje je kod većine komercijalnih sorti ovalnog oblika (**Slika 2**). Dimenzije sjemena su 4 – 10 mm. Komercijalne sorte najčešće imaju srednje krupno zrno 6-7 mm, a masa 1000 zrna se kreće od 150 – 190 g. Zrno soje može biti: žuto, zeleno, smeđe ili crno uključujući sve prijelaze između ovih boja, a također može biti i šareno.



Slika 2. Mahuna soje (www.agroclub.hr)

Potapanjem u vodu, sjeme soje mijenja oblik i izdužuje se i poprima oblik graha. Dio kojim je zrno bilo pričvršćeno za mahunu zove se pupak ili hilum. Oblik hiluma varira od linearnog do ovalnog, a boja može biti crna, smeđa, žuta, zelena i u nijansama. Udio jezgre u sjemenu iznosi najčešće 90 – 93%, a ljuske variraju od 7 – 10%.

U **Tablici 6** prikazan je osnovni kemijski sastav sjemena soje.

Tablica 6. Osnovni kemijski sastav sjemena soje

Komponenta	Sadržaj (% na suhu tvar)		
	ulja	proteina (N x 6.25)	celuloze
Cijelo sjeme	17-27	34-52	5-7
Jezgra	18.5-30	37-59	2.9-3.5
Ljuska	-	12-15	25-30
Sačma iz cijelog sjemena (neoljušteno sjeme)	-	42-60	6.0-8.5
Sačma iz jezgre (oljušteno sjeme)	-	50-80	3.5-5.0

Sadržaj ulja u zrnu varira ovisno o sorti i uvjetima uzgoja, od 12 – 24%, a u komercijalnim domaćim sortama kreće se od 19 – 22%. Pored biološki vrijednih komponenata, proteina i ulja, sjeme soje sadrži i neke štetne, tzv. antinutritivne tvari kao što su inhibitori proteaza (Kunitzov i Bowman – Birkov tripsin inhibitor), krvni aglutinini (lektini), saponini, tvari koje izazivaju gušavost, rahitis, alergije, vezuju vitamine i mineralne sastojke soje ili imaju diuretičku aktivnost. Antinutritivne tvari zrna soje zaostaju u sačmi nakon izdvajanja ulja. Međutim, negativni efekti najbitnijih antinutritivnih tvari uspješno se mogu eliminirati odgovarajućom hidrotermičkom obradom tijekom industrijske prerade. Učinkovitost obrade se redovito kontrolira preko aktivnosti ureaze ili tripsin inhibitora proizvoda.

Budući da se o nutritivnim tvarima mora posebno voditi računa, neophodna je odgovarajuća naknadna obrada pogače koja zaostaje pri izdvajanju ulja postupkom hladnog prešanja, radi dobivanja zdravstveno ispravnih proizvoda.

Prema najnovijim istraživanjima, pojedine specifične komponente sojinog zrna, izoflavoni, saponini, fitati, fitosteroli, fenolne kiseline, tripsin inhibitori i dr., djeluju kao nutraceutici u prevenciji srčanih oboljenja, određenih oblika raka, dijabetesa i sl. Prisutnost i aktivnost lipoksigenaze je također veoma važna kod soje, s obzirom na to da direktno utječe na senzorsku i oksidacijsku stabilnost ulja i proizvoda od soje. (Gunstone, 2002.)

2.2.1. Soja i genetske modifikacije

Razvojem metoda genetskog inženjeringa omogućeno je mijenjanje, kloniranje i umnožavanje stanica, a time i konstruiranje modificiranih verzija gena. Poljoprivreda je jedna od grana u kojoj se otkrića tehnologije rekombinacije DNK i praktično primjenjuju.

Rad na genetskoj modifikaciji soje kretao se u dva osnovna pravca: pronalaženju otpornosti prema herbicidima i poboljšanju kemijskog sastava zrna.

