

# Udio ulja u hrvatskim sortama uljnog maka s različitih lokacija

---

**Mustapić, Ksenija**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2019**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Food Technology and Biotechnology / Sveučilište u Zagrebu, Prehrambeno-biotehnološki fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:159:447031>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-14**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the Faculty of Food Technology and Biotechnology](#)



Sveučilište u Zagrebu  
Prehrambeno-biotehnološki fakultet  
Prediplomski studij Prehrambena tehnologija

Ksenija Mustapić  
7179/PT

UDIO ULJA U HRVATSKIM SORTAMA ULJNOG MAKAS  
RAZLIČITIH LOKACIJA  
Završni rad

Predmet: Kemija i tehnologija ulja i masti  
Mentor: Doc.dr.sc. Marko Obranović

Zagreb, 2019.

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Završni rad

**Sveučilište u Zagrebu**

**Prehrambeno-biotehnološki fakultet**

**Preddiplomski sveučilišni studij Prehrambena tehnologija**

**Zavod za prehrambeno-tehnološko inženjerstvo**

**Laboratorij za tehnologiju ulja i masti**

**Znanstveno područje: Biotehničke znanosti**

**Znanstveno polje: Prehrambena tehnologija**

### **UDIO ULJA U HRVATSKIM SORTAMA ULJNOG MAKI S RAZLIČITIH LOKACIJA**

**Ksenija Mustapić, 58208140**

**Sažetak:** Mak, latinskog naziva *Papaver somniferum L.*, vrlo je važna ljekovita i uljarska kultura, a uzgaja se i kao ukrasna biljka. Cilj ovoga rada bilo je odrediti osnovne parametre kvalitete 3 sorte plavog i 1 sorte bijelog maka uzgojene na različitim lokacijama Zagreba i Križevaca. Parametri koji su se određivali su udio vode i udio ulja. Udio ulja (39,5 – 45,0 %) je manji od podataka navedenih u literaturi dok je udio vode (5,8 – 7,9 %) bio veći u usporedbi s podacima navedenim u literaturi. Uzorci bijelog sjemenja maka pokazuju nešto veći udio ulja (42,8%) nego uzorci plavog sjemenja maka (41,7%). Sorta koja se ističe po rasponu udjela ulja je sorta bijelog maka IND00044 (43,7 – 44,6 %) uzgajane na području Križevaca. Sorta koja pokazuje najmanji raspon udjela ulja je sorta plavoga maka IND00043 (39,5 – 41,8 %) uzgajane na području Zagreba.

**Ključne riječi:** sjeme maka, udio ulja, ulje maka

**Rad sadrži:** 21 stranica, 5 slika, 5 tablica, 32 literaturna navoda

**Jezik izvornika:** hrvatski

**Rad je u tiskanom i elektroničkom obliku pohranjen u knjižnici Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Kačićeva 23, 10 000 Zagreb**

**Mentor:** Doc.dr.sc. Marko Obranović

**Pomoć pri izradi:** Doc.dr.sc. Klara Kraljić

**Datum obrane:** srpanj 2019.

## BASIC DOCUMENTATION CARD

Bachelor thesis

University of Zagreb  
Faculty of Food Technology and Biotechnology  
University undergraduate study Food Technology

Department of Food technology Engineering  
Laboratory for Oil and Fat technology

Scientific area: Biotechnical Sciences  
Scientific field: Food Technology

### THE OIL CONTENT IN CROATIAN VARIETIES OF POPPY OILSEED FROM DIFFERENT LOCATIONS

Ksenija Mustapić, 58208140

**Abstract:** Poppy, Latin name *Papaver somniferum L.*, is very important medical and oil crop, which is also cultivated as a decorative plant. The aim of this study was to determine the basic quality parameters of 3 varieties of blue poppy seeds and 1 variety of white poppy seeds which were grown on different locations in Zagreb and Križevci. The basic quality parameters that were determined were moisture content and oil content. The oil contents (39,5 – 45,0 %) were lower than the data from the literature, the moisture contents (5,8 – 7,9 %) were higher than the data referred to in the literature. The white poppy seed varieties show slightly higher oil content (42,8%) than the varieties of blue poppy seed (41,7%). The variety with the highest oil content is the variety of white poppy seeds IND00044 (43,7 – 44,6 %) grown in Križevci. The variety that shows the lowest oil content is the variety of blue poppy seeds IND00043 (39,5 – 41,8 %) grown in Zagreb.

**Keywords:** oil content, poppy seed, poppy seed oil

**Thesis contains:** 21 pages, 5 figures, 5 tables, 32 references

**Original in:** Croatian

**Thesis 3 sin printed and electronic form deposited in the library of the Faculty of Food Technology and Biotechnology, University of Zagreb, Kačićeva 23, 10 000 Zagreb**

**Mentor:** Marko Obranović, PhD, Assistant professor

**Technical support and assistance:** Klara Kraljić, PhD, Assistant professor

**Defence date:** July 2019

## Sadržaj

|          |                                                               |    |
|----------|---------------------------------------------------------------|----|
| 1.       | UVOD .....                                                    | 1  |
| 2.       | TEORIJSKI DIO .....                                           | 2  |
| 2.1.     | Povijest i podrijetlo maka .....                              | 2  |
| 2.2.     | Botanička obilježja maka.....                                 | 2  |
| 2.3.     | Glavne primjene maka .....                                    | 4  |
| 2.4.     | Kultivacija maka .....                                        | 4  |
| 2.5.     | Osnovni parametri ocjenjivanja kakvoće sjemena uljarica ..... | 6  |
| 2.5.1.   | Tehničko-tehnološka svojstva uljarica .....                   | 6  |
| 2.5.2.   | Procjena tehnološke kakvoće sjemena .....                     | 6  |
| 2.5.2.1. | Udio vode.....                                                | 6  |
| 2.5.2.2. | Udio nečistoće .....                                          | 7  |
| 2.5.2.3. | Udio ulja.....                                                | 7  |
| 2.6.     | Priprema sjemena uljarica za proizvodnju ulja.....            | 7  |
| 2.7.     | Proizvodnja ulja .....                                        | 7  |
| 2.7.1.   | Prešanje.....                                                 | 8  |
| 2.7.2.   | Ekstrakcija organskim otapalima.....                          | 8  |
| 2.8.     | Kemijski sastav ulja sjemena maka .....                       | 8  |
| 2.8.1.   | Masne kiseline .....                                          | 9  |
| 2.8.2.   | Neglicerдни sastojci ulja sjemena maka .....                  | 10 |
| 2.8.2.1. | Tokoferoli .....                                              | 11 |
| 2.8.2.2. | Steroli .....                                                 | 11 |
| 2.9.     | Glavne primjene ulja sjemena maka.....                        | 12 |
| 3.       | EKSPERIMENTALNI DIO .....                                     | 13 |
| 3.1.     | Materijali .....                                              | 13 |
| 3.2.     | Metode rada .....                                             | 13 |
| 3.2.1.   | Određivanje udjela vode u sjemenkama maka .....               | 13 |
| 3.2.2.   | Određivanje udjela ulja u sjemenkama maka .....               | 14 |
| 4.       | REZULTATI .....                                               | 15 |
| 5.       | RASPRAVA .....                                                | 17 |
| 6.       | ZAKLJUČAK.....                                                | 19 |
| 7.       | LITERATURA.....                                               | 20 |

## 1. UVOD

Mak (*Papaver somniferum L.*) se uzgaja još od antičkih vremena zbog svojih sjemenja bogatih uljem i opijuma. Dok se alkaloidi iz makovih tobolaca i trave široko primjenjuju u farmaceutskoj industriji, njegova se sjemenja intenzivno koriste u raznim pečenim proizvodima. Mak se uzgaja uglavnom u Kini, Indiji i Turskoj. Iako je malo podataka o proizvodnji i prometu maka kao uljarice, procjenjuje se da se za njihov opijum uzgaja više od pola milijuna hektara maka. Prosječni prinosi makovog sjemenja iznose 1200 do 1800 kg/ha u europskim uvjetima (Bozan i Temelli, 2003).

Zbog ekonomičnosti uzgoja maka, sjeme se također može iskoristiti. Sjemenke i ulje koje se mogu izdvojiti iz sjemenja nemaju narkotičkih svojstava. Sjemenke maka se obično koriste u prehrambenoj industriji za ukrašavanje kruha i pečenih proizvoda. Vrijedno ulje iz sjemenja široko se koristi kao jestivo ulje za kuhanje, pritom dobivena pogača se koristi kao stočna hrana (Azcan i sur., 2004).

Ulje sjemenja maka je svijetložute boje, ugodnog mirisa i okusa, a upotrebljava se kao dobro jestivo ulje, ali zbog visokog sadržaja nezasićenih masnih kiselina i kao sirovina u proizvodnji slikarskih boja, lakova i sapuna (Pushpangadan, 2012). Sadržaj ulja sjemenja maka varira od 40 do 55%. Linolna (C18:2; 60 - 75%), oleinska (C18:1n9; 12 - 22%) i palmitinska masna kiselina (C16:0; 10 - 12%) prevladavaju (Bernáth i Németh, 2009).

