

Proizvodnja hladno prešanog makovog ulja

Galović, Maja

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://um.nsk.hr/um:nbn:hr:109:585573>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-18**

REPOZITORIJ

PTF OS

PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
PREHRAMBENO – TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK

PREDDIPLOMSKI STUDIJ PREHRAMBENE TEHNOLOGIJE

Maja Galović

Proizvodnja hladno prešanog makovog ulja

završni rad

Osijek, 2016.

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

PREDDIPLOMSKI STUDIJ PREHRAMBENE TEHNOLOGIJE

Završni rad

Proizvodnja hladno prešanog makovog ulja

Tehnologija prerade sirovina biljnog podrijetla II

Predmetni nastavnik: prof. dr. sc. Tihomir Moslavac

Studentica: Maja Galović (MB: 3740/13)

Mentor: prof. dr. sc. Tihomir Moslavac

Predano:

Pregledano:

Ocjena:

Potpis mentora:

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK

Maja Galović

PROIZVODNJA HLADNO PREŠANOG MAKOVOG ULJA

ZAVRŠNI RAD

Osijek, listopad 2016.

JOSIP JURAJ STROSSMAYER UNIVERSITY OF OSIJEK

FALCULTY OF FOOD TECHNOLOGY

Maja Galović

THE PRODUCTION OF COLD - PRESSED POPPY OIL

FINAL WORK

Osijek, October 2016

Proizvodnja hladno prešanog makovog ulja

Sažetak

Cilj ovog rada odnosio se na ispitivanje utjecaja procesnih parametara prešanja sjemenki maka na iskorištenje i kvalitetu hladno prešanog ulja. Proces prešanja sjemenki maka proveden je na laboratorijskoj kontinuiranoj pužnoj preši. Prešanjem maka dobivena su tri proizvoda: sirovo ulje, uljni talog i pogača. Tijekom prešanja mjenjani su procesni parametri: frekvencija elekromotora (brzina pužnice), temperatura glave preše i nastavak za izlazak pogače. Nakon procesa hladnog prešanja sjemenki maka slijedilo je prirodno taloženje tri tjedna te vakuum filtracija kako bi se proizvelo hladno prešano ulje. Također, ispitivani su osnovni parametri kvalitete ulja: peroksidni broj, slobodne masne kiseline, udio vlage i udio netopljivih nečistoća. Na temelju dobivenih rezultata istraživanja, možemo zaključiti da procesni parametri hladnog prešanja utječu na iskorištenje ulja. Proizvedeno hladno prešano makovo ulje ima vrijednosti Pbr i udjela vode u skladu sa Pravilnikom, a SMK i udio netopljivih nečistoća su nešto povećane.

Ključne riječi: Makovo ulje, pužna preša, procesni parametri, iskorištenje, kvaliteta ulja

The production of cold-pressed poppy oil

Summary

The aim of this study was to research the influence of process parameters of pressing poppy seeds on a yield and quality of cold pressed oil. The process of molding poppy seeds was carried out using a laboratory continuous screw presses. Pressed poppy produced three products: crude oil, oil sludge and oil cake. During the molding process parameters have been changing: frequency of electric motor (the speed of the auger) temperature of the head presses, and attachment for oil cake exit. After the molding of poppy seeds followed a natural precipitation of oils was for a period of a three weeks and vacuum filtration. Also, the analysis of the crude oil for the quality parameters of oil was performed: peroxide value, free fatty acids, the proportion of moisture and of insoluble impurities. Based on the research results, we can conclude that the molding process parameters affect the yield of oil. Produced cold pressed poppy seed oil has a peroxide value and water content in accordance with the *Regulation on edible oils and fats* and the FFA (free fatty acids) and the proportion of insoluble impurities are slightly increased.

Key words: Poppy seed, screw presses, process parameters, yield, quality oil

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. TEORIJSKI DIO	3
2.1.SIROVINE ZA PROIZVODNJU BILJNIH ULJA.....	4
2.1.1. Uvjeti kvalitete sirovine	4
2.1.2. Kontrola kvalitete sirovine.....	5
2.1.3. Sjemenke maka.....	5
2.2.PRIPREMA SIROVINE ZA SKLADIŠTENJE.....	6
2.3.PROCES PROIZVODNJE HLADNO PREŠANIH BILJNIH ULJA.....	11
2.3.1. Čišćenje sjemenki	13
2.3.2. Ljuštenje sjemenki	13
2.3.3. Mljevenje sjemenki.....	14
2.3.4. Prešanje	14
2.3.5. Odvajanje netopivih nečistoća	15
2.4.PAKIRANJE I SKLADIŠTENJE BILJNIH ULJA.....	16
3. EKSPERIMENTALNI DIO	17
3.1.ZADATAK.....	18
3.2. MATERIJALI I METODE.....	18
3.2.1. Materijali.....	18
3.2.2. Metode rada	19
4. REZULTATI	25
5. RASPRAVA.....	30
6. ZAKLJUČCI	34
7. LITERATURA	36

Popis oznaka, kratica i simbola

F	Frekventni regulator
IV	Jodni broj
N	Nastavak na glavi preše za izlaz pogače
NN	Netopljive nečistoće
Pbr	Peroksidni broj
SMK	Slobodne masne kiseline
SV	Saponifikacijski broj
T	Temperatura grijača glave preše
ω - 6	Omega - 6 masne kiseline

1. UVOD

Prema Pravilniku (NN 41/12) hladno prešana jestiva ulja su proizvodi koji se dobivaju iz odgovarajućih sirovina, prešanjem na temperaturama do 50 °C. Nakon proizvodnje može se provesti i postupak pročišćavanja odnosno bistrenja dobivenog ulja: pranjem vodom, sedimentacijom, filtriranjem i centrifugiranjem.

Mak (*Paper somniferum L.*) se koristi za proizvodnju ulja, kao ljekovita biljka i začim. Makovo ulje se koristi za prehranu ljudi te za proizvodnju brojnih industrijskih proizvoda (Herceg, 2007.). Ulje konzumnog maka je visokokvalitetno ulje, a dobiva se hladnim prešanjem sirovih sjemenki maka. Sjemenke maka su sitne, bubrežastog oblika, orašastog okusa i hrskave teksture, a mogu biti smeđe, sivo-plave i žute boje. U makovom ulju se ističu nezasićene masne kiseline, a najviše linolna i oleinska kiselina. Dobiveno hladno prešano ulje je bezbojno do svijetlo žuto te se može koristiti izravno kao jestivo ulje (Belitz, Grosch, Schieberle, 2004.). Kod prešanja sjemenki maka dobije se sirovo ulje i pogača kao nusproizvod prešanja.

S obzirom da kod proizvodnje hladno prešanih i nerafiniranih ulja ne postoji faza koja bi omogućila uklanjanje nepoželjnih kontaminanata iz ulja, znatno su stroži uvjeti kvalitete sirovine (Dimić, 2005.).

