Proizvodnja hladno prešanog konopljinog ulja

Cindrić, Korana

Undergraduate thesis / Završni rad

2016

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, FACULTY OF FOOD TECHNOLOGY / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:109:457929

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

REPOZITORIJ PTFOS PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK dabar

Repository / Repozitorij:

Repository of the Faculty of Food Technology Osijek

zir.nsk.hr

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

dabar DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

PREHRAMBENO – TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK

PREDDIPLOMSKI STUDIJ PREHRAMBENE TEHNOLOGIJE

Korana Cindrić

Proizvodnja hladno prešanog konopljinog ulja

završni rad

Osijek, 2016.

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

PREDDIPLOMSKI STUDIJ PREHRAMBENE TEHNOLOGIJE

Završni rad

Proizvodnja hladno prešanog konopljinog ulja

Nastavni predmet
Tehnologija prerade sirovina biljnog podrijetla II
Predmetni nastavnik: prof. dr. sc. Tihomir Moslavac

Student/ica: Korana Cindrić (MB: 3431/11)

Mentor: prof. dr. sc. Tihomir Moslavac

Predano (datum):

Pregledano (datum):

Ocjena: **Potpis mentora:**

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK

PREDDIPLOMSKI STUDIJ PREHRAMBENA TEHNOLOGIJA

Korana Cindrić

PROIZVODNJA HLADNO PREŠANOG KONOPLJINOG ULJA

ZAVRŠNI RAD

Mentor: prof. dr. sc. Tihomir Moslavac

Osijek, rujan, 2016.

UNIVERSITY OF JOSIP JURAJ STROSSMAYERA IN OSIJEKU
FACULTY OF FOOD TEHNOLOGY IN OSIJEK

UNDERGRADUATE STUDY OF FOOD TEHNOLOGY

Korana Cindrić

PRODUCTION OF COLD PRESSED HEMP OIL

FINAL TEST

Mentor: Tihomir Moslavac, PhD, prof.

Osijek, September, 2016.

SAŽETAK:

PROIZVODNJA HLADNO PREŠANOG KONOPLJINOG ULJA

Cannabis Sativa L. je industrijska vrsta konoplje koja se već određeno vrijeme uzgaja za potrebe prehrambene i tekstilne industrije. Njene sjemenke prosječno sadrže preko 30% ulja, 20% proteina, 20% ugljikohidrata te značajne količine prehrambenih vlakana, minerala i vitamina.

Ulje konoplje dobiva se preradom sjemenki metodom prešanja na pužnim prešama.

Postupkom hladnog prešanja dobije se ulje koje je cijenjeno jer su u njemu sačuvani bioaktivni sastojci. Konopljino ulje je jarke zelene boje i orašastog okusa koje se koristi u ljudskoj prehrani te ima povoljan utjecaj na ljudsko zdravlje.

Zadatak istraživanja u ovom radu je ispitati utjecaj procesnih parametara prešanja (nastavak za izlaz pogače, temperatura grijača glave preše, frekvencija elektromotora) na iskorištenje i kvalitetu konopljinog ulja. Dobiveni rezultati pokazuju da se veće iskorištenje ulja dobije s nastavkom manjeg promjera i manjom frekvencijom elektromotora.

Ključne riječi: konopljino ulje, hladno prešanje, pužna preša

SUMARY:

PRODUCTION OF COLD PRESSED HEMP OIL

Cannabis Sativa L. is a kind of industrial hemp grown for some time for the food and textile industry. Hemp seeds averagely contain more than 30% oil, 20% protein, 20% carbohydrates, and significant amounts of dietary fibre, minerals and vitamins.

Oil of hemp is obtained by pressing seeds on a screw press.

Oil processed by cold pressing is especially valued because there are better preserved bioactive ingredients. Hemp oil is a vibrant green color and a nutty flavour, and is used in human diet because it has a beneficial impact on human health.

The goal of the present study is to examine the influence of process parameters pressing (extension output cake thickness, the temperature of presses head, Hz of electromotor) on the yield and quality of hemp oil. The results show that a higher yield of oil was obtained with the extension of smaller diameter and a smaller frequency of electric motors.

Key words: hemp oil, cold pressing, screw presses

Sadržaj

1. UVOD 1

2. TEORIJSKI DIO 3

2.1. SIROVINE ZA PROIZVODNJU BILJNIH ULJA 4

2.2. KONOPLJINO ULJE 5

2.3. PROCES PROIZVODNJE HLADNO PREŠANOG KONOPLJINOG ULJA 6

2.3.1. Čišćenje sjemenki 6

2.3.2. Ljuštenje sjemenki 6

2.3.3. Mljevenje sjemenki 7

2.3.4. Kondicioniranje 8

2.3.5. Prešanje 8

2.3.6. Odvajanje netopljivih nečistoća 9

2.4. PAKIRANJE I SKLADIŠTENJE BILJNIH ULJA 11

3. EKSPERIMENTALNI DIO 13

3.1. ZADATAK 14

3.2. MATERIJAL I METODE 14

3.2.1. Materijali 14

3.2.2. Metode rada 17

4. REZULTATI I RASPRAVA 25

4.1. REZULTATI 26

4.2. RASPRAVA 29

5. ZAKLJUČCI 31

6. LITERATURA 33

Popis oznaka, kratica i simbola

F	Frekventni regulator
IV	Jodni broj
N	Nastavak na glavi preše za izlaz pogače
NN	Netopljive nečistoće
Pbr	Peroksidni broj
SMK	Slobodne masne kiseline
SV	Saponifikacijski broj
T	Temperatura grijača glave preše
ω- 6	Omega 6 – masne kiseline
ω- 3	Omega 3 – masne kiseline

1. UVOD

Cannabis Sativa L., industrijska konoplja koja je jednogodišnja biljka, a već određeno vrijeme se uzgaja za industrijske potrebe: prehrambena industrija, tekstilna industrija i druge. Sjemenke konoplje sadrže oko 30-35% ulja, 20-30% ugljikohidrata, 20-25% proteina, 10-15% netopljivih vlakana te mnoge vitamine i minerale pa ih zbog toga mnogi smatraju i funkcionalnom hranom. Ulje koje se dobije iz sjemenki konoplje je zelene boje i orašastog okusa. Sadrži esencijalne masne kiseline ω-6, linolnu masnu kiselinu i ω-3, α-linolensku masnu kiselinu. Omjer ovih masnih kiselina je 3:1 što se smatra optimalnim za ljudsko zdravlje. Hladno prešana ulja iz sjemenki su zelene boje i izravno se koriste u ljudskoj prehrani većinom kao salatna ulja.