Za sada je znatno veći uspjeh postignut u stvaranju soje otporne na totalne herbicide. Rad na poboljšanju kemijskog sastava zrna korištenjem biotehnologije do sada nije dao spektakularne rezultate. Registrirana je genetski modificirana soja s visokim sadržajem oleinske kiseline. Trenutno najrasprostranjenija genetski modificirana soja je otporna na glifosat, aktivnu tvar herbicida Roundup, koju proizvodi multinacionalna kompanija

Monsanto. Takva transgena soja se označava kao Roundup Ready, tj. RR soja. Na taj način je omogućena uporaba preparata – herbicida na sjetvenim parcelama uz biološki opstanak biljke i postizanje znatno većih prinosa. Prva sorta soje otporna na Roundup je registrirana 1995. godine i tada je u SAD zasijano oko 400 000 ha. Samo dvije godine kasnije, površine pod genetski modificiranom sojom su deseterostruko povećane. U 1999.g površine pod transgenom sojom u SAD su iznosile 51% od ukupnih površina pod sojom, tj više od 16 milijuna ha. U posljednje 3 godine površine pod RR sojom i dalje imaju tendenciju rasta.

Međutim, usporedno s rastom proizvodnje genetski modificirane soje, raste i otpor potrošača prema GMO hrani, odnosno prehrambenim proizvodima koji sadrže komponente genetski izmijenjenih biljaka. Bez obzira na zakonske regulative, dio javnog mišljenja je protiv genetski modificirane hrane i velik je broj ljudi koji je spreman platiti i više za hranu označenu kao 'genetski nemodificiranu'.

2.2.2. Sastav i karakteristike sojinog ulja

Soja nije tipična uljarska kultura i uzgaja se prije svega radi dobivanja kvalitetnih biljnih proteina, međutim, istovremeno se od nje dobivaju i najveće količine ulja u svijetu. Sojino ulje se svrstava u 'drugorazredna ulja', s obzirom na to da je podložno reverziji mirisa i okusa i to je veliki problem kod ovog ulja. Naime, kod sojinog ulja se javlja posebna vrsta kvarenja koja se manifestira pojavom nesvojstvenog – neugodnog mirisa i okusa (na ribu, travu i sl.), koji su posebno naglašeni pri zagrijavanju ulja. Pojava reverzije se pretežito pripisuje prisustvu linoleinske kiseline u ulju, iako do danas još nije u potpunosti razjašnjen mehanizam nastajanja ove vrste kvarenja te nema ni odgovarajućeg rješenja za potpunu eliminaciju reverzije. Sirovo sojino ulje dobre kvalitete ima tamnožutu boju. Ulje proizvedeno iz oštećenih zrna može imati tamnosmeđu boju koja se veoma teško uklanja. Sojino ulje se zbog relativno visokog sadržaja nezasićenih masnih kiselina ubraja u tzv. 'polusušiva ulja', te ima svoju namjenu i za različite tehničke svrhe (boje za tisak, alkidne smole...).

Za sirovo sojino ulje dobiveno postupkom ekstrakcije karakterističan je visok sadržaj fosfolipida 1,5 – 3,5. Izdvojeni i pročišćeni fosfolipidi soje se pod nazivom lecitin koriste za prehrambene svrhe. Ukupni tokoferoli u rafiniranom ulju soje domaćih sorti nađeni su u količini od 938 – 1187 mg/kg, a u ulju dobivenom hladnim prešanjem u količini od 965 – 1230 mg/kg.

U **Tablici 7** navedene su glavne fizičko-kemijske karakteristike sojinog ulja.

Tablica 7. Glavne fizičko-kemijske karakteristike sojinog ulja

Pokazatelj	Vrijednost
Relativna zapreminska masa (20°/voda 20°C)	0.919-0.925
Relativna zapreminska masa (25°/voda 25°C)	0.9175
Indeks refrakcije (n_{D}^{20})	1.473-1.477
Indeks refrakcije (n_{D}^{40})	1.466-1.470
Viskozitet pri 20°C (cP)	50.9
Točka očvršćivanja (°C)	-8/-18
Specifična toplina (cal/g pri 19.7°C)	0.458
Točka dimljenja (°C)	234
Točka paljenja (°C)	328
Jodni broj (Wijs) (g/100g)	120-143
Saponifikacijski broj (mgKOH/g)	189-195

Sastav masnih kiselina sojinog ulja prikazan je u **Tablici 8**.

