

Utjecaj temperature prženja bućinih koštica na iskorištenje procesa proizvodnje nerafiniranog bućinog ulja

Vitko, Ivona

Undergraduate thesis / Završni rad

2017

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:159:103090>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-23**



Repository / Repozitorij:

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



**Sveučilište u Zagrebu
Prehrambeno-biotehnološki fakultet**

Preddiplomski studij Prehrambena tehnologija

Ivona Vitko

6727/PT

**UTJECAJ TEMPERATURE PRŽENJA BUČINIH
KOŠTICA NA ISKORIŠTENJE PROCESA
PROIZVODNJE NERAFINIRANOG BUČINO
G ULJA**

ZAVRŠNI RAD

Predmet: Kemija i tehnologija ulja i masti

Mentor: Doc. dr. sc. Klara Kraljić

Zagreb, 2017.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Završni rad

Sveučilište u Zagrebu
Prehrambeno-biotehnološki fakultet
Preddiplomski sveučilišni studij Prehrambena tehnologija

Zavod za Prehrambeno-biotehnološko inženjerstvo
Laboratorij za tehnologiju ulja i masti

Znanstveno područje: Biotehničke znanosti
Znanstveno polje: Prehrambena tehnologija

UTJECAJ TEMPERATURE PRŽENJA BUČINIH KOŠTICA NA ISKORIŠTENJE PROCESA PROIZVODNJE NERAFINIRANOG BUČINOG ULJA

Ivona Vitko, 0058203186

Sažetak:

Bučino ulje je specifično ulje koje se na tržištu najčešće prodaje kao nerafinirano. Jedna od najkritičnijih faza u proizvodnji nerafiniranog bučinog ulja, s kvalitativne i kvantitativne strane, je proces prženja bučinih sjemenki. U procesu prženja koriste se visoke temperature kako bi se olakšalo izdvajanje ulja ali i razvila karakteristična aroma ulja. Cilj rada je bilo vidjeti kako temperatura prženja (120, 130 i 140 °C) utječe na iskorištenje procesa proizvodnje nerafiniranog bučinog ulja. U tu svrhu određeni su osnovni parametri kvalitete sjemena i osnovni parametri kvalitete pogače proizvedene u 3 različite uljare na području sjeverozapadne Hrvatske. Zaključeno je kako se najbolje iskorištenje procesa postiže prženjem sjemenki na temperaturi od 130 °C.

Ključne riječi: bučine koštice, bučino ulje, nerafinirano ulje, prženje koštica

Rad sadrži: 23 stranica, 4 slika, 5 tablica, 59 literaturnih navoda, 0 priloga

Jezik izvornika: hrvatski

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

Mentor: Doc. dr. sc. Klara Kraljić

Datum obrane: Rujan, 2017.

BASIC DOCUMENTATION CARD

Bachelor thesis

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

Department of Food Engineering
Laboratory for Oil and Fat Technology

Scientific area: Biotechnical Sciences
Scientific field: Food Technology

INFLUENCE OF SEED ROASTING TEMPERATURE ON THE OIL YIELD OF VIRGIN PUMPKIN SEED OIL PRODUCTION

Ivona Vitko, 0058203186

Abstract:

Pumpkin seed oil is specific oil that is most often sold on the market as virgin. The crucial phase of the virgin pumpkin seed oil production, from the qualitative and quantitative point of view, is the seeds roasting. High temperatures are used during the roasting process in order to facilitate oil extraction and to develop a characteristic aroma of oil. The aim of this research was to determine impact of roasting temperature (120, 130 and 140 °C) on the oil yield during virgin pumpkin seed oil production. For this purpose, the quality parameters of the seeds and cakes from 3 different oil facilities in the northwestern Croatia (Međimurje county), were determined. It is concluded that the best oil yield is achieved with roasting the pumpkin seeds at 130 °C.