Predmet istraživanja ovog rada je ispitati utjecaj procesnih parametara (frekvencije elektromotora, nastavak za izlaz pogače, temperatura zagrijavanja glave preše) na efikasnost proizvodnje hladno prešanog makovog ulja te njegovu kvalitetu. Također, od velike važnosti za provedbu eksperimentalnog dijela ovog rada je ispitati parametre kvalitete proizvedenog hladno prešanog makovog ulja: peroksidni broj, slobodne masne kiseline, udio netopljivih nečistoća te udio vlage i hlapljivih tvari. Kako bi se odredila efikasnost proizvodnje sirovog ulja prešanjem provedeno je određivanje količine ulja u sjemenkama maka i u pogači metodom po Soxhlet-u.

2. TEORIJSKI DIO

2.1. SIROVINE ZA PROIZVODNJU BILJNIH ULJA

Uljarice su sirovine pogodne za preradu u jestiva biljna ulja zbog bogatog udjela ulja u sjemenkama, košticama ili plodu biljke (Rac, 1964.).

Gotovo sva jestiva ulja su biljnog podrijetla (izuzetak su oleomargarinski tipovi proizvoda). Neke od sirovina za dobivanje ulja su: mak, suncokret, soja, uljana repica, bundeva, kukuruz (kukuruzne klice, pšenica- pšenične klice, lan, sezam, konoplja i druge.

Dva su osnova uvijeta koja sirovina za dobivanje ulja mora ispunjavati: sirovina mora biti pogodna za masovnu proizvodnju i mora imati minimalni udio ulja koji omogućava njegovo ekonomsko prihvatljivo izdvajanje. Također, postoje izuzetci ako se radi o sirovinama koje daju ulje specifičnih karakteristika. Takve posebne sirovine se koriste za proizvodnju specijalnih ulja (Dimić, 2005.).

Danas se u svijetu za dobivanje ulja upotrebljava više od 20 vrsta različitih sirovina, ali samo 12 uljarica ima veći ekonomski značaj (Dimić, 2005.).

2.1.1. Uvjeti kvalitete sirovine

S obzirom da kod proizvodnje hladno prešanih i nerafiniranih ulja ne postoji faza za odstranjivanje nepoželjnih kontaminanata iz ulja puno su stroži kriteriji za kvalitetu polazne sirovine. Zbog ovog razloga sirovine za dobivanje ovakvih ulja moraju biti određene kvalitete.

Da bi se postigla zadovoljavajuća kvaliteta sirovine za dobivanje hladno prešanih ulja moraju se osigurati sljedeći uvjeti:

- očuvanje kvalitete tijekom skladištenja i prerade;
- očuvanje kvalitete prilikom pripreme za izdvajanje ulja i
- sprječavanje bilo kakve kontaminacije sirovine (toksične tvari i dr.)(Dimić, 2005.).

Kako bi se ispunili gore navedeni uvjeti, tijekom cijelog procesa od proizvodnje pa do finalnog proizvoda, treba voditi brigu o odabiru sirovine, uvjetima proizvodnje, uvjetima pripreme sirovine za skladištenje, uvjetima kontroliranih uvjeta skladištenja sirovine te kontroli kvalitete sirovine do i tijekom skladištenja.

2.1.2. Kontrola kvalitete sirovine

Kako bi se osigurala odgovarajuća kvaliteta sirovine za proizvodnju hladno prešanih ulja obvezna je kontrola kvalitete sirovine.

Masa sirovine može sadržavati razne primjese, mikroorganizme te insekte koji uzrokuju kvarenje sirovine. Također, prisutna je i određena količina vlage u sirovini. Svi ovi čimbenici utječu na biokemijske procese u sirovini. Cjelokupna kontrola kvalitete sirovine uključuje:

- kontrolu zdravstveno-higijenske ispravnosti;
- kontrolu senzorskih svojstava;
- kontrolu tehnološke kvalitete;
- mikrobiološku kontrolu i
- kontrolu kemijske kvalitete sirovine (Dimić, 2005.).

2.1.3. Sjemenke maka

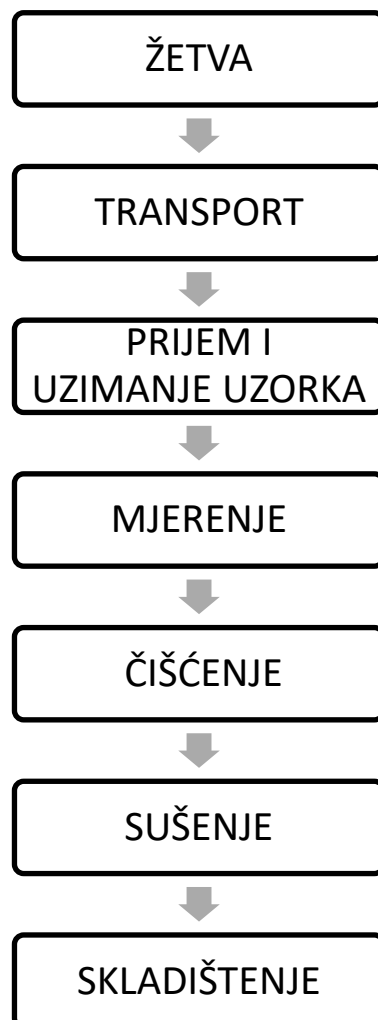
Za dobivanje makovog ulja koristi se sjeme rascvjetalog sivog i plavog maka. Sjemenke maka su sitne, bubrežastog oblika, orašastog okusa i hrskave teksture. Ovisno o podrijetlu i boji sjemenki sadržaj ulja u sjemenkama maka značajno se mijenja. Tako u sjemenu maka uzgajanog u Pakistanu udio ulja je iznosio 47 – 53%, u Indiji 41,4 – 49,1%, u Turskoj 44,0 - 57,0, a u Švedskoj udio ulja u sjemenu bijelog maka je iznosio oko 40% , dok plavi mak oko 33% (Földesi, 1997.).

Sjemenka maka sadrži 40 – 55% kvalitetnog ulja i 20 – 25% proteina. Također, sjemenke i ulje maka imaju značajan udio tokoferola, a posebice vitamin E (α - tokoferol). Osim toga sadrže i α -tokotrienole i gama-tokotrienole.

Tijekom skladištenja bitno je voditi računa da ne dođe do mehaničnog oštećenja sjemenki. Wagner i suradnici (2003.) su ustanovili da se oksidacijska stabilnost ulja u slučaju 10% oštećenog sjemena smanjila za oko 50%, a u slučaju 50% oštećenog sjemena čak za 82% u periodu od 175 dana pri 40°C.

2.2. PRIPREMA SIROVINE ZA SKLADIŠTENJE

Kako bi se dobilo što kvalitetnije jestivo hladno prešano i nerafinirano ulje potrebno je osigurati adekvatnu kvalitetu sirovine za preradu, a to se postiže kvalitetno obavljenom žetvom ili skupljanjem plodova, kvalitetnim čišćenjem i sušenjem te skladištenjem sirovine pri najpogodnijim uvjetima sve do trenutka prerade (Dimić, 2005.). Cilj skladištenja je sačuvati ulje, proteine i ostale nutritivno značajne komponente ulja. Priprema sjemenki za skladištenje shematski je prikazana na **Slici 1.** (Dimić, 2005.).