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

Hladno prešana ulja su cijenjena jer se u njima zadržavaju mnogi bioaktivni sastojci te zbog toga postižu visoku cijenu na tržištu.

Kroz ovaj rad provest ćemo proizvodnju hladno prešanog konopljinog ulja te ispitati kako utječu procesni parametri prešanja na iskorištenje ulja.

2. TEORIJSKI DIO

2.1. SIROVINE ZA PROIZVODNJU BILJNIH ULJA

Većina biljaka imaju u sjemenu ili plodu određenu količinu ulja i masti, a kod nekih sadržaj masti se kreće i do 70%. Sirovina koja se upotrebljava za dobivanje ulja mora ispunjavati dva osnovna uvjeta:

- sadržaj (udio) ulja mora biti minimalan kako bi njegovo izdavanje bilo ekonomski prihvatljivo;
- biljka mora biti pogodna za masovnu proizvodnju (Dimić, 2005.).

Postoje i izuzetci u slučaju posebnih sirovina čije ulje ima specifične karakteristika, pri čemu se sirovina u ovom slučaju koristi za proizvodnju specijalnih ulja (Dimić, 2005.).

Prema porijeklu sirovine može se izvesti osnovna podjela koja obuhvaća masti i ulja iz mesnatog dijela ploda, te ulja iz sjemena sirovine. Sljedeća podjela je prema dominirajućim masnim kiselinama odnosno prema porijeklu sjemena:

1. Ulja i masti iz mesnatog dijela ploda: palmino ulje, maslinovo ulje, avokadovo ulje…
2. Ulja i masti iz sjemena/ploda prema dominirajućim masnim kiselinama:
    a) Laurinske masti i ulja (kokos, palmine koštice…)
    b) Masti palmitinske i stearinske kiseline (kakao maslac, shea maslac…)
    c) Ulja palmitinske kiseline (palmino ulje, pamukovo ulje…)
    d) Ulja oleinske i linolne kiseline (suncokretovo, sezamovo, kukuruzne klice, koštice buče, repica…)
3. Ulja i masti prema porijeklu biljke:
    a) Ulja iz leguminoza (kikiriki, soja…)
    b) Ulja iz krstašica (repica, slačica…) (Bockisch, 1998.).

U svijetu se za dobivanje ulja koristi više od 20 biljnih vrsta, pri čemu samo 12 uljarica ima veći ekonomski značaj (Dimić, 2005.).

2.2. KONOPLJINO ULJE

Cannabis Sativa L., industrijska konoplja se već duže vrijeme uzgaja za industrijske potrebe: prehrambena industrija, tekstilna industrija i druge. Industrijska konoplja je jedna od najstarije uzgajanih biljaka te se danas koristi u razne svrhe:

- za proizvodnju vlakana i papira, kozmetičke svrhe, gorivo, boja i drugo
- za proizvodnju hrane i hrane za životinje

Industrijska konoplja je jednogodišnja biljka visine oko 2 m. Sjemenke konoplje sadrže 20-25% proteina, 20-30% ugljikohidrata, te 10-15% netopljivih vlakana, što ih čini izrazito nutritivnom hranom (Sacilik i sur., 2003.). Sadrži vitamine skupine A, B, D i E, razne minerale od kojih se izdvajaju fosfor, željezo, kalcij, te svih 20 aminokiselina koje uključuju i 9 esencijalnih aminokiselina.

Sjemenke konoplje sadrže 30-35% ulja, te ima dobra senzorska svojstva. Sadrži esencijalne masne kiseline ω-6 linolnu masnu kiselinu i ω-3 α-linolensku masnu kiselinu. Omjer ovih masnih kiselina je 3:1 što se smatra optimalnim za ljudsko zdravlje. Ulje industrijske konoplje je zelene boje i orašastog okusa. Sjemenke i ulje imaju značajan udio tokoferola (ϒ-tokoferol). Sjemenke konoplje mogu se konzumirati u salatama, kao gotov obrok te samostalno. Djeluju povoljno na probavni sustav jer sadrže netopljiva vlakna. Postupkom hladnog prešanja iz sjemenki industrijske konoplje dobije se kvalitetno jestivo ulje. Zbog svega navedenog mnogi konoplju smatraju i funkcionalnom hranom. Osim u prehrani, ulje konoplje također se koristi i u kozmetici jer djeluje antimikrobno, antiupalno, usporava starenje kože, uravnotežuje pH i vlažnost kože, te djeluje antioksidacijski (Wilkerson, 2008.). Metodom prešanja na pužnim prešama dobije se hladno prešano ulje. Upravo tako može se iz sjemenki izdvojiti oko 60-80% ulja. Nakon dobivanja ulja zaostaje pogača. Hladno prešano ulje konoplje je zelene boje, orašatog okusa i ugodnog mirisa.

Pogača koja je zaostala nakon prešanja čuva se u hladnoj i suhoj prostoriji neko vrijeme, potrebno voditi brigu o kvaliteti jer može užegnuti. Pogača se može koristiti u proizvodnji hrane za životinje za proizvodnju proizvoda kao npr. maslac i namaz od uljarica.

2.3. PROCES PROIZVODNJE HLADNO PREŠANOG KONOPLJINOG ULJA

Prešanjem uz prethodno čišćenje, ljuštenje i usitnjavanje sjemenke konoplje koje se provodi mehaničkim putem proizvodi se bez zagrijavanja, hladno prešano jestivo biljno ulje. Pročišćavanje dobivenog sirovog izvodi se pranjem vodom, taloženjem, filtracijom ili centrifugiranjem.

Tehnološki proces proizvodnje hladno prešanih ulja iz sjemenki uljarica je relativno jednostavan no potrebno je voditi brigu o većem broju čimbenika kako bi se proizvelo ulje odgovarajuće kvalitete.

Tehnološki proces proizvodnje jestivih hladno prešanih te nerafiniranih ulja se provodi u dvije osnovne faze:

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

Potrebno je prilagoditi izdvajanje ulja polaznim sirovinama. Priprema sirovina treba biti takva da se omogući lakše izdvajanje ulja te zbog odsustva procesa rafinacije ulje mora biti što kvalitetnije. Priprema sirovine obuhvaća čišćenje, ljuštenje i mljevenje, međutim, na prešanje može ići i sirovina bez ljuštenja i mljevenja, a što ovisi o vrsti sirovine (Dimić, 2005.).

