

## **SALVIA HISPANICA L. – POTENCIJALNA SIROVINA ZA DOBIJANJE NUTRITIVNO VREDNOG ULJA**

*Biljana Rabrenović, Mirjana Demin, Jovanka Laličić-Petronijević*

*Salvia hispanica L. poznatija pod imenom čia je pseudožitarica koja je prisutna na našem tržištu u vidu semenki koje se prodaju u radnjama zdrave hrane i najčešće potiču iz uvoza, jer se čia kod nas komercijalno ne uzgaja. Čia vodi poreklo iz Južne Amerike gde se već vekovima gaji i koristi u ishrani, a ono što je posebno čini važnom jeste sadržaj esencijalne  $\omega$ -3 masne kiseline,  $\alpha$ -linolenske. Ulje semenki čie sadrži i do 69,3 g/100 g  $\alpha$ -linolenske kiseline, što je čini najbogatijim izvorom ove masne kiseline, u poređenju sa uljem semenki divljeg lana (*Camelina sativa L.*) koje sadrži 36 g/100 g, perila ulja (*Perilla frutescens L.*) sa 53 g/100 g i uljem semenki lana (*Linum usitatissimum L.*) koje sadrži 57 g/100 g  $\alpha$ -linolenske kiseline. Sadržaj ulja u semenkama čie može biti i do 38,6 g/100 g semena. Takođe, semenke karakteriše visok sadržaj proteina (19-27 g/100 g) i dijetetskih vlakana (do 30 g/100 g).*

*Ključne reči: čia semenke, čia ulje,  $\alpha$ -linolenska masna kiselina*

## **SALVIA HISPANICA L. - A POTENTIAL NEW SEED MATERIAL FOR PRODUCTION OF NUTRITIONALLY VALUABLE OIL**

*Salvia hispanica L., commonly known as chia, is pseudocereal present on the market in the form of seeds, which are sold in health food stores and usually are imported, as they are not grown commercially in our country. Chia originates from South America where it is grown for centuries and used as food, and is particularly distinctive and important because of essential  $\omega$ -3,  $\alpha$ -linolenic fatty acid content. Chia seeds oil contains up to 69.3 g/100 g of  $\alpha$ -linolenic acid, which makes it the richest source of these fatty acids, compared to camelina (false flax) oil (*Camelina sativa L.*), containing 36 g/100 g, perilla oil (*Perilla frutescens L.*) with amount of 53 g/100 g and flaxseed oil (*Linum usitatissimum L.*) containing 57 g/100 g of  $\alpha$ -linolenic fatty acid. The total oil content in the chia seeds can be up to 38.6 g/100 g. Also, the chia seeds are characterized by a high amount of protein (19-27 g/100 g), as well as dietary fiber (30 g/100 g).*

*Keywords: chia seed, chia oil,  $\alpha$ -linolenic acid*

### **UVOD**

*Salvia hispanica L.*, poznatija pod imenom čia ili “španska žalfija” je jednogodišnja biljka iz familije Lamiaceae (Labiatae) poreklom sa područja između današnjeg zapadnog Meksika i severne Gvatemale. Ova pseudožitarica ima dugu istoriju upotrebe u ljudskoj ishrani. Kultivisana je i uzgajana od strane indijanskih civilizacija u Mezoamerici, kako se naziva deo Srednje Amerike, u kome se pre dolaska Evropljana razvio veći broj naprednih kultura i civilizacija. U tom području čia je predstavljala osnovnu životnu namirnicu i uzgajana je na velikim površinama. Po ekonomskom značaju jedino su je

prevazilazili kukuruz (*Zea mays L.*) i pasulj (*Phaseolus vulgaris L.*). Pored upotrebe u kulinarstvu čia je imala veliki značaj u medicini, religiji i umetnosti (Sandoval, 1989; Cahill, 2003).

Čia je nakon dolaska Evropljana neopravdano zanemarena. Održala se do savremenog doba samo zahvaljujući potomcima drevnih Indijanaca koji su je uzgajali na tradicionalan način na malim površinama. Ponovno interesovanje za čiom se javilo sa porastom potražnje za novim visokokvalitetnim namirnicama čije bi konzumiranje imalo vrlo povoljan uticaj na zdravlje. U poslednjih 30-tak godina, a naročito u poslednjoj deceniji, obavljen je veći broj naučnih istraživanja i radova koji se bave raznim pitanjima vezanim za čiu, mogućnostima uzgajanja, njenim osobinama i načinima upotrebe. Proširivanje saznanja o čia semenu je bitno jer se radi o biljci ve-

Dr Biljana Rabrenović, docent, e-mail: biljanar@agrif.bg.ac.rs; prof. dr Mirjana Demin, dr Jovanka Laličić-Petronijević, docent, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, 11080 Zemun, Nemanjina 6, Srbija

likog potencijala zahvaljujući nutritivnim karakteristikama, pre svega sadržaju i sastavu ulja u semenkama, a potom i dijetetskim vlaknima, proteinima i antioksidansima. Odsustvo glutena je dodatni plus i otvara mogućnost primene semenki čie u proizvodnji bezglutenskih proizvoda.