Posljednjih nekoliko godina u Republici Hrvatskoj povećava se interes za uzgoj uljanog maka. U Hrvatskoj se uljani mak uzgaja za svoje sjeme, uglavnom u vrtovima za kućne potrebe. Potreba u Hrvatskoj, međutim, daleko je veća i zadovoljava se uvozom. Uljani mak s tamno plavom bojom i sjeme sive boje posebno je cijenjeno. Sorte maka razlikuju se po prinosu sjemenja, udjelu ulja, sadržaju alkaloida itd. (Pospišil i sur., 2016).

Cilj ovog rada bio je odrediti osnovne parametre kakvoće sjemenja maka različitih sorti koji uključuje udio ulja i udio vode u određenom uzorku maka kako bi se odredile najpogodnije sorte uzgoja radi proizvodnje ulja. Sjemenje maka, odnosno njegove sorte koje su se koristile tokom određivanja udjela ulja i vode uzgajane su na raznim područjima Zagreba i Križevaca.

## 2. TEORIJSKI DIO

### 2.1. Povijest i podrijetlo maka

Mak je zajednički naziv za nekoliko vrsta roda *Papaver*, obitelji *Papaveraceae*. Obuhvaća mnoge vrste koje se uzgajaju kao vrtni cvjetovi (vrtni makovi) i vrste *P. somniferum* su uzgojene za proizvodnju važnog opojnog narkotika opijuma (osušeni lateksni eksudat iz potpuno izraslog tobolca) i jestivih sjemenki i ulja. Opijum je jedan od najstarijih poznatih lijekova protiv bolova i izvor je nekoliko vrsta alkaloida koji se koriste kao analgetik, antitusik i spazmolitik u modernoj medicini. Opijumski mak su uzgajali drevne civilizacije poput Grčke, Egipta, Italije, Perzije i Mezopotamije. Mak se danas uzgaja uglavnom za proizvodnju opijuma i zbog jestivog sjemena i ulja. Sjemenke maka su visoko hranjive i koriste se u pekarskim proizvodima, curryu, slatkišima i slasticama u kulinarske svrhe te za proizvodnju ulja (Pushpangadan, 2012).

Smatra se da *Papaver somniferum* (L.) potječe negdje iz zapadnog Mediterana te se odatle širi diljem Europe i preko Balkanskog poluotoka u Malu Aziju tokom tercijara (Pushpangadan, 2012). *Papaver somniferum* se danas kultivira kao jednogodišnja biljka u zemljama Kine, Indije, Češke, Slovačke ili Turske (Erinc i sur., 2009). Uzgoj maka u Hrvatskoj započeo je u prvoj polovici 19. stoljeća, uzgaja se na vrlo malim površinama i to samo kao uljani mak za sjeme (Pospišil, 2013).



Slika 1. Tobolac i sjeme (plavog) maka (Anonymous 1, 2015)

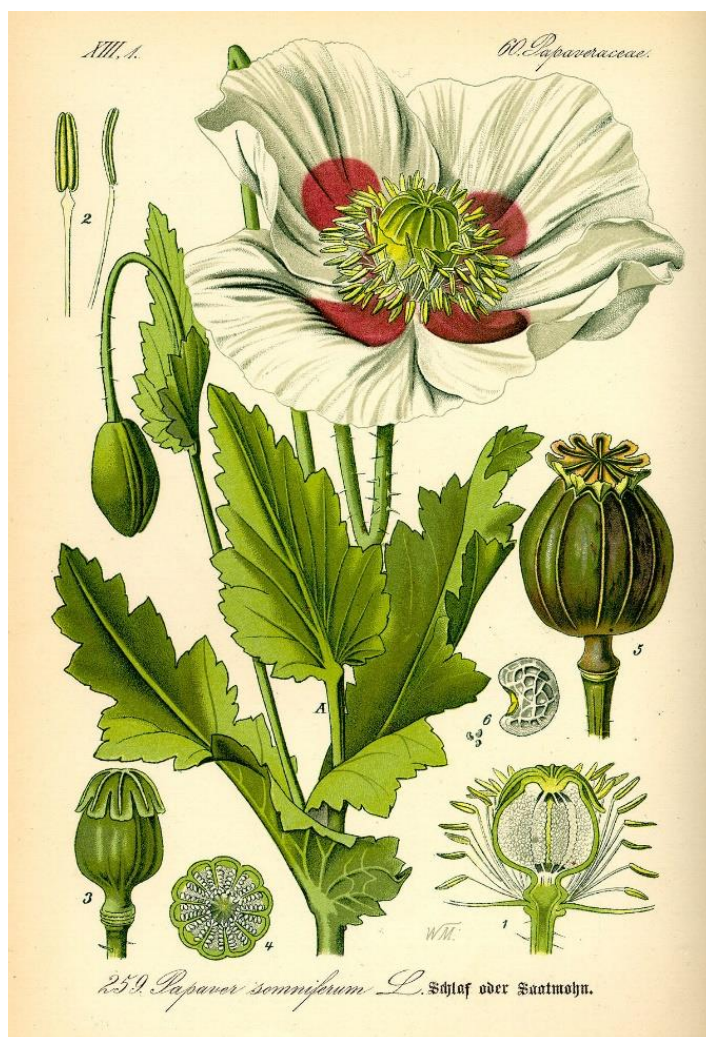
### 2.2. Botanička obilježja maka

*P. somniferum* je uspravna, jednogodišnja biljka, duljine 30 – 150 cm, sa stabljikom debljine između 0,5 i 1,5 cm. Korijen je malo ili jako razgranat, sužen i žut. Stabljika je gola s debelim voskastim premazom. Listovi su brojni, naizmjenični, sesilni i šire se horizontalno. Donji listovi

su ovalno-duguljastog oblika dugi oko 15 cm. Gornji listovi mogu doseći i do 25 cm duljine, postupno se šire i žilave prema bazi. Najviši listovi su vrlo široki, jajolikog oblika sa istaknutim venama. Srednji dio je također širok i gotovo bijele boje. Mak kao biljka ima nekoliko cvjetova, koji rastu pojedinačno na peteljci duljine 10 do 15 cm. Plod je tobolac koja varira u boji i obliku. Nezreli tobolac pokriven je voštanim premazom koji mu daje sivkasto-plavu nijansu. Kada je zreo, tobolac poprima blijedo smeđu boju. Može biti okruglastog ili okruglog oblika, ili pak duguljastog do jajoliko-duguljastog oblika. Mak se općenito smatra samooprašujućom biljkom. Sjemenke su brojne i vrlo male (Pushpangadan, 2012).

Ovisno o sorti postoje različite boje sjemenka makova te one mogu biti plave, sive, crvene, crne, bijele ili žute boje. Opijumski mak ima bijelo ili žuto sjeme. U Europi se uglavnom uzgaja mak s plavim sjemenom, a u Aziji, posebice Indiji, mak s bijelim sjemenom (Pospíšil, 2013).

Singh i sur. (1995) u svom istraživanju navode da putem pažljivo odabranih metoda selekcije i razmnožavanja makova se mogu stvarati sorte s manjim sadržajem opijuma, ali koje daju visok prinos sjemenki i visokokvalitetnog ulja za uporabu u prehrambenoj industriji.



Slika 2. Botanička obilježja maka (Anonymous 2, 2004)



### 2.3. Glavne primjene maka

Mak se u svijetu uzgaja kao osnovna sirovina za proizvodnju farmaceutski važne narkotike kao i za proizvodnju sjemenja. Sjemenke se osobito koriste u prehrambenoj industriji kao posip ili punjenje u slastičarstvu i pekarstvu (Lančaričova i sur., 2016).

Većina publikacija navodi narkotička svojstva i medicinsku primjenu alkaloida sadržanih u makovim tobovcima. Makove sjemenke koriste se kao sastojci u mnogim receptima, i osim što pridonose okusu, pridonose i prehrambenoj koristi, budući da su bogate brojnim korisnim vitaminima i mineralima, poput magnezija, kalcija i cinka. Osim kao sirove, sjemenke se mogu koristiti i pržene i kao takve dodavati u salate i jušne proizvode. Sjemenke se često koriste i kao zgušnjavajući faktor u umacima (Pushpangadan, 2012).

*P. somniferum* ima i širok raspon upotrebe u tradicionalnoj medicini. Koristi se kao afrodizijak i analgetik, te zbog svojih umirujućih, baktericidnih i sedativnih svojstava. Sjemenke se koriste za promicanje dobrog probavnog zdravlja i mogu se koristiti u lijekovima za konstipaciju, proljev, bol u crijevima i dizenteriju. Koriste se i sjemenke i tobovcima kao lijek za nesanicu: tobovcima se koriste kao sedativ u obliku sirupa ili ekstrakta dok se za sjemenke preporučuje mješavina 30 g mlijeka sa šećerom. Sjemenke također imaju visok sadržaj ugljikohidrata koji u našem organizmu služe kao glavni izvor energije, a pokazalo se da su korisne u liječenju različitih vrsta rakova, apscesa, čireva, sifilisa, skrofula i gube te u pružanju olakšanja od stanja kao što su artritis, reumatizam i giht. Mak se također koristi kao antitusik i može pomoći ublažiti simptome astme i hripavca. Može se koristiti kao pasta pripremljena od korijena maka za ublažavanje raznih peckanja na koži. Čaj od maka se koristi kao kućni lijek već nekoliko stotina godina u Europi. Smatra se korisnim u prevladavanju ovisnosti o heroinu (Pushpangadan, 2012).