2.3.1. Čišćenje sjemenki

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

2.3.2. Ljuštenje sjemenki

Sjemenke koje imaju ljusku koja može sadržavati male količine ulja, sastoji se uglavnom od celuloznih i hemiceluloznih tvari. Sjemenke koje idu na prešanje ljušte se zbog:

- poboljšanja kvalitete ulja
- iskorištenja i povećanja kapaciteta preše i
- poboljšanja kvalitete pogače.

Ulje se dobiva iz različitih sirovina gdje je sadržaj ljuske različit. Ljuske imaju svoje karakteristike pa se zbog toga koriste posebni uređaji za ljuštenje, svaka vrsta uljarica ima određene zahtijeva za konstrukciju ljuštilica s obzirom na veličinu i oblik sjemenke, te karakteristike ljuske. Sortiranjem sirovine po veličini prije ljuštenja može se znatno povećati efikasnost procesa uklanjanja ljuske (Dimić, 2005.).

Pomoću ljuštilica mehaničkim putem se ljuštenjem odstranjuje ljuska. Mehaničko ljuštenje izvodi dvije osnovne operacije: razbijanje ljuske i oslobađanje jezgre te odvajanje ljuske od jezgre. Pri ljuštenju sjemenki primjenjuju se različita rješenja, uključujući mlin čekićar za orahe, valjke, rotirajuće ploče i dr. (Deublein, 1988.).

Odvajanje ljuske od jezgre se provodi upotrebom sita, struje zraka ili upotrebom električnog polja (Dimić, 2005.).

2.3.3. Mljevenje sjemenki

Kako bi se lakše oslobodilo ulje iz sirovine potrebno je sirovinu prethodno pripremiti. Eleoplazma ima strukturu gela u kojem su bjelančevine i ulja povezane unutarnjim silama. Iz tog stabilnog sistema oslobađamo ulje tako da narušavamo prirodnu ravnotežu. U eleoplazmi ravnotežu možemo narušiti mehaničkim putem (mljevenje), utjecajem toplinom ili kemijskim putem (vlaženje). To znači da se materijal za izdvajanje ulja priprema mljevenjem, zagrijavanjem, vlaženjem ili sušenjem (Rac,1964.).

Mljevenje nije neophodno za sve vrste sirovina. Na operaciju mljevenja mogu ići cijele sjemenke sa ljuskom, samo jezgra ili kombinacija. Kod mljevenja se također razaraju i stanice pa se ulje lakše izdvaja. Efikasnost većeg prešanja možemo postići mljevenjem jer se dobije optimalna i ravnomjerna veličina čestica. Kod proizvodnje hladno prešanog ulja zahtjevi za mljevenjem sirovine i do kojeg stupnja se sirovina melje, ovise o karakteristikama i vrsti preše. Ukoliko se sirovina melje, najčešće se provodi grubo mljevenje (Dimić, 2005.).

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

2.3.4. Kondicioniranje

Kako bi se omogućilo lakše i potpunije izdvajanje ulja iz sirovine odvija se obrada toplinom i vlagom gdje zbog hidrotermičkog procesa nastaju promjene u sirovini. Važni efekti su: koagulacija proteina, razbijanje uljne emulzije u stanicama, pucanje staničnih membrana, sniženje viskoziteta ulja, povećanje plastičnih svojstava sirovine, inaktivacija termo-osjetljivih enzima i dr. (Karleskind, 1996.).

Uz ove navedene promjene dolazi i do promjene senzorskih svojstava ulja koja se dobiju iz kondicioniranog materijala. Ulje koje se dobije ima okus i miris na blago prženo. Kod određene vrste sirovina (npr. bučina koštica) prilikom prženja treba posebno voditi računa da se ljuska dobro odvoji od jezgre, jer prženjem ljuska daje loš okus ulju (Rac, 1964.).

Kondicioniranje se u velikim industrijskim postrojenjima provodi u posebno konstruiranim vertikalno ili horizontalno postavljenim uređajima tzv. kondicionerima. Oni predstavljaju sastavne dijelove preše. U kondicionerima se materijal zagrijava do određene temperature i po potrebi ubacuje vodena para (Dimić, 2005.).

Kondicioniranje u malim pogonima se provodi u otvorenim posudama sa miješalicom koje se griju direktno. U tom slučaju teško je održavati i kontrolirati temperaturu. Važno je paziti da se materijal ne pregrije, jer to može nepovoljno utjecati na senzorska svojstva ulja, te na kvalitetu održivosti ulja. Vlaga u materijalu na kraju kondicioniranja mora biti u granicama koje se preporučuju za određeni tip preše. S obzirom na to da se kondicioniranjem mijenjaju plastično-elastična svojstva materijala, iskustvo je pokazalo da je ovakav materijal nabolje prešati na hidrauličkim prešama kod proizvodnje nerafiniranih ulja (Dimić, 2005.).

2.3.5. Prešanje

Proces tijekom kojeg se iz pripremljene sirovine pomoću tlaka i mehaničkim putem izdvaja ulje naziva se prešanje. Prešanje se može provoditi na pužnim ili hidrauličnim prešama. Pužne preše koje imaju razne kapacitete prerade sirovine se danas najviše upotrebljavaju.

Kontinuirane pužne preše se primjenjuju za tzv. predprešanje, pri čemu se iz materijala uklanja samo dio ulja, ili završno prešanje gdje se uklanja skoro cjelokupna količina ulja i pri tome zaostaje pogača s malim sadržajem ulja, do 5% (Dimić, 2005.).

Pužne preše

Kontinuirane pužne preše su u osnovi pužni transporteri te imaju zapremninu koja je promjenjiva za materijal, time se mijenja radni tlak duž preše i kompenzira gubitak tlaka tijekom istjecanja isprešanog ulja. Elementi koji čine pužnu prešu su vodoravni puž, koš koji je smješten oko puža, uređaj za doziranje i punjenje materijala, uređaj za regulaciju izlaza pogače, zupčani prijenosnik i kućište preše. Na radnoj osovini se nalazi puž koji se u slučaju kvara ili istrošenosti može skinuti i zamijeniti. Materijal se pomoću puža potiskuje iz većeg u manji zatvoreni prostor što uzrokuje sabijanje materijala i zbog toga dolazi do porasta tlaka i cijeđenja sirovog ulja. Regulacijom debljine izlaza pogače u preši se postiže odgovarajućom konstrukcijom izlaznog konusa, a preko različite debljine pogače regulira se radni tlak u preši (Rac, 1964.).

