Proizvodnja hladno prešanog ulja chie (Salvia hispanica L.)

Kovačić, Marija

Undergraduate thesis / Završni rad

2016

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://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:109:499617

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**

REPOZITORIJ PTFOS PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK dabar DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Repository / Repozitorij:

Repository of the Faculty of Food Technology Osijek

zir.nsk.hr

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

dabar DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

PREHRAMBENO – TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK

PREDDIPLOMSKI STUDIJ PREHRAMBENE TEHNOLOGIJE

Marija Kovačić

Proizvodnja hladno prešanog ulja chie (Salvia hispanica L.)

završni rad

Osijek, 2016.

SVEUČILIŠTE J. J. STROSSMAYERA U OSIJEKU
PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK
PREDIPLOMSKI STUDIJ PREHRAMBENA TEHNOLOGIJA

Završni rad

PROIZVODNJA HLADNO PREŠANOG ULJA CHIE (*Salvia hispanica L.)*

Tehnologija prerade sirovina biljnog podrijetla II

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

Student: Marija Kovačić (MB: 3278/10)

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

Predano (datum):

Pregledano (datum):

Ocjena: Potpis mentora:

Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku
Prehrambeno- tehnološki fakultet Osijek
Preddiplomski studij prehrambena tehnologija

Marija Kovačić

PROIZVODNJA HLADNO PREŠANOG ULJA CHIE (*Salvia hispanica L.*)

ZAVRŠNI RAD

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

Osijek, siječanj 2016.

University of Josip Juraj Strossmayer in Osijek
Faculty of Food Technology in Osijek
Undergraduate study of Food Technology

Marija Kovačić

THE PRODUCTION OF COLD-PRESSED CHIA OIL (*Salvia hispanica L.*)

FINAL TEST

Mentor: Tihomir Moslavac, PhD, associate prof.

Osijek, January, 2016.

Proizvodnja hladno prešanog ulja chie

(*Salvia hispanica L*.)

Sažetak

Chia sjemenke (lat. *Salvia hispanica*) su plod biljke iz porodice Labiatea. Sjemenke sadrže 25-30 % ulja i omega 3- linolenske kiseline. Proizvodnjom hladno prešanog ulja, prešanjem na kontinuiranoj pužnoj preši dobivena su tri proizvoda: sirovo ulje, uljni talog i pogača. Nakon prešanja uslijedilo je prirodno taloženje sirovog ulja i vakuum filtracija. Određeni su parametri kvalitete ulja: udio slobodnih masnih kiselina, peroksidni broj, netopljive nečistoće i udio vlage u ulju. Proizvedeno hladno prešano ulje chie je odlične kvalitete, a dobivene vrijednosti Pbr, SMK, voda i netopljive nečistoće su u skladu s Pravilnikom o jestivim uljima i mastima (NN 41/12).

Ključne riječi: ulje chie, pužna preša, procesni parametri

The production of cold-pressed chia oil

(*Salvia hispanica L.*)

Summary

Chia (*Salvia hispanica* L.) is a plant of Labiatae family. Seeds contain 25 – 30 % oil and have omega – 3 linolenic fatty acid. The cold pressed chia oil was produced by pressing of chia seeds on a continued screw press, where three products are obtained: crude oil, oil sludge and cake. After the pressing, natural deposition of the produced crude oil and vacuum filtration was carried out. The oil quality parameters was also examined: peroxide number, free fat acids content, insoluble impurities, oil moisture. The cold pressed chia oil is excellent quality and the resulting values: peroxide number, free fat acids, water and insoluble impurities are in accordance with the rules.

Key words: chia oil, screw press, process parameters

Sadržaj

1. UVOD 1

2. TEORIJSKI DIO 3

2.1. JESTIVA BILJNA ULJA 4

2.2. PODJELA I SVOJSTVA BILJNIH ULJA 7

2.2.1. Ulje chie 8

2.3. PROIZVODNJA HLADNO PREŠANIH BILJNIH ULJA 12

2.3.1. Priprema sirovine za izdvajanje ulja 13

2.3.2. Prešanje 14

2.3.3. Odvajanje netopljivih nečistoća 16

2.3.4. Pakiranje i skladištenje biljnih ulja 17

3. EKSPERIMENTALNI DIO 19

3.1. ZADATAK 20

3.2. MATERIJAL I METODE 20

3.2.1. Materijali 20

3.2.2. Metode 20

3.2.2.1 Određivanje udjela ulja u sjemenkama i pogači 20

3.2.2.2 Određivanje stupnja djelovanja preše 21

3.2.2.3 Određivanje peroksidnog broja 22

3.2.2.4 Određivanje slobodnih masnih kiselina 22

3.2.2.5 Određivanje vlage u ulju 23

3.2.2.6 Određivanje netopljivih nečistoća u ulju 24

4. REZULTATI 25

5. RASPRAVA 29

6. ZAKLJUČCI 33

7. LITERATURA 35

1. UVOD

Hladno prešana ulja su biljna ulja koja se dobivaju postupkom prešanja određenih sirovina, na temperaturama do 50 ^{o}C pri čemu se dobivaju tri vrste proizvoda: sirovo ulje, uljni talog i pogača. Nakon prešanja, sirova ulja, sadrže određeni udio nečistoća (krute čestice) koje je potrebno ukloniti spontanim taloženjem ili filtracijom. Pročišćena ulja potrebno je pravilno skladištiti da ne bi došlo do kvarenja. Zadatak ovog rada je bio proizvesti hladno prešano ulje chie, te odrediti osnovne parametre kvalitete hladno prešanog ulja chie.

2. TEORIJSKI DIO

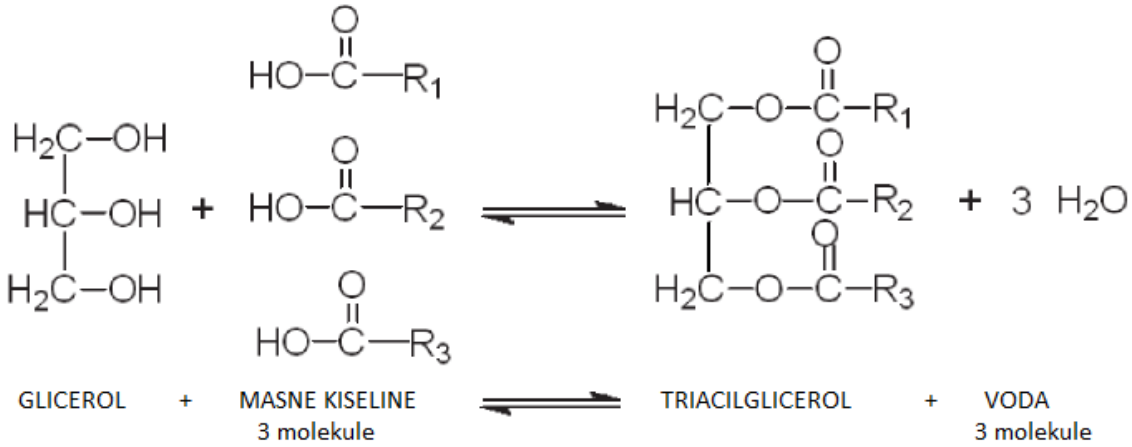
2.1. JESTIVA BILJNA ULJA

Jestiva biljna ulja su tvari biljnog porijekla koje spadaju u grupu spojeva lipida. Lipidi su tvari koje su netopljive u vodi, ali su topljive u organskim otapalima. Predstavljaju estere alkohola glicerola i masnih kiselina te se najčešće nazivaju triacilgliceroli ili trigliceridi **(Slika 1).** Biljna ulja sadrže više nezasićenih masnih kiselina te su zbog toga na sobnoj temperaturi u tekućem agregatnom stanju. Komponente koje su zaslužne za boju biljnih ulja (npr. karoteni, klorofil) mogu biti biljnog porijekla ili nastaju kao produkti u razgradnji proteina i ugljikohidrata koji nastaju tijekom postupka oplemenjivanja ulja. Aldehidi, ketoni, alkoholi, esteri, ugljikovodici, slobodne masne kiseline su komponente koje biljnim uljima daju miris i okus i one su prirodnog porijekla ili su komponente koje nastaju tijekom tehnološkog procesa.