Slika 1 Shema pripreme sirovine za skladištenje

Žetva uljarica

Važno je osigurati pravilnu i dobru žetvu jer to osigurava povoljnu kvalitetu sirovine i neizbježne gubitke na uobičajenom nivou. Također, bitno je da se žetva obavi kad je sjemenka uljarice zrela, jer tada je sadržaj slobodnih masnih kiselina najniži.

Čimbenici koji utječu na kvalitetu sjemenki i visinu gubitaka pri žetvi obuhvaćaju:

- period prije žetve (klimatski uvjeti, štete od insekata, izlomljene i povijene biljke, biljne bolesti, korov i dr.);
- period za vrijeme žetve (način žetve, veličina sita, brzina uređaja, i dr.) i
- period nakon žetve (biološki i biokemijski procesi) (Dimić, 2005.).

Kako bi se spriječilo pogoršanje kvalitete ulja važno je voditi računa o biološkim i biokemijskim procesima u sjemenkama nakon žetve. Na biokemijske procese (hidrolizu i oksidaciju) utječu uvjeti skladištenja, a propusti tijekom skladištenja mogu imati velike posljedice. Biološka oštećenja uzrokovana su djelovanjem insekata, ptica i životinja (glodavci) te djelovanjem mikroorganizama. Dodatna biološka oštećenja uzrokovana su klijanjem sjemenki (Bockisch, 1998.).

Transport sirovine

Transport sirovine do mjesta daljnje prerade provodi se kamionima, željeznicom ili brodovima. Sirovini treba osigurati zaštitu od vlage, zagađenja kemikalijama te ostalih primjesa (Dimić, 2005.).

Vrlo je važan transport unutar pogona, do skladišnih prostora te od skladišta do mjesta prerade. U svim fazama transporta uljarica, oštećenja treba svesti na minimum. U industriji ulja koriste se horizontalni i vertikalni transport: transporteri sa beskonačnom trakom, pužni transporteri, elevator, lančasti transporteri, protočne cijevi i pneumatski transport (Patterson, 1989.).

Prijem sirovine i uzimanje uzoraka

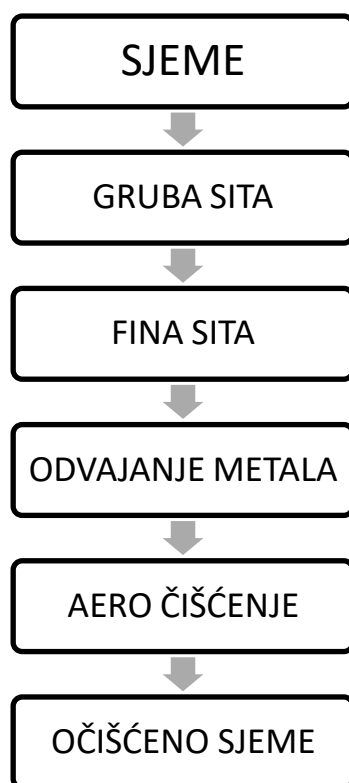
Detaljna kontrola obuhvaća: provjeru zdravstvene ispravnosti, provjeru tehnološke i kemijske kvalitete. S obzirom da se ne provodi proces rafinacije nakon proizvodnje hladno prašanog ulja, nema načina kojim bi se kvaliteta dobivenog ulja mogla naknadno popraviti. Vrlo je važno provesti kontrolu sirovine, jer ona neposredno utječe na kvalitetu ulja (Dimić, 2005.).

Postupak prijema sirovine započinje kontrolom zdravstvene ispravnosti te nakon toga kemijsko-tehnološke kvalitete. Kako bi se provele ove kontrole, uzimaju se uzorci koji predstavljaju dio ukupne količine sirovine za preradu (Dimić, 2005.).

Čišćenje sirovine

Osnovni cilj čišćenja je odstranjivanje nečistoća koje mogu štetno djelovati na uskladištenu sirovinu, pogoršati kvalitetu ulja ili oštetiti uređaje tijekom prerade.

Čišćenje sjemenki je operacija koja se zasniva na principima razdvajanja, a najčešće se obavlja: prosijavanjem, odvajanjem na bazi magnetizma te aspiracijom (Dimić, 2005.). Za svaku od tih operacija postoje odgovarajući uređaji za čišćenje. Na **Slici 2.** prikazana je shema čišćenja sjemenki uljarica.



Slika 2 Shema čišćenja sjemenki uljarica (Bockisch, 1998.)

Sušenje sjemenki

Sušenje je jedna od najvažnijih tehnoloških operacija, jer se sušenjem sadržaj vlage u sjemenkama snižava do one vrijednosti koja će zaustaviti i enzimsku aktivnost, ali i zbog očuvanja kvalitete sjemenki. Osnovni cilj sušenja je inaktivacija enzima, usporavanje hirolize koja uzrokuje povećanje kiselosti sjemenki tijekom čuvanja. Utjecaj udjela vlage na biološku i enzimsku aktivnost sjemenki prati se jednim od osnovnih pokazatelja kvalitete, promjenom sadržaja SMK (Dimić, 2005.).

Optimalan udio vlage je u vezi sa dužinom planiranog skladištenja i kvalitetom ulja. Maksimalan sadržaj vlage u sjemenki maka iznosi 6-8 %. Također, sadržaj vlage utječe na troškove sušenja, ukoliko je povećan on produžuje vrijeme trajanja sušenja i time povećava troškove (Dimić, 2005.)

Proces sušenja se može provoditi prirodnim putem (provjetravanjem) ili pri povišenim temperaturama, što je puno učinkovitije i brže. Sušenja započinje uklanjanjem slobodne vode, zatim difuzno odvođenje vode prema površini sjemenke odakle se uklanja sušenjem. Na kraju se uspostavlja ravnoteža između zraka prostora i sjemenke. Ova ravnoteža ovisi o temperaturi i relativnoj vlažnosti zraka (Dimić, 2005.).

Tri su načina sušenja obzirom na dovod i predaju topline materijalu koji se suši:

- sušenje konvekcijom – materijal se zagrijava toplim zrakom ili sagorjelim plinovima ;
- sušenje zračenjem – primjenom infracrvenih zraka i
- sušenje kontaktom (kondukcijom) – materijal je u neposrednom dodiru sa toplim površinama (Dimić, 2005.).