Opijum izveden iz *P. somniferum* L. poznat je kao prirodni izvor važnih alkaloida kao što su morfin (snažan narkotički analgetik), tebain, kodein (analgetski antitusični lijek) i oripavin, te se široko koristi u farmaceutskoj industriji. Opioidni analgetici su izuzetno vrijedni jer smanjuju ili ublažavaju bol bez izazivanja gubitka svijesti. Papaverin, još jedan od alkaloida opijumskog maka, koristi se za relaksaciju mišića uglavnom za ublažavanje cerebralne i periferne ishemije povezane sa spazmom arterije i ishemije miokarda otežanog aritmijama. Apomorfin, polusintetički analog morfija, bio je prvi dopaminergički lijek koji se koristio za liječenje simptoma Parkinsonove bolesti. Nedavno je pronađen i noskapin, još jedan od važnih alkaloida pronađenog u opijumskom maku, za koji je utvrđeno da ima zanimljiva svojstva što se tiče kemoprevencije i liječenja raka, osobito raka prostate i moždanog udara (Pushpangadan, 2012).

U Hrvatskoj se uzgaja samo uljani mak za sjeme i to uglavnom u vrtovima za potrebe kućanstva (Pospišil, 2014).

### 2.4. Kultivacija maka

Mak se najbolje uzgaja u dobro isušenom tlu na otvorenim sunčanim mjestima u suptropskom području i zahtijeva navodnjavanje tijekom sušnih razdoblja. Izravna sjetva je poželjna kako presađene sadnice ne rastu dobro. Mak je šestomjesečni usjev sa sjetvom koja se obično

provodi u jesen. Kad se obavi žetva, mak se skladišti u hladnim, vakuumskim posudama. Ako se čuva na sobnoj temperaturi, ulje će brzo postati užeglo, a mak će poprimiti gorak okus i postat će neukusan (Pushpangadan, 2012).

S obzirom na uvedene zahtjeve i međunarodne trendove u uzgoju maka, uzgoj usjeva maka usredotočen je na stvaranje dvije vrste kultivara; industrijski, s kapacitetom da akumulira visoke razine morfina ili drugih alkaloida suhog tobolca, i prehrambene sorte s visokim proizvodnim potencijalom prikladnog kvalitetnog sjemena za korištenje u prehrambenoj industriji, s niskim do umjerenim sadržajem morfina (Salamon i Fejer, 2011).

Nedavni cilj opsežnog istraživanja svojstva maka provode se za njihovu primjenu u hormonima, genetskom inženjerstvu, kontroliranom unakrsnom oprašivanju, itd. (Salamon i Fejer, 2011).

U prvom dijelu vegetacije, od sjetve do početka cvatnje, mak traži više vlage, a manje topline, dok u drugom dijelu vegetacije, od početka cvatnje do zriobe, traži više topline i svjetlosti, a manje vlage. Najveću količinu vode mak traži za vrijeme sjetve, za nicanje te u prvim fazama rasta do početka cvatnje. Osobito velike potrebe za vodom mak ima u fazi butonizacije kada se biljke granaju i intenzivno rastu. Nedostatak vlage u to vrijeme uzrokuje oštro reduciranje prinosa, a mak ostaje nizak sa slabo razvijenim čahurama. Uljani mak daje najbolje rezultate na plodnim tlima, ali uspješno se može uzgajati i na manje plodnim tlima uz adekvatnu gnojdbu. Pogoduju mu laganija, dobro strukturna tla kao što su aluvijalni nanosi, pjeskovito glinasta tla s pH 6,5 – 7,2. Mak obavezno treba uzgajati u plodoredu da bi se smanjila opasnost od bolesti (plamenjača i crna pjegavost maka) i štetnika (makova pipa). Na istu se površinu može sijati nakon 4 – 5 godina. Dobre pretkulture za mak su strne žitarice, krumpir i znate mahunarke. Za sjetvu maka pravilna obrada ima veliki značaj, jer na loše obrađenom tlu mak teško niče. Tlo se mora obraditi tako da bude očišćeno od korova, površina usitnjena i poravnata, a sjetvena posteljica tvrđa da bi se sjeme posijalo plitko i na istu dubinu. Količine i vrijeme unošenja gnojiva treba uskladiti s plodnošću tla, klimatskim uvjetima i planiranim prinosom. Mak se može gnojiti stajskim i mineralnim gnojivima. Za suzbijanje korova u maku dozvolu ima vrlo malo herbicida. Neki herbicidi izazivaju određenu fitotoksičnost maka. U Hrvatskoj su za primjenu u maku registrirana dva herbicida (djelatne tvari: fluroksipir i mezotrion). Glavni kriterij za odabir vremena primjene herbicida jest poštivanje faze razvoja kulture i korova te propisane karence. U slučaju veće pojave štetnika poput plamenjače ili pak sive plijesni, potrebno je primijeniti odgovarajuće insekticide za njihovo suzbijanje. Žetva uljanog maka je u fazi potpune biološke zrelosti sjemena (tobolci su tvrdi, suhi, tamnožute boje, pri trešenju se „čuje“ sjeme u njima, a vlaga sjemena je oko 10 %). U hrvatskim uvjetima žetva se obično obavlja u drugoj polovici srpnja. Mak mora potpuno dozrijeti jer je nezrelo sjeme loše kvalitete. Na velikim površinama žetva se obavlja žitnim kombajnom, a na malim ručno. Pri dobroj agrotehnici i povoljnim vremenskim uvjetima prinos sjemena iznosi 800 – 1000 kg ha<sup>-1</sup>. Sjeme maka lako se kvari zbog visokog sadržaja ulja. Zato se nakon vršidbe odmah treba očistiti i osušiti u specijalnim sušarama. Sjeme maka se može skladištiti s najviše 8 % vlage. Skladišta u kojima se čuva sjeme moraju biti suha, prozračna i bez stranih mirisa. Sjeme mora biti zdravo, uniformne boje, veličine i oblika. Ne smije biti užeglo (Pospišil, 2014).

## **2.5. Osnovni parametri ocjenjivanja kakvoće sjemena uljarica**

Pravilno vođenje tehnološkog procesa proizvodnje, rafinacije i prerade jestivih ulja i masti nije moguće bez poznavanja sastava i tehnoloških svojstava sirovine, kao i kemijsko - fizikalnih svojstava ulja bitnih za njenu kakvoću, održivost i primjenu. Poznavanjem ovih svojstava tehnolog je u mogućnosti odabrati optimalne uvjete tijekom pojedinih tehnoloških procesa, spriječiti nepoželjne promjene i osigurati visoku kakvoću proizvoda (Rade i sur., 2001).

Rade i sur. (2001) isto tako navode kako u okviru poznavanja i ocjenjivanja kakvoće sjemena i plodova uljarica da bi se procijenila upotrebljivost ili trgovačka vrijednost neke sirovine ili proizvoda, prvo je potrebno od velike količine te sirovine uzeti manji uzorak koji će se analizirati i na osnovi rezultata analize procijeniti vrijednost čitave količine. Kod sjemena uljarica uzimanje prosječnog uzorka ovisi o veličini i homogenosti sjemena, a način uzimanja je propisan nacionalnim ili međunarodnim normama. Uzorci se mogu uzimati sondama ili automatskim uzorkivačima s određenih mjesta, a ovi pojedinačni uzorci se miješaju u jedan zajednički reprezentativni uzorak, koji ima, ovisno o sjemenu od 20 do 200 kg. Prosječni uzorak se postepeno smanjuje do potrebne mase pomoću naprava za četvrtanje ili razdjeljivača koji osiguravaju ujednačenu raspodjelu prosječnog uzorka.

### **2.5.1. Tehničko-tehnološka svojstva uljarica**

Za pravilno primjenjivanje pojedinih operacija transporta, skladištenja i prerade uljanih kultura potrebno je poznavanje njihovih tehničko- tehnoloških svojstava. Ta svojstva se često razlikuju i unutar iste kulture gdje postoje različite sorte ili hibridi. Ovisno o svojstvima pojedinog sjemena primjenjuju se drugačije operacije prilikom prerade, a poznavanjem ovih svojstava omogućuje se bolje i preciznije vođenje pojedinih faza tehnološkog procesa proizvodnje. U tehničko-tehnološka svojstva uljarica spadaju veličina i oblik uljarskih sirovina, omjer ljuske i jezgre u sjemenu, masa 1000 zrna, volumska odnosno litarska masa te čvrstoća sjemena (Rade i sur., 2001).

### **2.5.2. Procjena tehnološke kakvoće sjemena**

Za procjenu kakvoće sjemena uljarica važni podaci su udio ulja, vode i nečistoća. Osim ovih parametara za procjenu kakvoće uzima se u obzir i još udio proteina, celuloze, sastava masnih kiselina i kiselost ulja. Na osnovu ovih pokazatelja određuje se vrijednost pojedine uljarske sirovine prema pravilniku o uvjetima kakvoće (Rade i sur., 2001).