Podjela prirodnih lipida s obzirom na sastav i strukturu biljnih ulja:

- jednostavni lipidi,
- složeni konjugirani lipidi i
- derivati lipida.

Jednostavni lipidi obuhvaćaju triacilglicerole masnih kiselina (masti i ulja), te voskove koji predstavljaju estere viših masnih alkohola s višim masnim kiselinama. Najčešće se javljaju u prirodi, ali uvijek uz prisutnost manjih količina lipida iz drugih grupa. Ulja i masti (triacilgliceroli) su kondenzacijski proizvodi jedne molekule alkohola i triju masnih kiselina (Swern, 1972.).



Slika 1 Reakcija nastajanja triacilglicerola

Složeni konjugirani lipidi, pored glicerola i masnih kiselina, sadrže još i negliceridne sastojke. Oni su pratitelji jednostavnih lipida, ali i lipidni sastojci u nekim dijelovima organizma. Često se nazivaju i polarni lipidi. U konjugirane lipide spadaju fosfolipidi (sadrže fosfatnu skupinu i molekulu masti), cerebrozidi (sadrže ugljikohidrat i molekulu masti), sulfolipidi (sadrže sulfatnu grupu), lipoproteini i dr. Negliceridne sastojke prirodnih ulja čine fosfatidi, karoteni, liposolubilni vitamini (A,D,E,K), tokoferoli, steroli, pigmenti, voskovi, glikozidi, ugljikovodici, masni alkoholi, aldehidi, ketoni i tragovi metala. Nepoželjni negliceridni sastojci u uljima smanjuju kvalitetu ulja i moraju se potpuno ukloniti tijekom procesa rafinacije ulja (Odak, 2013.).

Derivati lipida su spojevi dobiveni hidrolizom jednostavnih i složenih lipida. U derivate lipida ubrajaju se masne kiseline, alkoholi (steroli), ugljikovodici (karoteni), vitamin D, vitamin E, vitamin K. U ostale vrste lipida spadaju sapuni, pigmenti i boje, oksidacijski polimeri, termalni polimeri i lipoproteini (Odak, 2013.).

Lipidi, svojim sastavom, kristalnom strukturom, temperaturom topljenja i sposobnošću vezanja vode i drugih nelipidnih molekula su od velikog značaja za funkcionalna svojstva većine namirnica.

U prirodnim uljima i mastima prevladavaju različite masne kiseline. Masne kiseline su slabe organske kiseline čija se molekula sastoji od dva različita djela: karboksilne grupe (-COOH) i, ugljikovodične grupe (R-) . Mogu biti razgranate i nerazgranate, a fizikalna svojstva im ovise o dužini lanca, stupnju nezasićenosti i razgranatosti lanca.

Masne kiseline se razlikuju prema:

- broju ugljikovih atoma u molekuli,
- nezasićenosti ugljikovih atoma,
- broju dvostrukih veza,
- položaju dvostrukih veza.

S obzirom na broj ugljikovih atoma u molekuli razlikujemo:

-masne kiseline kratkog lanca (broj ugljikovih atoma do 8),

-masne kiseline srednjeg lanca (broj ugljikovih atoma od 8 do 12),

-masne kiseline dugačkog lanca (broj ugljikovih atoma iznad 12) (Swern,1972.).

Podjela masnih kiselina prema stupnju nezasićenosti:

Zasićene masne kiseline (ZMK) su masne kiseline koje u molekuli ne sadrže dvostruke veze između C atoma, a opća formula im je: CH3(CH2)COOH. Kod zasićenih masnih kiselina radikal (R-) je jednostavan parafinski lanac u kojem je svaki C atom zasićen. Najvažnije svojstvo zasićenih masnih kiselina je da su slabo reaktivne za reakcije na lancu. U prirodnim uljima i mastima dolaze zasićene masne kiseline sa 4 do 22 ugljikova atoma. U biljnim i životinjskim mastima najzastupljenije su laurinska, miristinska, palmitinska i stearinska masna kiselina.

Nezasićene masne kiseline (NMK) su masne kiseline koje u molekuli sadrže jednu ili više dvostrukih veza. U biljnim uljima i životinjskim mastima najčešće se pojavljuju sa 18 ugljikovih atoma, te s jednom, dvije ili tri dvostruke veze. Dijelimo ih na mononezasićene i polinezasićene, ovisno o broju dvostrukih veza koje sadrže. Mononezasićene masne kiseline sadrže samo jednu, a polinezasićene sadrže dvije ili više dvostrukih veza u molekuli. Mononezasićene masne kiseline imaju takav kemijski sastav koji im omogućuje vezanje još dva atoma vodika u molekuli masne kiseline. Reaktivnost nezasićenih masnih kiselina ovisi o broju i položaju dvostrukih veza, stoga je važno poznavanje stupnja nezasićenosti i položaja dvostrukih veza u molekuli masne kiseline.

Dvostruke veze mogu biti:

- izolirane: dvostruke veze razdvojene s jednom ili više metilenskih grupa
- konjugirane: dvostruke veze u susjednom položaju

U prirodi se nezasićene masne kiseline pojavljuju samo u cis obliku. Trans oblik isključivo nastaje tijekom procesiranja, zagrijavanja ili hidrogenacije biljnih ulja (O'Brien, 2004.)

Esencijalne masne kiseline (EMK) su polinezasićene masne kiseline sa 18, 20 ili 22 ugljikova atoma i sa dvije do šest dvostrukih veza u cis konfiguraciji u lancu masne kiseline. Masne kiseline sa više dvostrukih veza ubrajaju se u esencijalne sastojke hrane. Esencijalne masne kiseline naš organizam ne može sintetizirati, već se moraju u dovoljnoj količini unositi prehranom.

S obzirom na dvostruku vezu od metilnog kraja, višestruko nezasićene masne kiseline dijelimo na omega-3 i omega-6 skupinu. Omega-3 skupini pripada linolenska kiselina i njezini derivati: ikosapentaenska (C 20:5 ili IPA), eikosapentaenska (EPA) i dokosaheksaenska (C 22:6 ili DHA). Omega-6 skupini pripada i arahidonska kiselina koju organizam može sam sintetizirati iz linolne.

Alfa-linolenska kiselina je tip omega-3 masnih kiselina koja se nalazi u biljkama. Slična je eikosapentaenskoj (EPA) i dokosaheksaenskoj (DHA) omega-3 masnoj kiselini koje se nalaze u ribljem ulju i u njih se u tijelu može konvertirati. Za omega-3 masne kiseline dokazano je da smanjuju upale i mogu pomoći u prevenciji kroničnih bolesti.