Keywords: pumpkin seed, pumpkin seed oil, roasting of seeds, virgin oil

Thesis contains: 23 pages, 4 figures, 5 tables, 59 references, 0 supplements

Original in: Croatian

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

Mentor: Doc. dr. sc. Klara Kraljić

Defence date: September 2017.

1. UVOD	1
2. TEORIJSKI DIO	2
2.1. BUČA.....	2
2.1.1. Biljka.....	2
2.1.2. Sjemenke buče.....	3
2.2. PROIZVODNJA BUČINOG ULJA	4
2.2.1. Priprema bučine koštice za preradu	4
2.2.2. Proizvodnja nerafiniranog bučinog ulja.....	5
2.3. NERAFINIRANO BUČINO ULJE	7
3. EKSPERIMENTALNI DIO	9
3.1. MATERIJALI	9
3.2. METODE RADA	10
3.2.1. Određivanje tehničko-tehnoloških svojstava sjemena	10
3.2.2. Određivanje vode u bučinom sjemenu i pogači.....	11
3.2.3. Određivanje udjela ulja u bučinom sjemenu i pogači	11
3.2.4. Iskorištenja procesa proizvodnje ulja.....	12
3.2.5. Statistička analiza	12
4. REZULTATI I RASPRAVA	13
4.1. ANALIZA SJEMENA.....	13
4.1.1. Tehničko-tehnološka svojstva sjemena	13
4.1.2. Kakvoća sjemena	14
4.2. ANALIZA POGAČE	15
5. ZAKLJUČAK.....	19
6. LITERATURA.....	20

1. UVOD

Buča, *Curcubita pepo* L. je jednogodišnja biljka koja se uzgaja za različitu namjenu. Dok se mesnati dio ploda koristi u kulinarstvu ili kao stočna hrana, koštica je namijenjena za proizvodnju ulja ili se koristi u prehrani kao grickalica. Zbog velikog udjela ulja, 42 - 54%, bučine koštice postale su značajna sirovina za proizvodnju ulja. U Europi je značajan uzgoj buče u Austriji (Štajerska i Koruška), Sloveniji i Mađarskoj, a na području Hrvatske najviše se uzgaja u Međumurju i Podravini, gdje je ta proizvodnja i tradicionalna.

Nerafinirana ulja su proizvodi koji se dobivaju iz odgovarajućih sirovina, mehaničkim postupcima, primjerice prešanjem, uz upotrebu topline. Bučino ulje spada u tu kategoriju jer se koštice prije prešanja toplinski obrađuju odnosno prže. Prženje se najčešće provodi pri temperaturama od 110-150 °C, a traje oko 30-60 minuta. Zagrijavanjem koštica olakšava se izdvajanje ulja, ali i postiže specifična aroma i okus po orašastim plodovima i prženom (Murkovic i Siegmund, 2004).

Cilj ovog rada biti će odrediti optimalnu temperaturu prženja bučinih koštica s obzirom na iskorištenje procesa proizvodnje nerafiniranog bučinog ulja. Analizirat će se bučine koštice i pogače iz triju pogona s područja Međimurske županije. Nakon određivanja tehnoloških svojstava sjemena, određivat će se udio vode i ulja u bučinom sjemenu i pogači zaostaloj nakon prešanja.

