

# Utjecaj hladnog prešanja na iskorištenje makovog ulja

---

**Bunjik, Ivona**

**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:109:820092>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-04**

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

Ivona Bunjik

Utjecaj hladnog prešanja na iskorištenje makovog ulja

završni rad

Osijek, 2016.

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

PREDDIPLOMSKI STUDIJ PREHRAMBENE TEHNOLOGIJE

Završni rad

## **Utjecaj hladnog prešanja na iskorištenje makovog ulja**

Tehnologija prerade sirovina biljnog podrijetla II

Predmetni nastavnik: prof. dr. sc. Tihomir Moslavac

STUDENTICA:	Ivona Bunjik
MENTOR:	prof. dr. sc. Tihomir Moslavac
PREDANO:	
PREGLEDANO:	

Ocjena:

\_\_\_\_\_

Potpis mentora:

\_\_\_\_\_

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

IVONA BUNJIK

Završni rad

**UTJECAJ HLADNOG PREŠANJA NA PROIZVODNJU  
MAKOVOG ULJA**

Osijek, rujan 2016.

JOSIP JURAJ STROSSMAYER UNIVERSITY OF OSIJEK  
FALCULTY OF FOOD TECHNOLOGY

IVONA BUNJIK

Final work

**THE IMPACT OF COLD PRESSING THE  
UTILIZATION OF POPPY OIL**

Osijek, October 2016

# UTJECAJ HLADNOG PREŠANJA NA PROIZVODNJU MAKOVOG ULJA

## Sažetak

Zadatak ovog završnoga rada bila je proizvodnja hladno prešanog ulja maka te praćenje utjecaja procesnih parametara – veličine otvora glave preše za izlaz pogače i brzine pužnice (frekvencije elektromotora) te dodatka ljuske suncokreta - na iskorištenje ulja i osnovne parametre kvalitete proizvedenog hladno prešanog ulja.

Također određeni su parametri kvalitete te kemijske karakteristike hladno prešanog ulja maka primjenom standardnih metoda.

Određeni parametri kvalitete: peroksidni broj, udio slobodnih masnih kiselina, netopljive nečistoće, udio vlage u ulju, jodni broj, saponifikacijski broj. Udio ulja u maku te pogači određen je metodom po Soxlet-u.

KLJUČNE RIJEČI : makovo ulje, hladno prešanje, procesni parametri

# **THE IMPACT OF COLD PRESSING THE UTILIZATION OF POPPY OIL**

## **Abstract**

The task of this final work was the production of cold pressed oil poppy and monitoring the impact of process parameters - the size of the opening of the head presses exit cake and speed cochlea (frequency electric motor) and the addition of sunflower seeds - the utilization of oil and basic parameters of the quality of produced cold-pressed oils.

Also, the parameters of quality and chemical characteristics of cold pressed oils poppy are determined by using standard methods.

Some quality parameters: peroxide value, the free fatty acids, insoluble impurities, moisture in oil, iodine number, saponification number. Oil content in the macula, and the cake was determined by Soxlet-in.

**KEY WORDS:** poppy seed oil, cold pressing, process parameters

## SADRŽAJ

<b>1. UVOD</b> .....	1
<b>2. TEORIJSKI DIO</b> .....	3
2.1. JESTIVA BILINA ULJA.....	4
2.1.1. Sirovine za proizvodnju biljnih ulja.....	4
2.1.2. Kontrola kvalitete sirovine.....	7
2.1.3. Svojstva maka.....	8
2.2. PRIPREMA SIROVINE ZA SKLADIŠTENJE.....	9
2.3. PROIZVODNJA HLADNO PREŠANOG MAKOVOG ULJA.....	11
2.3.1. Čišćenje sjemenki.....	12
2.3.2. Ljuštenje sjemenki.....	12
2.3.3. Mljevenje sjemenki.....	12
2.3.4. Kondicioniranje .....	12
2.3.5. Prešanje.....	13
2.3.6. Odvajanje netopljivih nečistoća.....	13
<b>3. EKSPERIMENTALNI DIO</b> .....	15
3.1. ZADATAK.....	16
3.2. MATERIJALI I METODE.....	16
3.2.1. Materijali.....	16
3.2.2. Metode.....	17
<b>4. REZULTATI</b> .....	24
<b>5. RASPRAVA</b> .....	29
<b>6. ZAKLJUČCI</b> .....	33
<b>7. LITERATURA</b> .....	35



## 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

## 1. UVOD

Postupkom prešanja se iz prethodno pripremljene sirovine uz primjenu visokog tlaka proizvodi sirovo ulje. Danas se za proizvodnju većih količina sirovog ulja koriste kontinuirane pužne preše raznih kapaciteta.

Prethodno pripremljenu i kondicioniranu sirovinu pužnica potiskuje prema izlazu preše gdje nastaju visoki tlakovi zbog suženja kućišta. Djelovanjem visokog tlaka iz sirovine izlazi sirovo ulje kroz otvore na kućištu, a skuplja se u korito smješteno ispod samog kućišta.

Ostatak sirovine nakon prešanja izlazi na najuži dio kućišta preše i naziva se pogača. Određeni dio ulja zaostaje u pogači, a količina zaostalog ulja ovisi o temperaturi sirovine i tlaku prešanja. Povećanjem temperature i tlaka tijekom prešanja povećava se iskorištenje ali se smanjuje kvaliteta ulja. Kod proizvodnje hladno prešanog ulja temperatura sirovog ulja na izlazu iz preše ne smije biti veća od 50°C.

