

**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK**

**Melita Kalšan**

**UTJECAJ FREKVENCije ELEKTROMOTORA, NASTAVKA ZA IZLAZ  
POGAČE I TEMPERATURE GLAVE PREŠE NA PROIZVODNJU BUČINO  
G  
ULJA**

DIPLOMSKI RAD

Osijek, srpanj 2017.

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku  
Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek  
Zavod za prehrambene tehnologije  
Katedra za prehrambeno inženjerstvo  
Franje Kuhača 20, 31000 Osijek, Hrvatska

**Znanstveno područje:** Biotehničke znanosti  
**Znanstveno polje:** Prehrambena tehnologija  
**Nastavni predmet:** Prehrambeno inženjerstvo  
**Tema rada** je prihvaćena na III izvanrednoj sjednici Fakultetskog vijeća Prehrambeno-tehnološkog fakulteta Osijek u akademskoj godini 2016./2017. održanoj 3. srpnja 2017.  
**Mentor:** prof. dr. sc. *Tihomir Moslavac*  
**Pomoć pri izradi:** *Daniela Paulik*, tehnički suradnik

**UTJECAJ FREKVENCIJE ELEKTROMOTORA, NASTAVKA ZA IZLAZ POGAČE I TEMPERATURE GLAVE PREŠE NA PROIZVODNJU BUČINOGL ULJA**

*Melita Kalšan, 378-DI*

**Sažetak:**

*Cucurbita pepo L.* je vrsta buče koja je bogata uljem i uzgaja se radi proizvodnje hladno prešanog i nerafiniranog ulja. Njene pržene koštice su vrlo ukusne i upotrebljavaju se za grickanje, a samo ograničen broj potrošača naviknut je na kvalitetno jestivo ulje koje se dobiva iz koštica (golice). Procesom prešanja sjemenke koštice buče dobivena su tri proizvoda, a to su sirovo ulje, uljni talog i pogača. U radu je ispitan utjecaj procesnih parametara hladnog prešanja (temperatura zagrijavanja glave preše, veličina otvora glave preše, frekvencija elektromotora) na iskorištenje ulja. Ispitivani su i mikrobiološki parametri bučinog ulja i pogače. Rezultati istraživanja pokazuju da temperatura glave preše, nastavak za izlaz pogače i frekvencija elektromotora utječu na iskorištenje hladno prešanog bučinog ulja. Najveće iskorištenje ulja kod prešanja koštica buče dobiveno je kod procesnih parametara: nastavak za izlaz pogače 9 mm, frekvencija elektromotora 25 Hz i temperatura glave preše 110 °C.

**Ključne riječi:** Bučino ulje, prešanje, iskorištenje, mikrobiološki parametri

**Rad sadrži:** 39 stranica  
5 slika  
7 tablica  
23 literaturnih referenci

**Jezik izvornika:** Hrvatski

**Sastav Povjerenstva za ocjenu i obranu diplomskog rada i diplomskog ispita:**

|                                          |               |
|------------------------------------------|---------------|
| 1. prof. dr. sc. <i>Vedran Slačanac</i>  | Predsjednik   |
| 2. prof. dr. sc. <i>Tihomir Moslavac</i> | član-mentor   |
| 3. izv. prof. dr. sc. <i>Stela Jokić</i> | Član          |
| 4. prof. dr. sc. <i>Jurislav Babić</i>   | zamjena člana |

**Datum obrane:** 14. srpnja 2017.

**Rad je u tiskanom i elektroničkom (pdf format) obliku pohranjen u** Knjižnici Prehrambeno-tehnološkog fakulteta Osijek, Franje Kuhača 20, Osijek.

## BASIC DOCUMENTATION CARD

GRADUATE THESIS

**University Josip Juraj Strossmayer in Osijek**  
**Faculty of Food Technology Osijek**  
**Department of Food Technology**  
**Subdepartment of Food Engineering**  
Franje Kuhača 20, HR-31000 Osijek, Croatia

**Scientific area:** Biotechnical sciences

**Scientific field:** Food technology

**Course title:** Food engineering

**Thesis subject** was approved by the Faculty of Food Technology Osijek Council at its session no. III in academic year 2016/2017 held on 3 July 2017.

**Mentor:** *Tihomir Moslavac*, PhD, full prof.

**Technical assistance:** *Daniela Paulik*, technical associate

THE INFLUENCE OF THE FREQUENCY OF THE ELECTRIC MOTOR, EXTENSION FOR THE OUTLET OF THE CAKE , AND THE TEMPERATURE OF THE HEAD OF THE PRESS ON THE PRODUCTION OF PUMPKIN OIL

*Melita Kalšan, 378-DI*

### Summary:

*Cucurbita pepo L.* is a type of pumpkin which is rich in oil and it is cultivated for human and animal processing. Roasted pumpkin seeds are very tasty, and they are used for nibbling. However, only limited number of consumers is used to quality edible oil that is obtained from pumpkin seeds. The result of the pressing process of pumpkin seeds are three products: raw oil, residual oil, and the cake. This research paper examined the influence of cold pressing process parameters (the temperature needed for the heating up of the press, the size of the hole of the head of the press, the frequency of electromotor) on the oil yield. Microbiological parameters for pumpkin oil and the cake were also examined. The research has shown that the temperature needed to heat up the head of the press, as well as the frequency of the electric motor, have an influence on the cold pressed pumpkin oil yield. The highest oil yield during the pressing of pumpkin seeds was obtained using the following processing parameters: 9 mm extension for the outlet of the cake, the frequency of 25 Hz and the temperature of the head of the press 110 °C

**Key words:** pumpkin seed oil, pressing, yield, microbiological parameters

**Thesis contains:** 39 pages  
5 figures  
7 tables  
23 references

**Original in:** Croatian

### Defense committee:

- |                                              |              |
|----------------------------------------------|--------------|
| 1. <i>Vedran Slačanac</i> , PhD, full prof.  | chair person |
| 2. <i>Tihomir Moslavac</i> , PhD, full prof. | supervisor   |
| 3. <i>Stela Jokić</i> , PhD, associate prof. | member       |
| 4. <i>Jurislav Babić</i> , PhD, full prof.   | stand-in     |

**Defense date:** 14. srpanj 2017.

**Printed and electronic (pdf format) version of thesis is deposited in** Library of the Faculty of Food Technology Osijek, Franje Kuhača 20, Osijek.

*Zahvaljujem se mentoru prof. dr. sc. Tihomiru Moslavcu na odabranoj temi, savjetima, razumijevanju i usmjeravanju pri izradi ovog diplomskog rada.*

*Veliko hvala i tehničarki gđi. Danieli Paulik na pomoći pri izvođenju eksperimentalnog dijela ovog rada.*

## Sadržaj

|          |                                                      |    |
|----------|------------------------------------------------------|----|
| 1.       | UVOD.....                                            | 1  |
| 2.       | TEORIJSKI DIO.....                                   | 3  |
| 2.1.     | SIROVINE ZA PROIZVODNJU BILJNIH ULJA.....            | 4  |
| 2.1.1.   | Uvjeti kvalitete sirovine.....                       | 4  |
| 2.1.2.   | Kontrola kvalitete sirovine.....                     | 5  |
| 2.1.2.1. | Senzorska kvaliteta sirovine.....                    | 6  |
| 2.1.2.2. | Zdravstveno-higijenska ispravnost sirovine.....      | 6  |
| 2.1.2.3. | Tehnološka kvaliteta sirovine.....                   | 7  |
| 2.1.3.   | Bučina koštica (golica).....                         | 8  |
| 2.2.     | PRIPREMA SIROVINE ZA SKLADIŠTENJE.....               | 9  |
| 2.3.     | PROCES PROIZVODNJE HLADNO PREŠANOG BUČINOŠ ULJA..... | 14 |
| 2.3.1.   | Pranje i čišćenje koštice golice.....                | 16 |
| 2.3.2.   | Prešanje.....                                        | 16 |
| 2.3.3.   | Odvajanje netopljivih nečistoća.....                 | 17 |
| 2.4.     | PAKIRANJE I SKLADIŠTENJE BILJNIH ULJA.....           | 18 |
| 3.       | EKSPERIMENTALNI DIO.....                             | 19 |
| 3.1.     | ZADATAK.....                                         | 20 |
| 3.2.     | MATERIJALI I METODE.....                             | 20 |
| 3.2.1.   | Materijali.....                                      | 20 |
| 3.2.2.   | Metode rada.....                                     | 20 |
| 3.2.2.1. | Određivanje udjela ulja u koštici i pogači.....      | 20 |
| 3.2.2.2. | Određivanje osnovnih parametara kvalitete ulja.....  | 22 |
| 3.2.2.3. | Određivanje mikrobiološke ispravnosti ulja.....      | 24 |
| 4.       | REZULTATI.....                                       | 26 |
| 5.       | RASPRAVA.....                                        | 32 |
| 6.       | ZAKLJUČCI.....                                       | 35 |
| 7.       | LITERATURA.....                                      | 37 |

## Popis oznaka, kratica i simbola

|     |                           |
|-----|---------------------------|
| NMK | Nezasićene masne kiseline |
| MK  | Masne kiseline            |
| SMK | Slobodne masne kiseline   |
| Fe  | Željezo                   |
| P   | Fosfor                    |
| Mn  | Mangan                    |
| Ca  | Kalcij                    |
| K   | Kalij                     |
| Zn  | Cink                      |
| ZMK | Zasićene masne kiselina   |
| NMK | Nezasićene masne kiseline |

## **1. UVOD**

*Cucurbita pepo L.* je jednogodišnja biljka koja se na našim prostorima uzgaja zasebno ili u kukuruzu. Plod može biti različite veličine i oblika. Mesnati dio ploda koristi se u kulinarstvu ili kao stočna hrana, dok je koštica namijenjena za proizvodnju ulja ili grickanje. Ovisno o strukturi i udjelu celuloze u ljusci, postoje dvije vrste koštice: koštice sa i bez ljuske (golica). Obje vrste se koriste za proizvodnju ulja, ali je koštica golice pogodnija zbog većeg prinosa ulja i bolje kvalitete pogače. Bučino ulje naročito je bogato vitaminima A, E, C i K. Također, sadrži vitamine B grupe, nezasićene masne kiseline, minerale (P, Ca, Mg, K), lecitin, bjelančevine te elemente u tragovima (Fe, Zn, Mn).