2. TEORIJSKI DIO

2.1. BUČA

2.1.1. Biljka

Buča spada u porodicu *Cucurbitaceae*, koja uključuje vrste *Cucurbita maxima*, *Cucurbita pepo*, *Cucurbita moschata*, *Cucurbita ficifolia* i *Cucurbita turbaniformis*. Prve dvije vrste su kultivirane u Europi, a *C.pepo* se smatra izdržljivijom i manje je podložna kvarenju što se odražava i u kvaliteti dobivenog ulja (Markovic i Bastic, 1976). Domovinom bundeve smatra se Amerika, odakle je u Europu prenesena zahvaljujući Kolumbovim putovanjima. U Europi je značajan uzgoj buče u Austriji (Štajerska i Koruška), u zemljama bivšeg SSSR-a, Rumunjskoj, Mađarskoj, Češkoj, Slovačkoj i Sloveniji. U Hrvatskoj, najviše se uzgaja u Međumurju i Podravini, gdje je ta proizvodnja i tradicionalna. Uspjeva u velikom rasponu temperatura i danas se uzgaja u gotovo svim zemljama svijeta. Prilagođena je naročito za vlažne klimatske uvjete, voli puno sunca, a stradava od mrazeva ili dugotrajne niske temperature blizu smrzavanju pa se u našim krajevima sije početkom svibnja (Sito i sur., 1998). 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. 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 (Pavetić, 2015).

Stabljika biljke 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. Meso ploda je žute, narančaste do bijele boje.

Na slici 1 prikazana je jedna od nekoliko vrsta buča, točnije *C.pepo* var. *styriaca*, koje se uzgajaju za proizvodnju ulja iz njihovih sjemenki.



Slika 1. Buča (Anonymous, 2017)

2.1.2. Sjemenke buče

Sjemenka ili koštica je bjelkasta ili žuta, dugačka 7-15 mm (Karlović i Andrić, 1996). Plosnata koštica uljane bundeve je zaštićena ljuskom. Ovisno od strukture i udjela celuloze u ljusci, postoje dvije vrste koštice: s ljuskom i bez ljuske (tzv. golica). Na slici 2 prikazana je bučina koštica koja dozrijeva bez ljuske, tj. golica ili Čermakova beskorka, koja je kao uljana sirovina od naročitog interesa jer joj je udio ulja vrlo visok, a pogača ili sačma nakon izdvajanja ulja ima visok udjel bjelančevina, a malo celuloze (Rac, 1964). Kod koštice golice umjesto čvrste, bijele celulozne ljuske na jezgru prijanja tanka opna tamno-zelene boje (Gajšek, 2016). Takav tip koštice bez bijele ljuske dobiven je selekcijom u drugoj polovici 19. stoljeća u Austriji (*C.pepo* var. *styriaca*). Oba tipa koštice se koriste za proizvodnju ulja, ali je koštica golica pogodnija jer daje veće iskorištenje procesa i pogaču bolje kvalitete (Škof, 2014).



Slika 2. Bučina koštica golica (Alibaba, 2017)

Udio ulja u koštici kreće se od 42% do 54%, a sastav masnih kiselina ovisi o nekoliko faktora kao što su: sorta buče, područje uzgoja, klima i zrelost ploda. Dominantne masne kiseline su palmitinska (C16:0, 9.5–14.5%), stearinska (C18:0, 3.1– 7.4%), oleinska (C18:1, 21.0–46.9%) i linolna (C18:2, 35.6–60.8%). Ove četiri masne kiseline čine $98 \pm 0,13\%$ od ukupnih masnih kiselina (Murkovic i sur., 1996). Oleinska masna kiselina ima pozitivan učinak u prevenciji bolesti krvožilnog sustava, dok linolna kao omega-6, esencijalna masna kiselina sudjeluje u različitim metaboličkim putevima regulacije imuniteta, upalnih procesa i centralnog živčanog sustava te također sudjeluje u prevenciji bolesti krvožilnog sustava (Balbino, 2017). Bučine koštice bogate su biljnim sterolima koji su u zadnje vrijeme postali od velikog interesa zbog efekta smanjenja kolesterola (Miettinen i sur., 1995; Jones i sur., 2000), a korisni su i u borbi protiv raka debelog crijeva (Awad i sur., 1998; Rao i Janezic, 1992). Sadržaj vitamina E u bučnim košticama je značajno visok (Murkovic i sur., 1996).

Glavni oblici vitamina E koji se pojavljuju su α - i γ -tokoferol dok se ostale dvije vrste tokoferola pojavljuju u malim koncentracijama (Murkovic i sur., 2004).