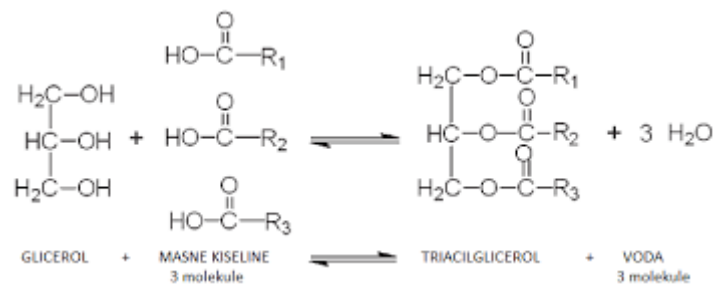
## **2. TEORIJSKI DIO**

## 2.1. JESTIVA BILJNA ULJA

Masti i ulja su esteri masnih kiselina i alkohola glicerola. Sadrže i mali dio negliceridnih sastojaka (1-2%). Glicerol je alkohol u čijem sastavu nalazimo tri hidroksilne skupine od kojih svaka čini estersku vezu s masnom kiselinom.

Masti sadrže više zasićenih masnih kiselina i pri sobnoj temperaturi su u čvrstom stanju dok biljna ulja sadrže više nezasićenih masnih kiselina, te su na sobnoj temperaturi u tekućem agregatnom stanju.

Za razliku od zasićenih masnih kiselina, nezasićene masne kiseline imaju mogućnost da se zasite tj. da se vežu. One se u tijelu vežu s mineralima, bjelančevinama i s kisikom, pa tako pomažu normalnu izmjenu tvari u stanicama i stanično disanje. Kada se stanično disanje i izmjena tvari ne odvijaju u organizmu na ispravan način, posljedica je bolest.



Slika 1. Shema nastajanja masti iz glicerola i masnih kiselina

### 2.1.1. Sirovine za proizvodnju biljnih ulja

Uljarice su biljke koje se uzgajaju s ciljem dobivanja različitih dijelova biljke bogatih uljem. Dijelovi koji se koriste za proizvodnju ulja su sjemenke, plodovi, dijelovi sjemenke (klica), dijelovi ploda te koštice.

U svijetu za dobivanje ulja koristi se više od dvadeset biljnih vrsta.

Tablica 1. Vrste uljarica te sadržaj ulja u pojedinim uljaricama

Vrsta uljarica	Dio koji se koristi za dobivanje ulja	Sadržaj ulja (%)
Soja	Zrno	14-25
Suncokret	Zrno	35-55
Uljana repica	Zrno	38-45
Kukuruz	Klica	18-50
Lan	Zrno	30-45
Maslina	Perikarp	23-45
Kikiriki	Jezgra	50-55
Uljana palma	Mezokarp	45-50
Uljana palma	Koštica	45-50
Pamuk	Zrno	19-22
Kokos palma	Mesnati dio kokosova oraha	65-70
Sezam	Zrno	50-55
Badem	Jezgra	40-60
Orah	Jezgra	55-65
Buća	Sjeme	33-50
Konoplja	Sjeme	30-38
Mak	Sjeme	40-55
Pšenica	Klica	5-12
Grožđe	sjeme	12-20
Paprika	Sjeme	19-29
Jojoba	Sjeme	45-60
Ricinus	Sjeme	50-55
Gorušica	sjeme	25-40

Žetva se vrši za vrijeme tehnološke zrelosti sjemena nakon čega se provodi čišćenje i sušenje sjemena. Odstranjuju se strane primjese poput kamenčića, stranih sjemenki, ostataka zemlje. Odsrtanjanje se vrši na temelju razlike u dimenzijama, aerodinamičkim svojstvima, obliku, te na osnovi magnetizma.

Sušenje predstavlja važan postupak jer se osušena sirovina može čuvati duže vrijeme bez štetnih posljedica na buduću preradu.

Tehnološka kvaliteta sirovine za proizvodnju ulja utvrđuje se na bazi rezultata kemijskih analiza tri osnovna pokazatelja:

- sadržaja vlage
- sadržaja ulja
- sadržaja nečistoće

Osim navedenih karakteristika, ovisno o vrsti sirovine, može se utvrditi i sadržaj proteina, sadržaj celuloze i sadržaj ljuske tj. odnos ljuske i jezgre (Dimić, 2005.).

#### SADRŽAJ VLAGE

Sadržaj vlage u sirovini predstavlja količinu slobodne i vezane vode, a izražava se u postotcima. Poznavanje sadržaja vlage u sirovini je vrlo bitno iz nekoliko razloga, a to su:

- sigurno skladištenje;
- kvaliteta ulja i
- proces prerade (Dimić, 2005.).

#### SADRŽAJ ULJA

Heksanski ekstrakt, nazvan "količina ulja" predstavlja ukupno ekstrahirane tvari iz sirovine pomoću organskog otapala i izražava se u postotcima mase proizvoda. Sadržaj ulja u sirovini jedan je od najbitnijih pokazatelja kvalitete na bazi čega se izračunava materijalna i ekonomska bilansa prerade (Dimić, 2005.).