2.2. PODJELA I SVOJSTVA BILJNIH ULJA

Osnovna podjela ulja prema porijeklu sirovine može biti na ulja iz sjemena i ulja iz mesnatog dijela ploda. Postoji i podjela na osnovu većinskog udjela masnih kiselina, te na osnovi porijekla sjemena.

Ulja i masti iz sjemena i ploda prema dominirajućim masnim kiselinama:

-laurinske masti i ulja (kokos, palmine koštice...)
-masti palmitinske i stearinske kiseline (kakao maslac, shea maslac...)
-ulje pamitinske kiseline (palmino ulje, pamukovo ulje...)
-ulje oleinske i linolne kiseline (suncokretovo, sezamovo, šafranika, kukuruzne klice, koštice buče, repica...)
-ulje linolenske kiseline (lan, soja, konoplja, Camelina sativa...)

1. Ulja i masti iz mesnatog dijela ploda: maslinovo ulje, palmino ulje, avokado...
2. Ulja prema porijeklu biljke:

-ulja iz leguminoza (kikiriki, soja...)
-ulja krstašica (repica, slačica-senf) (Volmut, 2010.).

Ovisno o tehnološkom postupku koji se primjenjuje u proizvodnji, ulja se razvrstavaju u sljedeće kategorije prema Pravilniku o jestivim uljima i mastima (NN 41/12):

1. Rafinirana ulja;
2. Hladno prešana ulja;
3. Nerafinirana ulja.

Rafinirana ulja su proizvodi dobiveni postupkom rafinacije jedne ili više vrsta sirovih biljnih ulja. Cilj rafinacije je iz sirovog ulja ukloniti sve nepoželjne sastojke koji umanjuju održivost ulja i senzorska svojstva.

Rafinacijom se smanjuje stabilnost ulja, a uzroci smanjenja su:

- uklanjanje prirodnih antioksidansa (tokoferola);
- smanjenje karotena, lecitina, sterola;
- onečišćenje ulja teškim metalima koji ubrzavaju oksidaciju.

Hladno prešana ulja su proizvodi koji se dobivaju iz odgovarajućih sirovina, prešanjem na temperaturama do 50 °C. Provodi se i postupak čišćenja odnosno bistrenja pranjem vodom, dekantiranjem, filtriranjem i centrifugiranjem.

Nerafinirana ulja su proizvodi koji se dobivaju iz odgovarajućih sirovina, mehaničkim postupcima, primjerice prešanjem, uz upotrebu topline. Provodi se i postupak čišćenja odnosno bistrenja pranjem vodom, dekantiranjem, filtriranjem i centrifugiranjem.

2.2.1. Ulje chie

Chia, Salvia hispanica L., je godišnja zeljasta biljka pripada porodici Lamiaceae ili Labiatae (usnatice). Usnatice su biljna porodica iz reda Lamiales koja nosi ime po vjenčiću koji je građen u obliku gornje i donje usne. Biljka dosegne visinu više od 30 cm u punoj starosti. Nakupine plavo-ljubičastih cvjetova razvijaju se na rubovima formirajući kraj svake grančice.

Chia je kultura koja zahtjeva slabo održavanje, preferira umjereno plodno i dobro drenirano tlo. Iako je vlaga potrebna za rast sadnica, ova kultura je vrlo netolerantna prema vlažnim tlima. Sjemenke se sade u rupice u tlu koje je potpuno obrađeno nekim poljoprivrednim uređajem. Zbog vrlo male veličina sjemena, preciznost sadnje je važna kako bi se osigurao dobar kontakt između sjemena i tla. Chia se sadi u travnju ili svibnju, a bere se u listopadu. Kukci i bolesti ne predstavljaju veliki problem za chiu, ali ne postoji strah da bi se chia mogla proširiti kao korov jer je utvrđeno da različiti herbicidi djeluju na njezino uništavanje.

Sjemenke se beru savijanjem stabljike zbog težine sjemenki ili se prikupljaju u košare udarajući biljku i izbijajući sjeme iz bodljikavih, suhih glavica pomoću udarača za sjemenke.

Chia se mehanički bere sa standardnim kombajnom. Ljuske i ostale lakše primjese se otpušu pomoću ventilatora, a zaostaju samo sjemenke. Sjemenke se zatim skladište ili se mogu pržiti.

Biljke ove porodice sadrže eterična ulja i imaju ljekovita svojstva. Ova botanička vrsta, porijeklom iz južnog Meksika i sjeverne Gvatemale, bila je važna kultura u predkolumbijskoj Mezoamerici skupa sa kukuruzom, grahom i amarantom. Njen uzgoj je bio zabranjen od strane španjolskih osvajača i zamijenjen egzotičnim kulturama za to područje kao što su pšenica i ječam (Cahill, 2003.) U današnje vrijeme, chia sjemenke su ponovno uvedene u zapadnjačku prehranu u svrhu poboljšanja ljudskog zdravlja.

Chia sjemenke se tradicionalno konzumiraju u Meksiku, jugozapadnom dijelu SAD-a i Južnoj Americi. Danas se chia najviše uzgaja u Meksiku, Boliviji, Argentini, Ekvadoru, Australiji i Gvatemali (Coates i Ayerza, 1996., Commission of the European Communities, 2009.).

Chia se može upotrebljavati u obliku cijelog sjemena, brašna, gela i ulja sjemenki. Sjemenke imaju osobinu izrazite hidratacije te pomiješane s vodom nabubre i povećaju svoj volumen do 3 puta. Nakon namakanja postoji bezbroj načina upotrebe, mogu se koristiti za pripravljanje: palačinki, salata, raznih kolača, tradicionalnih jela, ali i juha, sendviča ili umaka. Sjemenke se moraju dodati u jelo na kraju kuhanja kako ne bi bile podvrgnute dužoj termičkoj obradi jer povišena temperatura uništava veći dio hranjivih tvari. Chia sjemenke ne sadrže gluten, pa brašno proizvedeno mljevenjem sjemenki može poslužiti kao zamjena za pšenično brašno kod osoba koje su osjetljive na gluten.



Slika 2 Tamne i bijele sjemenke chie

Chia sjemenke su opisane kao dobar izvor ulja, proteina, prehrambenih vlakana, minerala **(Tablica 1)** i vitamina **(Tablica 2)**, te polifenolnih spojeva (Ayerza i Coates 2004; Capitani i sur., 2012.; Reyes-Caudillo, Tecante, Valdivia-López, 2008.). Razlog oživljavanja interesa za chia sjemenke je sadržaj ulja, koje nudi bogat izvor polinezasićenih masnih kiselina **(Tablica 3)**. Sadržaj ulja sjemenki iznosi od 25% do 35% (Taga i Miller, Pratt, 1984.). Chia ulje je jedinstveno jer sadrži najveći udio omega-3 linolenske kiseline (ALA) od bilo kojeg poznatog prirodnog izvora, čak do 68% (Ayerza, 1995; Coates i Ayerza, 1996) u usporedbi sa 36% kod divljeg lana (*Camelina sativa* L.), 53% u divljem sezamu (*Perilla frutescens* L.) i 57% u sjemenkama lana (*Linum usitatissimum* L.). ALA igra važnu ulogu u zdravlju i koristi se u različitoj hrani i kozmetici. Mnoge studije su osigurale dokaze da redovito konzumiranje ili dijetetski dodatak s dugim lancem omega-3 polinezasićenih masnih kiselina donosi brojne zdravstvene koristi, uključujući prevenciju kardiovaskularnih bolesti, hipertenzije i upalnih bolesti (Albert i sur. 2005.; Garg, Wood, Singh i Moughan, 2006.).