Hladno prešano jestivo ulje se dobiva postupkom prešanja prilikom čega se sirovina ne zagrijava, kako bi se održala kvaliteta i nutritivna vrijednost. Tako dobivena sirova ulja se mogu pročišćavati taloženjem, filtriranjem i centrifugiranjem.

Zadatak rada bilo je ispitivanje procesnih parametara prešanja bučine koštice golice na efikasnost proizvodnje hladno prešanog bučinog ulja. Prešanje se provodilo na laboratorijskoj kontinuiranoj pužnoj preši. Na proces proizvodnje sirovog ulja utjecali smo raznim nastavcima koji reguliraju promjer izlaza pogače, promjenom temperature zagrijavanja glave preše i frekvencije elektromotora koji utječe na brzinu pužnice. Nakon prešanja, proizvedeno sirovo ulje je stajalo 3 tjedna na tamnom mjestu prilikom čega se odvijalo prirodno taloženje. Nakon toga provedena je vakuum filtracija sirovog ulja, te su određeni osnovni parametri kvalitete proizvedenom bučinog ulja: preoksidni broj, slobodne masne kiseline, netopljive nečistoće i udio vlage i hlapljivih tvari. Metodom po Soxhlet-u utvrđena je količina ulja u sirovini i zaostala količina ulja u pogači (nusprodukt prešanja).

Pored toga, zadatak rada bio je ispitati mikrobiološki sastav bučinog ulja i pogače nakon prešanja koštice golice.



## **2. TEORIJSKI DIO**

## 2.1. SIROVINE ZA PROIZVODNJU BILJNIH ULJA

Većina biljaka u svom sjemenu ili plodu sadrži određenu količinu ulja i masti. Ta količina varira od samo nekoliko posto do čak 70%. Uljarice su biljke koje se uzgajaju isključivo radi proizvodnje ulja i njih je znatno manje u odnosu na uljarske sirovine. Sirovine koje se koriste za dobivanje ulja moraju imati minimalan udio ulja koji omogućava njegovo ekonomski prihvatljivo izdvajanje i biljka mora biti pogodna za masovnu proizvodnju. Postoje i izuzetci kod sirovina čije ulje ima specifične karakteristike, pa se koriste za proizvodnju specijalnih ulja. U svijetu se za dobivanje ulja koristi više od 20 vrsta biljaka, a samo 12 uljarica ima veći ekonomski značaj (Dimić, 2005.).

Ulja se mogu podijeliti prema porijeklu sirovine (obuhvaća ulja i masti iz mesnatog dijela ploda, te ulja iz sjemena) i prema dominirajućim masnim kiselinama, odnosno prema porijeklu sjemena:

1. Ulja i masti iz mesnatog dijela ploda: maslinovo ulje, palmino ulje, avokado ulje...

2. Ulja i masti iz sjemena/ploda prema dominirajućim masnim kiselinama:

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

3. Ulja i masti prema porijeklu biljke:

- Ulja iz leguminoza (kikiriki, soja....);
- Ulja krstašica (repica, slačica...) (Bockisch, 1998.).

### 2.1.1. Uvjeti 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.).

Kvaliteta sirovine podrazumijeva: osiguravanje kvalitete tijekom proizvodnje same sirovine, očuvanje kvalitete prilikom skladištenja sve do prerade, očuvanje kvalitete sirovine kod pripreme za izdvajanje ulja, sprječavanje kontaminacije sirovine nepoželjnim ili toksičnim tvarima. Da bi ovi uvjeti

bili ispunjeni tijekom cijelog ciklusa proizvodnje sirovine pa do završnog proizvoda, mora se voditi računa o:

- odabiru sirovine (vrsta, sorta, hibrid i sl.);
- uvjetima proizvodnje sirovine (organska proizvodnja, zaštita bilja i dr.);
- uvjetima žetve, transporta, čišćenja, sušenja i sl.;
- primjeni kontroliranih uvjeta skladištenja sirovine i
- kontroli kvalitete sirovine do i tijekom prerade (Dimić, 2005.).

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

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:

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

### **2.1.2.1. Senzorska kvaliteta sirovine**

Procjenom senzorske kvalitete sirovine dobiva se opći dojam o fiziološkom stanju te zdravstvenoj ispravnosti i svježini sirovine, a to je i odlučujući čimbenik kod proizvodnje hladno prešanih ulja. Ocjenjivanjem senzorske kvalitete sirovine ispituje se boja, miris, okus i izgled sirovine.

Svaka vrsta, sorta ili hibrid sirovine ima karakterističnu boju, a svako odstupanje od karakteristične boje može biti indikator promjene kvalitete. Nekarakteristična boja može biti pokazatelj nedozrele sirovine, prisustva nečistoća ili pokazatelj neadekvatnog čuvanja sirovine prilikom kojeg je došlo do samozagrijavanja. Ako se ulje dobije iz takve sirovine imat će znatno tamniju boju i slabiju kvalitetu. Osim toga, promjenu boje mogu uzrokovati i mikroorganizmi razvijeni na samoj površini. Određivanje boje provodi se direktnim vizualnim promatranjem, kontrolom i na presjeku sirovine.

Miris je svojstven za svaku vrstu uljarice i teško ga je definirati. Određuje se tako da se sjeme trlja među dlanovima i potom miriši. Za dobru procjenu kvalitete uljarica važno je ustanoviti odakle potječe miris. Miris može nastati zbog razvoja mikroorganizama, prisustva primjesa ili zaraženosti sirovine štetocinama. Također, miris može potjecati i iz okoline tako što sirovina poprimi miris skladišta, aromatičnih primjesa, aromatičnih biljaka, vozila itd.

Okus uljarica može biti svojstven određenoj vrsti sirovine, ili je neutralan pa ga je teško okarakterizirati. Okusi koji nisu svojstveni najčešće su rezultat raznih kvarenja. Kvarjenja mogu biti: oksidacijska, hidrolitička, enzimska, mikrobiološka, a njihov rezultat je razgradnja lipida, proteina, fosfatida i dr. komponenti. Okus se određuje žvakanjem očišćenih sjemenki (Dimić, 2005.; Karlović i Andrić, 1996.).

### **2.1.2.2. Zdravstveno-higijenska ispravnost sirovine**

Kod uzimanja uzoraka za utvrđivanje zdravstveno-higijenske ispravnosti uzorak mora biti reprezentativan, ali to nije neophodno. Važno je da je svaki uzorak zdravstveno ispravan, zbog toga su doneseni propisi za provjeru sadržaja patogenih mikroorganizama, pesticida, metala, otrovnih supstanci i dr. u sirovinama prehrambene industrije. Provjera zdravstveno-higijenske ispravnosti sirovine za proizvodnju ulja, provodi se prema odredbama važećeg Zakona.

### **2.1.2.3. Tehnološka kvaliteta sirovine**

Kako bi se utvrdila tehnološka kvaliteta sirovine za proizvodnju ulja potrebno je provesti kemijske analize. Osnovni pokazatelji kvalitete sirovine su sadržaj vlage, sadržaj ulja i sadržaj nečistoća, ali može se još utvrditi i sadržaj proteina, sadržaj celuloze i sadržaj ljuske.

#### **Sadržaj vlage**

Sadržaj vlage izražava se u postotcima, a predstavlja količinu slobodne i vezane vode u sjemenu. Osnovni princip za pravilno skladištenje sirovine zahtjeva sniženje vode u sjemenu ispod kritične vlažnosti. Sadržaj vlage u sirovini koja je tek ubrana ovisi o stupnju zrelosti sirovine i o vremenskim uvjetima tijekom žetve. Vrijednost uljarice se smanjuje ukoliko je sadržaj vlage veći, ali je tada i manji udio suhe tvari. Visok sadržaj vlage izaziva ubrzano mikrobiološko kvarenje, ubrzane hidrolitičke procese (zbog čega se povećava kiselost ulja), pojavu neugodnog mirisa i okusa sirovine, pojačanu razgradnju organskih tvari i intenzivnih biokemijskih procesa (disanje sirovine što dovodi do samozagrijavanja mase). Što je veći sadržaj ulja u sirovini kritična vlažnost je manja (Veselinović i Turkulov, 1988.).

#### **Sadržaj ulja**

Jedan od najbitnijih pokazatelja kvalitete sirovine je sadržaj ulja na osnovi kojeg se izračunava materijalna i ekonomska bilanca prerade. Standardna referentna metoda se zasniva na ekstrakciji ulja organskim otapalom, nakon čega se provodi njegovo gravimetrijsko određivanje (ISO 659:2003.).

#### **Sadržaj nečistoća**

Nečistoće u sjemenju mogu biti strane i vlastite. Stranom nečistoćom smatraju se primjese koje ne potječu od same biljke, a one mogu biti anorganskog ili organskog porijekla. Anorganske nečistoće su zemlja, prašina, kamenčići, komadi metala, a organske su strano sjeme, dijelovi stranog bilja i slično (Rac, 1964).