Tablica 8. Sastav masnih kiselina sojinog ulja

Masna kiselina (% m/m)	Karleskind, 1996.	Wiley, 1996. ^a	Službeni list SRJ, 1999.
<C _{14:0}	-	0.1	ND ^b -0.1
C _{14:0} -miristinska	<0.2	0.2	ND-0.2
C _{16:0} -palmitinska	8-13	10.7	8.0-13.3
C _{16:1} -palmitoleinska	<0.2	0.3	ND-0.2
C _{18:0} -stearinska	2-5	3.9	2.4-5.4
C _{18:1} -oleinska	17-26	22.8	17.7-26.1
C _{18:2} -linolna	50-62	50.8	49.8-57.1
C _{18:3} -linoleinska	4-10	6.8	5.5-9.5
C _{20:0} -arahinska	<1.2	0.2	0.1-0.6
C _{22:0} -behenska	<0.5	-	0.3-0.7

^atipične vrijednosti za sastav masnih kiselina sojinog ulja u SAD-u

^bND: nije detektirana, prema određivanju ≤ 0.05%

Sirovo sojino ulje je posebno bogato neosapunjivim tvarima, dio kojih se, međutim, rafinacijom gubi. Najtipičniji predstavnici neosapunjivih tvari sojinog ulja su: fosfatidi, tokoferoli, tokotrienoli, steroli, pigmenti i dr.

U **Tablici 9** dan je sadržaj i sastav neosapunjivih tvari sojinog ulja.

Tablica 9. Sadržaj i sastav neosapunjivih tvari sojinog ulja

Neosapunjive tvari	Karleskind, 1996.	Službeni list SRJ, 1999.
Sadržaj neosapunjivih tvari (g/kg)	5-16	≤15
Sadržaj ukupnih sterola (mg/kg)	2500-4180	1837-4089
Sastav sterola: (% od ukupnih sterola)		
Kolesterol	<1	0.6-1.4
Brassicasterol	-	ND*-0.3

Campesterol	19-23	15.8-24.2
Stigmasterol	17-19	14.9-19.1
β -sitosterol	47-59	51.7-57.6
Δ -5-avenasterol	2-4	1.9-3.7
Δ -7-avenasterol	1-2	1.0-4.6
Δ -7-stigmasterol	1-3	1.4-5.2
Ergosterol	<3	-
Ukupni tokoferoli i tokotrienoli (mg/kg)	800-1670	601-3363
Sastav tokoferola i tokotrienola: izražen u	(%)	(mg/kg)
α -tokoferol	5-10	9-352
β -tokoferol	2-3	ND-36
γ -tokoferol	44-60	89-2307
δ -tokoferol	30-43	154-932
α -tokotrienol	-	ND-69
γ -tokotrienol	-	ND-103

*ND: nije detektiran, prema određivanju $\leq 0.05\%$

2.3. Kukuruz – kukuruzne klice

Kukuruz, *Zea mays L.* je vjerojatno najstarija kultivirana žitarica Amerike. Prema arheološkim nalazima, domovina mu je centralni dio Meksika. Nakon otkrića Amerike kukuruz je došao u Europu, Afriku i Aziju. Kukuruz je nutritivno vrlo visoko cijenjen poljoprivredni proizvod. Uzgaja se u količinama koje ga, uz pšenicu i rižu, svrstavaju u vodeće žitarice u svijetu. Svjetska proizvodnja kukuruza danas se kreće preko 600 milijuna tona godišnje sa stalnom tendencijom rasta. Više od polovine svjetske proizvodnje osiguravaju SAD, Meksiko i Kanada. Ostale zemlje i regije sa značajnijom proizvodnjom su: Kina (14% svj. proizvodnje), Balkan (8%), Zapadna Europa (5%) i Brazil (5%). Kukuruz se koristi prije svega kao stočna hrana ili kao sirovina za industrijsku proizvodnju mnogobrojnih prehrambenih proizvoda.

Na osnovi sadržaja ulja, kukuruz se može ubrajati u tipične uljarice, iako se svjetska proizvodnja ulja kukuruznih klica kreće oko 1.5 milijuna tona godišnje. Zrno kukuruza u odnosu na ostale žitarice sadrži mnogo, a u odnosu na uljarice malo ulja (3.5 – 7%).

Podatci u **Tablici 10** prikazuju raspored ulja u zrnu kukuruza.

Tablica 10. Raspored ulja u zrnu kukuruza

Morfološki dio	Maseni udio (%)	Sadržaj ulja (%)		
		u morfološkom dijelu zrna	u cijelom zrnu	na ukupni sadržaj
Klica	10-12	30-35	3.6	75.0
Endosperm	75-81	1	0.8	16.7
Sjemenjača	5-7	5-6	0.4	8.3
Ukupno	100	-	4.8	100.0

Kod nas se kukuruzna klica industrijski malo prerađuje zbog relativno skromnog udjela industrijske prerade kukuruza u odnosu na ukupnu proizvodnju.