Dok je verovatno najznačajnija upotreba čie bila u ishrani indijanskih civilizacija, najraznovrsnija je sigurno bila u medicinske svrhe. Medicinski zapisi navode različite delove biljke čie kao sastojke u različitim receptima, koristili su se seme, koren i zeljasti deo. Zdravstvena stanja u kojima su lekovi sa čiom pomagali su: od problema digestivnog trakta, preko respiratornih, oftalmoloških i dermatoloških stanja, do lečenja groznice i raznih drugih tegoba. Upotreba u medicinske svrhe se značajno menjala sa vremenom, i po pitanju upotrebe delova biljaka i po pitanju zdravstvenih stanja u kojima se čia uzimala kao lek ili češće kao jedan od sastojaka leka. Ipak jedan vid upotrebe se nije mnogo menjao kroz vreme – da se smesa napravljena od celog semena čie konzumira radi boljeg delovanja drugih lekova, na neki način delovala je kao sinergist. Čak se i danas u južnom delu Meksika i u Srednjoj Americi seme čie koristi kao sastojak infuzije (Duran, 1994; Hard i Roney, 1998).

Upotreba čie u religijske svrhe je bila povećana sa drugim vidovima upotrebe – ishranom, umetnošću i medicinom. Primer za to je oslikavanje tela astečkih božanstava. U religijskim ritualima se čie brašno koristilo za pravljenje testa. Zabeleženo je da su Asteci u 16. veku u ritualima boginji Čiomekoatl pred njenom piramidom pravili njenu sliku od čijinog testa i prinosisli kukuruz, pasulj i čiu u različitim oblicima. Pretpostavlja se da je religijska upotreba i pozicija čie u kulturi Asteka bila mnogo šira i značajnija od onoga što znamo na osnovu sačuvanih podataka (Sandoval, 1989).

Sa španskom kolonizacijom došlo je do naglog smanjenja uzgajanja čie. Pretpostavlja se da su osnovni razlozi za to progon svega što je bilo vezano za Astečku religiju, kao i činjenica da čia nije uspevala u Evropi. Tako su velike obradive površine pod čiom zamenjene kulturama koje su Evropljani favorizovali, pre svega lanom (*Linum usitatissimum* L.). Samo je mali broj kultivisanih sorti opstao. Istovremeno je smanjeno stanište divljih sorti što je dovelo do značajnog gubitka genetskog potencijala ove vrste. Čia je vrlo brzo potpuno marginalizovana i gotovo je nestala kao žitarica od značaja.

Međutim, nakon skoro 500 godina zanemariivanja čia je ponovo postala predmet interesovanja i istraživanja zbog svoje nutritivne vrednosti. Komercijalni uzgoj većih razmera počeo je u poslednjih

par decenija. Čia se trenutno uglavnom uzgaja u Meksiku, Boliviji, Ekvadoru, Gvatemali i Argentini. Uzgoj u Argentini nije tradicionalan već je započeo početkom 90-ih kao ozbiljna ekonomska aktivnost u severnim delovima zemlje. Veći broj široko dostupnih proizvoda sa čiom se pojavio u poslednjih 5-10 godina (Ayerza i Coates, 2011; Chica, 2011).

### **Botaničke karakteristike biljke *Salvia hispanica* L.**

*Salvia hispanica* L. je jednogodišnja biljka sa visokom i uspravnom stabljikom. Dostiže visinu od 0,5 do 1 m. Stabljika i grane su četvorougone i dlakave. Listovi su tanki i rastu u parovima, jedan naspram drugog. Izduženog su lancetastog oblika, dimenzija 3-8 cm x 1-4,5 cm. U osnovi su zatupljeni i punih ivica, dok je ostatak lista umereno do gusto nazubljen uz oštar ili zašiljen vrh. Obe strane lista su maljave. Peteljke su tanke i dugačke su 1-6 cm.

Plod se sastoji od četiri šizokarpione semenke (spojene tokom razvoja, razdvajaju se pri sazrevanju) koje su ovalnog oblika, dužine 1,5 - 2 mm, prošarane kombinacijama crne, sive, braon i bele boje. Prema boji koja preovlađuje seme se uglavnom deli na tamno i svetlo. Većina sorti koje se danas komercijalno uzgajaju sadrži mali procenat svetlijih semena, koja su u proseku nešto veća od tamnih (Hernandez, 1993).