Prirodni uvjeti kod nas omogućuju izvanredno uspješan uzgoj buča i njihovih koštica namijenjenih preradi u jestivo ulje. Sjemenke se osim za proizvodnju visoko kvalitetnog ulja, koriste popržene i posoljene kao grickalice, zatim za proizvodnju farmaceutskih preparata, kao narodni lijek, u kulinarstvu itd. Ostali dio ploda buče koristi se radi sadržaja pektina za đemove i kompote, radi sadržaja vitamina za voćne sokove i dječju hranu, zeleni plodovi koriste se kao povrće itd. U poljoprivredi, pulpa buče koristi se kao stočna hrana, a može se i silirati sa silažnim kukuruzom, koristiti kao prirodno gnojivo i sl. (Sito i sur., 1998).

2.2. PROIZVODNJA BUČINOG ULJA

Za proizvodnju ulja mogu se koristiti različite sorte, a najčešća je *Cucurbita pepo*, var. styriaca. Dok većina sorti bundeve sadrži sjemenke s ljuskom, ova je sorta popularna jer njezine sjemenke ne sadrže ljusku – tzv. koštice beskorke ili golicе. U postupku proizvodnje ulja to znači veliku prednost jer nije potrebno prethodno odvajanje ljuske, čime proizvod postaje ne samo čišći već i jeftiniji. Takve sjemenke sadrže oko 42 do 50 % ulja, 30-33 % bjelančevina i samo 6-8 % vode (Delaš, 2010).

2.2.1. Priprema bučine koštice za preradu

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, pranjem i sušenjem, te skladištenjem sirovine u najpovoljnijim uvjetima sve do trenutka prerade (Pavetić, 2015).

Važno je odrediti pravilno vrijeme žetve ili ubiranja plodova i dobro provesti berbu, jer će to osigurati povoljnu kvalitetu sirovine. Berbu je potrebno provesti u fazi fiziološke zrelosti. Najsigurniji način provjere zrelosti je otvaranje ploda i probno vađenje koštica. Zrela koštica je dobro natopljena, tamnozelenе 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.

Nakon vađenja, ručno ili pomoću strojeva, koštice se peru pod mlazom vode s ciljem uklanjanja mesnatih dijelova buče i drugih primjesa te ljepljive sluzi koja ometa sušenje. Nakon pranja slijedi cijedenje koštice u kontejnerima s perforiranim ili mrežastim dnom u kojima se koštica prevozi do sušare.

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 tijekom skladištenja koštice (Škof, 2014). Sušenje se može provoditi na više načina. Prirodnim putem, provjetravanjem ili vrućim zrakom pri temperaturama 40-60 °C što se odvija puno brže. Temperatura pritom nebi smjela prelaziti 60°C jer bi to uzrokovalo presušivanje i/ili pregrijavanje koštica.

Prije skladištenja i prije same prerade važno je očistiti sjemcnke od nečistoća koje mogu štetno utjecati na uskladištenu sirovinu, pogoršati kvalitetu ulja ili oštetiti uređaje pri preradi. Čišćenje se najčešće provodi 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).

Pravilno osušene i očišćene bučine koštice mogu se skladištiti do 12 mjeseci, u podnim skladištima, u rasutom stanju ili u vrećama, zaštićene od glodavaca, ptica i insekata. Skladišta moraju biti suha, a temperatura u skladištu mora biti ispod 20 °C (Balbino, 2017).