Tablica 1 Udio minerala u chia sjemenci (sušene, 100 g) (USDA, 2014.)

Mineral	Mjerna jedinica	Vrijednost u 100 g
Kalcij, Ca	mg	631
Željezo, Fe	mg	7,72
Magnezij, Mg	mg	335
Fosfor, P	mg	860
Kalij, K	mg	407
Natrij, Na	mg	16
Cink, Zn	mg	4,58

Tablica 2 Udio vitamina u chia sjemenci (sušene, 100 g) (USDA, 2014.)

Vitamin	Mjerna jedinica	Vrijednost u 100 g
Vitamin C (askorbinska kiselina)	mg	1,6
Tiamin	mg	0,620
Riboflavin, vitamin B2	mg	0,170
Niacin, vitamin B3	mg	8,830
Vitamin B-12	µg	0,00
Vitamin A	IU	54
Vitamin E (alfa tokoferol)	mg	0,50

Sjemenke i ulje sadrže veliku količinu prirodnih antioksidanasa kao što su tokoferoli, fitosteroli, karotenoidi (Álvarez-Chávez, Valdivia-López, Aburto-Juárez, Tecante, 2008.) i fenolne spojeve, uključujući klorogensku kiselinu, kavenu kiselinu, miricetin, kvercetin i kaempferol (Capitani i sur. 2012.; Reyes-Caudillo i sur., 2008.), koji štite potrošače od mnogih bolesti i potiču pozitivne učinke na ljudsko zdravlje (Nijveldt i sur., 2001.).

Biljka proizvodi male bijele i tamne sjemenke **(Slika 2)**. Većina chie koja je komercijalno uzgojena sadrži mali postotak bijelih sjemenki. Njihov oblik je ovalan i općenito, bijele sjemenke su nešto veće od crnih (Ixtaina i sur., 2008.). Zabilježena dužina, širina i debljina iznose 2,11; 1,32 i 0,81 mm za tamne sjemenke i 2,15; 1,40 i 0,83 mm za bijele sjemenke.

Chia sjemenke i ulje su važne sirovine za funkcionalnu hranu zbog svojih bioaktivnih komponenti, koje nude prednosti u odnosu na druge dostupne omega-3 izvore (Coates i Ayerza, 1996). Kao dodatak, ulje chie može se uzimati na nekoliko načina: u tekućem obliku ili u obliku kapsula. Uobičajena doza je jedna čajna žličica (10 mL) dnevno, ali to varira od osobe do osobe. Chia sjemenke nisu vrijedne samo kao hrana, nego i za lijekove i boje (Álvarez-Chávez i sur., 2008.). Prethodna istraživanja su pokazala da se ulje, ili njegovi

nusproizvodi, mogu koristiti u industriji stočne hrane, kako bi se dobili životinjski proizvodi bolje prehrambene vrijednosti i obogaćeni polinezasićenim masnim kiselinama (Ayerza, Coates i Lauria, 2002.).

Tablica 3 Udio masnoća u chia sjemenkama iz Argentine (Ayerza i Coates, 2011.)

Lipidi u sjemenci (%)	Palmitinska MK (16:0) (%)	Stearinska MK (18:0) (%)	Oleinska MK (18:0) (%)	Linolna MK (18:2) (%)	Linolenska MK (18:3) (%)	ZMK (%)	PUFA (%)
33,5	6,89	2,36	6,73	22,5	60,35	9,26	82,85

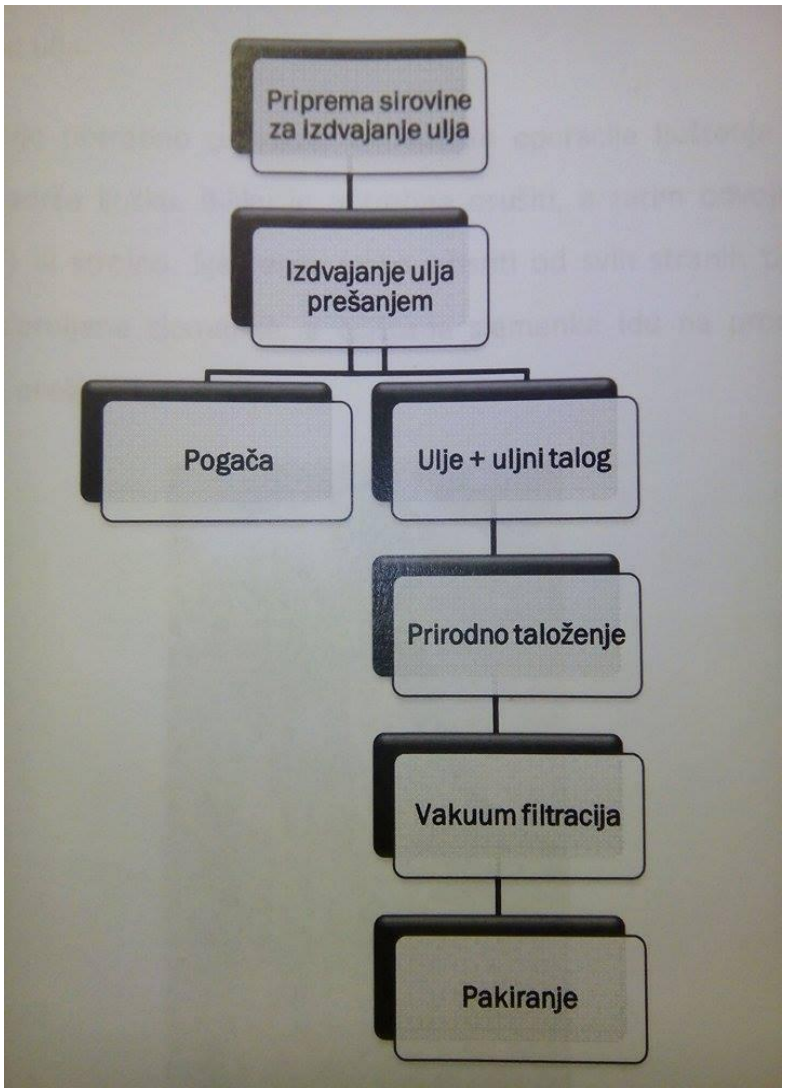
2.3. PROIZVODNJA HLADNO PREŠANIH BILJNIH ULJA

Hladno prešana ulja su proizvodi koji se dobivaju iz odgovarajućih sirovina, prešanjem na temperaturi do 50 °C. Može se provesti i postupak čišćenja odnosno bistrenja ulja pranjem vodom, dekantiranjem, filtriranjem i centrifugiranjem prema Pravilniku o jestivim uljima i mastima (NN 41/12.).

Tehnološki proces proizvodnje jestivih hladno prešanih **(Slika 3)** kao i nerafiniranih ulja u osnovi obuhvaća dvije osnovne faze:

- pripremu sirovine za izdvajanje ulja i
- izdvajanje ulja mehaničkim putem.