#### SADRŽAJ NEČISTOĆA

Nečistoćama u masi sjemenke uljarica smatraju se sve strane tvari organskog i ne organskog porijekla, sve što nije sirovina koja se ispituje. Nečistoće se razvrstavaju u tri kategorije: prašina, nemasne i masne nečistoće. One se iz uzorka izdvajaju na neki pogodan način:

- ručnim prebiranjem pomoću pincete kod referentne metode, ili
- prosijavanjem i aspiracijom kod brzih metoda (Karlović i Andrić, 1996.).

### **2.1.2. Kontrola kvalitete sirovine**

Proizvodnja hladno prešanih i nerafiniranih ulja zahtjeva stroge kriterije za kvalitetu polazne sirovine iz razloga što tijekom ove proizvodnje ne postoji faza koja bi omogućila uklanjanje nečistoća i nepoželjnih kontaminanata iz ulja (Dimić, 2005.). Prilikom prijema sirovine provodi se ispitivanje svake dopremljene količine kako bi se dobila potpuna slika o kvaliteti šarže i kako bi se vidjelo da li kvaliteta sirovine odgovara za proizvodnju hladno prešanih ulja. Isto tako, kontrola kvalitete sirovine provodi se kako bi se dokazalo da tehnološka kvaliteta sirovine odgovara uvjetima prešanja, te da bi se omogućilo stvaranje jednolične mase sirovine sastavljene od jedne ili više šarži iste ili slične kvalitete (Dimić, 2005.).

Pored osnovne sirovine za proizvodnju ulja smjesa mase sirovine sadrži različite primjese, mikroorganizme, žive insekte i dr. Takvi dodaci mogu izazvati kvarenje. Pored primjesa smjesa mase sadrži određenu količinu vlage i zraka koji utječu na biokemijske procese u sirovini. Zbog toga kontrola kvalitete sirovine obuhvaća:

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



### 2.1.3. Svojstva maka

Mak (*Papaver somniferum*, L.), naziva se i opijumski, vrtni ili pitomi mak, jednogodišnja je biljka koju se često može vidjeti kako samoniklo raste uz rubove polja. Nutritivnu vrijednost maka čine mono- i polinezasićene masne kiseline te vitamin E. Sadrži visok udio linolenske kiseline te minerale fosfor, kalij, magnezij i željezo.



**Slika 2.** Plod i sjemenke maka

Makovo ulje je svijetlo-žute boje, mirisa na zrelo sjeme maka. Za dobivanje ulja koriste se rascvjetale sjemenke sivog i plavog maka. Sjeme maka sadrži 40 – 55 % ulja, koje se dobija hladnim prešanjem sirovog sjemena. Suhi tobolci služe kao sirovina iz koje se ekstrahiraju alkaloidi.

## **2.2. PRIPREMA SIROVINE ZA SKLADIŠTENJE**

### **TRANSPORT I PRIJEM SIROVINE**

Čimbenici koji utječu na kvalitetu sjemenki i visinu gubitaka pri žetvi obuhvaćaju: period prije žetve (klimatski uvjeti, štete od insekata, korov, izlomljene i povijene biljke, biljne bolesti, i dr.), period za vrijeme žetve (način žetve, brzina uređaja, veličina sita, i dr.) i period nakon žetve (biloški i biokemijski procesi) (Dimić, 2005.).

Veći dio sjemenki uljarica može se transportirati i skladištiti. Međutim, neke sirovine koje imaju osjetljivi mesnati dio ploda ili specifične karakteristike, moraju se prerađivati brzo i na mjestu uzgoja sirovine. Transport sirovine do mjesta prerade provodi se kamionima, željeznicom ili brodovima uz uvjete da se treba osigurati zaštita od vlage, zagađenja kemikalijama ili bilo kojim drugim primjesama.

Postupak prijema sirovine započinje kontrolom zdravstvene ispravnosti. Ukoliko se utvrdi da je sirovina ispravna, pristupa se kontroli kemijsko-tehnološke kvalitete. U cilju provođenja ovih kontrola uzimaju se uzorci koji predstavljaju dio ukupne isporuke, odnosno, ukupne količine sirovine za preradu (Dimić, 2005.).

### **ČIŠĆENJE SIROVINE**

Čišćenje sjemenki je tehnološka operacija koja se zasniva na principima razdvajanja, a najčešće se obavlja: prosijavanjem (odvajanjem na bazi različitih dimenzija sjemenki i nečistoća), odvajanjem na bazi magnetizma te aspiracijom (odvajanje na bazi različitih aerodinamičkih svojstava sjemenki i nečistoća) (Dimić, 2005.).

### **SUŠENJE SIROVINE**

Sušenje je vrlo važna tehnološka operacija kojom se sadržaj vlage u sjemenkama snižava do one vrijednosti koja će zaustaviti i enzimsku aktivnost. Ovakvo stanje sjemenki je osnovni preduvjet za sigurno skladištenje. Međutim, snižavanje sadržaja vlage je vrlo važno i zbog očuvanja kvalitete sjemenki, tj. da ne dođe do povećanja kiselosti ulja, da se spriječi intenzivno razmnožavanje mikroorganizama i djelovanje enzima. U nekim slučajevima i prerada sjemenki, npr. proces prešanja, također zahtjeva točno definirani sadržaj vlage ovisno od vrste uljarice (Dimić, 2005.).