#### **2.5.2.1. Udio vode**

Udio vode u sjemenu ovisi o stupnju zrelosti sjemena, vremenskim prilikama tijekom sazrijevanja i žetve, a kod uskladištenog sjemena i o relativnoj vlažnosti zraka. Suho sjeme može navući vodu iz zraka ako je parcijalni tlak vode u zraku veći od tlaka para na njegovoj površini. Povećana vlažnost sjemena izaziva biokemijske promjene u sjemenu pa dolazi do razgradnje, klijanja, razvoja plijesni i drugih mikroorganizama. Time se umanjuje kakvoća sjemena i povećavaju troškovi jer je takvo sjeme prije prerade potrebno sušiti (Rade i sur., 2001).

#### **2.5.2.2. Udio nečistoće**

Nečistoće u uljarskoj sirovini su sve strane organske i anorganske primjese. Organske nečistoće mogu potjecati od same biljke, kao i dijelovi drugih biljki koje su se našle na polju tijekom berbe. Ove nečistoće ne sadrže ulje, a obično sadrže više vode od samog sjemena, pa će sjeme koje nije dobro očišćeno trošiti više energije za sušenje. Anorganske nečistoće potječu od zemljišta na kojem je biljka uzgajana, kamenčića, komadića metala i sl. Udio ovih nečistoća je znatno manji od organskih, ali ako nisu odstranjene mogu zbog svoje tvrdoće izazvati ozbiljne probleme tijekom tehnološkog procesa (Rade i sur., 2001).

#### **2.5.2.3. Udio ulja**

Udio ulja u sjemenu uljarica jedan je od osnovnih parametara za procjenu njegove kakvoće. Za određivanje udjela ulja koriste se metode propisane nacionalnim ili međunarodnim normama, kao i različite konvencionalne metode za brzo i orijentacijsko određivanje. Metode propisane normama (ISO, AOCS) su ekstrakcija ulja po Soxhletu ili Twisselmannu, a kao otapalo se koristi heksan ili petroleter (Rade i sur., 2001).

### **2.6. Priprema sjemena uljarica za proizvodnju ulja**

Svaka proizvodnja prehrambenog proizvoda iz sirovine biljnog podrijetla počinje žetvom, odnosno berbom. Žetvu treba izvršiti tako da bude što manje oštećenog zrnja i što manje nečistoća. Uljarsko sjeme čisti se kod ulaza u skladište, prije sušenja, poslije sušenja te prije prerade. Čišćenje se provodi u svrhu uklanjanja nečistoća koje mogu štetno djelovati na uskladišteno sjeme, onečistiti ulje te time umanjiti njenu vrijednost (Škevin, 2016).

Ljuštenje je postupak uklanjanja ljuske, ona se uklanja jer ne sadrži ulje, nema hranjive vrijednosti i smanjuje kapacitet strojeva. Neke sirovine se prije izdvajanja ulja ljušte, a druge ne, što zapravo ovisi o samoj sirovini odnosno o zahtjevima za kvalitetu izvorne sirovine (Škevin, 2016).

Najvažniji korak u pripremi sjemena uljarica je mljevenje. Zadatci mljevenja su da razori stanice biljnog tkiva tako da se ulje što lakše izdvaja. Način mljevenja ovisi o daljnjoj preradi. Ukoliko se ulje proizvodi ekstrakcijom organskim otapalima sjeme se melje u formu listića (omogućen je bolji prolaz otapala), a ako je postupak proizvodnje prešanje, sjeme se uglavnom melje u formu krupice. U industriji ulja i masti kod proizvodnje sjemenskih ulja najčešće se koriste metalni mlinovi na valjke (Škevin, 2016).

Kondicioniranje je zagrijavanje sjemena (60-70 °C) uz podešavanje udjela vode (vlaženje ili sušenje). Primjenjuje se u svrhu poboljšavanja iskorištenja prešanja (ili ekstrakcije organskim otapalima) (Škevin, 2016).

### **2.7. Proizvodnja ulja**

Prema Pravilniku o jestivim uljima i mastima (NN 11/2019), ovisno o tehnološkom postupku koji se primjenjuje u proizvodnji, ulje biljnog podrijetla se razvrstava u rafinirano, hladno prešano i djevičansko ulje.

Makovo sjeme sadrži oko 50% jestivog ulja ugodne arome i okusa sličnog bademovom ulju. Sjemenke iz tobolca koje nisu korištene za ekstrakciju opijuma daju veći prinos ulja. Iako se koriste i bijele i crne sjemenke za prešanje ulja, crne sjemenke se uglavnom preferiraju (Pushpangadan, 2012).

Jedan od potencijalnih problema je krivotvorenje visokokvalitetnog ulja maka s znatno jeftinijem uljem od suncokreta. Namjerno krivotvorenje se primjenjuje zbog povećanje ekonomskih koristi povećanjem prinosa proizvodnje masti nedetektabilnim ili teško detektabilnim dodacima. Takva smjesa makovog i suncokretovog ulja je teško uočljiva konvencionalnim metodama, zahvaljujući gotovo identičnom sastavu masnih kiselina dvaju ulja (Krist i sur., 2006).

### **2.7.1. Prešanje**

U većini pogona za proizvodnju ulja, prešanje se primjenjuje u kombinaciji s ekstrakcijom organskim otapalima (Škevin, 2016).

Prešanje je najstariji način proizvodnje ulja. Primjenjuju se dva tipa preša: hidrauličke preše koje zahtijevaju ručni rad i imaju manju produktivnost, te kontinuirane preše ili ekspeleri (pužne automatske preše) (Škevin, 2016).

Prema Pravilniku o jestivim uljima i mastima (NN 11/2019), hladno prešana ulja su proizvodi koji se dobivaju iz odgovarajućih sirovina, samo mehaničkim postupcima primjerice prešanjem bez upotrebe topline te se može provesti i postupak čišćenja odnosno bistrenja pranjem vodom, dekantiranjem, filtriranjem i centrifugiranjem.

Izostanak postupka kondicioniranja direktno utječe na nisko iskorištenje postupka hladnog prešanja. Također, u pogači zaostaje visok udio ulja i veći dio bioaktivnih komponenti koje se primjenom kondicioniranja ipak raspodjeljuju u ulju. Rezultat je nešto slabija održivost hladno prešanih ulja u odnosu na nerafinirana ulja iz iste vrste sjemena (Škevin, 2016).

### **2.7.2. Ekstrakcija organskim otapalima**

Ekstrakcija organskim otapalima podrazumijeva izdvajanje lipidnih sastojaka iz predhodno pripremljenog materijala (sjemenje) ili međufaze tehnološkog procesa (pogača) pomoću organskog otapala. Princip ekstrakcije je difuzija, proces prijenosa tvari iz jednog sistema u drugi. Sistem iz kojeg se ulje mora izdvojiti je pripremljeno sjeme uljarice (oljušteno, samljeveno, kondicionirano, izlističano) ili samljevena pogača, a sistem u koji ulje difuzijom prelazi je otapalo, odnosno, miscela (smjesa otapala i ulja) (Škevin, 2016).

Učinkovitost ekstrakcije ulja organskim otapalom ovisi i o izboru otapala. Najčešća otapala koja se koriste u svrhu ekstrakcije su heksan, petroleter, eter, klorirani ugljikovodici, aceton, etanol i dr. Odvajanje otapala od ulja provodi se destilacijom (Škevin, 2016).

## **2.8. Kemijski sastav ulja sjemena maka**

Prema Pravilniku o jestivim uljima i mastima (NN 11/2019) ulja su proizvodi koji se dobivaju iz sjemenki ili plodova biljaka, sastoje se od triglicerida masnih kiselina, a mogu sadržavati i

neznatne količine drugih lipida kao što su fosfolipidi, voskovi, neosapunjive tvari, mono - i digliceridi te slobodne masne kiseline.

Ulje sjemena maka je svijetložute boje, ugodnog mirisa i okusa (Pushpangadan, 2012). Sadržaj ulja sjemena maka varira od 40 do 55% (Bernáth i Németh, 2009).

### 2.8.1. Masne kiseline

Trigliceridi se sastoje od tri masne kiseline vezane za glicerol. Masne kiseline u načelu imaju paran broj atoma ugljika, većina od dvadesetak masnih kiselina prisutnih u hrani imaju od 4 do 22 atoma ugljika, a s obzirom na zastupljenost u hrani i tjelesnim tkivima, prevladavaju one sa 16 i 18 atoma ugljika. Zasićene masne kiseline nemaju dvostruke veze među atomima ugljika (npr. laurinska C12:0), jednostruko nezasićene imaju jednu (npr. oleinska C18:1  $\omega$ -9), a višestruko nezasićene dvije ili više dvostrukih veza (npr. linolna C18:2  $\omega$ -6) (Štalić i sur., 2016).