Čia je kratkodnevna biljka (zahteva određen broj sati mraka da bi procvetala) koja ima fotoperiod od 12 sati. Kako se ovaj fotoperiod dostiže dosta kasno u toku godine, potrebna je vrlo povoljna klima kako bi došlo do stvaranja i sazrevanja semena. Vreme cvetanja u velikoj meri ograničava područja u kojima čia može da se uzgaja, jer u mnogim područjima vreme postaje suviše hladno i mraz dolazi suviše brzo u odnosu na cvetanje da bi moglo da dođe do sazrevanja semena. Postoje naponi da se putem genetskih modifikacija dobiju sorte čie koje će biti manje zahtevne po pitanju broja sunčanih sati potrebnih za cvetanje i da se na taj način proširi područje ne kome je moguće uzgajati čiu (Jamboonsri i sar., 2012).

### **Hemijski sastav čia semena**

Čia seme sadrži 25 – 38% ulja. Udeo nezasićenih masnih kiselina je veoma visok. Dominantna u sastavu masnih kiselina je  $\alpha$ -linolenska ( $\omega$ -3 masna kiselina) sa prosečnim sadržajem od 58 do 60%, što spada među tri najviša udela u biljnom svetu (prema nekim izvorima i najviši). Kod pojedinih sorti koje se uzgajaju u Argentini prikazan je još veći udeo  $\alpha$ -linolenske kiseline, 60 – 68% (Ayerza, 2011), dok Ixtaina i sar. (2011a) navode sadržaj od 69,3% u ulju semenki čie

poreklom iz Gvatemale. Pored  $\alpha$ -linolenske kiseline, čiino ulje sadrži još značajan procenat linolne kiseline ( $\omega$ -6 masne kiseline), oko 20%, pri čemu je odnos između sadržaja  $\alpha$ -linolenske i linolne kiseline vrlo povoljan. U manjim količinama su prisutne zasićene masne kiseline i to palmitinska i stearinska.

Iako se o čii najčešće govori u kontekstu ulja bogatog nezasićenim masnim kiselinama koje se dobija iz njenog semena, ostatak semena nakon ekstrakcije ulja takođe može da bude zanimljiv kao sekundarna sirovina jer sadrži relativno visok nivo hranljivih vlakana i polifenola. Sadržaj ukupnih hranljivih vlakana (TDF) se kreće i do 56,46 g/100 g semenki (Vasquez i sar., 2009). Osnovna komponenta nerastvorljivih hranljivih vlakana je lignin koji čini 39-41% TDF. Za ovu komponentu se smatra da štiti nezasićene masti u čiinom semenu pomoću snažnih i otpornih struktura koje gradi i pomoću antioksidanasa koje sadrži. Mlevenjem pogače semena čie, nakon presovanja ulja, dobija se brašno iz koga je tehnološkim postupcima moguće izdvojiti frakciju u kojoj je povećana sadržaj TDF (Bushway i sar., 1981; Reyes-Caudillo i sar., 2008, Borderias i sar., 2005).

Čia sadrži značajnu količinu proteina. Sadržaj proteina kod čie je viši nego kod drugih žitarica kao što su pšenica, kukuruz, pirinač, ovas i ječam. Često se uzima da je udeo proteina oko 21 g/100 g semena, ali ta vrednost može da varira u zavisnosti od sorte, a još više zavisi od uslova gajenja, tako da se vrednost kod komercijalno uzgajane čie obično kreće između 19 i 27 g/100 g semena. U više istraživanja uočena je negativna zavisnost udela proteina u ukupnoj masi semena čie sa porastom nadmorske visine lokacije na kojoj se gaji (Ayerza, 2009; Ayerza i Coates, 2009; Ayerza i Coates, 2011).

Ostatak semena čie nakon ekstrakcije ulja ima procentualno viši sadržaj proteina od sirovog semena i on iznosi oko 41% kod ostataka semena nakon ekstrakcije organskim rastvaračem, tj. oko 35% kod ostataka semena dobijenog hladnim presovanjem ulja (Capitani i sar., 2012).

### **Izdvajanje ulja iz semenki čie i fizičko-hemijske karakteristike dobijenog ulja**

Slično kao i ostala biljna ulja koja se komercijalno proizvode, ulje semenki čie se najčešće izdvaja pomoću organskih rastvarača ili postupkom hladnog presovanja.

Izdvajanje ulja iz semenki čie postupkom hladnog presovanja daje slabije rezultate po pitanju količine izdvojenog ulja u odnosu na postupak ekstrakcije, ali je bitan kao jednostavan metod koji

je u finansijskom i operativnom smislu dostupan malim proizvođačima. Za efikasno izdvajanje ulja postupkom hladnog presovanja postoje četiri osnovna parametra koja utiču na tok procesa: vlažnost semena, prečnik otvora za regulaciju brzine protoka, temperatura ceđenja i brzina rotacije puža prese. Vlažnost semena je posebno važan parameter kada su u pitanju semenke čie. Poznato je da povećanje vlažnosti utiče na plastičnost materijala semena doprinoseći protoku materijala kroz presu usled efekta podmazivanja cilindra. Međutim, kod čie povećanje vlažnosti uzrokuje formiranje spoljašnje želatinaste, sluzave strukture koja dobro zadržava vodu i ometa izdvajanje ulja. Kao optimalan sadržaj vlage uzima se sadržaj od 10% računato na suhu materiju (Martinez i sar., 2012).