Stupanj djelovanja kontinuiranih pužnih preša koje rade kao predpreše je oko 50-60 % u odnosu na sadržaj ulja, a kod završnih preša može iznositi čak i 80-90 % (Dimi i Turkulov, 2000.).

Tijekom prešanja nastaje porast temperature jer se stvara veliko trenje u materijalu i preši. Kod visokih trenja temperatura materijal može se povisiti i do 170°C. Temperatura sirovog ulja koje napušta prešu kod proizvodnje hladno prešanih ulja ne bi smjela biti viša od 50°C. Kako bi se to postiglo koriste se posebno konstruirane preše ili se prešanje odvija pri blagim uvjetima, tj. pri nižem tlaku. U tom slučaju sadržaj zaostalog ulja u pogači je u pravilu veći, odnosno, prinos ulja je manji (Bockisch, 1998.).

Hidraulične preše

Najstariji uređaji koji se koriste u proizvodnji jestivih biljnih ulja su hidraulične preše. Njihova primjena je sve rjeđa i danas se isključivo koriste za proizvodnju maslinovog ulja, i ulja koštica buče te eventualno ulja sezama (Rac, 1964.).

2.3.6. Odvajanje netopljivih nečistoća

U prešanom sirovom ulju nalaze se primjese koje mogu biti: mehaničke (netopljive) nečistoće, voda i sluzave tvari, a mogu nepovoljno utjecati na senzorska svojstva ulja.

Masna prašina i sitniji ili krupniji dijelovi sjemenke ili ploda (jezgra, ljuska) koji s uljem napuštaju prešu čine netopljive nečistoće. Mehaničke nečistoće u ulju i njihova količina ovise o više čimbenika: konstrukciji preše, tlaku prešanja, vrsti sirovine, finoći usitnjavanja-mljevenja materijala prije prešanja itd.

Primjenom sljedećih tehnika iz sirovog ulja se mogu izdvojiti mehaničke netopljive nečistoće:

- taloženjem (sedimentacijom),
- filtracijom (filter preša) i
- centrifugalnim separatorom.

Odvajanje mehaničkih nečistoća taloženjem

Taloženje ili sedimentacija je najjednostavniji način kojim se iz sirovog ulja odvajaju mehaničke nečistoće. Mehaničke nečistoće su djelići koji imaju veću specifičnu masu od ulja pa se prirodnim putem tj. taloženjem na dnu posude ili rezervoara izdvajaju iz ulja.

Zbog toga se sirovo ulje stavlja u rezervoar ili odgovarajuću posudu kako bi došlo do odvajanja mehaničkih nečistoća. Zbog razlike u specifičnoj masi taložnih čestica i ulja koja je mala, te viskoziteta ulja koji je veći, brzina taloženja je uvijek mala. Taloženje u praksi traje nekoliko dana ponekad čak i do nekoliko tjedana. Najpovoljnije je da se taloženje odvija u rezervoarima koji na raznim visinama imaju slavine za ispuštanje već bistrih gornjih slojeva ulja (Dimić, 2005.).

Odvajanje mehaničkih nečistoća filtracijom

Filtracijom se sirovo prešano ulje propušta kroz filter na kojem zaostaju mehaničke nečistoće. Koriste se razna filterska sredstva: filtracijska tkanina od pamuka, lana, sintetskih vlakana ili fina metalna sita. Filtracija ako je to potrebno može se ponavljati i nekoliko puta. Postoje razni uređaji na kojima se filtrira sirovo ulje: vibracijska sita, filter preše, filtracijske centrifuge ili najefikasniji centrifugalni separator. Kapacitet filtracije je proporcionalan veličini filtracijske

površine i brzini kojom se filtrira. Brzina filtracije također ovisi i o veličini pora filtera, viskozitetu ulja i osobinama taloga koji zaostaje na filterskom sredstvu. Brzina filtracije se može povećati dodatkom pomoćnog filtracijskog sredstva (Dimić, 2005.).

2.4. PAKIRANJE I SKLADIŠTENJE BILJNIH ULJA

Jestivo biljno ulje je prema održivosti prehrambeni proizvod koji je osjetljiv. Kvaliteta ulja se tijekom čuvanja odnosno skladištenja mijenja pod utjecajem temperature, svjetlosti, kisika i dr. čimbenika. Izbor ambalažnih materijala je važan jer treba pružiti zaštitu zapakiranom ulju do trenutka upotrebe. Ambalažni materijali za pakiranje prehrambenog proizvoda se bira na bazi svojstava proizvoda koji se želi zapakirati, predviđenog procesa pakiranja, kao i na osnovu njihovih svojstava koji:

- onemogućuju interakcije sa proizvodom;

- potpuno zaštiti proizvod;

- ima poželjna barijerna svojstva za plinove, vodenu paru, svijetlost i otopine;

- ima odgovarajuću termokemijsku otpornost pri preradi i punjenju;

- ima dobra fizikalno-mehanička svojstva;

- pruža mogućnost lakog otvaranja i

- pruža potrebne informacije (Curković i sur., 1996.).

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

Tehnološki proces punjenja proizvoda u ambalažu koje je praćeno operacijama pripreme, odmjeravanja, podešavanja odnosno komponenata, razlijevanja, zatvaranja, obilježavanja pojedinačnih pakiranja, zbirnog pakiranja, etiketiranja i paletizacije naziva se pakiranje. Jestiva ulja se mogu pakirati u nekoliko primarnih ambalažnih materijala. To su staklo, polimerni, kombinirani materijali i inoks spremnici. Od tih materijala proizvode se ambalažni oblici: staklene boce, boce od polimernih materijala (najčešće PET) i ambalaža tipa Tetra brik. Bez

obzira na vrstu i tip ambalaže, osnovni zahtjevi su zdravstvena ispravnost, fizikalno-mehanička, dimenzijska i barijerna svojstva (Dimić, 2005.).