Izdvajanje ulja treba prilagoditi, prije svega, polaznim sirovinama. Sirovine treba pripremiti tako da se ulje može što lakše izdvojiti, a istovremeno zbog odsustva rafinacije, ulje mora biti što bolje kvalitete (Dimić, 2005.).



Slika 3 Shema proizvodnje ulja chie

2.3.1. Priprema sirovine za izdvajanje ulja

Priprema sirovine za izdvajanje ulja obuhvaća čišćenje, sušenje, ljuštenje i mljevenje, međutim, na prešanje može ići sirovina i bez ljuštenja i mljevenja, što ovisi o vrsti sirovine (Dimić, 2005.).

Čišćenje sjemenki je tehnološka operacija koja se zasniva na raznim principima razdvajanja, a najčešće se obavlja:

- prosijavanjem (odvajanjem na bazi različitih dimenzija sjemenki i nečistoća);

- odvajanjem na bazi magnetizma i
- odvajanje aspiracijom (odvajanjem na bazi različitih aerodinamičnih svojstava sjemenki i nečistoća) (Dimić, 2005.).

Čišćenje se mora provesti što efikasnije da zaostale nečistoće ne bi imale utjecaja na kvalitetu proizvedenog ulja.

Za chia sjemenke nije potrebno provoditi tehnološke operacije ljuštenja i mljevenja jer sjemenke chie ne sadrže ljusku. Biljku je potrebno osušiti, a zatim odvojiti sjemenke od biljke, ručno ili strojno. Sjemenke treba očistiti od svih stranih tijela, kao što su kamenje, zemlja i slomljene sjemenke, a očišćene sjemenke idu na proces prešanja na kontinuiranoj pužnoj preši.

2.3.2. Prešanje

Prešanje je mehanička ekstrakcija kod koje se iz prethodno pripremljenih sirovina izdvaja ulje primjenom visokih tlakova. Danas se najčešće koriste hidraulične i pužne preše. U ovom radu korištena je kontinuirana pužna preša.

Pužne preše

Preše dijelimo na diskontinuirane i kontinuirane s obzirom na način rada. U proizvodnji biljnih ulja više se koriste kontinuirane pužne preše zbog većeg kapaciteta prerade. Kontinuirana pužna preša sastoji se od vodoravnog puža na glavnoj osovini, koša oko puža, uređaja za punjenje i doziranje materijala, uređaja za regulaciju debljine pogače i kućišta preše. Princip rada pužne preše zasniva se na snažnoj pužnici koja gura sjemenke iz većeg zatvorenog prostora u manji i na taj način dolazi do porasta tlaka i cijeđenja ulja. Pužne preše ujedno služe i kao transportno sredstvo.



Slika 4 Pužna preša

Regulacija debljine izlazne pogače u preši se postiže odgovarajućom konstrukcijom izlaznog konusa, a preko različite debljine pogače regulira se radni tlak u preši (Rac, 1964.).

Stupanj djelovanja kontinuiranih pužnih preša koje rade kao predpreše je oko 50 - 60 % u odnosu na sadržaj ulja, a kod završnih preša može iznositi čak i 80 - 90 % (Dimić i Turkulov, 2000.). Trenje u materijalu i preši je veliko, pa je neizbježan porast temperature. Visoka trenja mogu povisiti temperaturu materijala do 170 °C.

Kod proizvodnje hladno prešanih ulja vrijednost temperature sirovog ulja koje napušta prešu je vrlo bitna, jer ne bi smjela biti viša od 50 °C. Da bi se to postiglo potrebne su preše posebne konstrukcije ili se prešanje mora provesti pri blažim uvjetima, tj. pri nižem tlaku. U tom slučaju sadržaj zaostalog ulja u pogači je u pravilu veći, odnosno, prinos ulja je manji (Bockisch, 1998.).

Prilikom prešanja raznih sirovina dobiju se tri proizvoda:

- nepročišćeno ulje (sirovo ulje),
- uljni talog,
- uljna pogača.



Slika 5 Nepročišćeno sirovo ulje i uljna pogača

Hidraulične preše

Hidraulične preše predstavljaju najstarije uređaje u proizvodnji jestivih biljnih ulja. Njihova primjena je sve rjeđa i danas se isključivo koriste za proizvodnju maslinovog ulja, ulja koštica buče, te eventualno ulja sezama (Rac, 1964.).

2.3.3. Odvajanje netopljivih nečistoća

Tijekom čišćenja sirovog ulja, provodi se:

- odvajanje mehaničkih nečistoća,
- odvajanje vode i
- odvajanje sluznih tvari.

Mehaničke nečistoće su netopljive, a mogu biti sitniji ili grublji dijelovi sjemena ili plodova koji su s uljem prošli kroz sita na prešama, filtere u ekstrakciji itd.

Mogu se izdvojiti raznim tehnikama, a neke od njih su sedimentacija, filtracija i primjena centrifugalnog separatora.

Odvajanje mehaničkih nečistoća filtracijom

Sirovo prešano ulje se propušta kroz filter na kojem zaostaju mehaničke nečistoće. Kao filtersko sredstvo mogu se koristiti filtracijske tkanine od lana, pamuka, sintetičkih vlakana ili fina metalna sita. Prema potrebi filtracija se može ponavljati i više puta. Uređaji za provođenje filtracije su: filter preše, filtracijske centrifuge ili najefikasniji centrifugalni separatori.

Kapacitet filtracije proporcionalan je veličini filtracijske površine i brzini filtracije. Brzina filtracije ovisi o veličini pora filtera, viskozitetu ulja i osobinama taloga koji zaostaje na filteru. Na povećanje iste može se utjecati dodatkom pomoćnog filtacijskog sredstva (Dimić, 2005.).

2.3.4. Pakiranje i skladištenje biljnih ulja

Jestivo biljno ulje je osjetljiv prehrambeni proizvod. Za vrijeme čuvanja odnosno skladištenja kvaliteta ulja se mijenja pod utjecajem temperature, svjetlosti, kisika i drugih čimbenika. Ambalaža treba pružati zaštitu zapakiranom ulju do trenutka uporabe pa je bitno izabrati adekvatan ambalažni materijal. Materijali se biraju na osnovi svojstava proizvoda koji se želi zapakirati, predviđenog procesa pakiranja.

Karakteristike ambalažnog materijala:

- potpuno zaštiti proizvod;
- onemogućiti interakcije s proizvodom;
- imati poželjna barijerna svojstva na plinove, vodenu paru, svjetlost i otopine;
- imati dobra fizikalno-mehanička svojstva;
- pružiti mogućnost lakog otvaranja i
- pružiti potrebne informacije (Curaković i sur., 1996.).

Ambalaža je sredstvo koje prihvaća proizvod i štita ga do upotrebe, čineći zajedno s proizvodom jednu cjelinu. Proizvod ja na taj način zaštićen od djelovanja različitih čimbenika(Dimić,2005.).

3. EKSPERIMENTALNI DIO

3.1. ZADATAK

Zadatak završnog rada bio je ispitati utjecaj procesnih parametara hladnog prešanja sjemenke chie. Također, zadatak je bio odrediti osnovne parametre kvalitete proizvedenog hladno prešanog ulja chie; peroksidni broj, slobodne masne kiseline, netopljive nečistoće i vlagu.