Uticaj načina izdvajanja ulja iz semenki čie na prinose i fizičko-hemijske karakteristike dobijenih ulja ispitivali su Ixtaina i sar. (2011a), a rezultati su prikazani u tabelama 1 i 2. Istraživanja su obavili na semenkama čie poreklom iz Argentine i Gvatemale. Veoma je malo literaturnih podataka kada je u pitanju ulje semenki čie, tako da su prikazani rezultati veoma značajni.

S obzirom da tokom postupka hladnog presovanja veliki procenat ulja zaostaje u pogači, a izdvajanje pomoću organskih rastvarača, kao što je heksan, predstavljaju rizik po zdravlje osoba uključenih u proizvodni proces, ali i opasnost po životnu sredinu i po zdravlje krajnjih korisnika, istražuju se drugi načini ekstrakcije ulja koji bi omogućili visoku efikasnost približnu organskim rastvaračima i zdravstvenu bezbednost hladnog presovanja. Dobru alternativu konvencionalnim metodama ekstrakcije mogla bi da pruži tehnika ekstrakcije pomoću superkritičnih fluida (SFE – supercritical fluid extraction). Superkritični ugljen-dioksid ( $SC-CO_2$ ) je najčešće korišćeni fluid za ekstrakciju ulja. Ugljen-dioksid ima nisku kritičnu temperaturu i pritisak (31,1°C i 73,8 bara, respektivno), što ga čini idealnim rastvaračem za organske proizvode jer nema termalne degradacije tokom procesa. Pored toga ugljen-dioksid je jeftin, netoksičan, nije zapaljiv, lako se razdvaja od rastvorenih materija i dobro prodire u strukturu materije bogate uljima. Ekstrakcija pomoću superkritičnog ugljen-dioskida se već koristi za izdvajanje ulja iz različitih vrsta semena kao što su seme soje, šafranske (poznate i kao egipatski čičak ili lažni šafran),

**Tabela 1.** Prinos ulja i sastav masnih kiselina ulja semenki čie poreklom iz Argentine i Gvatemale dobijenih postupkom ekstrakcije i hladnim presovanjem (Ixtaina i sar., 2011a)**Table 1.** Oil yield and fatty acid composition of the chia seed oils from Argentina and Guatemala extracted by solvent and cold pressing (Ixtaina *et. al.*, 2011a)

	Semenke iz Argentine Seeds from Argentina		Semenke iz Gvatemale Seeds from Guatemala	
	Ekstrakcija Extraction	Hladno presovanje Cold pressing	Ekstrakcija Extraction	Hladno presovanje Cold pressing
Prinos ulja (% na s.m.)	33,6	24,8	26,7	20,3
Masne kiseline (%):				
Palmitinska (16:0)	6,2	6,6	5,5	5,9
Stearinska (18:0)	3,0	3,1	2,7	4,4
Oleinska (18:1c)	5,3	5,4	5,8	5,5
Vakcenska (18:1t)	0,5	0,5	0,4	0,5
Linolna (18:2)	19,7	20,3	16,6	17,5
$\alpha$ -linolenska (18:3)	65,6	64,5	69,3	66,7
SFA	9,3	9,8	8,3	10,3
PUFA	85,4	84,9	85,9	84,1
PUFA/SFA	8,7	9,2	10,4	8,2
n-3/n-6 odnos	3,32	3,18	4,18	3,81

**Tabela 2.** Fizičko-hemijske karakteristike ulja semenki čie poreklom iz Argentine i Gvatemale dobijenih postupkom ekstrakcije i hladnim presovanjem (Ixtaina i sar., 2011a)**Table 2.** Physicochemical characteristics of the chia seed oils from Argentina and Guatemala extracted by solvent and cold pressing (Ixtaina *et. al.*, 2011a)

Fizičko-hemijske karakteristike ulja Physico-chemical characteristics of oil	Semenke iz Argentine Seeds from Argentina		Semenke iz Gvatemale Seeds from Guatemala	
	Ekstrakcija Extraction	Hladno presov. Cold-pressing	Ekstrakcija Extraction	Hladno presovanje Cold-pressing
Kiselinski broj (mgKOH/g)	2,05	0,91	1,64	0,70
Jodni broj (g/100g)	208,5	210,5	215,0	209,4
Saponifikacioni broj (mg KOH/g)	193,09	193,12	193,01	192,99
Neosapunjive materije (%)	1,27	0,85	1,00	0,68
Indeks refrakcije (25 °C)	1,4768	1,4794	1,4763	1,4798
Boja (CIEL* <i>a</i> * <i>b</i> *sistem)				
<i>L</i> * vrednost	43,177	42,855	43,032	39,720
<i>a</i> * vrednost	4,545	3,757	4,850	2,087
<i>b</i> * vrednost	28,385	25,900	21,467	23,865
$\beta$ -karoten (mg/kg)	0,58	1,21	0,53	0,58
Hlorofil (mg/kg)	nd	nd	nd	nd
Sadržaj metala (mg/kg)				
Cu	0,2	0,1	0,3	0,3
Fe	1,8	0,3	3,9	3,4
Sadržaj fosfora (mg/kg)	46	225	100	128
Voskovi (mg/kg)	142	108	180	92
Indukcioni period (h, pri 98°C)	2,4	2,8	2,4	2,4