3. EKSPERIMENTALNI DIO

3.1. ZADATAK

Zadatak ovog rada bio je proizvesti hladno prešano ulje konoplje, te ispitati utjecaj parametara prešanja sjemenki konoplje na efikasnost proizvodnje i kvalitetu ulja. Od procesnih parametara hladnog prešanja ispitivan je utjecaj veličine nastavka za izlaz pogače, temperatura grijača glave preše i frekvencija elektromotora koja regulira brzinu pužnice u preši. Primjenom standardnih metoda određeni su osnovni parametri kvalitete ulja: peroksidni broj, slobodne masne kiseline, udio vlage i netopljive nečistoće (Pravilnik o jestivim uljima i mastima NN 41/12). Kako bi se odredila efikasnost proizvodnje ulja (iskorištenje ulja) provedeno je određivanje udjela ulja u sjemenaka i u dobivenoj pogači metodom po Soxhlet-u.

3.2. MATERIJAL I METODE

3.2.1. Materijali

Sirovina za proizvodnju hladno prešanog ulja je sjemenka konoplje sorta (Fedora 17) koje su prethodno očišćene i skladištene u zamrzivaču u trajanju od jedne godine. Prešanje sjemenki konoplje (bez mljevenja) provodi se na laboratorijskoj kontinuiranoj pužnoj preši za proizvodnju hladno prešanih biljnih ulja. Prešanje se provodi na laboratorijskoj kontinuiranoj pužnoj preši za proizvodnju biljnih ulja. Nakon prešanja konoplje dobiju se tri proizvoda: nepročišćeno sirovo ulje, uljni talog i pogača. Za ispitivanje efikasnosti prešanja i kvalitete dobivenog hladno prešanog ulja konoplje koristimo sirovo ulje i pogaču.

Dobiveno sirovo ulje konoplje nakon prešanja prirodno se taložilo u trajanju od tri tjedna na tamnom mjestu i na sobnoj temperaturi. Nakon tri tjedna izvršena je vakum filtracija

(laboratorijska) kako bi se što efikasnije uklonile netopljive nečistoće (krute čestice) iz ulja.



Slika 1 Laboratorijska kontinuirana pužna preša

Na Slici 1 prikazana je laboratorijska kontinuirana pužna preša koja je korištena za proizvodnju hladno prešanog konopljinog ulja kapaciteta 20-25 kg/h. Ova preša radi na principu da pužnica preše zahvaća i transportira sjemenke iz većeg slobodnog zatvorenog prostora u manji, pri tome se poveća tlak i ulje se cijedi iz sjemenki. Prilikom proizvodnje sirovog ulja iz sjemenki konoplje na ovoj laboratorijskoj pužnoj preši ispitivani su i korišteni ovi procesni parametri hladnog prešanja: različita veličina otvora glave pužne preše (N = 10, 12, 16 mm), temperature zagrijavanja izlaznog djela glave preše (85, 95, 105°C), te različite brzine pužnice regulirane pomoću razne frekvencije elektromotora (25, 30, 35 Hz). Kod prešanja masa polazne sirovine je bila 1 kg, a sjemenke su konstantno dodavane kako bi se spriječio prazan hod preše i začepljenje glave preše. Iz sjemenki konoplje na ovaj način dobiveno je sirovo ulje (Slika 2) i pogača (nusprodukt) prikazana na Slici 3.



Slika 2 Proizvedeno sirovo hladno prešano konopljino ulje



Slika 3 Pogača dobivena prešanjem sjemenki konoplje

3.2.2. Metode rada

Određivanje parametara kvalitete ulja

Određivanje slobodnih masnih kiselina (SMK)

Zbog slobodnih masnih kiselina i triacilglicerola, masti i ulja nemaju neutralan pH. Kiselost ulja povećava se kada lipolitički enzimi djeluju na etersku vezu u molekuli i hidrolitički razgrađuju triacilgricerole. U sirovom ulju određuje se količina alkalija koja je potrebna za neutralizaciju ulja. Udio slobodnih masnih kiselina u ulju može se izraziti kao: kiselinski broj, kiselinski stupanj ili kao postotak SMK izražen kao % oleinske kiseline.

Slobodne masne kiseline u uzorcima biljnih ulja su određivane primjenom standarde metode (HRN EN ISO 660:1996). U toj metodi se vrši titracija ulja (otopljenog u otapalu) sa otopinom natrij-hidroksida c (NaOH) = 0,1 mol/L. udio slobodnih masnih kiselina izražen je kao % oleinske kiseline, a izračunava se prema formuli:

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

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

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

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

m- masa uzorka ulja za ispitivanje (g).

Određivanje peroksidnog broja (Pbr)

Peroksidnim brojem se određuju primarni produkti oksidacije čime se određuje oksidacijsko stanje ulja. Kod ovog ispitivanja peroksidni broj je određen standardnom metodom – Određivanje peroksidnog broja – Jodometrijsko određivanje točke završetka (ISO 3960:2007). Kod ove metode uzorak ulja se otopi u smjesi ledene octene kiseline i kloroforma, promiješa, te se dodaje KI. Uzorak se mučka točno jednu minutu i potom se razrijedi

prethodno prokuhanom i ohlađenom destiliranom vodom, te se dodaje škrob kao indikator. Djelovanjem peroksida se oslobađa jod iz otopine kalij jodida koji se zatim određuje titracijom sa natrij-tiosulfatom. Uz to se provodi i slijepi pokus na isti način ali bez ulja. Rezultat se izražava kao broj milimola aktivnog kisika koji potječe od nastalog peroksida prisutnih u 1kg ulja (mmola O_2/kg). Peroksidni broj izračuna se prema formuli:

$$Pbr\ (mmol\ O_2/kg) = (V_1 - V_0) \times 5 / m$$

V_1 - volumen otopine natrij-tiosulfata, c ($Na_2S_2O_3$) = 0,01 mol/L utrošen za titraciju uzorka ulja (mL);

V_0 - volumen otopine natrij-tiosulfata, c ($Na_2S_2O_3$) = 0,01 mol/L utrošen za titraciju slijepe probe (mL);

m - masa uzorka ulja (g).