Kukuruz je jednogodišnja biljka, visoka preko 2 m. Plod je poseban oblik orašice – krupa, zrno kod kojeg je plodnica srasla sa sjemenkom. Ovisno o obliku zrna kukuruza i odnosa rožastog i brašnog dijela endosperma, kukuruz se dijeli na: zuban, tvrdunac, mekunac, voštani, kokičar, šećerac itd. Za proizvodnju škroba, pri čemu se izdvaja klica prvenstveno služi zuban zbog većeg udjela brašnog endosperma (**Slika 3**).



Slika 3. Kukuruz sorte zuban (www.bc-institut.hr)

Selekcija kukuruza na povećanje prinosa vrši se uspješno stvaranjem sve rodnijih, stabilnijih i otpornijih hibrida. (Karlović, Andrić, 1996.)

Zrno kukuruza postaje sve značajnija industrijska sirovina. Pored hibrida standardnog tipa, selekcijom su stvoreni i drugi modificirani hibridi za određene namjene. Stvoreni su i tzv. visokouljni hibridi s povećanim sadržajem i poboljšanom kvalitetom ulja. Zahvaljujući prije svega povećanju udjela klice, neke visokouljne američke sorte kukuruza imaju i do 20% ulja.

2.3.1. Sastav kukuruzne klice

Kukuruzne klice izdvojene iz zrna služe za dobivanje ulja. Sastav klice u velikoj mjeri zavisi od postupka njezinog izdvajanja. Postoje dva osnovna postupka za izdvajanje klice: škrobarski – vlažni i mlinarski – suhi postupak.

Osnovni kemijski sastav kukuruzne klice prikazan je u **Tablici 11**.

Tablica 11. Osnovni kemijski sastav kukuruzne klice

Pokazatelj	Postupak izdvajanja klice		Bockisch, 1998.
	suhi	vlažni	
Vlaga (%)	8-13	1-7	2
Ulje (%)	13-24/s.t.	40-60/s.t.	48
Proteini (%)	-	13-15/s.t.	14
Bezazotne ekstrakcijske tvari (%)	-	-	26
Sirova vlakna (%)	-	-	6
Pepeo (%)	-	-	5

Ovisno o načinu izdvajanja, kemijski sastav kukuruzne klice se bitno razlikuje. Pri škrobarskoj preradi vodotopljive komponente tijekom močenja zrna odlazi iz klice s vodom od močenja. To je osnovni razlog da ova klica ima 2 do 3 puta veći sadržaj ulja u odnosu na klicu dobivenu suhim postupkom izdvajanja. Klica dobivena mokrim izdvajanjem se obavezno suši, obično do ispod 4% vlage. Prerodom klice dobiva se 22 do 29 kg ulja po toni kukuruza. Klica je jako osjetljiv materijal i kvaliteta ulja u velikoj mjeri zavisi od kvalitete tehnologije njenog izdvajanja, sušenja i skladištenja (posebno privremenog skladištenja vlažne klice). Klica izdvojena suhim postupkom zbog većeg sadržaja vlage lako se kvvari i mora se stabilizirati. Prinos klice kod standardnog škrobarskog postupka prerade je 6 do 8%.

2.3.2. Sastav i fizičko - kemijske karakteristike ulja kukuruzne klice

Ulje kukuruznih klica, zbog dobrih senzorskih svojstava, visokog sadržaja esencijalnih masnih kiselina i tokoferola, spada u grupu nutritivno najvrjednijih ulja. Posebna odlika kvalitetnog ulja kukuruznih klica je i dobra održivost, znatno bolja u odnosu na većinu jestivih ulja. Sirovo ulje kukuruzne klice je tamno - crvenkaste boje. (Gunstone, 2002.)

U **Tablici 12** dane su fizičko-kemijske karakteristike ulja kukuruzne klice.