Tablica 1. Sastav masnih kiselina ulja sjemenki maka (Singh i sur., 1999)

| Masna kiselina                  | Ulje maka<br>(% m/m) |
|---------------------------------|----------------------|
| C <sub>16:0</sub> - palmitinska | 8,9 – 21,5           |
| C <sub>18:0</sub> - stearinska  | 1,4 – 10,8           |
| C <sub>18:1</sub> - oleinska    | 13,2 – 36,8          |
| C <sub>18:2</sub> - linolna     | 41,0 – 60,0          |
| C <sub>18:3</sub> - linolenska  | 0,0 – 9,4            |

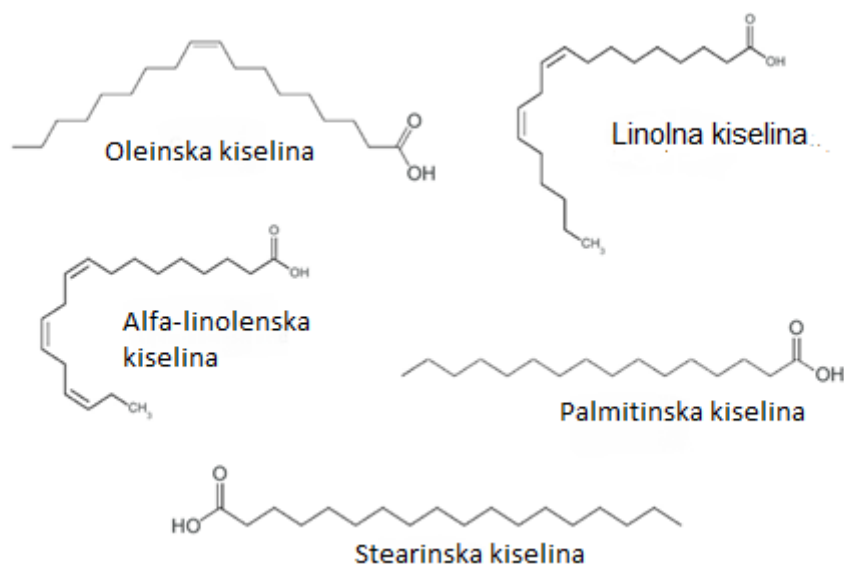
U ulju sjemena maka najzastupljenije zasićene masne kiseline su palmitinska i stearinska (Bozan i Temelli, 2008). Zasićene masne kiseline povišuju ukupni i LDL kolesterol jer blokiraju receptore jetre zadužene za uklanjanje kolesterola iz cirkulacije te potiču endogenu sintezu kolesterola, međutim stearinska se kiselina konvertira u oleinsku i ima neutralan učinak. Dodatni razlog zbog čega je potrebno smanjiti unos zasićenih masnih kiselina je učinak koji se zamjećuje kad je unos energije u suvišku u odnosu na potrebe: ako se suvišak ostvaruje povećanjem unosa zasićenih masti, posljedica je povećanje količine visceralne masti i količine masti u jetri (Štalić i sur., 2016).

Od nezasićenih masnih kiselina, makovo ulje je izvor linolne kiseline što ga čini dobrim uljem u prehrane svrhe jer je pokazano da visoki postotak linolne kiseline pomaže pri snižavanju kolesterola u krvi. Ima visok koeficijent probavljivosti od oko 96% za dnevni unos od 50 g (Pushpangadan, 2012). Linolna masna kiselina je polinezasićena, esencijalna i  $\omega$ -6 masna kiselina što znači da se prva dvostruka veza pojavljuje na šestom ugljikovom atomu od metilnog kraja. Neke od funkcija  $\omega$ -6 masnih kiselina su proizvodnja eikosanoida, uključujući prostaglandine, prekursori su arahidonske (esencijalne) masne kiseline, komponente su membranskih strukturnih lipida, posjeduju ulogu u staničnim signalnim putevima, važni su za

normalno funkcioniranje epitelnih stanica te sudjeluju u regulaciji gena za proteine koji reguliraju sintezu masnih kiselina (Otten i sur., 2006).

Linolenska masna kiselina pripada omega-3 masnim kiselinama s pozitivnim učinkom na aterosklerozu, ishemičnu bolest srca, upalne bolesti i vjerojatno i poremećaj ponašanja. S druge strane, naginje autooksidaciji stoga je visoka razina ove masne kiselina neprihvatljivi čimbenik u prehrambenoj industriji (Lančarićova i sur., 2016). S obzirom na tu činjenicu, mak je prikladan materijal koji se koristi u prehrambenoj industriji jer sadrži relativno male količine ove masne kiseline. Isto tako, poželjna značajka niskog postotka linolenske kiseline je ta što poboljšava kapacitet skladištenja ulja. Velike količine linolenske kiseline nisu prikladne za prehrambene proizvode zbog njegove nestabilnosti i pojave reverzije okusa povezanog s autooksidacijom (Ozcan i Atalay, 2006).

Dakle, ulja od maka može biti pogodan usjev za prehrambenu industriju zbog vrlo niskog sadržaja linolenske i visokog sadržaj linolne kiseline (Singh i sur., 1998).



Slika 3. Masne kiseline u ulju sjemena maka (Little, 2015)

### 2.8.2. Neglicerдни sastojci ulja sjemena maka

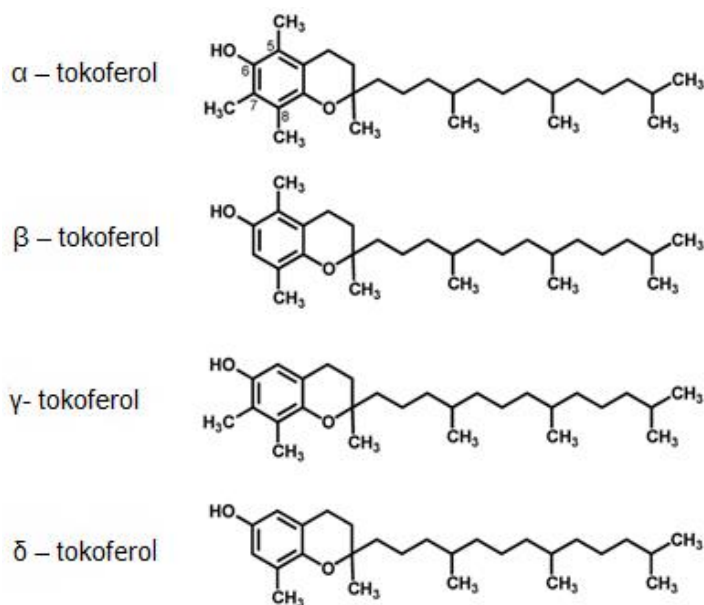
Jedno od kemijskih svojstava ulja i masti je mogućnost formiranja sapuna u reakciji s lužinom (saponifikacija). U osapunjive dijelove ulja i masti ubrajaju se masne kiseline, trigliceridi i fosfolipidi. S druge strane, neosapunjivi spojevi također se nalaze u uljima i mastima i čine njihovih 1 - 2%. U tu frakciju se ubrajaju tokoferoli, steroli, skvaleni, pigmenti (klorofili i karotenoidi), vitamini D, A i K i drugi. To su ujedno i spojevi koji u svojoj strukturi ne sadrže glicerol pa se ubrajaju u negliceridnu frakciju ulja i masti (Škevin, 2016).

### 2.8.2.1. Tokoferoli

Tablica 2. Sadržaj tokoferola ulja maka (Bozan i Temelli, 2008).

| Tokoferoli           | Ulje maka<br>(mg/100 g) |
|----------------------|-------------------------|
| $\alpha$ – tokoferol | $5,53 \pm 0,20$         |
| $\beta$ – tokoferol  | $1,67 \pm 0,21$         |
| $\gamma$ - tokoferol | $21,74 \pm 1,20$        |
| $\delta$ – tokoferol | $0,58 \pm 0,04$         |
| ukupno               | 30,9                    |

Tokoferoli su prirodni antioksidansi s biološkom aktivnošću. Antioksidacijsko djelovanje je veće što je veći udio  $\gamma$ -tokoferola te će ulja sjemenki maka s većim udjelom  $\gamma$ -tokoferola imati veću otpornost prema oksidaciji. Glavna biokemijska funkcija tokoferola je zaštita polinezasićenih masnih kiselina od autooksidacije (Erinc i sur., 2009).



Slika 4. Kemijske strukture tokoferola (Smolarek i Suh, 2011)

### 2.8.2.2. Steroli

U biljnim uljima i mastima nalaze se steroli i stanoli, najčešći steroli su  $\beta$ -sitosterol, kampesterol i stigmasterol. Istraživanja su pokazala da reduciraju ukupni kolesterol i LDL-kolesterol inhibicijom apsorpcije kolesterola u tankom crijevu (Škevin, 2016).

Fitosteroli su steroli biljnog podrijetla.  $\beta$ -sitosterol, kampesterol i stigmasterol su sastavni dijelovi membrana biljnih stanica i nalaze se u biljnim uljima, orašastim plodovima,



sjemenkama i žitaricama (Erinc i sur., 2009). Fitosteroli imaju širok spektar bioloških učinaka uključujući protuupalne, antioksidativne i antikancerogene aktivnosti, ali najviše se koncentriraju o njihovoj sposobnosti snižavanja kolesterola (Ryan i sur., 2007).

Erinc i sur. (2009) su u svom istraživanju kemijskog sastava ulja maka razolikih sorti naišli da količine ukupnih sterola su se kretale od 1099,84 mg kg<sup>-1</sup> do 4816,10 mg kg<sup>-1</sup>. Glavni steroli su β-sitosterol, u rasponu od 663,91 mg kg<sup>-1</sup> do 3244,39 mg kg<sup>-1</sup>, kampesterol, u rasponu od 228,59 mg kg<sup>-1</sup> do 736,50 mg kg<sup>-1</sup>, Δ<sup>5</sup>-avenasterol, u rasponu od 103,90 do 425,02 mg kg<sup>-1</sup> te stigmasterol, u rasponu od 30,94 mg kg<sup>-1</sup> do 213,04 mg kg<sup>-1</sup>. Iz ovih nalaza može se zaključiti da ulje maka iz sjemena predstavlja vrlo važan dijetetski izvor fitosterola.