pamuka, kanole (ili kanadske uljane repice), mekinja prosa, pirinča, semena grožđa i drugih biljaka. Takođe, vršena su ispitivanja mogućnosti primene SC-CO<sub>2</sub> metode za izdvajanje ulja bogatih ω-3 masnim kiselinama, kao što je riblje ulje, ulje semena lana i ulje semena čie (Jiao i sar., 2008; Han i sar., 2009;)

Prema istraživanjima koja su sproveli Ixtaina i sar. (2010; 2011b) ekstrakcija ulja iz semenki čie putem SC-CO<sub>2</sub> metode imala je za rezultat maksimalnu količinu izdvojenog ulja koja sekretala od 93 do 97%. Referentna metoda u odnosu na koju je vršeno poređenje je bila ekstrakcija ulja pomoću heksana.

Pored količine izdvojenog ulja podjednako je bitan i njegov kvalitet. Ixtaina i sar. (2011b) su u svojim istraživanjima poredili fizičko-hemijske karakteristike ulja semenki čie dobijenih SC-CO<sub>2</sub> metodom i ekstrakcijom heksanom. Bez obzira ne metodu izdvajanja ulja (SC-CO<sub>2</sub> i heksan) dominantna masna kiselina je bila α-linolenska masna kiselina (64,9 – 65,6%), zatim linolna (19,8 – 20,3%), palmitinska (6,2 – 6,7%), oleinska (5,0 – 5,5%) i stearinska masna kiselina (2,7 – 3%). U tabeli 3 su dati rezultati analize ulja semenki čie dobijenih ekstrakcijom metodom SC-CO<sub>2</sub> pri različitim parametrima ekstrakcije, kao i heksanom. Pored udela pojedinih masnih kiselina prikazan je i odnos nezasićenih i zasićenih

masnih kiselina, zatim ω-6 i ω-3 masnih kiselina, jodni i saponifikacioni broj i indukcion period.

Kao što se iz tabele 3 vidi, nema značajnih razlika u sastavu masnih kiselina ulja dobijenih ekstrakcijom metodom SC-CO<sub>2</sub> i heksanom. Vrednosti dobijene za jodni i saponifikacioni broj takođe se ne razlikuju značajno. Jodni broj je visok zbog velikog udela nezasićenih masnih kiselina u sastavu ulja, dok je vrednost saponifikacionog broja slična kao kod biljnih ulja poreklom iz semena šafranike ili kukuruza.

Kiselinski broj se značajno razlikuje kod uzoraka dobijenih ekstrakcijom pomoću SC-CO<sub>2</sub> (0,81) i ekstrakcijom pomoću heksana (1,74). Ove vrednosti nisu prikazane u tabeli jer su dobijene u različitom istraživanju u odnosu na prethodne podatke (Ixtaina i sar., 2010).

Pomoću Rancimat testa ispitivana je oksidativna stabilnost ulja, a indukcion period se kretao od 1,12 h do 1,60 h u zavisnosti od uslova SC-CO<sub>2</sub> ekstrakcije (tabela 3). Manju oksidativnu stabilnost imalo je ulje dobijeno ekstrakcijom na 250 bara. Ulje dobijeno pri višem pritisku ekstrakcije (450 bara) imalo je nešto višu oksidativnu stabilnost, ali je to i dalje bilo daleko ispod oksidativne stabilnosti ulja dobijenog ekstrakcijom organskim rastvaračem, gde je indukcion period bio 2,37 h. Jedan od razloga sla-

**Tabela 3.** Sastav masnih kiselina, jodni i saponifikacioni broj i indukcion period ulja čia semena izdvojenog pomoću SC-CO<sub>2</sub> i organskog rastvarača (Ixtaina i sar., 2011b)

**Table 3.** Fatty acid composition, iodine and saponified values and induction period of the chia seed oil obtained by SC-CO<sub>2</sub> and solvent extraction (Ixtaina *et. al.*, 2011b)