Tablica 12. Fizičko-kemijske karakteristike ulja kukuruzne klice

Pokazatelj	Karleskind, 1996.	Bockisch, 1998.	Wiley, 1996.*	Službeni list SRJ, 2002.
Relativna zapreminska masa (20°/ voda 20°C) (25°/ voda 25°C)	0.917-0.925 -	0.910-0.925 -	- 0.9187	0.917-0.925 -
Indeks refrakcije (n_{D}^{20}) (n_{D}^{40})	1.474-1.477 -	- 1.465-1.468	1.4753 -	- 1.465-1.468
Viskozitet (cP) pri 20°C 40°C 60°C	55-66 - -	- - -	- 30.80 18.15	- - -
Jodni broj (g/100g)	103-128	103-128**	127-133	107-135**
Saponifikacijski broj (mgKOH/g)	187-195	187-195	187-193	187-195

* tipične vrijednosti za ulje kukuruznih klica porijeklom iz SAD-a

** jodni broj po Wijsu

Utvrđeno je da su variranja u sastavu masnih kiselina ulja kukuruzne klice na području SAD-a veoma mala. Od ukupnih masnih kiselina, 99,4% čine svega 5 masnih kiselina: linolna, oleinska, palmitinska, stearinska i linolenska. Ulje kukuruznih klica proizvedeno u drugim zemljama sadrži manje linolne, a više oleinske, dok je sadržaj linolenske približno jednak. U sastavu triglicerida ulja kukuruzne klice dominantni su trigliceridi slijedećeg sastava: LLO (21,5%), OOL (17,4%), PLO (15,4%), PLL (11,1%), OOO (9%), LLL (8%) i POO (5%).

Sastav masnih kiselina, kao i sadržaj i sastav neosapunjivih tvari ulja kukuruznih klica prikazan je u **Tablicama 13 i 14.**

Tablica 13. Sastav masnih kiselina ulja kukuruzne klice

Masna kiselina	Wiley, 1996. *	Karleskind, 1996.	Službeni list SRJ, 1999.
C 14:0	-	<0.1	ND**-0.3
C 16:0	11.0	8-13	8.6-16.5
C 18:0	1.7	1-4	ND-3.3
C 18:1	25.8	24-32	20.0-42.2
C 18:2	59.8	55-62	39.4-65.5
C 18:3	1.1	<2	0.5-1.5
C 20:0	-	<1	0.3-0.7
C 20:1	-	<0.5	0.2-0.4

Tablica 14. Sastav neosapunjivih tvari ulja kukuruznih klica

Neosapunjive tvari	Karleskind, 1996.	Službeni list SRJ, 1999.
Sadržaj neosapunjivih tvari (g/kg)	8-20	≤28
Sadržaj ukupnih sterola (mg/kg)	8300-25500	7950-22150
Sastav sterola: (% od ukupnih sterola)		
Kolesterol	<1	0.2-0.6
Campesterol	16-21	18.6-24.1
Stigmasterol	4-10	4.3-7.7
β-sitosterol	63-70	54.8-66.6
Δ-5-avenasterol	1-9	4.2-8.2
Sadržaj ukupnih tokoferola (mg/kg)	1130-1830	331-3716
Sastav tokoferola: izražen u	(%)	(mg/kg)
α-tokoferol	8-22	23-573
β-tokoferol	<3	ND-356
γ-tokoferol	68-89	268-2468
δ-tokoferol	2-7	23-75
α-tokotrienol	-	ND-239
γ-tokotrienol	-	ND-450
δ-tokotrienol	-	ND-20

Ugljikovodici (mg/100g)	40	-
Skvalen (mg/100g)	13-24	-

2.3.3. Održivost ulja kukuruzne klice

Nasuprot velikom stupnju nezasićenosti, ulje kukuruznih klica poznato je po izuzetnoj stabilnosti u raznim procesima primjene, uključujući i prženje. Dobra oksidacijska stabilnost ulja pripisuje se sljedećim činjenicama:

1. Specifična raspodjela masnih kiselina u molekuli triglicerida: 98% masnih kiselina esterificiranih u položaju 2 (β – položaj), u trigliceridima ulja kukuruzne klice su nezasićene masne kiseline, dok u položajima 1 i 3 su esterificirane zasićene i preostale nezasićene masne kiseline.
2. Visok nivo prirodnih antioksidanasa: tokoferola i fenolne kiseline. Za sirovo ulje kukuruznih klica, osim visokog sadržaja ukupnih tokoferola, karakteristično je prisustvo γ – tokoferola (70 – 80% od ukupnih).
3. Odsustvo klorofila, također, doprinosi boljoj stabilnosti ulja, s obzirom na to da klorofil ubrzava antioksidacijske procese u prisustvu svjetla.
4. Prisustvo ubikinona u ulju. Za ubikinon, nazvan koenzim Q, također je ustanovljena biološka i antioksidacijska aktivnost. Ubikinon je prisutan u ulju kukuruzne klice u količini od oko 200 mg/kg.