Udio ulja u sjemenkama chie i pogači određen je metodom po Soxhlet-u.

3.2. MATERIJAL I METODE

3.2.1. Materijali

CHIA SJEMENKE

Chia sjemenke (*Salvia hispanica L.*) korištene u ovom radu, uzgojene su u Argentini, a dobavljač je poljoprivredni obrt „Organica Vita“ iz Vraneševca, županija Virovitičko-podravska, Republika Hrvatska. Sjemenke su skladištene i čuvane u vrećama od 25 kg.

PUŽNA PREŠA

Za proizvodnju hladno prešanog ulja chie korištena je kontinuirana pužna preša koju proizvodi tvrtka „ElektroMotor-Šimon“, Srbija. Tip preše je SPU 20, a kapacitet prešanja je 20-25 kg/h, snaga elektromotora je 1,5 kW.

3.2.2. Metode

3.2.2.1 Određivanje udjela ulja u sjemenkama i pogači

Udio ulja u sjemenkama chie i udio zaostalog ulja u pogači nakon prešanja određen je standardnom metodom ekstrakcije ulja po Soxhletu. Otapalo korišteno za ekstrakciju je petrol-eter. Aparatura za ekstrakciju sastoji se od tikvice, ekstraktora i hladila. Na prethodno izvaganu i osušenu tikvicu stavlja se ekstraktor sa tuljkom u kojem se nalazi uzorak. Dodano

je otapalo, pričvršćeno hladilo i provedena ekstrakcija do iscrpljenja uzorka. Po završetku otapalo se prodestilira, a zaostalo ulje iz tikvice se suši i važe. Udio ulja se izračunava prema sljedećoj formuli:

$$\text{Udio ulja \%} = (a-b)/c * 100 \quad (1)$$

gdje je:

a - masa tikvice sa uljem (g);

b - masa prazne tikvice (g);

c - masa ispitivanog uzorka (g).

3.2.2.2 Određivanje stupnja djelovanja preše

Na temelju udjela ulja u sirovini i dobivenoj pogači, može se izračunati prinos prešanog ulja, odnosno stupanj djelovanja prešanja (Dimić i Turkulov, 2000.).

$$U=Uo – Up * (a/b) (\%) \quad (2)$$

gdje je:

U - količina prešanog ulja (%)

Uo – udio ulja u sirovini (%)

Up – udio ulja u pogači (%)

a – suha tvar u sirovini (%)

b - suha tvar u pogači (%)

Stupanj djelovanja prešanja (P) izračunava se sljedećom formulom:

$$P= (U/Uo)* 100 (\%) \quad (3)$$

gdje su:

U - količina prešanog ulja (%)

Uo – udio ulja u sirovini (%).

3.2.2.3 Određivanje peroksidnog broja

Peroksidni broj predstavlja indikator svježine odnosno užeglosti neke masti ili ulja. Čuvanjem masti i ulja pod utjecajem prooksidanasa (kisik iz zraka, toplina, svjetlost, tragovi metala) dolazi do vezivanja kisika na dvostruke veze nezasićenih masnih kiselina, te na taj način nastaju peroksidi. Nastaju u prvoj fazi kvarenja masti, tzv. indukcionom periodu, kada se još ne primjećuju organoleptičke promjene na mastima. Tijekom daljnje faze kvarenja - period aktivne oksidacije – peroksidi, tj.hidroperoksidi se razgrađuju i nastaju oksi i ketomasne kiseline, aldehidi i ketoni koji su nosioci neugodnog mirisa užeglih masti i ulja.

Metoda određivanja se osniva na sposobnosti peroksida da oslobode jod iz otopine kalij jodida, koji se zatim određuje titracijom s otopinom tiosulfata. Peroksidni broj su cm3 0,002 M otopine natrij tiosulfata potrebnog za redukciju one količine joda koju oslobodi 1 g masti ili ulja iz kalij jodida.

$$\text{PEROKSIDNI BROJ} = (a-b)*5/c \qquad (4)$$

gdje su:

a – mL 0,001 M $Na_2S_2O_3$ utrošeno za uzorak ulja

b – mL 0,001 M $Na_2S_2O_3$ utrošeni za slijepu probu

c - masa uzorka (g)

3.2.2.4 Određivanje slobodnih masnih kiselina

Masti i ulja osim masnih kiselina vezanih u triacilglicerole sadrže uvijek i određenu količinu slobodnih masnih kiselina. Udio slobodnih masnih kiselina u ulju ili masti ovisi o upotrebljenoj sirovini, načinu dobivanja i uvjetima skladištenja te se može izraziti kao:

kiselinski broj,

kiselinski stupanj,

postotak oleinske kiseline

Sve navedene vrijednosti mogu se dobiti istim postupkom određivanja, pa se mogu preračunati jedna u drugu.

KISELINSKI STUPANJ – mL 1M KOH (ili NaOH) potrebnog za neutralizaciju slobodnih masnih kiselina u 100 g masti ili ulja, na isti način se određuje i postotak oleinske kiseline

$$\%SMK = 10*b/a * 0,282 \quad (5)$$

a - masa uzorka (g)

b – mL 0,1 M KOH

KISELINSKI BROJ – mg KOH potrebni za neutralizaciju slobodnih masnih kiselina u 1g masti ili ulja

$$KB = 10*b/a * 0,561 \quad (6)$$

a - masa uzorka (g)

b - mL 0,1 KOH

3.2.2.5 Određivanje vlage u ulju

Količina vlage i hlapljivih tvari je važan pokazatelj kvalitete sirovih i rafiniranih biljnih ulja. Kod sirovih ulja prisustvo vlage se smatra „nečistoćom“ te je njenu količinu u ulju važno poznavati zbog ekonomskog interesa. Zbog prisustva vlage u ulju, pri određenim uvjetima, može doći do hidrolitičkih promjena što rezultira porastom kiselosti ulja tj. povećava se udio slobodnih masnih kiselina čime se pogoršava kvaliteta ulja. Veća količina vlage u ulju može dovesti do zamućenja ulja što dovodi do smanjenja esterske vrijednosti ulja.

Metoda se temelji na isparavanju vode i hlapljivih tvari iz ulja zagrijavanjem u sušioniku pri točno definiranim uvjetima. Dolazi do gubitka mase (%) pri zagrijavanju na 103 ± 2 °C, do konstantne mase. Gubitak mase se utvrđuje mjerenjem.

$$\%\ \text{Vlage i isparljivih tvari} = (m_1-m_2)/(m_1-m_0) * 100 \quad (7)$$

m_0 – masa staklene posudice (g)

m_1- masa staklene posudice i uzorka prije sušenja (g)

m_2- masa staklene posudice i uzorka nakon sušenja (g)

3.2.2.6 Određivanje netopljivih nečistoća u ulju

Netopljive nečistoće u ulju predstavljaju uglavnom mehaničke nečistoće koje mogu biti mineralne tvari ili organski sastojci (dijelovi biljke uljarica). Također, mogu se naći u uljima i mastima razni ugljikohidrati, tvari s dušikom, smole, Ca – sapuni, oksidirane masne kiseline, laktoni masnih kiselina, hidroksi masne kiseline i njihovi gliceridi. Za ove spojeve karakteristično je da se ne otapaju u organskim otapalima kao što se otapaju trigliceridi (ulja i masti).