## Sadržaj ljuske

Ljuska je celulozni omotač koji štiti jezgru. Količina ljuske u sirovini utječe na efikasnost prešanja, kvalitetu i senzorska svojstva ulja te na udio proteina u pogači. Svojstva ljuske (debljina, čvrstoća) kao i otpornost na pucanje su vrlo bitni parametri za ljuštenje sirovine (Dimić, 2005.).

### 2.1.3. Bučina koštica (golica)

Uljana tikva, *Curcubita pepo L.* je oblik obične bundeve koja je uzgojena za košticu bogatu uljem. Domovinom bundeve smatra se Amerika, odakle je u Europu prenesena zahvaljujući Kolumbovim putovanjima. Na naša područja buča je došla iz Male Azije preko Grčke. Uljana bundeva je jednogodišnja biljka. Stabljika joj je rebrasta, bodljikava i često prilično dugačka, razgranata, puzava do dužine od čak 12 metara. Plod je različite veličine i oblika. Može biti loptast, izdužen, jajolik, duguljast ili plosnat, a površina je glatka ili naborana. Mesnati dio ploda je žute, narančaste do bijele boje. Koštica je bjelkasta ili žuta, dugačka 7-15 mm (Karlović i Andrić, 1996.).



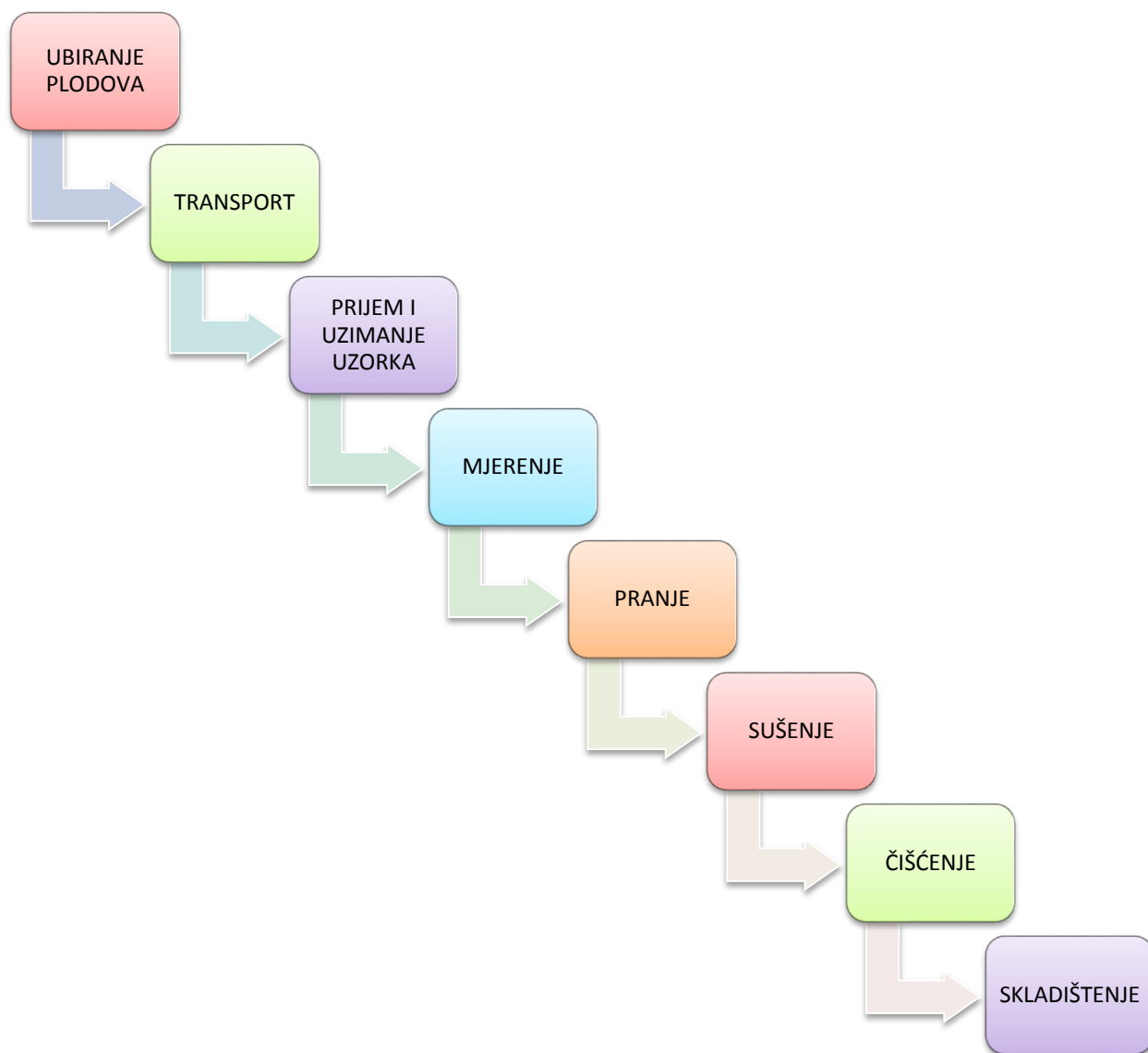
**Slika 1** Bučina koštica (golica)

Plosnata koštica uljane bundeve je zaštićena ljuskom. Ovisno od strukture i udjela celuloze u ljusci, postoje dvije vrste koštice: sa ljuskom i bez ljuske (golica). Kod koštice golice umjesto čvrste, bijele celulozne ljuske na jezgru prijanja tanka opna tamnozeleno boje (Slika 1). Oba tipa koštice koriste se u proizvodnji ulja, međutim, golica je pogodnija jer daje veći prinos ulja i pogaču bolje kvalitete. Isto tako obje sorte imaju visok prinos svježeg ploda (50-55 t/ha) i suhog zrna (800-1000 kg/ha), a sadržaj ulja u jezgri se kreće od 45 do 49%. Buče su osjetljive na niske temperature i biljka strada već od

slabog mraza. Za klijanje je potrebna temperatura tla od najmanje 14 °C, ali tada je klijanje vrlo sporo. Pri optimalnim temperaturama 22 – 24 °C buče niknu za 3 - 4 dana. Rast se zaustavlja pri 12 °C. U slučaju duljih ljetnih suša buče treba navodnjavati kišenjem ili kapanjem ako su uzgojene 'na foliji'. Buče vrlo dobro uspijevaju na humusnom, pješčano-ilovastom tlu, a ne uspijevaju na izrazito vlažnim tlima. Najpovoljnija reakcija tla je neutralna do malo bazična. Odlikuje se velikim zahtjevima u pogledu topline, vlage, svjetlosti i hranjivih tvari te joj za uzgoj najbolje odgovaraju ravničarski i topli krajevi i tla dobro gnojena stajnjakom. Najbolje uspijevaju na neutralnim (pH 6,5 do 7,5), bogatim i prozračnim tlima. Na težim tlima organska gnojidba može poboljšati prozračnost i propusnost tla za vodu. Razmnožava se sjemenom. Sjemenke se mogu sijati u tresetne tablete (po jedna sjemenka u tabletu) u travnju, a zatim se presađuju u dobro pripremljene kućice sredinom svibnja – kada prođe opasnost od mrazeva. Kada se siju direktno na otvoreno (u svibnju na kontinentu, a u travnju u Primorju), tada se u kućicu stavljaju na dubinu od 3 do 5 cm 2 - 3 sjemenke, dobro zaliju i prekriju folijom ili staklom (lijehe). Kad sjeme nikne, tada se zaklon skloni i biljka se dalje normalno razvija. Na istu površinu buče ne smiju doći najmanje 4 godine, a pretkultura ne smije biti nijedna tikvenjača. Dobar susjed je kukuruz šećerac, zasađen na rubu gredice. Sjetvu je nužno obaviti između 20. travnja do 10. svibnja, kada nema opasnosti od kasnih proljetnih mrazeva, beru se kada dostignu oko 2/3 svoje veličine (Agrokлуб /sortna-lista/povrce/buca-157).

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

Kako bi se postiglo što kvalitetnije hladno prešano i nerafinirano jestivo ulje, potrebno je osigurati adekvatnu kvalitetu sirovine za preradu, što se postiže kvalitetno obavljenom žetvom ili skupljanjem plodova, pravilnim čišćenjem i sušenjem, te skladištenjem sirovine u najpovoljnijim uvjetima sve do trenutka prerade. Cilj skladištenja je sačuvati ulje, proteine i nutritivno značajne komponente sirovine. Shemataski prikaz pripreme bučine koštice za skladištenje prikazan je na Slici 2 (Dimić, 2005.).



**Slika 2** Shema pripreme sirovina za skladištenje

### Žetva sirovine

Važno je odrediti pravilno vrijeme žetve ili ubiranje plodova i dobro provesti žetvu, jer će to osigurati povoljnu kvalitetu sirovine i neizbježne gubitke na uobičajenom nivou. 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 nakon žetve (biološki i biokemijski procesi) (Dimić, 2005.).



Prvi znak zrelosti, tj. spremnosti buče za branje, je sušenje zelenih dijelova biljke, posebice listova. Zreli plodovi dobiju karakterističnu boju, kora se teško može probosti noktom, a plodna drška je potpuno suha. Najsigurniji način provjere zrelosti je otvaranje ploda i probno vađenje koštica. Zrela koštica je dobro natopljena, tamnozeleno boje i lako se odvaja od placente. Uobičajeno vrijeme ubiranja buče je od 15. rujna do 20. listopada. Berba ploda može se vršiti ručno i pomoću strojeva. Ako se koštica vadi ručno, otkinuti plodovi se utovaraju i transportiraju. Ukoliko se koštica vadi pomoću uređaja otkinuti plodovi se slažu u redove duž njive.