Sadržaj neosapunjivih tvari kreće se od 1,3 – 2,3% i veći je u odnosu na druga jestiva ulja. Oko 60% neosapunjivih tvari čine steroli, od kojih je oko 60% esterificirano masnim kiselinama. Sadržaj kolesterola je ispod 10 mg/kg.

Sirovo ulje kukuruzne klice sadrži i relativno velike količine fosfata. Osim toga, u ulju su prisutni i voskovi, u jako malim količinama, koji prouzrokuju zamućenje ulja pri nižim temperaturama. (Swern, 1972.)

2.4. Šafranika

Šafranika, *Carthamus tinctorius L.*, je biljka s dugačkom poviješću kultivacije. U Egiptu je uzgajana još prije 4000 godina. Vijekovima je uzgajana u Indiji, zemljama Mediterana, a u novije vrijeme je dosta rasprostranjena u SAD-u i Australiji.

Biljka u obliku grma dostiže visinu od 1.5 m, cvjetovi (nalik cvijetu čička), čiji broj može biti od 100 po biljci, nalaze se na vrhovima. Svaki cvijet daje plod u obliku sjemena, nalik sjemenu suncokreta (**Slika 4**). Pojedinačna biljka daje 1000 – 2500 sjemena. Prinos sjemena varira od 400 kg/ha pri suhim klimatskim uvjetima, do 5 t/ha pri navodnjavanju. Ukupna svjetska proizvodnja sjemena šafranjike 1995. godine iznosila je 900 000 tona, od čega je Indiji proizvedeno 460 000 tona. Iste godine u zemljama Europske zajednice proizvedeno je 10 000 tona. (Gunstne, 2002.)



Slika 4. Cvijet šafranike (www.ipress.hr)

Ranije komercijalne vrste šaranike imale su oko 30% ulja i veliki udio ljuske, čak 70%. Kod novih sorti udio ljuske u sjemenu je smanjen do ispod 45%, a sadržaj ulja je povećan i kreće se oko 35 do 55%. Sadržaj proteina u sjemenu šaranjike iznosi od 17 do 25%.

Sjeme šafranike se mora skladištiti suho, 5 – 8% vlage je optimalno. Pri tome se u silose može stavljati samo sjeme s vlagom ispod 5%, a u manja skladišta do 8% vlage. Sjeme se pri preradi djelomično ljušti. S obzirom da je ljuska jako čvrsta, ljuštenje sjemena je otežano. Ljuska se koristi za proizvodnju celuloze i izolacijskog materijala.

Kao i kod sjemenki suncokreta, postoje dva tipa ulja šafranike. Jedno je oleinski tip, bogat omega-9 masnom kiselinom. Vrlo je stabilan na povišenoj temperaturi, pa se koristi za prženje i kuhanje, no nutritivno i kozmetički manje je vrijedan. Drugi tip je linolni tip, bogat esencijalnom omega-6 kiselinom. Nju organizam ne može sam sintetizirati nego je moramo unositi hranom.

Zlatno – žuta boja ulja potiče uglavnom od β – karotena čiji se sadržaj kreće oko 13 mg/kg. Diskretna boja i miris učinili su ga popularnim čak i u slikarstvu jer za razliku od tradicionalnoga lanenog ulja, ne daje pigmentima tamniju nijansu. Održivost ulja, zbog visokog sadržaja linolne kiseline je slaba, te nakon otvaranja ulje treba držati na hladnom (www.agroklub.hr).

U **Tablici 15** prikazan je sastav i fizičko – kemijske karakteristike ulja sjemena šafranike.