Pokazatelj Parameter	SC-CO <sub>2</sub> ekstrakcija/SC-CO <sub>2</sub> extraction				Ekstrakcija heksanom Extraction with hexane
	40°C 250bar	60°C 250bar	40°C 450bar	60°C 450bar	
Sastav masnih kiselina (%):					
Palmitinska (16:0)	6,6	6,6	6,7	6,7	6,2
Stearinska (18:0)	2,7	2,8	3,0	3,0	3,0
Oleinska (18:1)	5,2	5,5	5,2	5,0	5,3
Linolna (18:2)	20,0	20,2	20,1	20,3	19,8
α-linolenska (18:3)	65,5	64,9	64,9	65,0	65,6
Zasićene masne kiseline (SFA)	9,3	9,4	9,8	9,7	9,3
Nezasićene masne kiseline (PUFA)	85,4	85,1	85,0	85,3	85,4
PUFA/SFA	9,2	9,0	8,7	8,8	9,2
ω-6/ω-3 odnos	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Jodni broj (g/100g)	210,4	209,5	209,1	209,4	210,5
Saponifikacioni broj (mg KOH/g)	194,14	193,14	193,14	193,16	193,1
Indukcion period (h, pri 98°C)	1,12	1,22	1,60	1,53	2,37

bije oksidativne stabilnosti ulja dobijenog pomoću SC-CO<sub>2</sub> se tumači nižim sadržajem tokoferola u ovako dobijenom ulju. Naime, sadržaj tokoferola je pokazao veliku zavisnost od uslova pod kojima je vršena SC-CO<sub>2</sub> ekstrakcija i kretao se između 36 i 95 mg/kg ulja. Najviši sadržaj je postignut pri 40°C i 450 bara, dok je najniži bio pri 60°C i 250 bara. Sve ove vrednosti su značajno niže u odnosu na sadržaj tokoferola dobijenog ekstrakcijom pomoću heksana (oko 250 mg/kg ulja). Ipak, razlika u sadržaju tokoferola koja postoji između uzoraka ulja dobijenih ekstrakcijom metodom SC-CO<sub>2</sub> u odnosu na ulje dobijeno ekstrakcijom heksanom nije dovoljna da bi objasnila veliku razliku u oksidativnoj stabilnosti. Ixtaina i sar. (2011b) to dovode u vezu i sa fosfolipidima koji su slabije rastvorljivi u SC-CO<sub>2</sub>, a koji u sprezi sa tokoferolima mogu da imaju veliki uticaj na oksidativnu stabilnost. Postoji i mogućnost da je došlo da oksidacije ulja pri SC-CO<sub>2</sub> ekstrakciji usled prisustva malih količina kiseonika u rastvaraču, pri čemu do oksidacije triacilglicerola dolazi još u superkritičnoj fazi. Sigurno da postoji još mnogo drugih faktora (prisutne slobodne masne kiseline, mono- i digliceridi, termalni efekat) koji

utiču na oksidativnu stabilnost ulja i kada je u pitanju ekstrakcija čiinog ulja SC-CO<sub>2</sub> metodom, ali ovi uticaji još uvek nisu dovoljno ispitani.

Iako se ulje od semenki čie u Srbiji zvanično ne proizvodi, u svom doktorskom radu, Radočaj (2011) je koristila ulje semenki čie kao funkcionalni dodatak, zajedno sa tikvinim, konopljinim i uljem od visoko oleinskog suncokreta za pripremu namaza na bazi pogače uljane tikve sa visokim sadržajem omega masnih kiselina. Dobijeni rezultati prikazani u tabeli 4 predstavljaju značajan doprinos poznavanju fizičko-hemijskih karakteristika ulja semenki čie.

U nastavku istraživanja Radočaj i sar. (2011) su koristili semenke čie sa ciljem poboljšanja nutritivne vrednosti namaza, a fizičko-hemijske karakteristike semenki čie su prikazane u tabeli 5.

Upotreba čie u ishrani, van tradicionalnog područja uzgajanja, je do pre nekoliko godina bila ograničena uglavnom na stanovništvo Severne Amerike. Tu se uglavnom prodavalo sirovo seme čie i hladno presovano ulje semena čie. Trenutno po raznovrsnosti i broju proizvoda, kao i po njihovoj dostupnosti prednjači Severna Amerika, a potom slede Australija i Evropa.

**Tabela 4.** Fizičko-hemijske karakteristike ulja prisutnih u namazu (Radočaj, 2011)  
**Tabela 4.** Physico-chemical characteristics of the oils in fat-based spreads (Radočaj, 2011)