Cilj formiranja redova je da uređaj za podizanje plodova tzv. jež kombajn, može pokupiti plodove sa zemlje i dovesti ih u radni prostor kombajna. Zbog prevelikog broja bundeva u redovima može doći do zagušenja uređaja. Plodovi bi u redovima trebali ostati 7- 10 dana do vađenja koštice. To vrijeme je neophodno za dozrijevanje ploda i koštice. Tada je vađenje koštice iz dozrelih plodova lakše i potpunije (Bavec, 2011.).

#### Transport sirovine

Transport sirovine do mjesta daljne prerade provodi se kamionima, željeznicom, ili brodovima uz uvjete da se treba osigurati zaštita od vlage, zagađenja kemikalijama ili bilo kojim drugim primjesama. Gustoća izdvojene koštice je, ovisno od količine primjesa, 800 kg/m, tako da je prostor za utovar, za slučaj prinosa 1500 kg svježe koštice po hektaru, oko 2 m<sup>3</sup>.

Važan je i transport unutar pogona, do skladišnih prostora, do mjesta prerade itd. U svim transportnim tokovima, potrebno je oštećenje zrna svesti na minimum. U industriji ulja koriste se transporteri sa beskonačnom trakom, pužni transporteri, elevatori, lančasti transporteri, protočne cijevi i pneumatski transport (Patterson, 1989.).

#### Prijem sirovine i uzimanje uzorka

Detaljna kontrola sirovine obuhvaća provjeru zdravstvene ispravnosti, provjeru tehnološke i kemijske kvalitete. Važno je obaviti ovaj dio, jer kod proizvodnje hladno prešanih ulja direktan utjecaj na kvalitetu ulja ima kvaliteta sirovine. Cilj kontrole je provjeriti može li sirovina ići na preradu ili ne može (Dimić, 2005.).

Postupak prijema sirovine započinje kontrolom zdravstvene ispravnosti, a potom se pristupa kemijsko-tehnološkoj kontroli, ukoliko je sirovina ispravna. Kako bi se ove kontrole mogle provesti, uzimaju se uzorci koji predstavljaju dio ukupne količine sirovine za preradu (Dimić, 2005.).

## Pranje i sušenje

Pranje bučinih koštica provodi se u bubnjastim peračicama sa mlazom vode. Cilj pranja je uklanjanje mesnatih djelova buče i drugih primjesa, ali i ljepljive sluzi koja ometa sušenje. Također, cilj je da se pranje obavi sa što većom efikasnošću, većim učinkom i manjom količinom vode. Nakon pranja obavlja se cjeđenje koštica. Za cjeđenje se koriste kontejneri sa perforiranim ili mrežastim dnom u kojima se koštica prevozi do sušare. Cjeđenjem se uklanja dio vlage pa se skraćuje proces sušenja. Početni sadržaj vlage bučine koštice je 35 do 45%, a nakon pranja i cjeđenja 50 do 55%. Vrijednost ravnotežnog sadržaja vlage ovisi od vrste biljnog materijala i stanja okoline, temperature i relativne vlažnosti zraka. Za uobičajene temperature skladištenja 10 - 20 °C, i relativne vlažnosti zraka 60 do 70% ravnotežni sadržaj vlage koštice buče je 7 do 8%.

Sušenje je jedna od najvažnijih tehnoloških operacija, jer se sušenjem sadržaj vlage u sjemenci ili koštici snižava do one vrijednosti koja će zaustaviti biološku i enzimsku aktivnost, ali i zbog očuvanja kvalitete sjemenke. Snižanjem vlage sprječava se razmnožavanje mikroorganizama i da ne dođe do povećanja kiselosti ulja. Utjecaj sadržaja vlage na biološku i enzimsku aktivnost sjemenki prati se jednim od osnovnih pokazatelja kvalitete, promjenom sadržaja slobodnih masnih kiselina (Dimić, 2005.).

Voda u sjemenkama uljarica se nalazi kao: slobodna voda, higroskopna voda i kristalna voda. Slobodna voda, s površine, lako se odstranjuje. Higroskopna voda se uklanja teže, njen sadržaj ovisi o relativnoj vlažnosti zraka, a odstranjivanje kristalne vode moguće je jedino povišenom temperaturom (Rac, 1964.).

Sušenje se može provoditi na više načina. Prirodnim putem, provjetravanjem, je dugotrajniji proces, ili pri povišenim temperaturama, što se odvija puno brže. Proces sušenja započinje uklanjanjem slobodne vode, nakon toga slijedi difuzno odvođenje vode prema površini sjemenke, odakle se uklanja sušenjem. Na kraju se uspostavlja ravnoteža između zraka prostora i sjemenke. Ova ravnoteža ovisi o temperaturi i relativnoj vlažnosti zraka (Dimić, 2005.).

Prema načinu dovođenja i predaje topline materijalu koji se suši moguća su tri postupka sušenja:

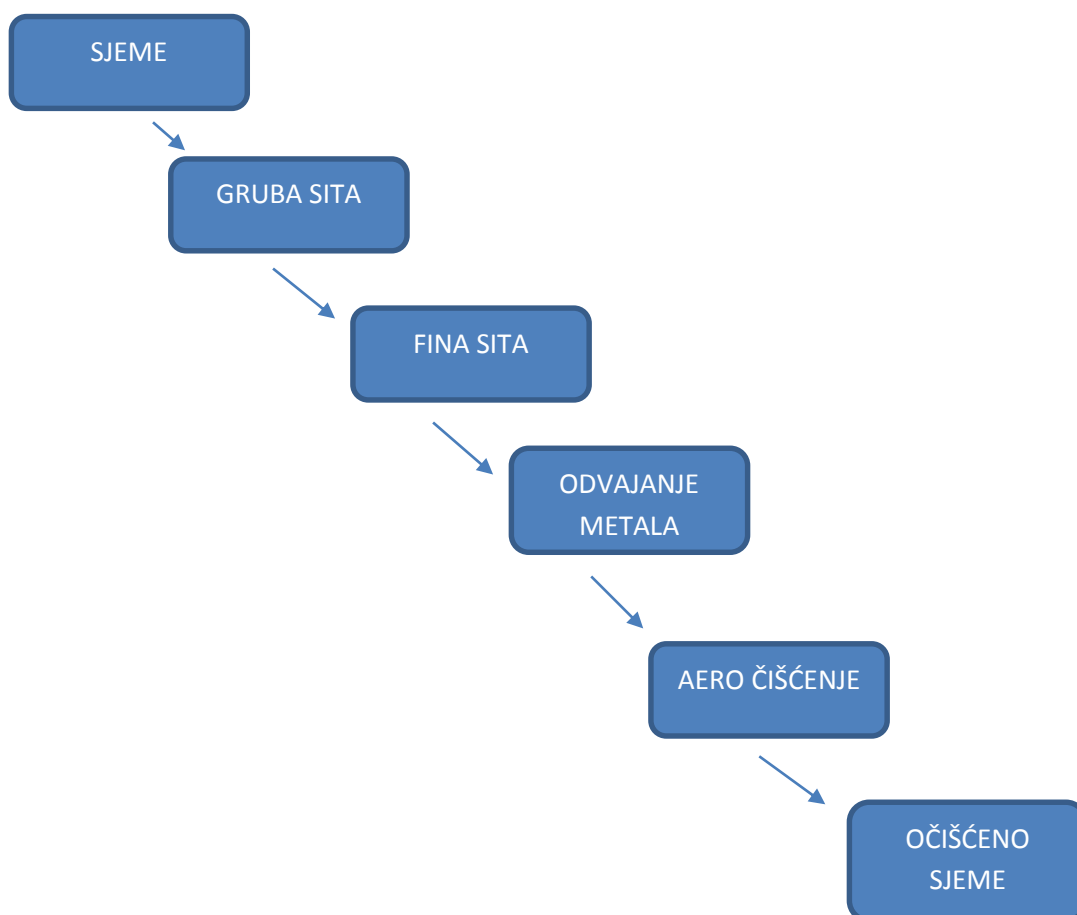
- sušenje kontaktom- materijal je u neposrednom dodiru s toplim površinama;
- sušenje konvekcijom- materijal se direktno zagrijava toplim zrakom ili sagorjelim plinovima (najčešći način);
- sušenje zračenjem- primjenom infracrvenih zraka (Dimić, 2005.).

## Čišćenje sirovine

Čišćenje sjemenki važno je prije skladištenja i prije same prerade, kako bi se uklonile nečistoće koje mogu štetno utjecati na uskladištenu sirovinu, pogoršati kvalitetu ulja ili oštetiti uređaje pri preradi. Čišćenje sjemenki je operacija koja se zasniva na principima razdvajanja, a najčešće se obavlja:

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

Za svaku od tih tehnoloških operacija postoje odgovarajući uređaji. Na Slici 3 su shematski prikazani stupnjevi čišćenja sjemenki.



**Slika 3** Shema čišćenja sjemenki uljarica

## **Skladištenje sirovine**

Skladištenje proizvoda je krajnji zahvat u cjelokupnom procesu proizvodnje pojedinog ratarskog proizvoda. Osnovni cilj skladištenja je sačuvati komercijalnu vrijednost i kvalitetu sjemenki. Vrijeme skladištenja je ograničeno, jer se i dalje odvijaju procesi koji mijenjaju kvalitetu sirovine. Prema tome razlikujemo privremena i trajna skladištenja.