Skladištenje sirovine

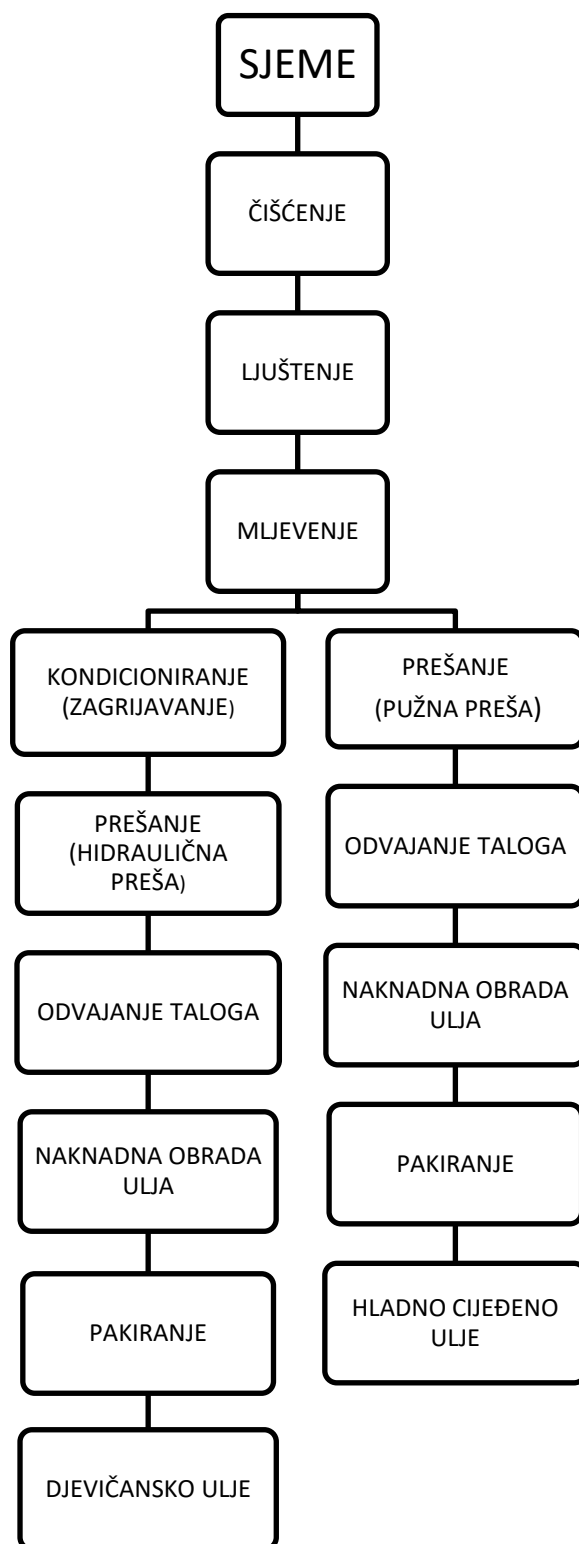
Skladištenje sirovine predstavlja zadnji zahvat u procesu proizvodnje nekog ratarskog proizvoda. Osnovni cilj skladištenja je sačuvati komercijalnu vrijednost i kvalitetu sjemenki. Vrijeme čuvanja sirovine je ograničeno, jer se i dalje odvijaju procesi koji utječu na promjenu kvalitete sirovine. Obzirom na tu činjenicu, skladištenje ovisi o vremenu čuvanja, a može biti privremeno i stalno.

Privremena skladišta mogu biti različite prostorije ili nadstrešnice, a sirovina se čuva u vrećama ili rasutom stanju. Građevinski objekti specijalizirani za duže čuvanje uljarica predstavljaju stalna skladišta, a mogu biti podnog ili ćelijskog tipa, te silosi (Dimić, 2005.).

2.3. PROCES PROIZVODNJE HLADNO PREŠANIH BILJNIH ULJA

U procesu proizvodnje hladno prešanih i nerafiniranih biljnih ulja osnovni preduvjet je osigurati sirovinu odgovarajuće kvalitete. Prije samog postupka izdvajanja ulja sirovina se čisti, suši, ljušti i melje. Osim toga, na prešanje može ići i sirovina bez ljuštenja i mljevenja, a to ovisi o vrsti sirovine. Tako pripremljenu sirovinu prešamo na temperaturi do 50° C i dobivamo hladno prešano jestivo ulje (Dimić, 2005.).

Da bi dobili finalno ulje što veće kvalitete sirovo ulje se može pročišćavati isključivo pranjem vodom, filtriranjem, centrifugiranjem, taloženjem i dekantiranjem. Tehnološki proces proizvodnje jestivih nerafiniranih ulja iz uljarica prikazan je na **Slici 3**.



Slika 3 Blok shema proizvodnje jestivih nerafiniranih ulja iz uljarica (Dimić i sur., 2002.)

Tehnološki proces proizvodnje jestivih hladno prešanih kao i nerafiniranih ulja u osnovi obuhvaća dvije osnovne faze:

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

2.3.1. Čišćenje sjemenki

Sjemenke se čiste pri ulasku u skladište, prije i poslije sušenja te prije same prerade. Čišćenje sjemenki je proces uklanjanja grudica zemlje, stranih sjemenki, kamenčića i drugih primjesa i nečistoća odmah po dolasku sirovine u tvornicu. Proces čišćenja sjemenja zasniva se na principima odvajanja po obliku, različitoj veličini sjemenja i nečistoća, na temelju magnetizma, različitih aerodinamičkih svojstava te na bazi specifične težine. Na gore navedenim principima se zasnivaju tehnološke operacije prosijavanja i rešetanja, sortiranje, aspiracija, propuštanje preko magneta te odvajanje sjemenja flotacijom (Rac, 1964.). Čišćenje se mora provesti što uspješnije tj. moraju se ukloniti sve nečistoće.

2.3.2. Ljuštenje sjemenki

Ljuštenje je proces skidanja tvrde ljuske sa sjemenki uljarica čija je funkcija da zaštiti sjemenku od nepovoljnih klimatskih te ostalih štetnih čimbenika. Ljuska se sastoji većinom od celuloznih i hemiceluloznih tvari te malog udjela lipida. Na koji način će se provesti ljuštenje sjemenki ovisi o čvrstoći ljuske i njenoj priljubljenosti na jezgru sjemenke. Sam proces ljuštenja sjemenki za prešanje radi se zbog:

- poboljšanja kvalitete ulja;
- poboljšanja kvalitete pogače i
- porasta kapaciteta i iskorištenja preše.

Matode tehničkog ljuštenja mogu biti: biološke (djelovanje enzima), kemijske i mehaničke.

Najčešći način odstranjivanja ljuske je mehaničkim putem pomoću ljuštilica. Primjenjuju se dvije osnovne tehnike: razbijanje ljuske i oslobađanje jezgre te odvajanje ljuske od jezgre. Ovisno o vrsti uljarice primjenjuju se različite ljuštilice, a to su: mlin čekićar za orahe, valjci, rotirajuće ploče, ljuštenje sjemenki primjenom "pneumatskog udara" (Deublein, 1988.).

Razdvajanje ljuske od jezgre sjemenke provodi se upotrebom sita, strujanjem zraka ili električnog polja (Dimić, 2005.).

2.3.3. Mljevenje sjemenki

Mljevenje sjemenki je proces pripreme materijala za prešanje i ekstrakciju te za mljevenje pogače i sačme. Mljeti se mogu cijele sjemenke sa ljuskom, samo jezgra ili kombinacija (Moslavac, 2013.). Cilj mljevenja je razaranje stanica s ciljem lakšeg izdvajanja ulja iz sjemenki. Također, mljevenjem se može postići optimalna i ravnomjerna veličina čestica, što također utječe na efikasnost prešanja (Dimić, 2005.).

Mlinovi na valjke su najčešće korišteni uređaju za mljevenje sjemenki i plodova uljarica. Grubo mljevenje se provodi na valjcima koji imaju različite profile ili na pločastim mlinovima (Dimić, 2005.).