Netopljive nečistoće su karakteristične za sirova biljna ulja i njihova količina je limitirana odgovarajućim standardima za određenu vrstu ulja. Udio netopljivih nečistoća u ulju dobre kvalitete je često niži od 0,03 %. Količina netopljivih nečistoća, kao uvjet kvalitete ulja, limitirana je kod jestivih nerafiniranih i hladno prešanih ulja određenim Pravilnikom o jestivim uljima i mastima.

Uzorak za ispitivanje se tretira odgovarajućim organskim otapalom za lipide kao što je n – heksan ili petrol – eter. Dobivena otopina se filtrira kroz stakleni filter lijevak sa sinteriranim dnom uz ispiranje taloga istim otapalom. Zaostali netopljivi talog na filteru se suši do konstantne mase i mjeri.

4. REZULTATI

Tablica 5 Utjecaj frekvencije elektromotora (brzine pužnice) kod hladnog prešanja sjemenke chie na iskorištenje ulja. Tijekom prešanja glava preše je potpuno zategnuta. Sjemenka chie ima udio ulja 33,12 % i udio vode 6,75 %.

Uzorak	Sjemenka chie (kg)	Volumen sirovog ulja (mL)	Volumen ulja (taloženje 11 dana, vakuum filtracija) (mL)	Temperatura sirovog ulja (°C)	Masa dobivene pogače (g)	Udio ulja u pogači (%)	Stupanj djelovanja preše (%)
N = 8 mm F = 25 Hz T = 100 °C	0,5	140	104	46	356,75	7,68	76,81
N = 8 mm F = 31 Hz T = 100 °C	0,5	130	90	43	356,77	10,46	68,42
N = 8 mm F = 37 Hz T = 100 °C	0,5	129	100	48	358,99	10,34	68,78

N – veličina otvora glave preše, definira promjer izlaza pogače (mm); F – frekvencija elektromotora, regulira brzinu pužnice preše (Hz); T – temperatura grijača glave preše kod izlaza pogače (°C).

Tablica 6 Utjecaj zagrijavanja sjemenke chie (kondicioniranje kod uvjeta 30 °C, 40 °C, 50 °C u trajanju 20 minuta) prije hladnog prešanja na iskorištenje ulja. Tijekom prešanja glava preše je potpuno zategnuta.

Uzorak	Sjemenka chie (kg)	Temp. sjemenke prije prešanja (°C)	Volumen sirovog ulja (mL)	Volumen ulja (taloženje 11 dana, vakuum filtracija) (mL)	Temp. sirovog ulja (°C)	Masa dobivene pogače (g)	Udio ulja u pogači (%)	Stupanj djelovanja preše (%)
N = 8 mm F = 25 Hz T = 100 °C	0,5	**30**	144	114	42	357,02	9,99	69,84
N = 8 mm F = 25 Hz T = 100 °C	0,5	**40**	139	114	46	362,09	10,63	67,90
N = 8 mm F = 25 Hz T = 100 °C	0,5	**50**	144	104	49	360,29	10,06	69,63

N – veličina otvora glave preše, definira promjer izlaza pogače (mm); F – frekvencija elektromotora, regulira brzinu pužnice preše (Hz); T – temperatura grijača glave preše kod izlaza pogače (°C).

Tablica 7 Osnovni parametri kvalitete proizvedenog hladno prešanog ulja chie

Parametar kvalitete	
Peroksidni broj (Pbr), mmol O_2/kg	0,49
Slobodne masne kiseline (SMK), %	0,95
Voda, %	0,037
Netopljive nečistoće, %	0,13

Pbr – peroksidni broj; SMK – slobodne masne kiseline; NN – netopljive nečistoće

5. RASPRAVA

Prije provedbe hladnog prešanja analitički je određen udio ulja u sjemenkama chie 33,12 % i udio vode 6,75 %.

Utjecaj procesnog parametra frekvencije elektromotora (brzine pužnice) kod hladnog prešanja sjemenke chie na iskorištenje ulja prikazan je u **Tablici 5**. Prešanjem sjemenke chie (0,5 kg) kod frekvencije elektromotora (brzine pužnice) F = 25 Hz, kod konstantne temperature glave pužne preše T = 100 °C i veličine otvora glave preše za izlaz pogače (nusprodukt prešanja) N = 8 mm, dobiven je volumen sirovog ulja 140 mL, temperature 46 °C.

Nakon sedimentacije (taloženja) proizvedenog sirovog ulja chie u trajanju 11 dana pri sobnoj temperaturi u tamnom prostoru te vakuum filtracije dobiveno je 104 mL finalnog hladno prešanog ulja. Tijekom prešanja iz pužnice preše izlazi pogača sa udjelom zaostalog ulja od 7,68 %. Kod ovog pokusa postignut je stupanj djelovanja preše 76,81 %.

Sljedeći pokus proveden je kod veće vrijednosti frekvencije elektromotora F = 31 Hz, a konstantni su procesni parametri N = 8 mm i T = 100 °C. Rezultati pokazuju da se porastom brzine pužnice na F = 31 Hz postiže tijekom prešanja chie manja količina sirovog ulja (130 mL) temperature 43 °C. Uklanjanjem krutih čestica iz sirovog ulja sedimentacijom i vakuum filtracijom dobiveno je 90 mL hladno prešanog ulja chie (finalni proizvod). Analizom zaostalog ulja u pogači dobiven je udio ulja od 10,46 %. Stupanj djelovanja preše je 68,42 %. Daljnjim porastom frekvencije elektromotora (37 Hz) tijekom hladnog prešanja chie još se dodatno smanjuje volumen proizvedenog sirovog ulja chie (129 mL). Nakon 11 dana taloženja i vakuum filtracije sirovog ulja dobiveno je 100 mL finalnog hladno prešanog ulja. Nusprodukt prešanja, pogača, imala je udio zaostalog ulja 10,34 %, a postignut je stupanj djelovanja preše od 68,78 %. Iz ova tri pokusa dobiveni rezultati nam ukazuju na pojavu da se kod manje frekvencije elektromotora (25 Hz) proizvela veća količina sirovog ulja chie i finalnog proizvoda hladno prešanog ulja, manji udio zaostalog ulja u pogači te veći stupanj djelovanja preše u odnosu na hladno prešanje sjemenke kod veće brzine pužnice 31 Hz i 37 Hz.

U **Tablici 6** prikazani su rezultati ispitivanja utjecaja zagrijavanja sjemenke chie (kondicioniranje kod uvjeta 30 °C, 40 °C i 50 °C u trajanju 20 minuta) prije hladnog prešanja

na iskorištenje ulja. I ovdje je tijekom prešanja glava preše bila potpuno zategnuta. Pokusi prešanja provedeni su kod konstantnih parametara N = 8 mm, F = 25 Hz i T = 100 °C sa količinom sjemenke chie 0,5 kg.

Zagrijavanjem sjemenke chie prije prešanja na temperaturi 30 °C dobiveno je 144 mL sirovog ulja temperature ulja 42 °C što je unutar granica propisanih Pravilnikom o jestivim uljima i mastima (NN 41/12) za kategoriju hladno prešanih ulja. Nakon 11 dana taloženja sirovog ulja i vakuum filtracije proizvedeno je 114 mL hladno prešanog ulja chie. Udio zaostalog ulja u pogači je 9,99 %, a stupanj djelovanja preše 69,84 %.