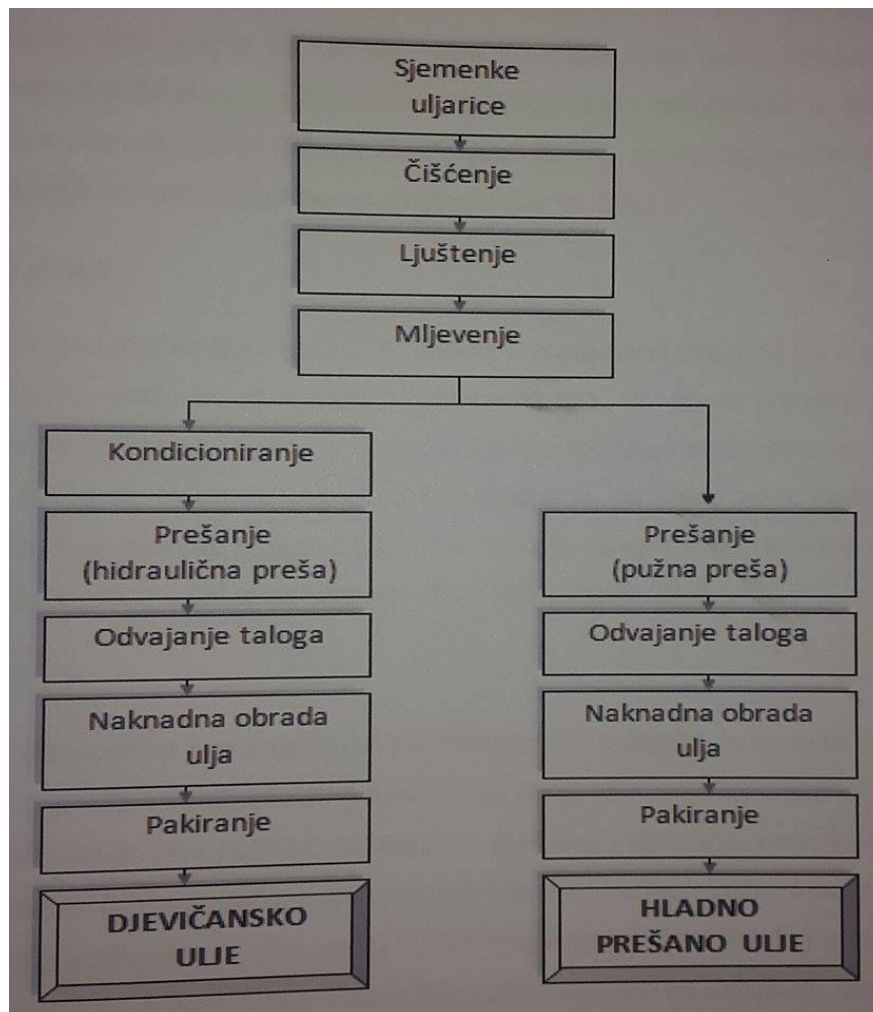
Privremena skladišta mogu biti razne prostorije, nadstrešnice i sl., te su pretežno bez čistilica i sušara, a sirovina se čuva u vrećama ili u rasutom stanju. Stalna skladišta predstavljaju građevinski objekt koji ima specijalnu namjenu za čuvanje uljarica na duži vremenski period, a mogu biti podnog, ćelijskog tipa, te silosi (Dimić, 2005.).

Tijekom skladištenja su neizbježni gubitci (lom zrna - mehaničko porijeklo, disanje - biološko porijeklo - gubitak kol. suhe tvari), ali i kvarenja sirovine (primjer: samozagrijavanje, napad kukaca, grinja, glodavaca, ptica i mikroorganizama). Važno je pravilno skladištiti proizvod, osušiti, provjetravati, jer svi ovi gubitci i kvarenja se mogu spriječiti (Rozman i Liška, 2012.).

### **2.3. PROCES PROIZVODNJE HLADNO PREŠANOG BUČINOGL ULJA**

Kako bi se održala potpuna kvaliteta i nutritivna vrijednost, hladno prešana biljna ulja proizvode se postupkom prešanja bez zagrijavanja sirovine. Prije nego ode na proces prešanja, sirovina mora proći određene faze pripreme. One uključuju proces čišćenja, ljuštenja i usitnjavanja. Postupak pročišćavanja prozvedenog sirovog hladno prešanog biljnog ulja obavlja se isključivo vodom, taloženjem, filtriranjem i centrifugiranjem.

Iako je proces proizvodnje hladno prešanih ulja relativno jednostavan, postoji velik broj čimbenika koji su od presudne važnosti i koji mogu utjecati na kvalitetu dobivenog ulja. Tehnološki proces proizvodnje jestivih hladno prešanih i nerafiniranih ulja iz sjemenki uljarica i drugih sirovina prikazan je na Slici 4 (Dimić i sur., 2002.).



**Slika 4** Blok shema proizvodnje jestivih hladno prešanih i nerafiniranih ulja iz uljarica  
(Dimić i sur., 2002.)

Sirovinu za proizvodnju hladno prešanih ulja treba pripremiti tako da se ulje može što lakše izdvojiti i kako bi se postigla što bolja kvaliteta jer u daljnjem procesu nema rafinacije. Sama priprema sirovine ne mora uvijek sadržavati postupke ljuštenja i mljevenja. Za proizvodnju hladno prešanog bučinog ulja iz golice postupak je izostavljen. Koristi se samo očišćena sirovina koja ide na proces prešanja sa ili bez postupka mljevenja. U nastavku je opisan proces proizvodnje bučinog ulja.

### **2.3.1. Pranje i čišćenje koštice golice**

Svrha čišćenja je uklanjanje stranih sjemenki, kamenčića, grudica zemlje i svih ostalih primjesa koje mogu štetno djelovati na koštice, te tako smanjiti vrijednost proizvedenog ulja. Na preradu se najčešće doprema sirovina koja sadrži određenu količinu nečistoća. One mogu biti organske ili anorganske. Princip čišćenja je isti kao i prije skladištenja, jedino što ovaj put ne smije izostati nikakva nečistoća zbog direktnog utjecaja na kvalitetu ulja. (Dimić, 2005.).

### **2.3.2. Prešanje**

Postupkom prešanja dobivamo sirovo ulje u kojem se nalaze mehaničke (netopljive) nečistoće, voda i sluzave tvari koje mogu nepovoljno utjecati na senzorska svojstva ulja te ih je potrebno ukloniti iz sirovog ulja. Tijekom razvoja mijenjali su se uređaji na kojima se prešanje izvodilo. Prvo su to bile ručne preše, preše na vijak, preše na klin itd., koje su imale male radne tlakove i zbog toga nedovoljno iskorištenje sirovine. Pojavom hidrauličnih preša omogućeno je dobivanje većih radnih tlakova pomoću malih sila, a uvođenjem pužnih preša omogućen je kontinuiran proces izdvajanja sirovog ulja procesom prešanja.

### **Hidraulične preše**

Hidraulične preše predstavljaju najstarije uređaje u proizvodnji ulja. Prvi takvi uređaji nastali su u 19. stoljeću. Mogu biti otvorenog ili zatvoreog tipa, ali njihova primjena je danas sve rjeđa. Danas se koriste u proizvodnji maslinovog, bučinog ulja i eventualno sezamovog ulja. Hidraulične preše se mogu upotrijebiti za predprešanje, pri čemu se iz materijala uklanja samo dio ulja, ili za završno prešanje gdje se uklanja skoro cjelokupna količina ulja i pri tome zaostaje pogača, sa oko 5% zaostalog ulja (Dimić, 2005., Rac, 1964.).

## **Pužne preše**

U industriji ulja pužne preše imaju najveću primjenu. Princip rada temelji se na zagrijavanju sjemenke, vlaženju i sušenju. Snažna pužnica transportira sjemenke iz većeg zatvorenog prostora u manji gdje nastaje povećan tlak pa dolazi do cijedenja ulja. Kontinuirane pužne preše koriste se kod velikih kapaciteta proizvodnje. Kod proizvodnje hladno prešanih ulja temperatura ulja nakon izlaska iz preše ne bi smjela biti viša od 50 °C pa se mora kontrolirati postupak prešanja ili se provoditi pri nižem tlaku (Bockisch, 1998.). Radni tlak u preši regulira se debljinom izlaza pogače, a to se regulira na izlazu konusa glave preše. Kao predpreše imaju stupanj djelovanja 50 – 60 % u odnosu na sadržaj ulja, a kod završnog prešanja stupanj djelovanja može doseći 80 – 90 % (Rac, 1964.; Dimić i Turkulov, 2000.). Kao posljedica visokog trenja unutar materijala prilikom prešanja javlja se porast temperature. Trenje može povisiti temperaturu materijala i do 170 °C, što se nikako ne bi smjelo dogoditi, jer kod proizvodnje hladno prešanih ulja temperatura sirovog ulja ne bi smjela biti viša od 50 °C (Pravilnik NN 41/12). Kako bi se to postiglo potrebne su pužne preše posebne konstrukcije, ili se prešanje mora provesti pri nižem tlaku. Tada je prinos ulja manji, odnosno više je zaostalog ulja u pogači (Bockisch, 1998.).

### **2.3.3. Odvajanje netopljivih nečistoća**

Mehaničke, tj. netopljive nečistoće u svježe prešanom sirovom ulju predstavljaju masna prašina i sitniji ili krupniji dijelovi sjemena koji zajedno sa uljem izlaze iz preše. Količina nečistoća u sirovom ulju ovisi od konstrukcije preše, finoći usitnjavanja materijala prije prešanja, tlaku u preši, vrsti sirovine itd.

Najjednostavniji način odvajanja nečistoća iz sirovog ulja je proces sedimentacije. Ona se odvija u rezervoarima u kojima sirovo ulje odležava određeno vrijeme pri sobnoj temperaturi. Rezervoari na određenoj visini imaju ventile (ispuste) pomoću kojih se ispušta bistri sloj ulja, a nečistoće se talože na dnu. Nedostaci prirodne sedimentacije su dugo vrijeme provođenja i sporo odvajanje sluznih tvari pa se dobije ulje lošije kvalitete. Iz tih razloga talog ne bi trebao biti u duljem kontaktu sa uljem.