2.2.2. Proizvodnja nerafiniranog bučinog ulja

Na slici 3 prikazana je shema proizvodnje nerafiniranog bučinog ulja koja započinje ljuštenjem bučine sjemenke ili ako je riječ o golici ta se faza preskače. Ljuštenje se provodi jer ljuska nema ulja, nema hranjive vrijednosti, a i smanjuje kapacitet strojeva. Ljuštenje je kritična faza pri proizvodnji ulja od bučine koštice. U fazi prženja neodstranjena ljuska bi mogla zagoriti čime bi ulje poprimilo loš okus i miris. Prije ljuštenja provodi se sortiranje sjemenki jer bi u protivnom manje sjemenke ostale neoljuštene, a veće bi se slomile. Ljuštenje se provodi na kamenim mlinovima, a razmak između mlinskih kamena namješta se prema veličini koštice (Škevin, 2016). Dobivena smjesa jezgre i ljuske ide na odvajanje. Ova operacija se sastoji u odsijavanju finih čestica, a zatim u odvajanju ljuske od jezgre provjetravanjem (Rac, 1964).

Nakon ljuštenja slijedi mljevenje čiji je zadatak razaranje stanica biljnog tkiva što omogućuje lakše izdvajanje ulja. Mljevenje se najčešće provodi pomoću nazubljenih valjaka. Poželjno je imati dva ili više serijski spojenih parova valjaka zbog ujednačenog usitnjavanja koštice (Pavetić, 2015). Meljava se može provoditi i na kamenim mlinovima, mlinovima s

pločama, s noževima i sl. Mljeti treba do optimalne veličine koštica jer bi presitno samljevene koštice mogle otežati prešanje, a moguće je i prijelaz čestica koštice u ulje (Balbino, 2017).

Nakon mljevenja priprema se tijesto bučinih koštica. U samljevene koštice dodaje se 10-15% vruće vode i 0,5-2% soli, a po potrebi i bučino ulje kako bi se dobilo tijesto odgovarajuće konzistencije, te se tako pripremljeno tijesto prebacuje u pržionik. Prženje je ključna faza u tradicionalnoj proizvodnji bučinog ulja jer se njime formira karakterističan orašasto-pržen okus ulja. Prženje se najčešće provodi pri temperaturama od 110-150 °C, a traje oko 30-60 minuta, uz konstantno miješanje kako nebi došlo do zagorijevanja tijesta. Tijekom prženja potrebno je kontrolirati temperaturu i vrijeme prženja jer je to jedini način dobivanja ujednačenih svojstva bučinog ulja iz različitih šarži (Balbino, 2017). Zagrijavanjem samljevenih sjemenki, tj. tijesta izaziva se najprije bubrenje bjelančevina eleoplazme, a zatim i njihova koagulacija čime se poremeti unutrašnja ravnoteža stanice. Uslijed toga prestaju djelovati međumolekularne sile, ulje se odvaja od bjelančevinastog dijela i sakuplja se u kapljice. Kad je vlažnost sjemenki najpovoljnija nije potrebno dovoditi vodu za bubrenje. Zagrijavanje bez dovoljno vode uzrokuje nepotpuno odvajanje ulja pa će iskorištenje biti slabije. To isto će se dogoditi i onda kada ima previše vode, ako su sjemenke bile nedozrele, pa eleoplazma nije formirana u čvrsti gel nego predstavlja vrlo finu emulziju koja je stabilna i koja se teško razdvaja, pa je cijedenje ulja veoma otežano. U tom slučaju sjemenke se duže moraju zagrijavati i sušiti (Rac, 1964).

Nakon prženja slijedi prešanje. Prešanje se vrši na hidrauličnim prešama. Tijesto se iz pržionika prebacuje u cilindar hidraulične preše, a između mase tijesta se stavljaju slojnice od nehrđajućeg čelika kako bi se ravnomjernije rasporedio pritisak, te olakšalo izdvajanje ulja i čišćenje preše. Prešanje se vrši u dva stupnja: 1. pri nižim tlakovima od oko 100 bara; 2. pri višim tlakovima od oko 300 bara.