## 2.9. Glavne primjene ulja sjemena maka

Ulje sjemena maka se koristi primarno u prehrambenoj industriji. Koristi se za brojne prehrambene proizvode kao što su kruh, peciva, kolačići i kolači. Također se može koristiti kao medij za kuhanje ili, kada se pomiješa s maslinovim uljem, kao preljev za salatu (Pushpangadan, 2012).

Ulje dobiveno od maka je visoke kvalitete te kao takvo je prikladno ne samo za korištenje u prehrambenoj industriji, već i u proizvodnji kozmetike (Lančarićova i sur., 2016.). Ulje se vrlo brzo apsorbira u kožu, obnavljajući lipide i povećavajući elastičnost kože - osobine koje također čine sastavni dio proizvoda za njegu poput krema protiv bora, losiona za tijelo i balzama, također prikladan i za njegu suhe kože. Makovo ulje se također koristi kao masažno ulje (Martindale, 1993.)

Vrijedno ulje iz sjemena široko se koristi i za proizvodnju visokokvalitetnih umjetničkih boja i lakova. Pogača koja nastaje pri proizvodnji ulja se koristi kao stočna hrana (Pushpangadan, 2012).



Slika 5. Ulje makovog sjemena (Anonymous 3, 2017)

### 3. EKSPERIMENTALNI DIO

#### 3.1. Materijali

Za eksperimentalni dio ovog rada korišteni su 4 sorte sjemenki maka (*Papaver somniferum L.*) koje su bile uzgojene na području Zagreba i Križevaca.

Tablica 3. Sorte maka (Hrvatska baza podataka o biljnim genetskim izvorima, 2019).

| <b>SORTA</b> | <b>LOKACIJA</b>                    |          | <b>TIP MAK</b> |
|--------------|------------------------------------|----------|----------------|
| IND00042     | Gornji Bogičevci,<br>Zagreb        | Križevci | plavi          |
| IND00043     | Beli Manastir,<br>Zagreb           | Križevci | plavi          |
| IND00044     | Staro Petrovo<br>Selo, Zagreb      | Križevci | bijeli         |
| IND00046     | Trnovec<br>Bartolovečki,<br>Zagreb | Križevci | plavi          |

Sorte koje su se koristile su uvrštene u listu hrvatske baze podataka o biljnim genetskim izvorima kao industrijsko bilje. Uzorci su prikupljeni tokom 2013. godine.

Sve korištene sorte su tradicionalni kultivari koje se uzgajaju na urbanom, periurbanom ili ruralnom području kao što su kućni vrt ili dvorište te ih karakterizira mogućnost dugotrajnog skladištenja.

U eksperimentalnom dijelu se određivao njihov udio vode i udio ulja. Za određivanje udjela vode se koristilo cjelovito sjeme, dok se za udio ulja koristio mljeveni uzorak.

#### 3.2. Metode rada

##### 3.2.1. Određivanje udjela vode u sjemenkama maka

Za određivanje vode u sjemenu maka koristila se standardna metoda (HRN EN ISO 665:2004) sušenja do konstantne mase u sušioniku pri temperaturi od  $103 \pm 2^\circ\text{C}$ . Sitno sjeme maka se analizira bez prethodnog mljevenja.

##### Postupak

U osušenu i izvaganu posudicu izvaže se 5 g s točnošću 0,001 g cijelog sjemena. Posudica se potom s podignutim poklopcem stavi u sušionik koji je prethodno zagrijan na  $103 \pm 2^\circ\text{C}$ . Nakon 2 sata posudica se u sušioniku zatvori poklopcem i stavi u eksikator hladiti. Kada se ohladi do sobne temperature, izvaže se i ponovno stavi s podignutim poklopcem u sušionik 1 sat. Nakon toga se ponovno hladi u eksikatoru do sobne temperature i važe. Sušenje se ponavlja po 1 sat dok razlika između dva uzastopna mjerenja ne bude najviše 0,005 g. Za svaki uzorak se naprave dva paralelna određivanja. Udio vode se izračunava prema formuli:

$$\% \text{ vode} = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_0} \times 100 \quad [1]$$

gdje je :

$m_0$  = masa prazne posudice (g)

$m_1$  = masa posudice s uzorkom prije sušenja (g)

$m_2$  = masa posudice s uzorkom nakon sušenja (g)

Kao konačan rezultat postotka vode u određenom uzorku maka uzima se srednja vrijednost dva paralelna određivanja.

### **3.2.2. Određivanje udjela ulja u sjemenkama maka**

Udio ulja u sjemenu uljarica jedan je od osnovnih parametara za procjenu njegove kakvoće. U eksperimentalnom dijelu određivanja ulja u sjemenkama maka korištena je standardna metoda (HR EN ISO 659:2010) ekstrakcije ulja po Soxhletu gdje se kao otapalo koristio petroleter.

#### Postupak

U tuljcu za ekstrakciju izvaže se 10 g samljevenog sjemena s točnošću od 0,001 g. Mljevenje sjemenki se može izvesti različitim mlinovima, zadovoljava i korištenje običnog električnog mlina za kavu. Izvagani uzorak se u tuljcu zatvori vatom. Tuljac se nakon toga stavi u aparaturu za ekstrakciju, doda potrebni volumen petroletera, a ekstrakt se skuplja u prethodno izvaganu tikvicu u koju su stavljene 1 - 2 staklene kuglice za vrenje. Ekstrahira se 8 sati u aparaturi po Soxhletu. Nakon završene ekstrakcije, otapalo odnosno petroleter se otpari, a ostatak suši 1 sat pri  $103 \pm 2^\circ\text{C}$ , ohladi u eksikatoru do sobne temperature i važe. Sušenje se ponovi po 30 minuta do konstante mase. Udio ulja se izračunava prema formuli:

$$\text{ulje}(\%) = \frac{m_1}{m_0} \times 100 \quad [2]$$

gdje je:

$m_0$  = masa uzorka sjemena (g)

$m_1$  = ukupna masa ekstrahiranog ulja (g)

Rezultat se izražava kao srednja vrijednost dva paralelna određivanja, a izražava se jednom decimalom.

## 4. REZULTATI

U eksperimentalnom dijelu provedene su analize udjela vode i ulja u sjemenu maka različitih sorti. Analize su provedene u laboratoriju na Prehrambeno-biotehnološkom fakultetu u Zagrebu. Rezultati su prikazani pomoću tablice.

Tablica 4. Osnovni parametri kakvoće sjemena maka iz različitih sorti uzgajane na području Zagreba

| Uzorak br. | Uzorak                     | Udio vode % | Udio ulja % | Udio ulja na suhu tvar % | Tip maka | Sorta    |
|------------|----------------------------|-------------|-------------|--------------------------|----------|----------|
| 1          | Gornji Bogičevci 1/I       | 7,1         | 41,2        | 44,4                     | plavi    | IND00042 |
| 2          | Gornji Bogičevci 1/II      | 6,8         | 45,0        | 48,3                     | plavi    | IND00042 |
| 3          | Gornji Bogičevci 1/III     | 5,8         | 41,5        | 44,0                     | plavi    | IND00042 |
| 4          | Gornji Bogičevci 1/IV      | 6,1         | 41,2        | 43,9                     | plavi    | IND00042 |
| 5          | Gornji Bogičevci 1/V       | 5,9         | 40,1        | 42,6                     | plavi    | IND00042 |
| 6          | Beli Manastir 2/I          | 7,5         | 40,1        | 43,3                     | plavi    | IND00043 |
| 7          | Beli Manastir 2/II         | 7,2         | 41,8        | 45,0                     | plavi    | IND00043 |
| 8          | Beli Manastir 2/III        | 7,0         | 39,7        | 42,7                     | plavi    | IND00043 |
| 9          | Beli Manastir 2/IV         | 7,9         | 40,7        | 44,2                     | plavi    | IND00043 |
| 10         | Beli Manastir 2/V          | 7,2         | 39,5        | 42,5                     | plavi    | IND00043 |
| 11         | SPS 3/I                    | 7,6         | 40,5        | 43,8                     | bijeli   | IND00044 |
| 12         | SPS 3/II                   | 7,8         | 41,5        | 45,0                     | bijeli   | IND00044 |
| 13         | SPS 3/III                  | 6,4         | 41,6        | 44,4                     | bijeli   | IND00044 |
| 14         | SPS 3/IV                   | 5,8         | 42,4        | 45,0                     | bijeli   | IND00044 |
| 15         | SPS 3/V                    | 6,3         | 42,5        | 45,4                     | bijeli   | IND00044 |
| 16         | Trnovec Bartolovečki 4/I   | 6,7         | 41,6        | 44,6                     | plavi    | IND00046 |
| 17         | Trnovec Bartolovečki 4/II  | 6,4         | 42,7        | 45,6                     | plavi    | IND00046 |
| 18         | Trnovec Bartolovečki 4/III | 6,6         | 41,2        | 44,1                     | plavi    | IND00046 |
| 19         | Trnovec Bartolovečki 4/IV  | 6,6         | 43,2        | 46,2                     | plavi    | IND00046 |
| 20         | Trnovec Bartolovečki 4/V   | 6,3         | 40,4        | 43,1                     | plavi    | IND00046 |