Odvajanje mehaničkih nečistoća procesom filtriranja je mnogo efikasnije, a sastoji se u propuštanju sirovog prešanog ulja kroz filter na kojem se one zadržavaju. Kao filteri mogu se upotrebljavati filtracijske tkanine od pamuka, lana i drugih tekstilnih vlakana, filter papir,

kao filtri u vidu sita izrađeni od metala. Za grubo filtriranje se upotrebljavaju vibracijska sita i filtracijske centrifuge, a za finije filter preše, kontinuirani filtri i centrifugalni separatori. Kapacitet filtriranja je proporcionalan filtracijskoj površini filtra i brzini filtriranja (Rac,1964., Dimić,2005.).

Za dobivanje finalnog ulja bez taloga, odnosno sa minimalnom količinom, pogodno je rješenje da se najprije provede sedimentacija, dekantacija, a zatim fina filtracija. Sadržaj netopljivih nečistoća, u hladno prešanim uljima, se prema zakonskim propisima dozvoljava u količini od najviše 0,1% (Pravilnik, NN 41/12).

#### **2.4. PAKIRANJE I SKLADIŠTENJE BILJNIH ULJA**

Nerafinirana i hladno prešana biljna ulja su vrlo nestabilan i osjetljiv prehrambeni proizvod. Ulje pod utjecajem svjetlosti, temperature, kisika i dr. čimbenika mijenja kvalitetu tijekom njegovog skladištenja. Zbog toga je važan ambalažni materijal u kojem se ono čuva. Ambalaža zajedno sa proizvodom čini cjelinu, te je proizvod na taj način zaštićen od utjecaja različitih čimbenika. Kvalitetna ambalaža mora:

- onemogućiti interakciju s proizvodom;
- potpuno zaštititi proizvod;
- imati poželjna barijerna svojstva na plinove, vodenu paru, svjetlost i otopine;
- imati odgovarajuću termokemijsku otpornost pri preradi i punjenju;
- imati dobra fizikalno-mehanička svojstva;
- lako se otvarati i
- biti pravilno deklarirana (Curaković i sur., 1996.).

Pakiranje je tehnološki proces koji obuhvaća punjenje proizvoda u ambalažu, operacije pripreme, odmjeravanja, podešavanja odnosa komponenata, razlijevanja, zatvaranja, obilježavanja pojedinačnih pakiranja, zbirnog pakiranja, etiketiranja i paletizacije. Kao ambalažni materijal za pakiranje ulja koristi se staklo, polimerni, kombinirani materijali i inoks spremnici. Važno je da ambalaža osim zaštitne funkcije ima i oblik i dizajn koji su oku privlačni, pa se tako može utjecati na želje potrošača (Dimić, 2005.).



### **3. EKSPERIMENTALNI DIO**

### **3.1. ZADATAK**

Zadatak ovog diplomskog rada bio je na kontinuiranoj pužnoj preši proizvesti hladno prešano bučino ulje koštice golice, ispitati utjecaj procesnih parametara prešanja (temperatura glave preše, veličina otvora glave preše za izlaz pogače i brzina pužnice tj. frekvencija elektromotora) na iskorištenje ulja. Potrebno je ispitati osnovne parametre kvalitete proizvedenog hladno prešanog ulja koštice golice primjenom standardnih metoda pa su tako određeni Pbr, SMK, netopljive nečistoće, udio vlage u ulju. Određen je udio ulja i vode u košticama prije prešanja te udio vode i ulja nakon prešanja u pogači koja je zaostala kao nusproizvod procesa prešanja. Nakon toga, određeni su u ulju i pogači mikrobiološki pokazatelji zdravstvene ispravnosti (aerobne mezofilne bakterije, plijesni, *Salmonella* spp., *Enterobacteriaceae*, sulfitreducirajuće klostridije, *Listeria monocytogenes*) kojima se utvrđuje kvaliteta ulja prema Zakonu o higijeni hrane i mikrobiološkim kriterijima za hranu (NN81/2013.) i Vodiču za mikrobiološke kriterije za hranu (Ministarstvo poljoprivrede 3. izmjenjeno izdanje, 2011.)

### **3.2. MATERIJALI I METODE**

#### **3.2.1. Materijali**

Sirovina za proizvodnju hladno prešanog bučinog ulja je vrsta bučine koštice, golica, sorta Gleisdorf. Prešanje se provodi na laboratorijskoj kontinuiranoj pužnoj preši, pri čemu dobijemo sirovo bučino ulje i pogaču koje se koriste za daljnje ispitivanje.

#### **3.2.2. Metode rada**

##### **3.2.2.1. Određivanje udjela ulja u koštici i pogači**

Udio ulja u bučinoj koštici i pogači zaostaloj nakon prešanja određen je standardnom metodom ekstrakcijom ulja po Soxhletu. Otapalo korišteno u ovom postupku je petrol-eter. Ekstrakcija uzorka provodi se u odgovarajućoj aparaturi (Soxhletu), koja se sastoji od tikvice, ekstraktora i hladila. Na osušenu i izvaganu tikvicu stavlja se ekstraktor sa tuljkom u kojem je uzorak. Dodano je otapalo, pričvršćeno hladilo i provedena ekstrakcija do iscrpljenja uzorka. Otapalo se na kraju predestilira, a zaostalo ulje u tikvici se suši i važe.



**Slika 5** Ekstrakcija ulja po Soxhletu

Udio ulja računa se prema formuli:

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

gdje je:

a - masa tikvice s uljem (g);

b – masa prazne tikvice (g);

c – masa uzorka koji se ispituje (g).

#### **Izračunavanje stupnja djelovanja preše**

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

Količina 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, (%) ,

Up – udio ulja u pogači, (%)

a – suha tvar u sirovini, (%)

b – suha tvar u pogači, (%)

Stupanj djelovanja prešanja računa se prema formuli:

$$P = (U / U_0) * 100 (\%)$$

U – količina prešanog ulja, (%)

U<sub>0</sub> – udio ulja u sirovini, (%)

### **3.2.2.2. Određivanje osnovnih parametara kvalitete ulja**

#### **Određivanje slobodnih masnih kiselina (SMK)**

Masti i ulja sadrže određeni udio slobodnih masnih kiselina, koje nastaju hidrolitičkom razgradnjom triacilglicerola djelovanjem lipolitičkih enzima na estersku vezu u molekuli. SMK u ulju ovisi o kvaliteti sirovine, načinu dobivanja ulja i uvjetima skladištenja, te se može izraziti kao: kiselinski broj, kiselinski stupanj i postotak slobodne masne kiseline.

Kiselinski broj se izražava kao broj mg KOH (NaOH) potrebnih za neutralizaciju SMK u 1 g ulja. Postotak SMK je maseni udio oleinske kiseline u masti ili ulju (g OLAC/ 100 g masti ili ulja).

Slobodne masne kiseline u uzorcima biljnih ulja su određivane primjenom standardne metode prema normi HRN EN ISO 660:1996 pod nazivom Određivanje kiselinskog broja i kiselosti.

Princip određivanja je provođenje titracije ulja, otopljenog u otapalu, sa otopinom natrijevog hidroksida  $c(\text{NaOH}) = 0,1 \text{ mol/L}$ .

Udio SMK je izražen kao % oleinske kiseline, a izračunava se prema formuli:

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

V- utrošak vodene otopine NaOH za titraciju uzorka, (mL),

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

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

m- masa uzorka za ispitivanje, (g)

### **Određivanje peroksidnog broja (Pbr)**

Peroksidnim brojem određuju se primarni produkti oksidacije ulja, te je on kao takav direktni pokazatelj stupnja užglosti ulja. Određuje se standardnom metodom, jodometrijsko određivanje točke završetka prema zahtjevima norme HRN EN ISO 3960 (HZN, 2007.).

Uzorak ulja otopi se u otopini ledene octene kiseline i kloroforma, te se doda otopina kalijevog jodida (KI). Djelovanjem peroksida oslobađa se jod iz otopine KI, koji se zatim određuje titracijom s otopinom natrijevog tiosulfata ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ) uz škrob kao indikator. Rezultat je izražen kao broj mmol aktivnog kisika koji potječe od nastalog peroksida prisutnih u 1 kg ulja ( $\text{mmol O}_2/\text{kg}$ ).

Pbr se izračunava prema formuli:

$$\text{Pbr (mmol O}_2/\text{kg)} = (V_1 - V_2) * 5/m$$

$V_1$  – volumen otopine  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ,  $c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 0,01 \text{ mol/L}$  utrošenog za titraciju uzorka ulja, (mL)

$V_2$  – volumen otopine  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ,  $c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 0,01 \text{ mol/L}$  utrošenog za titraciju slijepa probe, (mL)

m – masa uzorka ulja, (g).

### **Određivanje vlage**

Vlaga je određena u bučinoj koštici i u proizvedenom hladno prešanom ulju. Metoda je jednaka, temelji se na isparavanju vode i hlapljivih tvari zagrijavanjem u sušioniku. Udio vlage izračunava se:

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

$m_0$  – masa staklene čaše (g),

$m_1$  – masa staklene čaše i uzorka prije sušenja, (g),

$m_2$  – masa staklene čaše i uzorka nakon sušenja, (g).

### **Određivanje netopljivih nečistoća**

Uzorak ulja se tretira organskim otapalom petrol-eterom i otopina se filtrira kroz lijevak sa perforiranim dnom, uz ispiranje taloga istim otapalom. Zaostali talog je osušen do konstantne mase i izvagan. Udio netopljivih nečistoća računa se prema formuli:

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

$m_0$  – masa uzorka, (g),

$m_1$  – masa osušenog lijevka, (g),

$m_2$  – masa lijevka s nečistoćama nakon sušenja, (g).