Tablica 15. Sastav i fizičko – kemijske karakteristike ulja sjemena šafranike

Pokazatelj	Bockisch, 1998.	Karleskind, 1996.	Službeni list SRJ, 1999.
Relativna zapreminska masa (t°/voda t°C)	t=25 0.919-0.924	t=20 0.922-0.927	t=15 0.925-0.928
Indeks refrakcije (n ^t _D)	t=25 1.473-1.476	t=40 1.467-1.470	t=40 1.467-1.469
Jodni broj (g/100g)	141-147	130-150	140-150
Saponifikacijski broj (mgKOH/g)	186-194	186-198	188-194
Sastav masnih kiselina (%m/m)			
C _{16:0} -palmitinska	4-6	2-10	4
C _{18:0} -stearinska	1-2	1-10	3
C _{18:1} -oleinska	12-6	7-42	20
C _{18:2} -linolna	75-79	55-81	70
C _{18:3} -linolenska	0	<1	-

3. ZAKLJUČAK

Sve četiri opisane uljarice – suncokret, soja, kukuruz i šafranika – poznate su od davnina i imaju dugu tradiciju uzgoja i prerade. Danas je njihova primjena vrlo široka – neizostavan su dio prehrane, imaju velik značaj u medicini, farmaceutskoj industriji, izradi kozmetike itd.

Sojino ulje jedno je od rijetkih hladnoprošanih ulja pogodnih za prženje i pečenje te za izradu proizvoda poput margarina, majoneze i gotovih snackova. Obiluje nezasićenim masnim kiselinama, koje snižavaju razinu kolesterola, a dodatna prednost pred ostalim vrstama ulja mu je i obilje vitamina E.

Suncokretovo ulje koristilo se još prije 5 000 godina u tradicionalnoj indijskoj medicini za čišćenje organizma od štetnih tvari. Njihova terapija preporučuje prevenciju (ali i liječenje mnogih bolesti) mućkanjem ulja u ustima, pri čemu dolazi do oslobađanja organizma od štetnih tvari - detoksikacija.

Kukuruz je poznat kao dobar antioksidans te lijek za srce i mozak. Sadrži velike količine vlakana koja snižavaju kolesterol te značajne količine folne kiseline, vitamina B3 i magnezija koji pomažu prirodnu regulaciju vrijednosti homocisteina u organizmu i tako štite kardiovaskularni susutav.

Šafranika proizvodi biljni hormon koji slični inzulinu, snižava kolesterol, snažno je protuupalno sredstvo. Štiti i čisti jetru (samočišćenje) te pomaže protiv reume i bolova izazvanih vremenom.

Sa zdravstveno - nutricionističkog stajališta, ulje kao esencijalni nutrijent je oblik masnoće (biljnog ili ribljeg podrijetla), koji zahvaljujući svojoj kemijskoj strukturi ima tekuće agregatno stanje, niže temperature vrelišta, manju stabilnost odnosno otpornost na oksidacijske promjene (koje leže u podlozi kvarenja tj. užglosti ulja), drukčije metaboličke puteve od masti i time povoljniji utjecaj na ljudsko zdravlje, s naglaskom na kardiovaskularno.

4. LITERATURA

Bailey's industrial oil & fat products, Edited by Y. H. Hui, Volume 2, Edible oils and fat products: Oils and oil seeds, Fifth Edition, John Wiley & Sons, Inc., New York, 1996.

Baza podataka Laboratorije za tehnologiju biljnih ulja i proteina, neobjavljeni podaci Tehnološki fakultet, Novi Sad

Bockisch M.: Fats and oils handbook, AOCS Press, Champaign, Illinois, 1998.

Dimić E.: Hladno ceđena ulja, Tehnološki fakultet, Novi Sad, 2005.

Gunstone, F. D.: Vegetable Oils in food technology: Composition, properties and uses, Blackwell Publishing CRC Press, 2002.

Karlović Đ., Andrić A.: Kontrola kvalitete semena uljarica, Tehnološki fakultet, Novi Sad, 1996.

Merrien, A.: Sunflower, in Oils and Fats Manual, Volumen 1, pp. 118 – 125, UK, 1996.

Oils and fats Manual, Editor: A. Karleskind, Volumen 1, Intercept Ltd, Andover, UK 1996.

Pravilnik o kvalitetu i drugim zahtevima za jestivo biljno ulje i masti, margarin i druge masne namaze, majonez i srodne proizvode, 'Službeni list SRJ', br. 54/1999.

Swern, D.: Industrijski proizvodi ulja i masti po Baileyu, Nakladni zavod Znanje, Zagreb, 1972.

www.agroklub.com [12.9.2014.]

www.bc-institut.hr [25.8.2014.]

www.ipress.hr [25.8.2014.]