Pokazatelj Parameter	Tikvino ulje Pumpkin seed oil	Visoko oleinsko suncokretovo ulje High oleic sunflower oil	Konopljino ulje Hempseed oil	Čia ulje Chia oil
Sadržaj vlage i isparljivih mat. (%)	-	-	-	0,04
Kiselost (% oleinske kiseline)	0,79	0,03	0,5	0,004
Peroksidni broj (meqO <sub>2</sub> /kg)	3,2	0,9	0,6	4,41
Jodni broj (po Wijs-u) (g/100g)	109,7	90,0	-	192,7
Indukcioni period, Rancimat test (h) (pri 100 °C)	13,9	20,1	<1	-
Sastav masnih kiselina (% m/m):				
Stearinska (C18:0)	6,74	3,17	2,4	3,35
Palmitinska (C16:0)	13,29	3,36	6,19	6,84
Oleinska (C18:1) (ω-9)	27,05	84,86	9,89	7,47
Linolna (ω-6) (C18:2)	51,04	0	55,13	20,13
α-Linolenska (ω-3)(C18:3)	0	0	17,75	61,12
γ-Linolenska (ω-6)(C18:3)	0	0	4,52	-
Ukupno SFA	20,75	7,86	9,92	10,19
Ukupno MUFA	27,49	84,86	10,76	7,47
Ukupno PUFA	51,04	6,71	78,7	81,25
Ukupno <i>trans</i> MK	0,17	0,17	0,17	0,00

**Tabela 5.** Fizičko-hemijske karakteristike mlevene pogače semena tikve golice i čia semena (Radočaj i sar., 2011)

**Tabela 5.** Physico-chemical characteristics of the hull-less pumpkin seed press-cake and chia seeds (Radočaj *et. al.*, 2011)

Parametar Parameter	Pogača tikve golice Pumpkin seed press cake	Mleveno čia seme Grounded chia seed
Sadržaj vlage i isparljivih materija (%)	3,52±0,05	8,19
Sadržaj ulja (%)	31,3±0,1	32,8
Sadržaj ukupnog pepela (%)	6,64±0,11	5,2
Sadržaj sirovih vlakana (%)	3,51±0,03	41,2
Sadržaj sirovih proteina (%)	50,21±0,13	20,7
Sadržaj ugljenih hidrata (%)	4,82±0,42	1,0
Sadržaj rastvorljivih proteina (%)	8,05±0,08	-
Indeks rastvorljivosti proteina (NSI)	13,92±0,05	-
Energija (Kcal/100g)	502	330
pH vrednost	6,01±0,04	6,49
Aktivnost vode ( $A_w$ )	0,258±0,00	0,305±0,00
Boja(CIE $L^*a^*b^*$ sistem)		
$L^*$ vrednost	68,67±1,84	42,35±0,46
$a^*$ vrednost	4,58±0,14	6,53±0,18
$b^*$ vrednost	21,38±0,66	5,84±0,32

Uzimajući u obzir prethodno navedene činjenice, pre svega nutritivnu vrednost semenki i sadržaj esencijalnih masnih kiselina u semenkama i ulju, deluje da nema razloga da čia veoma brzo ne zauzme važnu poziciju u prehrambenoj industriji. Ipak, još je dug i neizvestan put do tog cilja. Zahtevi savremenog tržišta su veoma strogi. Da bi neki proizvod postao široko zastupljen, pored kvaliteta, podjednako bitnu ulogu imaju cena i stabilnost snabdevanja tržišta. To su upravo razlozi koji trenutno ozbiljno ugrožavaju napredak u rasprostranjenosti čie na tržištu i njeno široko prihvatanje. Uzgajanje čie je za sada prostorno usko ograničeno vegetativnim zahtevima biljke.

Pred čiom i njenim širokim prihvatanjem u prehrambenoj industriji je očigledno još puno izazova. S obzirom da tržište dobro prihvata proizvode sa čiom, za očekivati je da se problemi u proizvodnji i njena stabilnost snabdevanja tržišta vremenom reše. Dalja naučna istraživanja mogla bi da dovedu do stvaranja kvalitetnijih sorti sa širim područjem uzgajanja, što bi uz osavremenjivanje proizvodnje moglo da dovede do povećanja prinosa i smanjenja cene semenki čie.

## ZAHVALNICA

Rad je finansiran sredstvima Ministarstva za prosvetu, nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije u okviru projekta 46010.

## LITERATURA

1. Ayerza R. (2009). The Seed's Protein and Oil Content, Fatty Acid Composition, and Growing Cycle Length of a Single Genotype of Chia (*Salvia hispanica* L.) as Affected by Environment Factors. *Jurnal of Oleo Science* 58(7):347–354.
2. Ayerza R. (2011). The seed's oil content and fatty acid composition of chia (*Salvia hispanica* L.) var. iztac 1, grown under six tropical ecosystems conditions. *Interciencia* 36:620-624.
3. Ayerza R., Coates W. (2009). Influence of environment on growing period and yield, protein, oil and  $\alpha$ -linolenic content of three chia (*Salvia hispanica* L.) selections. *Industrial Crops and Products* 30:321–324.
4. Ayerza R., Coates W. (2011). Protein content, oil content and fatty acid profiles as potential criteria to determine the origin of commercially grown