### **3.2.2.3. Određivanje mikrobiološke ispravnosti ulja**

#### **Aerobne, mezofilne bakterije**

Aerobne, mezofilne bakterije su određene iz osnovnog razrjeđenja  $10^{-1}$  prenošenjem inokuluma u zdjelicu i ulijevanjem podloge za ukupni broj bakterija (Tryptic Glucose Yeast agar ili TGK agar; Biolife, Italija) ohlađene na 48 °C. Poslije inkubacije (7 dana ori 28 °C), prebrojane su porasle kolonije aerobnih, mezofilnih bakterija i njihov broj je preračunat na 1g uzorka. U svrhu određivanja plijesni, nakon homogenizacije, prenesen je inokulum u prazne, sterilne petrijeve zdjelice u koje je uliven na 48 °C ohlađen Czapekov. Nakon prenošenj inokuluma i ulijevanja hranjive podloge, sadržaj zdjelice je homogeniziran i

inkubiran 7 dana pri 28 °C. Nakon inkubacije, prebrojane su porasle kolonije plijesni i njihov broj je preračunat na 1 g.

### **Enterobacteriaceae**

Određene su prenošenjem 1 mL inokuluma iz osnovnog razrjeđenja  $10^{-1}$  u epruvetu s *Enterobacteriaceae* Broth Mossel (Mosselob bujon; Biolife, Italija) i inkubirane 24 sata pri 37 °C. Nakon inkubacije, ukoliko se bujon promijenio (zamutio ili promijenio boju iz zelene u žutu), ponovo se priprema osnovno razrjeđenje  $10^{-1}$  i prenosi inokulum u zdjelicu u koju se ulijeva podloga na enterobakterije ljubičasto crvenu žučni glukozni agar (VRBG; Biolife, Italija). Nakon skrutnjavanja podloge, ulijeva se dodatni sloj VRBG agara nakon čega se materijal inkubira 24 sata pri 37 °C. Poslije inkubacije, prebrojavaju se karakteristične kolonije, izoliraju i determiniraju ispitivanjem fizioloških svojstava. Patogene bakterije nisu ustanovljene niti u jednom uzorku, a određivane su metodama HR EN ISO koje su navedene u tablicama 5 i 6.

### **Sastav masnih kiselina**

Na prešanom bučinom ulju određen je sastav masnih kiselina primjenom plonske kromatografije GC sa FID detektorom korištenjem standardne metode pripreme uzorka i analize sastava ulja.

## **4. REZULTATI**



**Tablica 1.** Utjecaj nastavka za izlaz pogače kod prešanja bučine koštice golice na iskorištenje bučinog ulja. Bučina koštica ima udio ulja 42,15 % i udio vode 5,76 %.

|                                            | Masa polazne sirovine (kg) | Volumen sirovog ulja (mL) | Temperatura sirovog ulja (°C) | Volumen finalnog ulja nakon 3 tjedna taloženja i vakum filtriranja (mL) | Masa dobivene pogače (g) | Udio ulja u pogači (%) | Stupanj djelovanja preše (%) |
|--------------------------------------------|----------------------------|---------------------------|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------------|
| <b>N = 7 mm</b><br>T = 90 °C<br>F = 25 Hz  | 1                          | 100                       | 37                            | 70                                                                      | 898,88                   | 36,41                  | 13,62                        |
| <b>N = 9 mm</b><br>T = 90 °C<br>F = 25 Hz  | 1                          | 104                       | 33                            | 58                                                                      | 897,97                   | 37,42                  | 11,22                        |
| <b>N = 11 mm</b><br>T = 90 °C<br>F = 25 Hz | 1                          | 91                        | 33                            | 29                                                                      | 897,67                   | 37,63                  | 10,72                        |

N – veličina otvora glave preše, definira promjer pogače (mm);

F – frekventni regulator, regulira brzinu pužnice preše (Hz);

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

Primjena pužnice 2 (duljina navoja 10 mm).

**Tablica 2.** Utjecaj temperature zagrijavanja glave preše kod prešanja bučine koštice golice na iskorištenje bučinog ulja.

|                                     | Masa polazne sirovine (kg) | Volumen sirovog ulja (mL) | Temperatura sirovog ulja (°C) | Volumen ulja nakon 3 tjedna taloženja i vakum filtriranja (mL) | Masa dobivene pogače (g) | Udio ulja u pogači (%) | Stupanj djelovanja preše (%) |
|-------------------------------------|----------------------------|---------------------------|-------------------------------|----------------------------------------------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------------|
| N = 9 mm<br>T = 90°C<br>F = 25 Hz   | 1                          | 104                       | 33                            | 58                                                             | 897,97                   | 37,42                  | 11,22                        |
| N = 9 mm<br>T = 100 °C<br>F = 25 Hz | 1                          | 110                       | 40                            | 75                                                             | 908,04                   | 37,37                  | 11,34                        |
| N = 9 mm<br>T = 110 °C<br>F = 25 Hz | 1                          | 150                       | 45                            | 90                                                             | 850,94                   | 35,40                  | 16,01                        |

N - veličina otvora glave preše, definira promjer pogače (mm);

F – frekventni regulator, regulira brzinu pužnice preše (Hz);

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

**Tablica 3.** Utjecaj frekvencije elektromotora (brzine pužnice) kod prešanja bučine koštice golice na iskorištenje bučinog ulja.

|                                     | Masa polazne sirovine (kg) | Volumen sirovog ulja (mL) | Temperatura sirovog ulja (°C) | Volumen ulja nakon 3 tjedna taloženja i vakum filtriranja (mL) | Masa dobivene pogače (g) | Udio ulja u pogači (%) | Stupanj djelovanja preše (%) |
|-------------------------------------|----------------------------|---------------------------|-------------------------------|----------------------------------------------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------------|
| N = 9 mm<br>T = 110 °C<br>F = 25 Hz | 1                          | 150                       | 45                            | 90                                                             | 850,94                   | 35,40                  | 16,01                        |
| N = 9 mm<br>T = 110 °C<br>F = 18 Hz | 1                          | 155                       | 45                            | 70                                                             | 829,19                   | 35,59                  | 15,56                        |

**Tablica 4.** Osnovni parametri kvalitete proizvedenog hladno prešanog bučinog ulja.

| UZORAK                           | Bučino ulje |
|----------------------------------|-------------|
| Pbr<br>(mmol O <sub>2</sub> /kg) | 1,74        |
| SMK<br>(% oleinske kiseline)     | 0,31        |
| % vode                           | 0,07        |
| % netopljive nečistoće           | 0,20        |

SMK – slobodne masne kiseline, izražene kao % oleinske kiseline;

Pbr – peroksidni broj, mmol O<sub>2</sub>/kg.

**Tablica 5.** Mikrobiološki pokazatelji zdravstvene ispravnosti pogače nakon prešanja koštice golice.

| Naziv pokazatelja              | Metoda                                           | Kriterij MDK          | Nalaz                   | Udovoljava |
|--------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------|-------------------------|------------|
| Aerobne mezofilne bakterije    | HRN EN ISO 4833-1:2013<br>HRN EN ISO 4833-2:2013 | 10 <sup>4</sup> cfu/g | <10 <sup>4</sup> cfu/g  | DA         |
| Plijesni                       | ISO 21527-1:2008                                 | 10 <sup>2</sup> cfu/g | < 10 <sup>2</sup> cfu/g | DA         |
| <i>Enterobacteriaceae</i>      | HRN ISO 21528-2:2008                             | 10 <sup>2</sup> cfu/g | < 10 cfu/g              | DA         |
| <i>Salmonella spp.</i>         | HRN EN ISO 6579                                  | n.n./25g              | Nije izolirana/25g      | DA         |
| Sulfitreducirajuće klostridije | HNR ISO 15213                                    | 10 <sup>2</sup> cfu/g | < 10 <sup>2</sup> cfu/g | DA         |

**Tablica 6.** Mikrobiološki pokazatelji za bučino ulje.

| Naziv pokazatelja             | Metoda                                           | Kriterij MDK          | Nalaz                   | Udovoljava |
|-------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------|-------------------------|------------|
| Aerobne mezofilne bakterije   | HRN EN ISO 4833-1:2013<br>HRN EN ISO 4833-2:2013 | 10 <sup>4</sup> cfu/g | <10 <sup>4</sup> cfu/g  | DA         |
| Kvasci i plijesni             | ISO 21527-1:2008                                 | 10 <sup>2</sup> cfu/g | < 10 <sup>2</sup> cfu/g | DA         |
| <i>Enterobacteriaceae</i>     | HRN ISO 21528-2:2008                             | 10 <sup>2</sup> cfu/g | < 10 cfu/g              | DA         |
| <i>Listeria monocytogenes</i> | HRN EN ISO 11290-1:2008                          | n.n./25g              | Nije izolirana/25g      | DA         |

**Tablica 7.** Sastav masnih kiselina hladno prešanog bučinog ulja.

| <b>Masna kiselina</b>           | <b>Udio (%)</b> |
|---------------------------------|-----------------|
| Methyl laurate                  | 0,0123          |
| Methyl miristate                | 0,0999          |
| Methyl pentadecanoate           | 0,0109          |
| <b>Methyl palmitate</b>         | <b>11,0982</b>  |
| Methyl pamitoleate              | 0,1230          |
| Methyl heptadecanoate           | 0,0546          |
| Methyl heptadecanoate (CIS-10)  | 0,0265          |
| <b>Methyl stearate</b>          | <b>6,0014</b>   |
| <b>Methyl oleate</b>            | <b>37,9525</b>  |
| <b>Methyl linoleate</b>         | <b>42,4580</b>  |
| Methyl arachidate               | 0,4172          |
| Methyl eicisenoate              | 0,1093          |
| Methyl linolenate (CIS-9,12,15) | 1,1460          |
| Methyl behenate                 | 0,0982          |
| Methyl erucate                  | 0,2646          |
| Methyl arachidonate             | 0,0153          |
| Methyl lignocerate              | 0,0759          |
| Methyl eicosapentaenoate        | 0,0116          |
| Methyl nervonate                | 0,2444          |
| <b>Suma</b>                     | <b>100%</b>     |
| <b>Suma ZMK</b>                 | <b>17,8688</b>  |
| <b>Suma NMK</b>                 | <b>82,1313</b>  |

## **5. RASPRAVA**

U eksperimentalnom dijelu rada, prije procesa prešanja koštice golice na pužnoj preši određen je udio ulja koji je izražen kao srednja vrijednost te je iznosio 42,15 % i udio vlage u sjemenkama koja je iznosila 5,76 %.