## **SKLADIŠTENJE SIROVINE**

Skladištenjem se nastoji očuvati kvaliteta sirovine a samim time i njezina komercijalna vrijednost.

Skladišta mogu biti:

- a) Privremena: Sjeme se zadržava kraće vrijeme u rasutom stanju
- b) Stalna: -Podna-za sve vrste sjemenki u rasutom stanju ili u vrećama  
-Silosi -starokeltski naziv za žitne jame

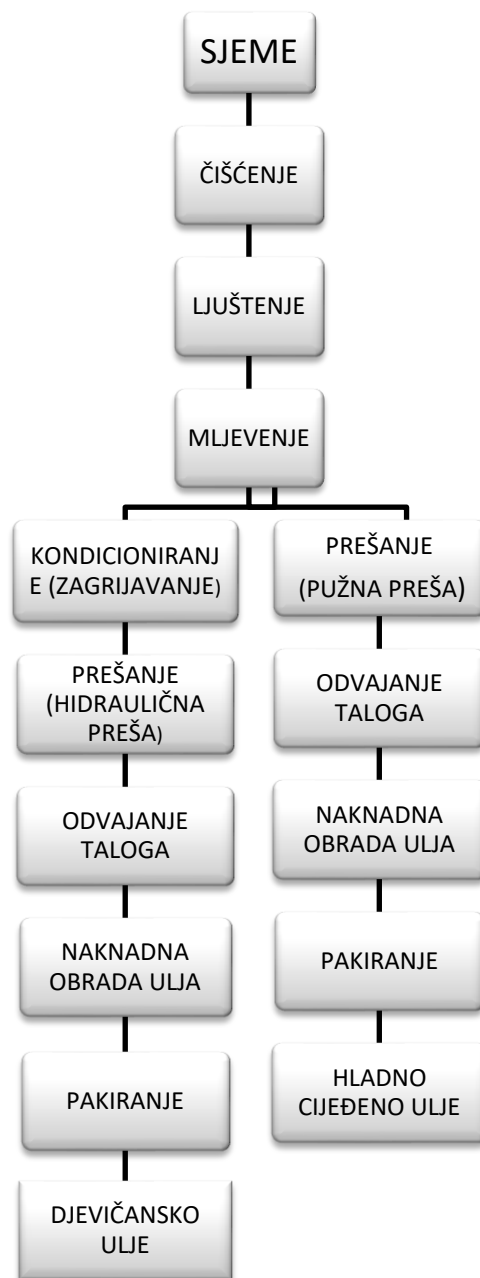
Danas su skladišta moderno opremljena, mehanizirana te sa stalnom mogućnošću kontrole parametara.

Samo osušeno i ohlađeno sjeme može se sigurno i uspješno skladištiti na duže vrijeme.

## 2.3. PROIZVODNJA HLADNO PREŠANOG MAKOVOG ULJA

Prešanje uljarica je tehnološki proces u kojem se iz pripremljene sirovine, mehaničkim putem i primjenom tlaka, izdvaja ulje (Dimić, 2005).

Postupak se može vršiti pri povišenoj temperaturi pri čemu se dobije veća količina ulja, ili pak pri nižoj temperaturi (do 50 °C) kada se dobije manja količina ulja veće kvalitete što nazivamo hladnim prešanjem uljarica.



Slika 3. Shema proizvodnje hladno prešanog ulja

### **2.3.1. Čišćenje sjemenki**

Čišćenje podrazumijeva fizičke tehnike uklanjanja nepotrebnih, balastnih tvari sa površine sjemenki. Čišćenje sjemenki za izdvajanje ulja se u principu radi na isti način i istim uređajima kao i za skladištenje, ali u ovom slučaju se čišćenje mora provesti još efikasnije, tj. iz mase sirovine treba potpuno ukloniti sve nečistoće (Dimić, 2005.).

### **2.3.2. Ljuštenje sjemenki**

Ljuska se odstranjuje najčešćemehanički kako bi povećala kvaliteta procesa prešanja. Ljuska sadrži zanemarive količine ulja te ju se s toga uklanja sa površine sjemenke. Odvajanje ljuske od jezgre se provodi upotrebom sita, struje zraka ili upotrebom električnog polja (Dimić, 2005.).

### **2.3.3. Mljevenje sjemenki**

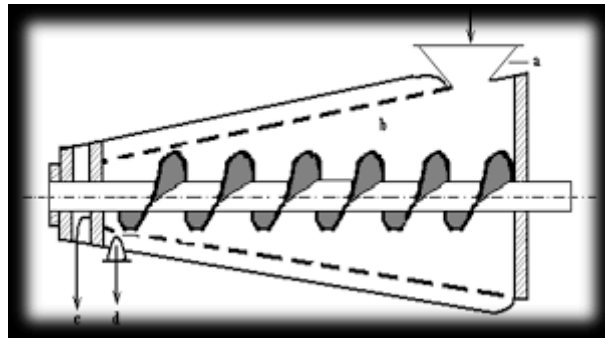
Sirovinu iz koje se izdvaja ulje treba pripremiti tako da što lakše oslobađa odnosno otpušta ulje. Karakteristična je eleoplazma, koja ima strukturu gela u kojem su bjelančevine i masti povezane unutarnjim silama. Ukoliko se iz tog stabilnog sistema želi osloboditi ulje potrebno je poremetiti tu prirodnu ravnotežu. Narušavanje ravnoteže u eleoplazmi se može postići mehaničkim putem (mljevenjem), utjecajem topline ili kemijskim putem (vlaženje). To znači da se material za izdvajanje ulja priprema mljevenjem, zagrijavanjem, vlaženjem ili sušenjem (Rac, 1964.).