Slika 4 Određivanje masnih kiselina (SMK), peroksidnog broja (Pbr), jodnog broja (IV), saponifikacijskog broja (SV) u uzrocima konopljinog ulja

Određivanje vlage

Metoda za određivanje vlage i isparljivih tvari u ulju temelji se na isparavanju vode i hlapljivih tvari iz ulja prilikom zagrijavanja u sušioniku pri unaprijed definiranim uvjetima. U posudicu (Slika 5) koja je prethodno osušena, ohlađena i izvagana, izvagano je 5 g ulja, zatim se posudica s podignutim poklopcem stavila na sušenje tijekom 2h pri 103°C. Nakon sušenja posudica s poklopcem je stavljena u eksikator na hlađenje do sobne temperature. Nakon toga je uzorak izvagan te ponovno stavljen u sušionik na sušenje u trajanju od 1h. Potom je uzorak ohlađen i izvagan. Udio vlage izračunava se prema formuli:

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

m_0 - masa staklene posudice (g);

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

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



Slika 5 Posudice s poklopcima u kojima se nalaze uzorci ulja

Određivanje netopljivih nečistoća

U biljnom ulju se nalaze mehaničke nečistoće koje mogu biti mineralne tvari ili organski spojevi (dijelovi biljke uljarica), a nazivaju se netopljive nečistoće (NN). Za određivanje netopljivih nečistoća korištena je standardna metoda ISO 663 (1992). U ovoj metodi je stakleni lijevak s sinteriranim dnom za filtriranje osušen u sušioniku pri 103°C tijekom 30 minuta, te je ohlađen u eksikatoru i izvagan. U Erlenmayerovu tikvicu od 250 mL sa brušenim grlom i čepom izvagano je 20 g uzroka konopljinog ulja te dodano 100 mL otapala (petrol-etera). Nakon što je tikvica začepljena, a sadržaj dobro izmućkan, ostavljena je da stoji 20 – 30 minuta pri temperaturi od 20°C. Potom je sastavljena aparatura za vakum filtraciju te je sadržaj Erlenmayerove tikvice filtriran te ispran više puta s manjom količinom otapala. Nakon toga je stakleni lijevak sušen u sušioniku pri 103°C tijekom jednog sata, ohlađen u eksikatoru i izvagan. Udio netopljivih nečistoća izračunava se prema formuli:

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

m_0 - masa uzorka (g);

m_1 - masa osušenog filter-lijevka (g);

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

Određivanje udjela ulja u sjemenkama i pogači

Standardnom metodom ekstrakcije ulja po Soxhletu, uz organsko otapalo n-heksan određen je udio ulja u sjemenka konoplje i u pogači. Aparatura za ekstrakciju sastoji se od tikvice, ekstraktora i hladila. U osušenu i izvaganu tikvicu stavljen je ekstraktor sa tuljkom u koji je izvagan uzorak, potom dodano otapalo i stavljeno hladilo te je provedena kontinuirana ekstrakcija do iscrpljenja pripremljene sjemenke ili pogače konoplje. U tuljak na analitičkoj vagi je odvagano 5 g samljevenog uzorka konoplje, potom je uzorak zatvoren s vatom i stavljen u ekstraktor koji se spoji s hladilom i tikvicom. Kada je ekstrakcija završena, otapalo se predestilira u istoj aparaturi, a zaostalo ulje u tikvici se važe i suši. Udio ulja izračunava se prema formuli:

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

a – masa tikvice sa uljem (g);

b – masa prazne tikvice (g);

c – masa ispitivanog uzorka (g).



Slika 6 Aparatura za ekstrakciju ulja po Soxhlet-u

Izračunavanje stupnja djelovanja prešanja

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

$$U = U_O - U_P \times (a / b) \ (\%)$$

U - količina prešanog ulja (%);

U_o - količina ulja u sirovini (%);

U_p - količina ulja u pogači (%);

a – suha tvar u sirovini (%);

b – suha tvar u pogači (%).

Stupanj djelovanja prešanja (P) izračunava se prema formuli:

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

Određivanje temperature i volumena ulja

Konopljino ulje proizvodno je postupkom hladnog prešanja na pužnoj preši. Provedeno je 7 uzastopnih pokusa pri kojima su bili različiti parametri (temperatura glave preše, frekvencija elektromotora i veličina otvora za izlaz pogače). Na taj način dobiveno je sirovo ulje koje je sakupljeno u odgovarajuću menzuru pomoću koje je očitan volumen ulja neposredno nakon prešanja, a pomoću termometra je izmjerena temperatura. Nakon toga slijedi prirodno taloženje sirovog ulja u zatvorenoj posudi na mračnom mjestu tijekom tri tjedna, potom je provedena laboratorijska vakum filtracija (Büchner) te je izmjeren volumen ulja (hladno prešano konopljino ulje) koje je ujedno i finalni proizvod.

Određivanje kemijskih karakteristika za identifikaciju ulja

Kako bi se ispitao sastav ulja i masti, te identificirala ulja i masti najčešće se određuju kemijske karakteristike: saponifikacijski broj, jodni broj, hidrokslini broj, tiocijanogeni broj, neospunjive tvari. U ovom radu su za identifikaciju konopljinog ulja određivane sljedeće dvije karakteristike:

- Jodni broj (IV)
- Saponifikacijski broj (SV)

Određivanje jodnog broja (IV)

Jodni broj pokazuje količinu joda u gramima koji se veže na 100 g masti. Iz vrijednosti jodnog broja dobije se podatak o stupnju nezasićenosti ulja i masti. Jodni broj kod masti s visokim udjelom nezasićenih masnih kiselina je veći od 130, a kod onih s nižim udjelom masnih kiselina je manji od 80. U ovom radu za određivanje vrijednosti jodnog broja korištena je standardna metoda AOAC 920. 185 (1999). U tikvicu je odvagano 0,2 do 0,4 g ulja i otopljeno u 10 mL kloroforma. Potom je dodano 25 mL jodnog monobromida, dobro je promućkano i ostavljeno da stoji u tamnom prostoru 30 minuta. Nakon toga je dodano 15 mL KI i oko 150 mL prethodno prokuhane i ohlađene destilirane vode. Provedena je titracija sa 0,1 M natrij tiosulfatom. Zatim je dodano 1 – 2 mL otopine škroba i titracija je nastavljena do pojave plave boje. Na isti način provedena je i slijepa proba, ali bez ulja. Jodni broj je dobiven prema sljedećoj formuli:

$$\text{Jodni broj} = \frac{(V_0 - V_1)}{c} \cdot 100 \qquad (\text{g } I_2 \text{ / } 100 \text{ g})$$

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

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

C – masa ispitivanog uzorka (g).

Određivanje saponifikacijskog broja (SV)

Saponifikacijski broj prikazuje količinu KOH (kalij hidroksida) u miligramima koji su potrebni za osapunjenje 1 g masti. Masti niže molekulske mase imaju veći saponifikacijski broj, dok biljna ulja i masti koje imaju masne kiseline s 18 C atoma imaju niži saponifikacijski broj.