Tablica 5. Osnovni parametri kakvoće sjemena maka iz različitih sorti uzgajane na području Križevaca

| Uzorak br. | Udio vode % | Udio ulja % | Udio ulja na suhu tvar % | Tip maka | Sorta    |
|------------|-------------|-------------|--------------------------|----------|----------|
| 21         | 6,8         | 41,3        | 44,4                     | plavi    | IND00042 |
| 22         | 7,4         | 41,2        | 44,5                     | plavi    | IND00042 |
| 23         | 7,3         | 41,6        | 44,9                     | plavi    | IND00042 |
| 24         | 7,1         | 41,0        | 44,1                     | plavi    | IND00042 |
| 25         | 7,0         | 42,7        | 45,9                     | plavi    | IND00042 |
|            |             |             |                          |          |          |
| 26         | 7,0         | 41,9        | 45,1                     | plavi    | IND00043 |
| 27         | 6,9         | 41,1        | 44,1                     | plavi    | IND00043 |
| 28         | 6,9         | 41,2        | 44,2                     | plavi    | IND00043 |
| 29         | 7,0         | 42,3        | 45,4                     | plavi    | IND00043 |
| 30         | 6,7         | 42,7        | 45,7                     | plavi    | IND00043 |
|            |             |             |                          |          |          |
| 31         | 6,5         | 43,7        | 46,7                     | bijeli   | IND00044 |
| 32         | 6,8         | 43,9        | 47,1                     | bijeli   | IND00044 |
| 33         | 6,4         | 44,6        | 47,6                     | bijeli   | IND00044 |
| 34         | 6,6         | 43,9        | 47,0                     | bijeli   | IND00044 |
| 35         | 6,4         | 43,7        | 46,7                     | bijeli   | IND00044 |
|            |             |             |                          |          |          |
| 36         | 6,8         | 41,7        | 44,7                     | plavi    | IND00046 |
| 37         | 7,1         | 43,1        | 46,3                     | plavi    | IND00046 |
| 38         | 6,0         | 42,8        | 45,5                     | plavi    | IND00046 |
| 39         | 6,5         | 43,9        | 46,9                     | plavi    | IND00046 |
| 40         | 7,1         | 42,7        | 46,0                     | plavi    | IND00046 |

## 5. RASPRAVA

Cilj ovog završnog rada bio je odrediti osnovne parametre kakvoće različitih sorti uzoraka sjemena maka. Osnovni parametri kakvoće sjemena maka koji su se određivali u ovom radu su udio vode te udio ulja. Udio vode je bitan faktor kod skladištenja samih sjemena. Ako je sjeme presuho, ono na sebe može navući vlagu iz zraka te time postati idealan medij za razvoj plijesni i drugih mikroorganizama. Takva situacija utječe na njihovu samu kvalitetu i time se smanjuje ekonomičnost cijelog postupka njihove obrade pošto je potrebno onda uložiti u dodatne procese kao što je npr. sušenje. Udio ulja, kod proizvodnje ulja određene sirovine, je najbitniji parametar kakvoće. Poznavanjem udjela ulje sirovine moguće je odrediti upotrebljivost sirovine, odnosno njeno iskorištenje. Različita udjela ulja daju različito iskorištenje sirovine, a to u konačnici utječe i na cijenu i kvalitetu samog završnog proizvoda. Kako se ti parametri razlikuju od sorte do sorte, poznavanjem parametara kakvoće moguće je odabrati optimalne uvjete za pojedini tehnološki proces, te time spriječiti nepoželjne promjene koje utječu na kakvoću, održivost i samu primjenu proizvoda.

U ovom radu analiziralo se ukupno četrdeset uzoraka četiri različitih sorti maka koje su uzgojene na različitim područjima Zagreba i Križevaca. Od četrdeset uzoraka, njih trideset (koje pripadaju sortama IND00042, IND00043 i IND00046) su bili plavi tip sjemena maka, dok ostalih deset (koje pripadaju sorti IND00044) su bili bijeli tip sjemena maka.

U tablici 3. prikazani su rezultati dobivenih udjela vode i ulja. Također u istoj tablici su prikazani udjeli suhe tvari i udjeli ulja s obzirom na suhu tvar.

U uzorcima sjemena maka uzgojene u Zagrebu u kojima smo određivali udio vode se kreće u rasponu od 5,8% do 7,9%. Uzorci sjemena maka uzgojene na području Križevaca pokazuju raspon udio vode od 6,0% do 7,4%. Može se iz prikazanog zaključiti da uzorci uzgojeni na području Zagreba i Križevaca se poklapaju, dakle samo područje uzgoja nije utjecalo na rezultat udjela vode. Najmanji udio vode pokazuju plava sorta sjemena maka Gornji Bogićevi 1/III (Zagreb) sorte IND00042 i bijela sorta sjemena maka SPS 3/IV (Zagreb) sorte IND00044, a najveći udio vode pokazuje plava sorta sjemena maka Beli Manastir 2/IV (Zagreb) sorte IND00043. Prosječni udio vode svih četrdeset uzoraka sjemena maka iznosi 6,8%. Azcan i sur. (2004) u svom istraživanju navode kako je prosječni udio vode u različitim sortama sjemenkama iznosio 6,4% što je u skladu s našim analiziranim uzorcima. Srinivas i Narasinga (1981) navode udio vode u sjemenkama maka u rasponu od 4,3% - 5,2%. Isto tako, Ozcan i Atalay (2006) izvješćuju u svom istraživanju da je raspon udjela vode sjemenki maka od 3,4% do 4,8%. U oba istraživanja udio vode ima niži raspon od onoga što se pokazalo našom analizom. S druge strane, Cengiz i sur. (2012) su svojim ispitivanjem dobili udio vode oko 5,9% što se slaže s našim ispitivanjem udjela vode sjemenki maka, iako je to vrijednost u nižem dijelu raspona naših rezultata. Što se tiče boje odnosno tipa sjemena maka i njegovu povezanost sa udjelom vode, prema našim rezultatima, a i onima iz istraživanja Cengiza i sur. (2012) se može zaključiti da boja sjemena ne utječe na same vrijednosti udjela vode. Razlog našem odstupanju u rasponu udjela vode mogu biti upravo različiti uvjeti tokom kultivacije maka. Tijekom uzgoja, koji traje pola godine pošto je mak šestomjesečni usjev, faktori koji mogu utjecati su vremenske prilike (pogotovo tijekom dozrijevanja i žetve), uvjeti skladištenja (relativna vlažnost zraka) te sam stupanj zrelosti sjemena u trenutku žetve. Prema Pospišilu

(2014), postotak vlage u sjemenu maka za prehrambene svrhe može iznositi najviše 8% što se slaže s našom analizom.

Udio ulja u uzorcima sjemena maka koje su uzgojene na području Zagreba se kreću u rasponu od 39,5% do 45,0%. Raspon udjela ulja u uzorcima sjemena maka koje su uzgojene na području Križevaca se kreću od 41,0% do 44,6%. Prema prikazanom se može zaključiti da područje uzgoja sjemena maka nije znatno utjecalo na rezultate udjela ulja. Prosječni udio svih četrdeset uzoraka ulja sjemena maka iznosi 42,0%. Prema Ozcanu i Atalayu (2006), udio ulja u makovom sjemenu iznosi 32,4% - 45,5% što se poklapa sa našom analizom. Isto tako, udio ulja koje su dobili Ryan i sur. (2007) iznosi 39,5% što se također poklapa s našom analizom. Dapače, kako se može vidjeti prema iznosu prosječnog udjela ulja u našoj analizi koji iznosi 42,0%, može se zaključiti da sorte maka uzgojene na području Zagreba i Križevaca imaju bolju iskoristivost kao uljarice nego sorte koje su istraživali Ozcan i Atalay, te Ryan i sur. U radu Nergiz i Otles (1994) udio ulja je iznosio 44,0% što odgovara našem rasponu. S druge strane, mnoga istraživanja pokazuju kako je udio ulja dobiven našom analizom manji. Općenito je u raznim literaturnim navodima prosječan udio ulja u sjemenkama maka u rasponu od 40% do 55% gdje onda naš analizirani mak pada u niži raspon udjela ulja. U usporedbi s podacima iz znanstvenog rada Bozan i Temelli (2008) koji iznosi 49,9%, udio ulja sjemena maka u našem istraživanju je manji. Srinivas i Narasinga (1981) u svom istraživanju govore kako je udio ulja sjemena maka u rasponu od 46,2% do 49,4%. U znanstvenom radu Erinc i sur. (2009) dobiven je udio ulja u rasponu od 48,3 % do 52,0 %. Lančarićova i sur. (2016) navode raspon udjela ulja koji iznosi 49,9% - 52,4%, što je veći raspon udjela ulja od onoga dobiven našom analizom. Zanimljivo je da Lančarićova i sur. (2016) isto tako naglašuju kako i boja sjemena utječe na iskoristivost ulja, gdje daju prednost bijelom sjemenju maka. Prema našoj analizi bi se mogao dovesti isti zaključak jer su sorte IND00046 bijelog sjemenja pokazale nešto veći udio ulja od ostalih analiziranih tri sorti plavih sjemenja maka (ako zanemarimo jedinu visoku vrijednost udjela ulja sorte plavog sjemenja maka iz Gornjih Bogićeva 1/II što može biti posljedica uvjeta uzgoja i sl.). Prosječni udio ulja u sortama plavih sjemenki maka iznosi 41,7%, dok kod sorata bijelih sjemenki maka iznosi 42,8%. Uzorak sjemena maka Beli Manastir 2/V (Zagreb) koja je dio sorte IND00043 pokazuje najmanji udio ulja, dok najveći udio ulja pokazuje plava sorta sjemena maka Gornji Bogićevi 1/II (Zagreb) sorte IND00042. Usprkos tome, treba primijetiti kako na području Zagreba najviši raspon ulja od 40,4 – 43,2 %, a time i najveći prosječni udio ulja od 41,82 % pokazuje sorta IND00046. Od sorti uzgojene na području Križevaca najviši raspon ulja od 43,7 – 44,6 %, a time i najveći prosječni udio ulja 43,96 % pokazuje sorta IND00044. Najmanji raspon ulja od 39,5 – 41,8 %, a s time i najmanji prosječni udio ulja od 40,36 % pokazuje sorta IND00043 s područja Zagreba. Općenito, za udio ulja u sjemenju maka mogu biti odgovorni mnogi faktori. Neki od tih faktora su sorte samog sjemena maka, metoda separacije ulja, klimatski uvjeti uzgoja te sami uvjeti skladištenja i žetve.