2.3.4. Prešanje

Prešanje je tehnološki proces tijekom kojeg se iz prethodno pripremljene sirovine, primjenom visokih tlakova, izdvaja ulje (Moslavac, 2013.). Proces prešanja se izvodi na pužnim ili hidrauličnim prešama. Danas se za proizvodnju hladno prešanih ulja najviše upotrebljavaju kontinuirane pužne preše.

Osnovni elementi kontinuiranih pužnih preši su vodoravni puž, koš oko puža, uređaj za punjenje i doziranje materijala, uređaj za regulaciju debljine pogače, zupčani prijenosnik te kućište preše. Princip rada pužne preše je taj da pužnica potiskuje sjemenje iz većeg u manji suženi zatvoreni prostor prilikom čega dolazi do sabijanja materijala, povećanja tlaka i na kraju cijedenja sirovog ulja. Reguliranje debljine pogače u preši se postiže 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.).

2.3.5. Odvajanje netopljivih nečistoća iz sirovog ulja

Mehaničke (netopljive) nečistoće, voda i sluzave tvari su primjese koje se najčešće mogu naći u hladno prešanom sirovom ulju te mogu nepovoljno utjecati na senzorska svojstva ulja. Netopljive nečistoće u sirovom ulju su uglavnom mehaničke nečistoće koje mogu biti mineralne tvari ili organski sastojci (dijelovi sjemenke ili ploda). Čimbenici koji utječu na udio netopljivih nečistoća su: tlak preše, konstrukcija preše, vrsta sirovine, kvaliteta usitnjavanja materijala prije prešanja i drugi. Postupci koji se primjenjuju za izdvajanje netopljivih nečistoća iz sirovog ulja su:

- sedimentacija (taloženje)
- filtracija (filter preša) i
- centrifugalni separator.

Taloženje ili sedimentacija je proces izdvajanje mehaničkih nečistoća iz sirovog ulja, prirodnim putem, na temelju veće specifične mase nečistoća od ulja i traje od nekoliko dana do nekoliko tjedana. Proces filtracije temelji se na propuštanju sirovog ulja kroz filter na kojem zaostaju mehaničke nečistoće. Materijali koji se mogu upotrebljavati kao filtersko sredstvo su filtracijske tkanine od lana, pamuka, sintetičkih vlakana ili fina metalna sita. Najefikasnije uklanjanje tih nečistoća je pomoću centrifugalnog separatora, a osim toga mogu se koristiti i filter preše, vibracijska sita te filtracijske centrifuge. Brzina filtracije ovisi o veličini pora filtera, viskozitetu ulja i osobinama taloga koji zaostaje na filterskom sredstvu (Dimić, 2005.).

2.4. PAKIRANJE I SKLADIŠTENJE BILJNIH ULJA

Jestiva biljna ulja su podložna mnogim neželjenim procesima koji dovode do nepoželjnih promjena te kvarenja ulja. Prilikom skladištenja odnosno čuvanja može doći do promjene kvalitete ulja pod utjecajem temperature, kisika, svjetlosti, vlage i ostalih čimbenika. Izbor ambalažnog materijala je vrlo važan jer treba pružiti zaštitu zapakiranom ulju do trenutka uporabe.

Pakiranje je tehnološki proces punjenja proizvoda u ambalažu, a praćen je brojnim operacijama. Ambalažni materijali koji se koriste za primarno pakiranje jestivih ulja su:

polimeri, staklo, kombinirani materijali i inoks spremnici. Osnovni zahtjevi za ambalažu, bez obzira na vrstu i tip, su zdravstvena ispravnost, fizikalno-mehanička, dimenzijska i barijerna svojstva (Dimić, 2005.).

3. EKSPERIMENTALNI DIO

3.1. ZADATAK

Zadatak ovog istraživanja u sklopu završnog rada bio je sljedeći:

1. Ispitivanje utjecaja procesnih parametara prešanja (brzina pužnice tj. frekvencija elektromotora, veličina otvora za izlaz pogače, temperatura glave preše) na iskorištenje i kvalitetu hladno prešanog makovog ulja.
2. Određivanje osnovnih parametara kvalitete makovog ulja (peroksidni broj, slobodne masne kiseline, udio netopljivih nečistoća te udio vlage i hlapljivih tvari).
3. Određivanje kemijskih karakteristika (saponifikacijski broj, jodni broj) za identifikaciju ulja
4. Određivanje udjela ulja u sjemenkama maka i pogači (nusprodukt prešanja) metodom po Soxhlet-u, kako bi odredili efikasnost proizvodnje ulja (iskorištenje ulja) tijekom prešanja.

3.2. MATERIJALI I METODE

3.2.1. Materijali

Sirovina za proizvodnju hladno prešanog ulja je sjemenka maka (**Slika 4**).



Slika 4 Sjemenke maka

Prešanje makovih sjemenki provodi se na laboratorijskoj kontinuiranoj pužnoj preši (Slika 5).



Slika 5 Laboratorijska kontinuirana pužna preša

3.2.2. Metode rada

Eksperimentalni rad započinje procesom hladnog prešanja sjemenki maka na laboratorijskoj kontinuiranoj pužnoj preši. Masa polazne sirovine pojedinog uzorka pri prešanju je bila 0,5 kg, a sjemenke su konstantno dodavane kako bi se spriječio prazan hod preše i začepljenje glave preše. Tijekom prešanja sjemenki maka provedeno je 9 uzastopnih pokusa pri različitim procesnim parametrima, a to su: različite veličine otvora glave pužne preše za izlaz pogače (6, 9, 12 mm), zatim temperature zagrijavanja izlaznog dijela glave preše (70, 80, 90, 100°C) te različite brzine pužnice pomoću frekvencije elektromotora (20, 25, 30, 35 Hz). Ovim načinom je dobiveno sirovo ulje koje je sakupljeno u odgovarajuću tikvicu pomoću koje je očitano volumen ulja neposredno nakon prešanja, a pomoću termometra izmjerena temperatura dobivenog sirovog ulja. Nakon postupka hladnog prešanja maka provedeno je prirodno taloženje dobivenog sirovog makovog ulja u trajanju od tri tjedna u tamnom prostoru na sobnoj temperaturi. Nakon tri tjedna napravljena je vakuum filtracija preko

Büchner-ovog lijevka s ciljem što efikasnijeg uklanjanja netopivih nečistoća iz ulja. Nakon završene vakuum filtracije očitana je volumena ulja (hladno prešano makovo ulje) koji predstavlja finalni proizvod.