### **2.3.4. Kondicioniranje**

Postupak koji se vrši radi lakšeg izdvajanja ulja iz sirovine, a temelji se na djelovanju topline i vlage. Tijekom postupka dolazi do važnih promjena poput koagulacije proteina, pucanja staničnih stjenki, snižavanja viskoziteta ulja, povećanja plastičnosti te inaktivacije termoosjetljivih enzima. Kondicioniranje se provodi s ciljem što većeg iskorištenja ulja tijekom procesa prešanja.

### 2.3.5. Prešanje

Postupak kojim se, primjenom visokog tlaka, istiskuje ulje iz sirovine, isključivo mehaničkim putem. Postupak se provodi na pužnim ili hidrauličnim prešama. Glavni dijelovi pužnih preša su vodoravna pužnica, koš koji se nalazi oko pužnice, konusna posuda za punjenje i doziranje materijala, uređaj za regulaciju debljine pogače, zupčani prijenosnik i kućište preše.



ulaz materijala (a), perforirano konusno kućište s pužnom osovinom (b), izlaz isprešane pogače (c), izlaz ulja (d)

**Slika 4.** Shema kontinuirane pužne preše (Rac, 1964)

### 2.3.6. Odvajanje netopljivih nečistoća

Mehaničke krute i netopljive nečistoće koje mogu nepovoljno utjecati na senzorska svojstva uklanjaju se iz prešanog sirovog ulja. Mehaničke nečistoće izdvajaju se taloženjem, filtracijom ili centrifugalnom separacijom.

Prilikom izdvajanja nečistoća taloženjem, sirovo prešano ulje se stavlja u rezervoar ili u odgovarajuću posudu da bi došlo do odvajanja mehaničkih nečistoća. S obzirom na to da je razlika specifične mase taložnih čestica i ulja mala, a viskozitet ulja veća, brzina taloženja je uvijek mala. U praksi taloženje traje nekoliko dana, pa čak i do nekoliko tjedana. Najpovoljnije je da se taloženje odvija u rezervoarima koji na raznim visinama imaju slavine za ispuštanje već bistrh gornjih slojeva ulja (Dimić, 2005.).

Kod izdvajanja nečistoća filtracijom, mehaničke nečistoće zaostaju na površini filtera kroz koji se propušta ulje.

Filtriranje sirovog ulja se provodi raznim uređajima kao što su: vibracijska sita, filter preše, filtracijske centrifuge ili najefikasnija primjena centrifugalnog separatora. Kapacitet filtracije je proporcionalan veličini filtracijske površine i brzini filtracije. Brzina filtracije ovisi o veličini pora filtera, viskozitetu ulja i osobinama taloga koji zaostaje na filterskom sredstvu. Brzina filtracije se može povećati dodatkom pomoćnog filtracijskog sredstva (Dimić, 2005.).

### **3. EKSPERIMENTALNI DIO**



### 3.1. ZADATAK

Zadatak ovog završnog rada bio je proizvesti hladno prešano makovo ulje na pužnoj preši, te ispitati utjecaj procesnih parametara prešanja (veličine otvora glave preše za izlaz pogače i brzine pužnice - frekvencije elektromotora) te dodatka ljuske suncokreta na iskorištenje ulja i osnovne parametre kvalitete proizvedenog hladno prešanog ulja maka. Također, određeni su parametri kvalitete te kemijske karakteristike proizvedenog hladno prešanog makovog ulja primjenom standardnih metoda.

Određeni su osnovni parametri kvalitete ulja: peroksidni broj, slobodne masne kiseline, netopljive nečistoće, udio vlage u ulju, jodni broj, saponifikacijski broj.

Udio ulja u sjemenkama maka te pogači određen je metodom po Soxlet-u.

### 3.2. MATERIJALI I METODE

#### 3.2.1 Materijali

U ovom istraživanju korištena je sirovina sjemenka maka, osušena i priređena za skladištenje i preradu u jestivo ulje.