## 6. ZAKLJUČAK

Na temelju provedenog istraživanja te dobivenih i obrađenih rezultata mogu se izvesti sljedeći zaključci:

1. Udio ulja (39,5% - 45,0%) u sjemenju maka je manji nego što je navedeno u literaturnim navodima.
2. Udio vode (5,8% - 7,9%) je veći nego što je navedeno u literaturnim navodima.
3. Sorta IND00044 s područja Križevaca pokazuje najveći raspon (43,7 – 44,6 %), a time i najveći prosječni udio ulja (43,96 %). Sorta IND00043 s područja Zagreba pokazuje najmanji raspon (39,5 – 41,8 %), a time i najmanji prosječni udio ulja (40,36 %).
4. Uzorci koji se ističu po udjelu ulja su Gornji Bogićevi 1/II (45,0%), te uzorci iz Križevaca (44,6% i 43,9%). Uzorak s najmanjim udjelom ulja je Beli Manastir 2/V (39,5%).
5. Sorte bijelog sjemenja maka pokazuju nešto veći udio ulja (42,8%) nego sorte plavog sjemenja maka (41,7%).
6. Usporedbom sjemenki maka s obzirom na udio ulja unutar sorti, možemo zaključiti da uzorci bijelog maka sorte IND00044 s područja Križevaca imaju najveće udjele ulja.



## 7. LITERATURA

Anonymous 1 (2015), <<https://www.nezavisne.com/zivot-stil/zdravlje/Mak-za-zdravlje-i-dobro-raspolozenje/284408>> Pristupljeno 25.veljače 2019.

Anonymous 2 (2004), <[https://en.wikipedia.org/wiki/Papaver\\_somniferum](https://en.wikipedia.org/wiki/Papaver_somniferum)> Pristupljeno 25.veljače 2019.

Anonymous 3 (2017), <<http://www.ostro-organics.com/poppy-seed-oil-health-benefits-and-uses/>> Pristupljeno 25.veljače 2019.

Azcan, N., Ozturk Kalender B., Kara M. (2004) Investigation of Turkish poppy seeds and seed oils. *Chemistry of Natural Compounds* **40**: 303 - 304.

Bernáth J., Németh É. (2009) Poppy. U: Oil Crops, Vollman J., Rajcan I., ur., Springer, Inc. str. 463.

Bozan, B., Temelli, F. (2003) Extraction of poppy seed oil using supercritical CO<sub>2</sub>. *JFS Food Chemistry and Toxicology* **68**: 422 - 426.

Bozan B., Temelli F. (2008) Chemical composition and oxidative stability of flax, safflower and poppy seed and seed oils. *Bioresource Technology* **99**: 6354 - 6359.

Brčić, M., Pospíšil, M., Pospíšil, A., Butorac, J., Škevin, D., Obranović, M. (2016) The agronomic traits of foreign cultivars and domestic populations of oilseed poppy. *Poljoprivreda* **22**: 23 - 28.

Cengiz M.F., Uslu M.K., Certel M. (2012) Fatty acid composition of poppy seed with different colors. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* **25**: 77 - 80.

CPGRD (2019) – Hrvatska baza podataka o biljnim genetskim izvorima, <<http://cpgrd.hcphs.hr/>> Pristupljeno 20. lipnja 2019.

Erinc H., Tekin A., Ozcan M.M. (2009) Determination of fatty acid, tocopherol and phytosterol contents of oils of various poppy seeds. *Grasas y Aceites* **60**: 375 - 381.

HRN EN ISO 659:2010, Uljarice - Određivanje udjela ulja (referentna metoda).

HRN EN ISO 665:2004, Uljarice - Određivanje količine vode i hlapljivih tvari.

Krist S., Stuebiger G., Bail S., Unterweger H. (2006) Detection of Adulteration of Poppy Seed Oil with Sunflower Oil Based on Volatiles and Triacylglycerol Composition. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **54**: 6385 - 6389.

Lančaričová A., Havrlentová M., Muchová D. and Bednářová A. (2016) Oil content and fatty acids composition of poppy seeds cultivated in two localities of Slovakia. *Agriculture (Polnohospodárstvo)* **62**: 19 - 27.

Nergiz C., Ötleş S. (1994) The proximate composition and some minor constituents of poppy seeds. *Journal of the Science of Food and Agriculture* **66**: 117 - 120.

- Ng S., Al-Sabawi M., Wang J., Ling H., Zheng Y., Wei Q., Ding F. and Little E. (2015) FCC coprocessing oil sands heavy gas oil and canola oil. *Science Direct* **156**: 163 – 176.
- Otten J.J., Hellwig J.P., Meyers L.D. (2006) Dietary Reference Intakes: The Essential Guide to Nutrient Requirements, The National Academies Press, str. 124.
- Özcan M.M., Atalay C. (2006) Determination of seed and oil properties of some poppy. *Grasas y Aceites* **57**: 169 - 174.
- Pospišil M. (2013) Ratarstvo II. dio – industrijsko bilje, Zrinski d.d., str. 105.
- Pospišil M. (2014) Proizvodnja maka. *Gospodarski list* **22**: 16 – 17.
- Pravilnik o jestivim uljima i mastima (2019) *Narodne novine* **11**, Zagreb
- Pushpangadan P., (2012) Poppy. U: Handbook of Herbs and Spices, Peter K.V., ur., Woodhead Publishing Series in Food Science and Nutrition, Inc. str. 437 - 448.
- Rade D., Mokrovčak Ž., Štrucelj D. (2001) Priručnik za vježbe iz kemije i tehnologije lipida, Durieux, str. 1 – 11.
- Ryan E., Galvin K., O'Connor T.P., Maguire A.R., O'Brien N.M. (2007) Phytosterol, Squalene, Tocopherol Content and Fatty acid Profile of Selected Seeds, Grains and Legumes. *Plant Foods for Human Nutrition* **62**: 85 - 91.
- Salamon I., Fejer J. (2011) Poppy cultivation in Slovakia. *Acta Horticulturae* **925**: 249 - 255.
- Singh S.P., Khanna K.R., Shukla S., Dixit B.S., Banerji R. (1995) Prospects of breeding opium poppies (*Papaver Somniferum* L.) as a high-linoleic-acid crop. *Plant Breed* **114**: 89 - 91.
- Singh S.P., Shukla S., Khanna K.R., Dixit B.S., Banerji R. (1998) Variation of major fatty acids in F8 generation of opium poppy (*Papaver somniferum* X *Papaver Setigerum*) Genotypes. *Journal of the Science of Food and Agriculture* **76**: 168 - 172.
- Singh S.P., Shukla S., Khanna K.R. (1999) Breeding strategies in opium poppy (*Papaver Somniferum* L.). *Applied Botany Abstracts* **19**: 121 - 139.
- Smolarek A. and Suh N. (2011) Chemopreventive Activity of Vitamin E in Breast Cancer: A Focus on  $\gamma$ - and  $\delta$ -Tocopherol. *Nutrients* **3**: 962 - 986.
- Štalić Z., Sorić M., Mišigoj-Duraković M. (2016) Sportska prehrana, Znanje, str. 175 – 185.
- Škevin D. (2016) Masti i ulja. Predavanja iz kolegija Tehnologije masti i ulja 2016, str. 6 – 71.

## Izjava o izvornosti

*Izjavljujem da je ovaj završni rad izvorni rezultat mogeg rada te da se u njegovoj izradi nisam koristio drugim izvorima, osim onih koji su u njemu navedeni.*

Kenja Mustapić

ime i prezime studenta