Slika 6 Vakuum filtracija sirovog ulja i proizvodnja hladno prešanog makovog ulja

Određivanje osnovnih parametara kvalitete ulja

Određivanje slobodnih masnih kiselina (SMK)

SMK su vrlo važan parametar kvalitete ulja jer se određivanjem njihovog udjela u uljima i mastima prati stupanj hidrolitičkih promjena (povećanje kiselosti). Povećani udio SMK ukazuje na nepravilno skladištenje sirovine. Primjenom standardne metode (HRN EN ISO

660:1996) određene su slobodne masne kiseline u uzorcima biljnih ulja. Udio slobodnih masnih kiselina je izražen kao % oleinske kiseline, a formula za izračunavanje SMK je:

$$\text{SMK (\% oleinske kiseline)} = V \times c \times M / 10 \times m$$

V- utrošak otopine NaOH za titraciju uzorka (mL);

c- koncentracija otopine natrij-hidroksida za titraciju, c (NaOH) = 0,1 mol/L;

M- molekularna masa oleinske kiseline, M = 282 g/mol;

m- masa uzorka ulja za ispitivanje (g).

Određivanje peroksidnog broja (Pbr)

Peroksidnim brojem se određuju primarni produkti oksidacije, te je on jedan od pokazatelja oksidacijskog stanja biljnih ulja. U ovom ispitivanju Pbr je određen standardnom metodom – Određivanje peroksidnog broja - Jodometrijsko određivanje točke završetka (ISO 3960:2007). Rezultat se izražava kao broj milimola aktivnog kisika koji potječe od nastalog peroksida prisutnih u 1kg ulja (mmol O₂/kg), a peroksidni broj računa se prema formuli:

$$\text{Pbr (mmol O}_2\text{/kg)} = (V_1 - V_0) \times 5 / m$$

V₁ – volumen otopine natrij- tiosulfata, c (Na₂S₂O₃) = 0,01 mol/L utrošen za titraciju uzorka ulja (mL);

V₀ – volumen otopine natrij- tiosulfata, c (Na₂S₂O₃) = 0,01 mol/L utošen za titraciju slijepe probe (mL);

m – masa uzorka ulja (g)



Slika 7 Određivanje slobodnih masnih kiselina (SMK) i peroksidnog broja (Pbr) u proizvedenom hladno prešanom makovom ulju

Određivanje vlage u ulju

Količina vlage važan je pokazatelj kvalitete biljnih ulja. Prisustvo vlage u ulju, pri određenim uvjetima, može uzrokovati hidrolitičke promjene što dovodi do porasta kiselosti ulja, povećava se udio slobodnih masnih kiselina te samim time pogoršava kvaliteta ulja. Metoda pomoću koje se određuje vlaga u ulju zasniva se na isparavanju vode i hlapljivih tvari iz ulja zagrijavanjem u sušioniku pri točno određenim uvjetima.

Udio vlage izračunava se prema izrazu:

$$\% \text{ vlage i isparljivih tvari} = (m_1 - m_2 / m_1 - m_0) \times 100$$

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).

Određivanje netopljivih nečistoća

Netopljive nečistoće (NN) u biljnom ulju su uglavnom mineralne tvari ili organski sastojci (dijelovi biljke uljarica). Za određivanje netopljivih nečistoća korištena je standardna metoda ISO 663 (1992).

Udio netopljivih nečistoća izračunava se prema formuli:

$$\% \text{ netopljive nečistoće} = (m_2 - m_1 / m_0) \times 100$$

m_0 – masa uzorka (g);

m_1 - masa osušenog filter-lijevka (g);

m_2 – masa filter-lijevka s nečistoćama nakon sušenja (g).

Određivanje udjela ulja u sjemenkama maka i pogači

Udio ulja u sjemenkama maka i u pogači određen je metodom ekstrakcije organskim otapalom po Soxhlet-u. U ovom istraživanju kao organsko otapalo je korišten n-heksan. Udio ulja se izračunava prema izrazu:

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

a- masa tikvice sa uljem (g);

b – masa prazne tikvice (g);

c – masa ispitivanog uzorka (g).

Izračunavanje stupnja djelovanja prešanja

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

Količina sirovog ulja dobivenog prešanjem računa se prema formuli (Dimić, 2005.):

$$U = U_o - U_p * (a / b) (\%)$$

U- količina prešanog ulja (%);

U_o - udio ulja u sirovini (%);

U_p – udio ulja u pogači (%);

a- suha tvar u sirovini (%);

b- suha tvar u pogači (%).

Formula za izračunavanje Stupnja djelovanja prešanja (P) je:

$$P = (U / U_o) * 100 (\%)$$

U-količina prešanog ulja (%)

U_o-udio ulja u sirovini (%)

Određivanje jodnog broja

Jodni broj pokazuje količinu joda u gramima koji se veže na 100 g masti. Iz vrijednosti IV dobije se podatak o stupnju nezasićenosti ulja i masti. Masti sa visokim udjelom nezasićenih masnih kiselina imaju IV > 130, dok oni sa nižim udjelom masnih kiselina imaju IV < 80.

U ovom istraživanju je za određivanje vrijednosti IV korištena standardna metoda AOAC 920.185 (1999). Najprije je u tikvicu odvagano 0,2 do 0,4 g ulja i otopljeno u 10 mL kloroforma. Zatim je dodano 25 mL jodnog monobromida, sve je dobro promućkano i ostavljeno tijekom 30 minuta u tamnom prostoru. Zatim je dodano 15 mL KI i oko 150 mL prethodno prokuhane

i ohlađene destilirane vode. Titracija je provedena sa 0,1 M natrij tiosulfatom. Nakon toga je dodano 1 – 2 mL otopine škroba i titracija je produžena do pojave plave boje. Na isti način je provedena slijepa proba, ali bez ulja. IV je dobiven prema formuli:

$$\text{Jodni broj} = \frac{(V_0 - V_1) \cdot 0,01269}{c} \cdot 100 \quad (\text{g I}_2 / 100 \text{ g})$$

gdje je:

V_0 – volumen utrošene 0,1 M otopine natrij-tiosulfata za titraciju slijepa probe (mL);

V_1 – volumen utrošene 0,1 M otopine natrij-tiosulfata za titraciju uzorka (mL);

c – masa ispitivanog uzorka (g).

Određivanje saponifikacijskog broja (SV)

Saponifikacijski broj označava broj mg KOH koji je potreban za potpunu saponifikaciju slobodnih i esterski vezanih masnih kiselina. Vrijednost saponifikacijskog broja je karakteristična konstanta za pojedina ulja ili masti i ovisi o molekulskim masama masnih kiselina koje ulaze u sastav masti. Vrijednost saponifikacijskog broja je veća ukoliko je molekulska masa manja i obrnuto. Osim toga, na sadržaj saponifikacijskog broja utječe i sadržaj neosapunjivih tvari. Saponifikacija masti i ulja se vrši pomoću alkoholne otopine KOH, poznatog molariteta, a višak nevezanih hidroksida se retitrira otopinom klorovodične kiseline (HCl) poznatog molariteta. Saponifikacijski broj se određuje prema formuli:

$$\text{Saponifikacijski broj} = \frac{(V_0 - V_1) \cdot 28,1}{m} \quad (\text{kg KOH} / \text{g})$$

gdje je:

V_0 – volumen 0,5 M otopine HCl utrošen za titraciju slijepa probe (mL);

V_1 – volumen 0,5 M otopine HCl utrošen za titraciju uzorka (mL);

m – masa uzorka (g).

1 mL 0,5 M otopine HCl ekvivalentan je 28,1 mg KOH.