**Slika 5.** Sjemenke maka

### 3.2.2. Metode

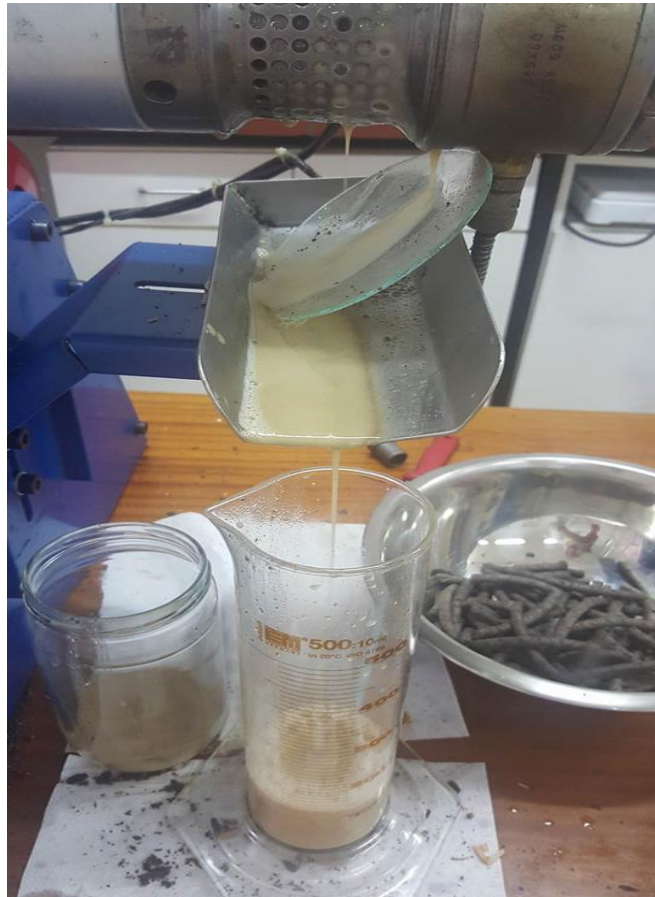
#### Prešanje sjemenki maka

Prešanje se provelo na laboratorijskoj kontinuiranoj pužnoj preši (Slika 6). Masa polazne sirovine iznosila je 0,5 kg. Ispitivan je utjecaj procesnih parametara prešanja na iskorištenje ulja. Postupkom hladnog prešanja ispitivani su različiti procesni parametri: temperatura zagrijavanja izlaznog dijela glave preše iznosila je 65 °C, frekvencija elektromotora (20 i 40 Hz), te veličina otvora glave pužne preše za izlaz pogače (6, 8 i 10 mm). Kapacitet preše iznosi 20 – 25 kg/h, na što najviše utječe vrsta materijala te udio vode u materijalu. Korištenjem različitih procesnih parametara postupak prešanja proveden je u šest eksperimenata prikazanih u Tablicama 2-4.



Slika 6. LABORATORIJSKA PUŽNA PREŠA

Proizvedeno sirovo ulje sakupljeno je u menzuru prilikom čega mu je izmjeren volumen i temperatura nakon toga je spremljeno u staklene posude i ostavljeno na tamnom mjestu dva tjedna kako bi se istaložile nečistoće (krute čestice iz sjemenke maka).



**Slika 7.** Istjecanje sirovog ulja iz otvora na pužnoj preši



**Slika 8.** Produkti prešanja: pogača i sirovo ulje

Nakon taloženja vrši se vakuum filtracija sirovoga ulja na Büchnerovom lijevku prilikom čega se dodatno uklanjaju nečistoće zaostale nakon taloženja.



**Slika 9.** Vakuum filtracija sirovog ulja

Naposlijetku je izmjeren volumen finalnog produkta-hladno prešanog makova ulja, a rezultati su prikazani u Tablicama 2-4.

## Određivanje osnovnih parametara kvalitete makovog ulja

### Određivanje slobodnih masnih kiselina (SMK)

U hladno prešanom makovom ulju se određuje količina alkalija koja je potrebna za neutralizaciju ulja. Udio slobodnih masnih kiselina u ulju može se izraziti kao: kiselinski broj, kiselinski stupanj ili kao postotak SMK izražen kao % oleinske kiseline. Slobodne masne kiseline u uzorcima biljnog ulja su određivane primjenom standardne metode (HRN EN ISO 660:1996).

Princip metode je titracija ulja (otopljenog u otapalu) sa otopinom natrij-hidroksida  $c(\text{NaOH}) = 0,1 \text{ mol/L}$ . Udio slobodnih masnih kiselina je izražen kao % oleinske kiseline, a izračunava se prema formuli:

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

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

c- koncentracija otopine natrij-hidroksida za titraciju,  $c(\text{NaOH}) = 0,1 \text{ mol/L}$ ;

M- molekularna masa oleinske kiseline,  $M = 282 \text{ g/mol}$ ;

m- masa uzorka ulja za ispitivanje (g).

## Određivanje peroksidnog broja (Pbr)

Jedan od načina određivanja oksidacijskog stanja ulja je određivanje peroksidnog broja, kojim se određuju primarni produkti oksidacije. U ovom ispitivanju peroksidni broj je određen standardnom metodom: Određivanje peroksidnog broja - Jodometrijsko određivanje točke završetka (ISO 3960:2007).

Princip određivanja je da se uzorak ulja otopi u smjesi ledene octane kiseline i kloroforma, promješa, te se dodaje KI. Tada se rukom mućka točno jednu minute i zatim se razrjedi prethodno prokuhanom i ohlađenom destiliranom vodom, te se dodaje škrob kao indikator. Djelovanjem peroksida oslobađa se jod iz otopine kalij jodida koji se zatim određuje titracijom sa natrij-tiosulfatom. Na isti način provede se slijepa proba, ali bez ulja.

Rezultat je izražen kao broj milimola aktivnog kisika koji potječe od nastalog peroksida prisutnih u 1kg ulja (mmol O<sub>2</sub>/kg).