- chia (*Salvia hispanica* L.). *Industrial Crops and Products* 34:1366–1371.
5. Borderias A. J., Sanchez-Alonso I., Perez-Mateos M. (2005). New applications of fibres in foods: Addition to fishery products. *Trends in Food Science and Technology* 16:458–465.
  6. Bushway A. A., Belya P. R., Bushway R. J. (1981). Chia seed as a source of oil, polysaccharide and protein. *Journal of Food Science* 46:1349–1356.
  7. Cahill P.J. (2003). Ethnobotany of Chia, *Salvia hispanica* L. *Economic Botany* 57(4):604–618.
  8. Capitani M.I., Spotorno V., Nolasco S.M., Tomas M.C. (2012). Physicochemical and functional characterization of by-products from chia (*Salvia hispanica* L.) seeds of Argentina. *LWT - Food Science and Technology* 45:94–102.
  9. Chica, C. (2011). *Conferencia Latinoamericana de cereales* (pp. 39). Santiago: ICC - International Association for Cereal Science. ICC.
  10. Conservation: Botanical Information: *Salvia hispanica* L. Globinmed.com <http://www.globinmed.com>
  11. Duran F.D. (1994). The history of the indies of New Spain. Translated by Doris Heyden. University of Oklahoma Press, Norman. (Originally written 1581).
  12. Han X., Cheng L., Zhang R., Bi J. (2009). Extraction of safflower seed oil by supercritical CO<sub>2</sub>. *Journal of Food Engineering* 92:370–376.
  13. Hard R.J. i Roney R.J. (1998). A massive terraced village complex in Chihuahua, Mexico, 3000 years before present. *Science* 279:1661–1664.
  14. Hernandez Gomez J.A. 1994. In: Cuevas J. (ed.), Chia (*Salvia hispanica*) Antecedentes y Perspectivas en Mexico. Universidad Autonoma Chapingo, Mexico.
  15. Hernandez H.E. (1993). Aspects of plant domestication in Mexico: a personal view. In Biological diversity in Mexico: origins and distribution. T.P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot, and J. Fa, eds., Oxford University Press, New York.
  16. Ixtaina V.Y., Nolasco S.M., Tomas M.C. (2008). Physical properties of chia (*Salvia hispanica* L.) seeds. *Industrial Crops and Products* 28:286–293.
  17. Ixtaina V.Y., Vegaa A., Nolasco S.M., Tomas M.C., Gimeno M., Barzana E., Tecante A. (2010). Supercritical carbon dioxide extraction of oil from Mexican chia seed (*Salvia hispanica* L.): Characterization and process optimization. *Journal of Supercritical Fluids* 55:192–199.
  18. Ixtaina V. Y., Martinez M. L., Spotorno V., Mateo C. M., Maestri D. M., Diehle B. W. K., Nolasco S. M., Tomas M. C. (2011a). Characterization of chia seed oils obtained by pressing and solvent extraction. *Journal of Food Composition and Analysis* 24:166–174.
  19. Ixtaina V. Y., Mattea F., Cardarelli D. A., Mattea M. A., Nolasco S. M., Tomas M. C. (2011b). Supercritical Carbon Dioxide Extraction and Characterization of Argentinean Chia Seed Oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 88:289–298.
  20. Jamboonsri W., Phillips T.D., Geneve R.L., Cahill J.P., Hildebrand D.F. (2012). Extending the range of an ancient crop, *Salvia hispanica* L.—a new x3 source. *Genetic Resources Crop Evolution* 59:171–178.
  21. Jiao S., Li D., Huang Z., Zhang Z., Bhandari B., Mao Z. (2008). Optimization of supercritical carbon dioxide extraction of flaxseed oil using response surface methodology. *International Journal of Food Engineering* 4:1–17.
  22. Martinez M.L., Marin M.A., Salgado Faller C.M., Revol J., Penci M.C., Ribotta P. D. (2012). Chia (*Salvia hispanica* L.) oil extraction: Study of processing parameters. *LWT - Food Science and Technology* 47:78–82.
  23. Radočaj O. (2011). Optimizacija tehnologije proizvodnje namaza sa visokim sadržajem omega masnih kiselina upotrebom pogače semena uljane tikve golice. Doktorska disertacija, Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet, Novi Sad.
  24. Radočaj O., Dimić E., Vujasinović V. (2011). Optimization of the texture of fat-based spread containing hull-less pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) seed press-cake. *APTEFF* 42: 131–143.
  25. Reyes-Caudillo E., Tecante A., Valdivia-Lopez M. A. (2008). Dietary fibre content and antioxidant activity of phenolic compounds present in Mexican chia (*Salvia hispanica* L.) seeds. *Food Chemistry* 107: 656–663.
  26. Sandoval A.Z. (1989). Amarantos y Chias. Un estudio etno historico. Escuela Nacional de Antropologia e Historia, Mexico, D.F.
  27. Vazquez-Ovando A., Rosado-Rubio G., Chel-Guerrero L., Betancur-Ancona D. (2009). Physicochemical properties of a fibrous fraction from chia (*Salvia hispanica* L.). *LWT - Food Science and Technology* 42:168–173.