4. REZULTATI

Tablica 1. Utjecaj veličine otvora glave preše za izlaz pogače kod prešanja sjemenki maka na iskorištenje hladno prešanog ulja. Udio ulja u sjemenkama maka je 40,29%, a udio vode 7,07%.

PUŽNICA: Tip-1

Uzorak	Masa polazne sirovine (kg)	Volume n sirovog ulja (mL)	Volumen finalnog ulja (21 dan taloženje i vakum filtracija) (mL)	Temp. sirovog ulja (°C)	Masa dobivene pogače (g)	Udio ulja u pogači (%)	Udio vode u pogači (%)	Stupanj djelovanja preše (%)
N = 6 mm F = 25 Hz T = 70 °C	0,5	190	113	37	320,10	14,61	7,68	63,74
N = 9 mm F = 25 Hz T = 70 °C	0,5	180	108	38	326,41	15,69	7,49	61,06
N = 12 mm F = 25 Hz T = 70 °C	0,5	180	101	38	325,10	16,65	7,33	58,67

N – veličina otvora glave preše, definira promjer pogače (mm); F – frekventni regulator elektomotora, regulira brzinu pužnice preše (Hz);

T – temperatura grijača glave preše kod izlaza pogače (°C)

Tablica 2. Utjecaj temperature zagrijavanja glave preše na izlazu pogače kod prešanja sjemenki maka na iskorištenje hladno prešanog ulja.

PUŽNICA: Tip-1

Uzorak	Masa polazne sirovine (kg)	Volume n sirovog ulja (mL)	Volumen finalnog ulja (21 dan taloženje i vakum filtracija) (mL)	Temp. sirovog ulja (°C)	Masa dobivene pogače (g)	Udio ulja u pogači (%)	Udio vode u pogači (%)	Stupanj djelovanja preše (%)
N = 6 mm F = 25 Hz T = 70 °C	0,5	190	113	37	320,10	14,61	7,68	63,74
N = 6 mm F = 25 Hz T = 80 °C	0,5	200	110	41	319,93	13,85	7,28	62,62
N = 6 mm F = 25 Hz T = 90 °C	0,5	205	120	44	319,63	12,47	7,72	69,05
N = 6 mm F = 25 Hz T = 100 °C	0,5	210	128	47	315,93	11,99	7,56	70,24

Tablica 3. Utjecaj frekvencije elektromotora (brzine pužnice) kod prešanja sjemenki maka na iskorištenje hladno prešanog ulja.

PUŽNICA: Tip-1

Uzorak	Masa polazne sirovine (kg)	Volume n sirovog ulja (mL)	Volumen finalnog ulja (21 dan taloženje i vakum filtracija) (mL)	Temp. sirovog ulja (°C)	Masa dobivene pogače (g)	Udio ulja u pogači (%)	Udio vode u pogači (%)	Stupanj djelovanja preše (%)
N = 6 mm F = 20 Hz T = 70 °C	0,5	211	118	37,5	312,75	13,52	7,16	66,44
N = 6 mm F = 25 Hz T = 70 °C	0,5	190	113	37	320,10	14,61	7,68	63,74
N = 6 mm F = 30 Hz T = 70 °C	0,5	205	105	40	326,10	14,90	6,91	63,02
N = 6 mm F = 35 Hz T = 70 °C	0,5	200	102	39	325,66	15,20	7,35	62,27

Tablica 4 Osnovni parametri kvalitete proizvedenog hladno prešanog makovog ulja.

Parametar kvalitete	
Peroksidni broj (Pbr), mmol O ₂ /kg	0,46
Slobodne masne kiseline (SMK), %	6,87
Jodni broj, gJ ₂ /100 g	139,29
Saponifikacijski broj, mg KOH/g ulja	192,59
Voda, %	0,17
Netopljive nečistoće, %	0,47

5. RASPRAVA

Tijekom prešanja, značajan utjecaj na iskorištenje i kvalitetu ulja ima udio vode u sjemenkama, stoga prije samog procesa prešanja određen je udio ulja u sjemenkama maka koji iznosi 40,29% te udio vode 7,07%. Rezultati ispitivanja utjecaja procesnih parametara (veličina otvora za izlaz pogače, frekvencija elekromotora, temperature grijača glave preše) na iskorištenje i kvalitetu hladno prešanog makovog ulja prikazani su u **Tablicama 1-4**.

Tijekom hladnog prešanja sjemenki maka, prvo je ispitivan utjecaj veličine otvora glave preše za izlaz pogače, a korišteni su nastavci promjera otvora $N = 6, 9$ i 12 mm. U **Tablici 1** prikazan je utjecaj nastavka na glavi preše koji definira promjer izlaza pogače na iskorištenje sirovog ulja i finalnog hladno prešanog makovog ulja. Upotrebom nastavka veličine otvora $N = 6$ mm i prešanjem kod konstantnih uvjeta frekvencije elekromotora (brzina pužnice) $F = 25$ Hz i temperature zagrijavanja glave preše $T = 70$ °C, dobiveno je 190 mL sirovog ulja temperature 37 °C. Nakon sedimentacije (taloženja) od 3 tjedna i vakuum filtracije volumen proizvedenog hladno prešanog makovog ulja je iznosio 113 mL. Masa dobivene pogače iznosi 320,1 g, a udio zaostalog ulja u pogači (nusprodukt prešanja) je 14,61%, stupanj djelovanja preše iznosio je 63,74%. Korištenjem nastavka veličine otvora 9 mm te prešanjem uz navedene vrijednosti temperature i frekvencije, dobiven je manji volumen sirovog ulja (180 mL) i finalnog ulja (108 mL). Analizom zaostalog ulja u pogači utvrđena je vrijednost 15,69% te izračunat stupanj djelovanja preše 61,06%. Kod zadnjeg ispitivanja utjecaja veličine otvora glave preše korišten je nastavak veličine 12 mm, a rezultati su sljedeći: volumen sirovog ulja (180 mL), volumen finalnog ulja nakon taloženja i filtracije (101 mL), udio zaostalog ulja u pogači (16,65%) i stupanj djelovanja preše (58,67%). Primjenom nastavka veličine otvora 6 mm dobivene su veće vrijednosti količine sirovog ulja i finalnog hladno prešanog makovog ulja te manji udio zaostalog ulja u pogači u odnosu na primjenu nastavka veličine 9 i 12 mm. Razlog tome je taj što se primjenom nastavka manjeg promjera postiže veći procesni tlak tijekom prešanja sjemenki maka, to rezultira većim iskorištenjem ulja i manjim udjelom zaostalog ulja u pogači. Također, analiza rezultata ukazuje da se korištenjem nastavka većeg promjera stupanj djelovanja preše smanjuje.