U ovom radu korištena je standardna metoda AOAC 920. 160 (1999). U tikvicu je odvagano 2 g uzorka ulja te je dodano 25 mL kalij hidroksida (KOH) i stavljeno nekoliko staklenih kuglica za vrenje. Sve to je zagrijavano na vodenoj kupelji oko 30 minuta. Nakon završene saponifikacije dodano je nekoliko kapi 1 % - tnog fenolftaleina u vruću otopinu, a višak KOH je titriran sa 0,5 M klorovodikom (HCl) dok nije nestala crvena boja. Saponifikacijski broj se izračunava prema sljedećoj formuli:

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

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

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

m – masa uzorka (g);

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

4. REZULTATI I RASPRAVA

4.1. REZULTATI

Tablica 1. Utjecaj veličine otvora glave preše za izlaz pogače kod prešanja sjemenki konoplje (Fedora 17) na iskorištenje hladno prešanog ulja. Udio ulja u sjemenkama konoplje je 32,65%, a udio vode 7,447%.

PUŽNICA:Tip-1

Uzorak	Masa polazne sirovine (kg)	Volumen sirovog ulja (mL)	Volumen ulja (21 dan taloženje i vakum filtracija) (mL)	Temp. sirovog ulja (°C)	Masa dobivene pogače (g)	Udio ulja u pogači (%)	Udio vode u pogači (%)	Stupanj djelovanja preše (%)
N = 10 mm F = 25 Hz T = 85 °C	1	**290**	**190**	43	722,25	**10,22**	7,63	**68,82**
N = 12 mm F = 25 Hz T = 85 °C	1	270	170	44	706,84	12,18	7,65	62,81
N = 16 mm F = 25 Hz T = 85 °C	1	230	136	42	772,10	14,11	7,34	56,69

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

PUŽNICA: Tip-1

Uzorak	Masa polazne sirovine (kg)	Volumen sirovog ulja (mL)	Volumen ulja (21 dan taloženje i vakum filtracija) (mL)	Temp. sirovog ulja (°C)	Masa dobivene pogače (g)	Udio ulja u pogači (%)	Udio vode u pogači (%)	Stupanj djelovanja preše (%)
N = 10 mm F = 25 Hz T = 85 °C	1	290	190	43	722,25	10,22	7,63	68,82
N = 10 mm F = 25 Hz T = 95 °C	1	290	194	50	729,60	11,17	7,31	65,66
N = 10 mm F = 25 Hz T = 105 °C	1	**300**	**212**	51	726,18	**9,09**	7,07	**71,85**

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

PUŽNICA: Tip-1

Uzorak	Masa polazne sirovine (kg)	Volumen sirovog ulja (mL)	Volumen ulja (21 dan taloženje i vakum filtracija) (mL)	Temp. sirovog ulja (°C)	Masa dobivene pogače (g)	Udio ulja u pogači (%)	Udio vode u pogači (%)	Stupanj djelovanja preše (%)
N = 10 mm F = 25 Hz T = 85 °C	1	**290**	**190**	43	722,25	**10,22**	7,63	**68,82**
N = 10 mm F = 30 Hz T = 85 °C	1	280	174	46	735,88	11,38	7,43	65,11
N = 10 mm F = 35 Hz T = 85 °C	1	270	168	48	736,08	13,51	7,06	58,37

Tablica 4. Osnovni parametri kvalitete proizvedenog hladno prešanog konopljinog ulja.

Parametar kvalitete	
Peroksidni broj (Pbr), mmol O_2/kg	0,44
Slobodne masne kiseline (SMK), %	3,20
Jodni broj, gJ_2/100 g	158,63
Saponifikacijski broj, mg KOH/g ulja	179,08
Voda, %	0,109
Netopljive nečistoće, %	0,36

4.2. RASPRAVA

Rezultati ispitivanja utjecaja procesnih parametara prešanja sjemenki konoplje (veličina otvora glave preše za izlaz pogače, temperatura zagrijavanja glave preše, frekvencija elektromotora) na iskorištenje hladno prešanog ulja prikazani su u **Tablicama 1-3**. U **Tablici 1** vidljiv je utjecaj veličine nastavka, tj. otvora za izlaz pogače tijekom prešanja (N = 10, 12, 16 mm) na iskorištenje sirovog ulja te proizvodnju hladno prešanog konopljinog ulja (Santa Fedora 17). Prije prešanja analitički je utvrđen udio ulja u sjemenkama konoplje (32,65%) i udio vode (7,447%) kako bi se pratila efikasnost prešanja. Korištenjem nastavka za izlaz pogače promjera N = 10 mm uz konstantne uvjete (T = 85 °C, F = 25 Hz), proizvedeno je 290 mL sirovog ulja temperature 43°C. Količina uzorka konoplje za pojedini pokus je 1 kg. Dobiveno sirovo ulje se taložilo (sedimentacija) 21 dan u tamnom prostoru pri sobnoj temperaturi, a nakon toga je napravljena vakum filtracija kako bi se dobio finalni proizvod hladno prešano konopljino ulje (190 mL). Analitički je utvrđen udio zaostalog ulja u pogači (nusprodukt nakon prešanja) u iznosu 10,22%. Iz dobivenih podataka izračunat je stupanj djelovanja preše 68,82%. Primjenom nastavka za izlaz pogače promjera 12 mm proizvedena je manja količina sirovog ulja (270 mL) i hladno prešanog ulja (170 mL), uz veći udio zaostalog ulja u pogači (12,18%) te manji stupanj djelovanja preše (62,81%). Daljnjim povećanjem promjera nastavka za izlaz pogače na 16 mm proizvedeno je još manja količina sirovog ulja (230 mL), temperature 42°C te nakon taloženja i filtracije manja količina hladno prešanog konopljinog ulja (136 mL). Utvrđen je još veći udio zaostalog ulja u pogači (14,11%). Iz navedenih rezultata može se zaključiti da se primjenom nastavka manjeg promjera ostvaruje veći procesni tlak u preši što rezultira većom proizvodnjom sirovog ulja i hladno prešanog ulja. U **Tablici 2** vidljivi su rezultati ispitivanja utjecaja temperature zagrijavanja glave preše na izlazu za pogaču (T = 85, 95 i 105°C) kod prešanja konoplje na iskorištenje hladno prešanog ulja. Ovi pokusi provedeni su kod konstantnih uvjeta prešanja N = 10 mm i F = 25 Hz. Dobiveni rezultati prešanja ukazuju na pojavu da se porastom temperatura glave preše sa 85°C na 95°C i 105°C povećava i količina proizvedenog sirovog ulja (290 mL kod 95°C, 300 mL kod 105°C). Također, nakon taloženja ulja u trajanju 21 dan i vakum filtracije dobiveno je 194 mL hladno prešanog ulja kod 95°C te 212 mL kod 105°C. Utvrđeno je i smanjenje udjela zaostalog ulja u pogači te porast stupnja djelovanja preše. Rezultati ispitivanja utjecaja frekvencije elektromotora (brzine pužnice) na iskorištenje ulja prikazani su u **Tablici 3**. Dobivene vrijednosti pokazuju da se porastom