Porastom temperature sjemenke prije prešanja na 40 °C proizvedeno je 139 mL sirovog ulja i 114 mL hladno prešanog ulja. Temperatura sirovog ulja se povećala na 46 °C. Udio zaostalog ulja u pogači je 10,63 %.

Kondicioniranjem sjemenke prije prešanja na 50 °C došlo je do smanjenja količine proizvedenog finalnog hladno prešanog ulja chie (104 mL), porasta temperature ulja na 49 °C (još uvijek unutar granica prema Pravilniku).

Analizom je utvrđen udio zaostalog ulja u pogači 10,06 %. Kod ove serije ispitivanja možemo zaključiti da se kondicioniranjem sjemenke chie na 30 °C dobije veća količina sirovog i finalnog ulja niže temperature, manji udio zaostalog ulja u pogači i veći stupanj djelovanja preše u odnosu na prešanje zagrijane sjemenke na 40 °C i 50 °C.

Hladno prešano ulje chie proizvedeno iz svih prethodnih ispitivanja pomiješano je u jedan uzorak ulja te je provedena analiza osnovnih parametara kvalitete ovog ulja (peroksidni broj, slobodne masne kiseline, voda i netopljive nečistoće) što je vidljivo u **Tablici 7**. Rezultati provedenih analiza kvalitete ulja pokazuju da je proizvedeno hladno prešano ulje chie odlične kvalitete jer su ispitivani parametri u skladu s vrijednostima propisanim Pravilnikom o jestivim uljima i mastima (NN 41/12).

6. ZAKLJUČCI

Na osnovu istraživanja utjecaja procesnih parametara hladnog prešanja sjemenke chie na iskorištenje ulja kod proizvodnje hladno prešanog ulja chie mogu se izvesti sljedeći zaključci:

1. Frekvencija elektromotora (brzina pužnice) utječe na iskorištenje ulja tijekom hladnog prešanja sjemenke chie.
2. Veća proizvodnja sirovog ulja i hladno prešanog ulja chie dobivena je kod frekvencije elektromotora 25 Hz u odnosu na 31 Hz i 37 Hz.
3. Zagrijavanje sjemenke chie na temperaturu 30 °C, 40 °C i 50 °C u trajanju 20 minuta, prije prešanja utječe na iskorištenje ulja tijekom prešanja.
4. Veća proizvodnja finalnog proizvoda hladno prešanog ulja chie postiže se kod zagrijavanja sjemenke na 30 °C u odnosu na 40 °C i 50 °C.
5. Proizvedeno hladno prešano ulje chie je odlične kvalitete. Dobivene vrijednosti Pbr, SMK, voda i netopljive nečistoće su u skladu s Pravilnikom o jestivim uljima i mastima (NN 41/12).

7. LITERATURA

Albert CM, Oh K, Whang W, Manson JE, Chae CU, Stampfer MJ.: *Dietary alpha-linolenic acid intake and risk of sudden cardiac death and coronary heart disease*. Circulation, 2005.

Álvarez-Chávez LM, Valdivia-López MA, Alberto-Juárez ML, Tecante A: *Chemical characterization of the lipid fraction of mexican chia seed (Salvia hispanica L.)*. Int. J. Food Prop. , 2008.

Ayerza R: Oil Content and fatty acid composition of Chia (Salvia hispanica L.) from five northwestern locations in Argentina. J. Am. Oil Chem. Soc. 72. , 1995.

Ayerza R, Coates W: Composition of chia (Salvia hispanica) grown in six tropical and sub-tropical ecosystems of South America. Tropical Science, 2004.

Ayerza R, Coates W: Protein content, oil content and fatty acid profiles as potential criteria to determine the origin of commercially grown chia (Salvia hispanica L.). The University of Arizona, Office of Arid Lands Studies, Tuscon, USA, 2011.

Ayerza R, Coates W, Lauria M: Chia seed (Salvia hispanica L.) as an w-3 fatty acid source for broilers: influence on fatty acid composition, cholesterol and fat content of white and dark meats, growth performance, and sensory characteristics. Poultry Science, 2002.

Bockisch M: *Fats and Oils Handbook*. AOCS Press, Champaign, Illinois, 1998.

Cahill J: *Ethnobotany of chia, Salvia hispanica L. (Lamiaceae)*. Econ. Bot. 57(4), 2003.

Capitani MI, Spotorno V, Nolasco SM, Tomás MC: *Physicochemical and functional characterization of by-products from chia (Salvia hispanica L.) seeds of Argentina*. LWT - Food Sci. Technol. , 2012.

Curaković M, Lazić V, Gvozdanović J: *Osnovne karakteristike ambalažnih materijala za pakovanje ulja*. Zbornik radova, Budva, 1996.

Coates W, Ayerza R: *Production potencial of chia in northwestern Argentina*. Industrial Crops and Products, 1996.

Commission of the European Communities: Commission Regulation (EC) 827/2009. Official J. European Union 52: 12-13., 2009.

Dimić E: *Hladno ceđena ulja*. Univerzitet u Novom Sadu,Tehnološki fakultet Novi Sad, Novi Sad, 2005.

Dimić E, Turkulov J: *Kontrola kvalitete u tehnologiji jestivih ulja*. Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet Novi Sad, 2000.

Garg ML, Wood LG, Singh H, Moughan PJ: Means of delivering recommended levels of long chain n-3 polyunsaturated fatty acids in human diets. Journal of Food Science, 71, 2006.

Ixtaina VY, Nolasco SM, Tomás MC: *Physical properties of chia (Salvia hispanica L.) seeds.* Ind. Crops Prod. 28(3), 2008.

Nijveldt RJ, van Nood E, van Hoorn EC, Boelens PG, van Norren K, van Leeuwen PA: *Flavonoids: a review of probable mechanisms of action and potential applications*. The American Journal of Clinical Nutrition, 74, 2001.

O'Brien RD: *Fats and Oils: Formulating and processing for Application*. CRC Press,Washington, 2004.

Odak I: *Utjecaj antioksidansa na oksidacijsku stabilnost ulja konoplje*, diplomski rad. Prehrambeno-tehnološki fakultet, Osijek, listopad, 2013.

Rac M*: Ulja i masti*. Poslovno udruženje proizvođača biljnih ulja, Beograd, 1964.

Reyes-Caudillo E, Tecante A, Valdivia-López MA: Dietary fibre content and antioxidant activity of phenolic compounds present in Mexican chia (Salvia hispanica L.) seeds. Food Chemistry, 107, 2008.

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

Taga MS, Miller EE, Pratt DE: *Chia seeds as a source of natural lipid antioxidants*. Journal of the American Oil Chemists' Society, 61, 928–932., 1984.

United States Department of Agriculture: USDA National Nutrient Database for Standard

Reference,
http://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/3643?fg=&man=&lfacet=&count=&max=&qlookup=&offset=&sort=&format=Full&reportfmt=other&rptfrm=&ndbno=&nutrient1=&nutrient2=&nutrient3=&subset=&totCount=&measureby=&_action_show=Apply+Changes&Qv=1&Q6854=1.0 [22.09.2015.]

Volmut K: *Utjecaj propil galata i ekstrakta ružmarina na oksidacijsku stabilnost smjese biljnih ulja*. Specijalistički rad. Prehrambeno tehnološki fakultet Osijek, Osijek, svibanj, 2010.