Utjecaj temperature zagrijavanja glave preše (70, 80, 90, 100 °C) kod konstantnih parametara ($N = 6$ mm i $F = 25$ Hz) na iskorištenje ulja prikazan je u **Tablici 2**. Dobiveni rezultati kod ovog ispitivanja pokazuju da se porastom temperature zagrijavanja glave preše

povećavaju volumen i temperatura sirovog ulja te količina proizvedenog hladno prešanog makovog ulja, dok se udio ulja u pogači postepeno smanjuje. Veća proizvodnja sirovog ulja i hladno prešanog ulja dobivena je kod zagrijavanja glave preše na 100 °C uz niži udio zaostalog ulja u pogači (11,99%) i najveći stupanj djelovanja preše (70,24%). Rezultat porasta količine proizvedenog makovog ulja s porastom temperature zagrijavanja glave preše objašnjava se tako da se prešanjem povećava i procesni tlak što rezultira i boljim cijedenjem ulja tijekom prešanja. Također se porastom temperature snižava i viskoznost ulja što dovodi do većeg iskorištenja ulja tijekom prešanja.

Utjecaj frekvencije elektromotora (brzine pužnice) na proizvodnju sirovog i hladno prešanog makovog ulja prikazan je u **Tablici 3**. Frekvencije elektromotora korištene za ispitivanje su 20, 25, 30 i 35 Hz, uz konstantnu temperaturu grijača glave preše (70 °C) i otvora za izlaz pogače (6 mm). Prešanjem sjemenke maka brzinom pužnice 20 Hz dobiveno je 211 mL sirovog ulja temperature 37,5 °C, a nakon sedimentacije (taloženja) u trajanju od 3 tjedna i vakuum filtracije volumen finalnog ulja 118 mL. Udio zaostalog ulja u pogači iznosi 13,52%, a stupanj iskorištenja preše 66,44%. Povećanjem frekvencije elektromotora na 25, 30 i 35 Hz zapažamo smanjenje volumena kako sirovog tako i finalnog hladno prešanog ulja. Također, stupanj djelovanja preše porastom brzine pužnice se smanjuje što rezultira i većim udjelom zaostalog ulja u pogači. Tijekom hladnog prešanja sjemenke maka pri manjim brzinama pužnice masa sirovine se vremenski duže zadržava u sustavu pod tlakom što omogućuje efikasnije cijedenje ulja, a samim time i bolje iskorištenje ulja. To je ujedno i razlog zbog čega je iskorištenje ulja veće pri brzini pužnice 20 Hz nego kod brzine 25, 30 i 35 Hz.

Hladno prešano makovo ulje proizvedeno iz svih faza pomiješano je i korišteno za ispitivanje osnovnih parametara kvalitete prema Pravilniku za jestiva ulja i masti (NN 41/12). Osim osnovnih parametara kvalitete ispitivane su i karakteristike za identifikaciju ovog ulja (saponifikacijski broj, jodni broj). Rezultati osnovnih parametara kvalitete hladno prešanog makovog ulja prikazani su u **Tablici 4**. Rezultati ispitivanja peroksidnog broja (Pbr) i udjela vode su u skladu s Pravilnikom, a udio netopljivih nečistoća malo je veće vrijednosti od propisane. Udio slobodnih masnih kiselina (SMK) iznosi 6,87% i premašuje maksimalno dozvoljenu vrijednost prema Pravilniku (2%) i ne udovoljava zahtjevima Pravilnika. Povećani

udio SMK rezultat je nepravilnog skladištenja sirovine. Vrijednosti saponifikacijskog broja i jodnog broja odgovaraju literaturnim podacima za makovo ulje.

6. ZAKLJUČCI

Na temelju provedenog istraživanja hladnog prešanja sjemenke maka mogu se istaknuti sljedeći zaključci:

1. Veličina otvora glave preše za izlaz pogače utječe na iskorištenje ulja tijekom hladnog prešanja sjemenke maka.
2. Primjenom nastavka za izlaz pogače manjeg promjera (6 mm) proizvedena je veća količina sirovog ulja i hladno prešanog makovog ulja, uz manji udio zaostalog ulja u pogači te veći stupanj djelovanja preše u odnosu na primjenu nastavka 9 i 12 mm.
3. Temperatura grijača glave preše za izlaz pogače utječe na iskorištenje ulja tijekom hladnog prešanja sjemenke maka.
4. Porastom temperature glave preše sa 70 °C na 80, 90 i 100 °C tijekom prešanja sjemenke maka dobivena je veća količina sirovog ulja i hladno prešanog ulja. Zagrijavanjem glave preše na 100 °C proizvedena je najveća količina ulja, niži udio zaostalog ulja u pogači te najveći stupanj djelovanja preše.
5. Frekvencija elektromotora koja regulira brzinu pužnice utječe na iskorištenje makovog ulja tijekom hladnog prešanja.
6. Prešanjem sjemenke maka kod manje frekvencije elektromotora (20 Hz) proizvedena je veća količina sirovog ulja i hladno prešanog ulja, manji je udio zaostalog ulja u pogači te veći stupanj djelovanja preše.
7. Porastom frekvencije elektromotora na 25, 30 i 35 Hz raste brzina pužnice te se hladnim prešanjem dobije manja količina sirovog i finalnog makovog ulja uz zabilježen porast udjela zaostalog ulja u pogači.
8. Proizvedeno hladno prešano makovo ulje ima vrijednosti Pbr i udjela vode u skladu s Pravilnikom, a SMK i udio netopljivih nečistoća su nešto povećane.

7. LITERATURA

AOAC: Official Methods of Analysis, sixteenth ed. AOAC Internationa, Gaithersburg, 1999.

Belitz HD, Grosch W, Schieberle P: Food Chemistry, Translation from the Fifth German Edition by M.M. Burghagen. Springer, Germany, 2004.

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

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

Deublein D: Zerkleinerungsmaschinen fur die Olsaatenaufbereitung. Fette, Seifen, Anstrichmittel, 1988.

Dimić E, Radoičić J, Lazić V, Vukša V: Jestiva nerafinisana ulja suncokreta – Problemi i perspektive. Tematski zbornik, Novi Sad, 2002.

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

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

Herceg N: Ratarstvo gospodarstvo – Industrijsko bilje. FRAM- ZIRAL, Mostar, 2007

Hrvatski zavod za norme: Životinjske i biljne masti i ulja – Određivanje količine netopljivih nečistoća. HRN EN ISO: 663: 1992

Hrvatski zavod za norme: Životinjske i biljne masti i ulja – Određivanje kiselinskog broja i kiselosti. HRN EN ISO: 660: 1996.

Hrvatski zavod za norme: Životinjske i biljne masti i ulja – Određivanje peroksidnog broja, Jodometrijsko određivanje točke završetka. HRN EN ISO: 3960: 2010.

Karleskind A: Oils and fats Manual. Intercept Ltd, Andover, Hampshire, UK, 1996.

Moslavac T: Tehnologija ulja i masti .Interna skripta. Prehrambeno - tehnološki fakultet, Osijek 2013.

NN 41/12. Ministarstvo poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja. Pravilnik o jestivim uljima i mastima.

Patterson HBW: Handling and storage of oilseeds, oils, fats and meals. Elsevier, London and New York, 1989.

Rac M: Ulja i masti. Privredni preged, Beograd, 1964.

Wagner, K. H., B. Isnardy, I. Elmadfa, Effects of seed damage on the oxidative stability of poppy seed oil, Eur. J. Lipid Sci. Technol. 105: 219 – 224, 2003.