Peroksidni broj izračunava se prema formuli:

$$\text{Pbr (mmol O}_2\text{/kg)} = (V1 - V0) \times 5 / m$$

V1 – volumen otopine natrij- tiosulfata, c (Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) = 0,01 mol/L utrošen za titraciju uzorka ulja (mL);

Vo – volumen otopine natrij- tiosulfata, c (Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) = 0,01 mol/L utrošen za titraciju slijepa probe (mL);

m – masa uzorka ulja (g)

## **Određivanje vlage i hlapljivih tvari**

Metoda se temelji na isparavanju vode i hlapljivih tvari iz ulja zagrijavanjem u sušioniku pri točno definiranim uvjetima. U prethodno osušenu posudicu koja je prethodno ohlađena i izvagana, odvagano je 5 g ulja, nakon čega je posudica s podignutim poklopcem stavljena u sušionik na sušenje. Poslije sušenja posudica s poklopcem stavljena je na hlađenje do sobne temperature u eksikator. Nakon toga je uzorak izvagan te ponovo stavljen u sušionik 1h. Zatim je proveden postupak hlađenja i vaganja uzorka.

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 u biljnom ulju su mineralne tvari ili organski sastojci (dijelovi biljke uljarica). Količina netopljivih nečistoća, kao uvjet kvalitete ulja, limitirana je kod jestivih nerafiniranih i hladno prešanih ulja određenim Pravilnikom o jestivim uljima i mastima (NN 41/12). 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 određivanju 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<sub>o</sub> - udio ulja u sirovini (%);

U<sub>p</sub> – udio ulja u pogači (%);

a- suha tvar u sirovini (%);

b- suha tvar u pogači (%).

Formula za izračunavanje Stupnja djelovanja prešanja (P):

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

U-količina prešanog ulja (%)

U<sub>o</sub>-udio ulja u sirovini (%)



## **4. REZULTATI**

Tablica 2. 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-2**

Uzorak	Masa polazne sirovine (kg)	Volumen sirovog ulja (mL)	Volumen finalnog ulja (13 dana taloženje i vakum filtracija) (mL)	Temp. sirovog ulja (°C)	Masa dobivene pogače (g)	Udio ulja u pogači (%)	Udio vode u pogači (%)	Stupanj djelovanja preše (%)
<b>N = 6 mm</b> F = 20 Hz T = 65 °C	0,5	210	122,5	41,5	318,11	14,17	10,92	64,83
<b>N = 8 mm</b> F = 20 Hz T = 65 °C	0,5	190	104	39	328,61	15,75	10,34	60,91
<b>N = 10 mm</b> F = 20 Hz T = 65 °C	0,5	170	86	39	335,70	16,55	10,32	58,92

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 3.** Utjecaj dodatka ljuske suncokreta kod prešanja sjemenki maka na iskorištenje hladno prešanog ulja.

**PUŽNICA: Tip-2**

Uzorak	Masa polazne sirovine (kg)	Volumen sirovog ulja (mL)	Volumen finalnog ulja (13 dana 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 = 65 °C	0,5	210	122,5	41,5	318,11	14,17	10,92	64,83
N = 6 mm F = 20 Hz T = 65 °C <b>+ 5% ljuska suncokreta</b>	0,5	200	110,5	44	344,80	13,60	10,42	66,24
N = 6 mm F = 20 Hz T = 65 °C <b>+ 10% ljuska suncokreta</b>	0,5	195	117,6	42,5	378,69	13,21	10,63	67,21

**Tablica 4.** Utjecaj frekvencije elektromotora (brzine pužnice) kod prešanja sjemenki maka

Na iskorištenje hladno prešanog ulja.

**PUŽNICA: Tip-2**

Uzorak	Masa polazne sirovine (kg)	Volumen sirovog ulja (mL)	Volumen finalnog ulja (13 dana taloženje i vakum filtracija) (mL)	Temp. sirovog ulja (°C)	Masa dobivene pogače (g)	Udio ulja u pogači (%)	Udio vode u pogači (%)	Stupanj djelovanja preše (%)
<b>N = 6 mm</b> <b>F = 20 Hz</b> <b>T = 65 °C</b>	0,5	210	122,5	41,5	318,11	14,17	10,92	64,83
<b>N = 6 mm</b> <b>F = 40 Hz</b> <b>T = 65 °C</b>	0,5	195	92,0	41	331,65	16,42	10,15	59,25

**Osnovni parametri kvalitete hladno prešanog ulja:**

<b>Parametar kvalitete</b>	
Peroksidni broj (Pbr), mmol O <sub>2</sub> /kg	0,49
Slobodne masne kiseline (SMK), %	7,50
Jodni broj, gJ <sub>2</sub> /100 g	139,29
Saponifikacijski broj, mg KOH/g ulja	192,59
Voda, %	0,16
Netopljive nečistoće, %	0,26

**Tablica 5.** Osnovni parametri kvalitete proizvedenog hladno prešanog makovog ulja.

## **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 elektromotora) te dodatak ljuske suncokreta na iskorištenje i kvalitetu hladno prešanog makovog ulja prikazani su u Tablicama 2-4.