U **Tablici 1** prikazani su rezultati ispitivanja utjecaja veličine nastavka za izlaz pogače tijekom prešanja bučine koštice na iskorištenje sirovog i hladno prešanog ulja.

Prešanjem koštice golice s nastavkom za izlaz pogače promjera  $N = 7$  mm proizvedeno je 100 mL sirovog ulja temperature 37 °C. Sedimentacijom u trajanju od 3 tjedna, te vakuum filtracijom dobiveno je 70 mL finalnog hladno prešanog ulja. Analitički je određen udio zaostalog ulja u pogači xxx % te izračunat stupanj djelovanja preše 13,62 %.

Korištenjem nastavka za izlaz pogače većeg promjera ( $N = 9$  mm), kod konstantne temperature glave preše  $T = 90$  °C i brzine pužnice  $F = 25$  Hz, proizvedeno je 104 mL sirovog ulja temperature 33 °C. Nakon 3 tjedna taloženja sirovog ulja i vakuum filtracije, dobiveno je 58 mL finalnog hladno prešanog ulja iz koštice buče. Udio zaostalog ulja u pogači iznosio je 37,42 %, a stupanj djelovanja preše je 11,22 %.

Daljnjom primjenom nastavka za izlaz pogače još većeg promjera  $N = 11$  mm, kod konstantnih parametara  $T = 90$  °C i  $F = 25$  Hz, proizvedena je manja količina sirovog ulja (91 mL) temperature 33 °C i duplo manje finalnog hladno prešanog ulja (29 mL). Iz navedenih rezultata može se primjetiti da veličina nastavka znatno utječe na iskorištenje ulja tijekom hladnog prešanja bučine koštice.

Razlog porasta temperature sirovog ulja je taj što se primjenom nastavka manjeg promjera u sustavu preše postiže veći radni tlak koji dovodi do većeg zagrijavanja mase i većeg iskorištenja ulja tijekom prešanja bučine koštice. Također, zagrijavanjem glave preše (sa 90 °C na 100 i 110 °C) postižu se bolja plastična svojstva materijala tijekom prešanja što rezultira većim iskorištenjem ulja, ali i većom temperaturom sirovog ulja.

U **Tablici 2** prikazano je ispitivanje utjecaja temperature zagrijavanja glave preše (90, 100, 110 °C) uz konstantne parametre  $N = 9$  mm i  $F = 25$  Hz na iskorištenje hladno prešanog ulja koštice golice. Rezultati ovog ispitivanja pokazuju da temperatura zagrijavanja glave preše radi lakšeg izlaska pogače tijekom prešanja utječe na proizvodnju sirovog i finalnog ulja. Prešanjem koštica golice kod zagrijavanja glave preše na 110 °C proizveden je veći volumen

sirovog ulja (150 mL) i hladno prešanog ulja (90 mL), temperature 45 °C u odnosu na primjenu temperature od 90 i 100 °C.

Kod ispitivanja utjecaja frekvencije elektromotora (brzine pužnice) na iskorištenje bučinog ulja dobiveni su sljedeći rezultati prikazani u **Tablici 3**. Količina dobivenog sirovog ulja kod parametara prešanja frekvencije elektromotora ( $F = 18$  Hz,  $N = 9$  mm,  $T = 110$  °C) bila je 155 mL, temperature 45 °C, a količina finalnog ulja nakon sedimentacije i vakuum filtracije iznosila je 70 mL. Udio zaostalog ulja u pogači je 35,59 %. Povećanjem frekvencije elektromotora na 25 Hz, volumen sirovog ulja je bio 150 mL, dok se volumen finalnog ulja nakon taloženja i filtriranja povećao (90 mL), a smanjio se udio zaostalog ulja u pogači (35,40 %).

Hladno prešano bučino ulje proizvedeno tijekom ispitivanja utjecaja procesnih parametara prešanja, pomiješano je i određeni su osnovni parametri kvalitete ulja prema Pravilniku o jestivim uljima i mastima (NN 41/12). Rezultati ovih analiza prikazani su u **Tablici 4**. Osnovni parametri kvalitete svježeg proizvedenog hladno prešanog bučinog ulja pokazuju da je ulje dobre kvalitete.

U **Tablici 5 i 6** prikazani su mikrobiološki pokazatelji zdravstvene ispravnosti proizvedenog bučinog ulja i pogače nakon prešanja goliće. Ispitivani uzorci sukladni su obaveznim i preporučenim mikrobiološkim kriterijima prema Zakonu o higijeni hrane i mikrobiološkim kriterijima za hranu (NN 81/2013.) i Vodiču za mikrobiološke kriterije za hranu (Ministarstvo poljoprivrede 3. izmijenjeno izdanje, 2011.).

Sastav masnih kiselina bučinog ulja određen na GC prikazan je u **Tablici 7**. Udjeli pojedinih masnih kiselina odgovaraju literaturnim podacima za bučino ulje proizvedeno iz goliće.



## **6. ZAKLJUČCI**

Na osnovi dobivenih rezultata provedenog istraživanja u ovom radu mogu se donijeti sljedeći zaključci:

1. Ispitivani procesni parametri hladnog prešanja bučine koštice golice utječu na iskorištenje ulja.
2. Primjenom nastavka za izlaz pogače promjera 7 mm proizveden je veći volumen hladno prešanog bučinog ulja u odnosu na nastavke 9 i 11 mm uz konstantne uvjete temperature glave preše i frekvencije elektromotora.
3. Primjenom veće temperature glave preše (110 °C) proizvedena je veća količina bučinog ulja u odnosu na temperature 90 i 100 °C.
4. Primjenom frekvencije elektromotora 25 Hz proizvedena je veća količina hladno prešanog bučinog ulja uz manji udio zaostalog ulja u pogači u odnosu na prešanje kod manje frekvencije elektromotora 18 Hz.
5. Proizvedeno hladno prešano ulje je odlične kvalitete, ispitivani parametri su u skladu s Pravilnikom o jestivim uljima i mastima (NN 41/12).
6. Mikrobiološka analiza bučinog ulja i pogače pokazuje da su zdravstveno ispravni proizvodi.
7. Sastav masnih kiselina bučinog ulja odgovara literaturnim podacima.

## **7. LITERATURA**

Agroklub, Sortna lista, Uljarice-predivo bilje, Buča, <http://www.ekomreza.org/tag/bucine-kostice/918> pristupljeno 11.11.2014.

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

Bavec, F, Berenji, J., Bojić, F., Bulajić, A., Dimić, E., Kereši, T., Veselinov, B., i Vujašinović, V., Curcubita pepo, Novi Sad, 2011.

Chang, S. Peterson, R. J., Ho, C.: J. Am. Oil Chem. Soc., 55, 718, 1978.

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

Dimić, E.: Hladno ceđena ulja, Tehnološki Fakultet, Novi sad, 88-91, 2005.

Dimić, E., Dimić, V., Romanić, R.: Essential fatty acids and nutritive value of edible nonrefined linseed oil, 9th Symposium: Vitamine und Zusatzstoffe in der Ernährung von Mensch und Tier, Proceedings, pp. 480-483, Jena/Thuringen, 2003.

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 kvaliteta u tehnologiji jestivih ulja, Tehnološki fakultet Novi Sad, 2000.

Fruhirth GO, Hermetter A, Production technology and characteristics of Styrian pumpkin seed oil, 2009.

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

Koprivnjak, O.: Djevičansko maslinovo ulje od masline do stola, Poreč, 2006.

Karlović, Đ., Andrić, N.: Kontrola kvalitete semena uljarica, Tehnološki fakultet, Novi sad, Savezni zavod za standardizaciju, Beograd, 1996.

Karlović, Đ., Berenji, J., Recseg, K., Proizvodnja i prerada uljarica, Herceg Novi, 2001.

Koprivnjak, O.: Djevičansko maslinovo ulje od masline do stola, Poreč, 2006.

Leder F.-ne, Molnar, I., A nagy taperteku olajtokmag-presmaradek hasznositasi lehetosege, Gabonaipar, 1993.

Pravilnik o jestivim uljima I mastima NN 41/2012.

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

Rozman, V. i Liška, A.: Skladištenje ratarskih proizvoda, Priručnik za vježbe

Tyagi, V. K., Vasishtha, A.K.: Changes in the Characteristics and composition of oils during deep-fat frying, J. Am. Oil Chem. Soc., 73, 499-506, 1996.

Veselinović S, Turkulov J: Uber die Selbsterwärmung der SonnenBlumensaat beim Lagern, Fat Sci, Technol, 1988.

Vujasinović, V., Djilas S, Dimić E, Romanić R, Shelf life of cold pressed pumpkin seed oil obtained with a on a screw press, 2010.

Vukša, V., Dimić, E. : Characteristics of cold pressed pumpkin seed oil, Jena/Thuringen, 2003.