frekvencije elektromotora sa 25 Hz na 30 Hz smanjuje količina proizvedenog sirovog ulja (280 mL) i hladno prešanog ulja (174 mL). Udio zaostalog ulja u pogači je veći (11,38%). Daljnjim porastom frekvencije elektromotora na 35 Hz, uz konstante parametre N = 10 mm i T = 85°C, dolazi do ponovnog smanjena količine proizvedenog sirovog ulja (270 mL) i hladno prešanog ulja (168 mL) uz porast udjela zaostalog ulja u pogači (13,51%). Razlog ovoj pojavi je taj što se porastom frekvencije elektromotora povećava brzina pužnice koja u krećem vremenskom periodu provuče 1 kg sjemenki konoplje kroz sustav što rezultira smanjenjem količine proizvedenog ulja. Proizvedeno hladno prešano konopljino ulje sakupljeno je u jednu cjelinu te su određeni osnovni parametri kvalitete: peroksidni broj (Pbr), slobodne masne kiseline (SMK), udio vode i netopljive nečistoće. Također, ispitivani su parametri za identifikaciju ovog ulja, a to su jodni broj i saponifikacijski broj. U **Tablici 4** vidljivo je da su ispitivani parametri u skladu s Pravilnikom o jestivim uljima i mastima (NN 41/12) osim SMK koji ima nešto veću vrijednost od maksimalno dopuštene prema Pravilniku. Razlog tome je vjerojatno to što su se sjemenke prije prešanja držale 1 godinu u zamrzivaču pa je došlo do hidrolitičke razgradnje triglicerida u sirovini što rezultira porastom vrijednosti SMK u ulju. Vrijednosti jodnog broja i saponifikacijskog broja su u skladu s literaturnim navodima.

5. ZAKLJUČCI

Na osnovu ovog ispitivanja utjecaja procesnih parametra hladnog prešanja (nastavka na glavi preše različitog promjera otvora za izlaz pogače, temperature zagrijavanja glave preše, frekvencije elektromotora) sjemenki konoplje na iskorištene i kvalitetu ulja doneseni su sljedeći zaključci:

1. Analitički je utvrđen udio ulja u sjemenkama konoplje (Fedora 17) od 32,65% i udio vode od 7,447%.
2. Veličina otvora glave preše za izlaz pogače utječe na iskorištenje hladno prešanog konopljinog ulja.
3. Primjenom nastavka za izlaz pogače manjeg promjera (10 mm) proizvedena je veća količina sirovog ulja i hladno prešanog ulja, manji je udio zaostalog ulja u pogači i veći je stupanj djelovanja preše u odnosu na nastavak promjera 12 i 16 mm.
4. Temperatura grijača glave preše na izlazu pogače utječe na iskorištenje ulja tijekom hladnog prešanja konoplje.
5. Zagrijavanjem glave preše na temperaturu od 105°C proizvedena je veća količina sirovog i hladno prešanog ulja u odnosu na 85°C i 95°C.
6. Porastom frekvencije elektromotora (regulira brzinu pužnice) sa 25 Hz na 30 i 35 Hz smanjuje se količina proizvedenog sirovog ulja i hladno prešanog ulja, veći je udio zaostalog ulja u pogači te manji stupanj djelovanja preše.
7. Proizvedeno hladno prešano konopljino ulje je dobre kvalitete, dobivene vrijednosti ispitivanih parametara su u skladu s Pravilnikom, osim SMK koji ima veću vrijednost.

6. LITERATURA

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

Baydar H, Turgut I: Variatons of fatty acid composition ascending to some morphological and physiological properties and acological regions in oil seed plants. Turkish jornal Of Agriculture and Forestery, 23: 81 – 86, 1999.

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

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

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

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

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

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

Herceg n: Ratarstvo gospodarstvo – industrijsko bilje. FRAM- ZIRAL, Mostar, 2007.

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

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

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

ISO 6885: Animal and vegetable fats and oils – determination of anisidine value, 2006.

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

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

Matthäus, B., Brühl, L.: Virigin hemp seed oil: An interesting niche product. *Eur. J. Lipid Sci. Tchnol.* 110, 655 – 661., 2008.

Naude M: Chemical contituents of fats. Intercept Ltd, Andover, Hampshire, UK, 1996.

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

Oštrić – Matijašević B, Turkulov J: Tehnologija ulja i masti. Thenološki fakultet, Novi sad, 1980.

Oomah, B. D., Busson, M., Godfrey, D. V., Drover, J. C. G.: Characteristics of hemp (*Cannabis sativa L.*) seed oil. *Food Chem*.76, 33 – 43., 2002.

Patterson HBW: Handling and storge of storge of oilseeds, oils, fats and meals. Elsevier, Londo and New Yourk, 1989.

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

Sacilik, K., Őztűrk, R., Keskin, R.: Some Physical Properties of Hemp Seed. *Biosyst. Eng*. 86, 191 – 198., 2003.

Turkulov J, Dimić E, Sotin M: Tehničko – tehnološke karakteristike domaćih hibrida suncokreta. Uljarstvo, 1983.

Teh, S. S., Birch, J.: Physicochemical and quality characteristics of cold – pressed hemp, flax and canola seed oils. *J. Food Compos. Anal*. 30, 26 – 31., 2013.

Vučetin N: Neobavezne informacije na komercijalnoj ambalaži. Info pak, 2004.

Wilkerson, S. (2008) Hemp, the world's miracle crop [online]. https://www.nexusmagazine.com/index.php?page=shop.product_details&flypage=shop.flypage&product_id=1768&category_id=193&option=com_virtuemart&Itemid=44 Pristupljeno 18. kolovoza 2016.