Ispitivan je utjecaj veličine otvora glave preše za izlaz pogače, a korišteni su nastavci promjera otvora  $N = 6, 8$  i  $10$  mm. U Tablici 2 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 elektromotora (brzina pužnice)  $F = 20$  Hz i temperature zagrijavanja glave preše  $T = 65$  °C, dobiveno je 210 mL sirovog ulja. Nakon sedimentacije (taloženja) od 2 tjedna i vakuum filtracije volumen proizvedenog hladno prešanog makovog ulja je iznosio 122,5 mL. Korištenjem nastavka veličine otvora 8 mm te prešanjem uz navedene vrijednosti temperature i frekvencije, dobiven je manji volumen sirovog ulja (190 mL) i finalnog ulja (104 mL). Analizom zaostalog ulja u pogači utvrđena je vrijednost 15,75 % te izračunat stupanj djelovanja preše 60,91%. Kod posljednjeg ispitivanja utjecaja veličine otvora glave preše korišten je nastavak veličine 10 mm, a rezultati su sljedeći: volumen sirovog ulja (170 mL), volumen finalnog ulja nakon taloženja i filtracije (86 mL), udio zaostalog ulja u pogači (16,55%) i stupanj djelovanja preše 58,92%. 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 8 i 10 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.

U Tablici 4. Vidljiv je utjecaj frekvencije elektromotora (20, 40 Hz) koja regulira brzinu pužnice tijekom prešanja maka na iskorištenje sirovog i hladno prešanog ulja. Pri konstantnoj temperaturi glave preše od 65°C i veličini otvora 6mm (bez dodatka ljuske suncokreta) i primjenjenom frekvencijom od 20 Hz, volumen proizvedenog sirovog ulja iznosio je 210 mL, a finalnog 122,5 mL te je stupanj djelovanja preše iznosio 64,83%.

Promjenom parametra frekvencije elektromotora na 40 Hz, uz konstantne navedene parametare, volumen sirovog ulja iznosi 195mL odnosno nakon vakuum filtracije 92 mL. Stupanj djelovanja preše nakon povećanja frekvencije iznosio je 59,25%. Povećanjem frekvencije elektromotora na 40 Hz zapažamo smanjenje volumena kako sirovog tako i finalnog hladno prešanog ulja te veći udio zaostalog ulja u pogači.

U Tablici 3 prikazan je utjecaj dodatka ljuske suncokreta na iskorištenje sirovog ulja i finalnog hladno prešanog makovog ulja. Upotrebom nastavka veličine otvora  $N = 6$  mm i prešanjem kod konstantnih uvjeta frekvencije elektromotora (brzina pužnice)  $F = 20$  Hz i temperature zagrijavanja glave preše  $T = 65$  °C, bez dodatka ljuske suncokreta dobiveno je 210 mL sirovog ulja temperature 41,5 °C. Nakon sedimentacije (taloženja) od 2 tjedna i vakuum filtracije volumen proizvedenog hladno prešanog makovog ulja je iznosio 122,5 mL. Masa dobivene pogače iznosi 318,11 g, a udio zaostalog ulja u pogači (nusprodukt prešanja) je 14,17%, stupanj djelovanja preše iznosio je 64,83%. Prešanjem uz identične uvjete ali uz dodatak 5% ljuske suncokreta, dobiven je manji volumen sirovog ulja (200 mL) i finalnog ulja (110,5 mL), dok je masa pogače 344,80g. Analizom zaostalog ulja u pogači utvrđena je vrijednost 13,60 % te izračunat stupanj djelovanja preše 66,24%. Kod zadnjeg ispitivanja utjecaja dodatka 10% ljuske suncokreta rezultati su sljedeći: volumen sirovog ulja (195 mL), volumen finalnog ulja nakon taloženja i filtracije (117,5 mL), udio zaostalog ulja u pogači (13,21%) i stupanj djelovanja preše 67,21%. Upotrebom ljuske suncokreta (5 i 10%) tijekom hladnog prešanja maka, volumen proizvedenog ulja smanjuje se dodatkom ljuske suncokreta. Može se zaključiti kako dodatak ljuske suncokreta smanjuje iskorištenje ulja. Razlog ove pojave može se tumačiti time da ljuska suncokreta u svom sastavu ima puno celuloze i hemiceluloze koja tijekom prešanja upije dio ulja te se dobije manje iskorištenje ulja prešanjem.

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 ispitivanja peroksidnog broja (Pbr) i udjela vode su u skladu s Pravilnikom, a udio netopljivih nečistoća i udio SMK povećani.



Udio slobodnih masnih kiselina (SMK) iznosi 7,50% i premašuje maksimalno dozvoljenu vrijednost prema Pravilniku i ne udovoljava zahtjevima Pravilnika. Povećani udio SMK rezultat je nepravilnog skladištenja sirovine ili je sirovina skladištena duži vremenski period. 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. 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 8 i 10 mm.
2. Frekvencija elektromotora koja regulira brzinu pužnice utječe na iskorištenje makovog ulja tijekom hladnog prešanja.
3. 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.
4. Dodatak ljuske suncokreta prilikom prešanja utječe na iskorištenje makovog ulja tijekom hladnog prešanja.
5. Korištenjem ljuske suncokreta (5, 10%) zajedno sa sjemenkama maka tijekom hladnog prešanja došlo je do smanjenja količine proizvedenog sirovog ulja i hladno prešanog ulja. Razlog tome je taj što je ljuska upila dio ulja tijekom prešanja te se proizvela manja količina ulja.
6. Proizvedeno hladno prešano makovo ulje ima vrijednosti Pbr i udjela vode u skladu s Pravilnikom, a SMK su nešto povećane.

## **7. LITERATURA**

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

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.

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.

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.

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

Karlović Đ, Andrić N: Kontrola kvaliteta semena uljarica, 1996.