Mehaničke, tj. netopljive nečistoće u svježe prešanom sirovom ulju predstavljaju masna prašina i sitniji ili krupniji dijelovi sjemena koji zajedno s uljem izlaze iz preše, a mogu uzrokovati mutnoću i talog u ulju pa se obavezno uklanjaju. Najjednostavniji način odvajanja nečistoća iz sirovog ulja je procesom 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. Osim sedimentacije, za uklanjanje nečistoća koristi se i filtracija pomoću filter preša, koje se može koristiti kao samostalni postupak uklanjanja nečistoća ili kao nadopuna dekantiranju, ili centrifugalni separator kao efikasniji i brži načini uklanjanja nečistoća djelovanjem centrifugalne sile (Balbino, 2017).

Δ^7 -steroli i imaju pozitivan učinak na kardiovaskularni sustav, dok je skvalen prekursor različitih hormona i inhibira nastanak tumora (Balbino, 2017).

S obzirom na tehnološki proces proizvodnje bučinog ulja, prešanjem koštica buče, razlikujemo dvije kategorije ulja: hladno prešano i nerafinirano ulje. Prema Pravilniku o jestivim uljima i mastima, nerafinirana ulja su proizvodi koji se dobivaju iz odgovarajućih sirovina, mehaničkim postupcima, primjerice prešanjem, uz upotrebu topline, dok su hladno prešana ulja proizvodi koji se dobivaju iz odgovarajućih sirovina, prešanjem na temperaturi do 50 °C (Pravilnik, 2012). Za razliku od proizvodnje hladno prešanog bučinog ulja, kod proizvodnje nerafiniranog bučinog ulja javlja se postupak prženja gdje se bučine koštice izlažu temperaturama iznad 100 °C. Tijekom prženja dolazi do raznih promjena u ulju. Dolazi do stvaranja produkata Streckerove degradacije, oksidacije masnih kiselina i Maillardovih reakcija koji su odgovorni za karakterističan okus bučinog ulja. Od produkata kao najzanimljiviji se ističu pirazini, produkti Maillardovih reakcija, koji u ulju nastaju pri temperaturama iznad 100 °C i ulju daju prepoznatljiv orašast okus (Murkovic i Siegmund, 2004). Osim na senzorske karakteristike ulja, termička obrada samljevenih bučinih koštica ima povoljan utjecaj na iskorištenje i oksidacijsku stabilnost ulja. Zbog povišene temperature razbija se gelova struktura eleoplazme stanice, smanjuje se viskoznost ulja, ulje se skuplja u kapljice te se lakše izdvaja. Osim toga, termička obrada osigurava bolju raspodjelu bioaktivnih komponenti u ulju pa je održivost nerafiniranog bučinog ulja bolja u odnosu na hladno prešano bučino ulje. Do danas još nije istražen mehanizam djelovanja procesa prženja na održivost bučinog ulja no pretpostavlja se da Maillardovim reakcijama nastaju produkti koji imaju antioksidacijsko djelovanje te dolazi do inaktivacije enzima koji uzrokuju degradaciju ulja (Balbino, 2017). Osim kod bučinih koštica, prženje se primjenjuje i kod proizvodnje nerafiniranog ulja sjemenki sezama, radi postizanja karakterističnog prženog okusa. Uočena je i povećana oksidacijska stabilnost ulja u odnosu na hladno prešano sezamovo ulje, zahvaljujući sinergističkom djelovanju produkata Maillardovih reakcija s γ -tokoferolima i drugim sastojcima nastalima tijekom procesa prženja (Moazzami i Kamal-Eldin, 2015). Pri kojoj temperaturi i koliko dugo će se prženje provoditi ovisi od proizvođača.

3. EKSPERIMENTALNI DIO

3.1. MATERIJALI

U eksperimentalnom dijelu ovog rada korištena su 3 uzorka bučinih sjemenki i 9 uzoraka bučinih pogača iz tri različita proizvodna pogona, kao što je prikazano u tablici 1.

Tablica 1. Popis uzoraka sjemena i pogača

Uzorak		Porijeklo uzorka
Sjeme 1	Pogača 1	Proizvođač 1
	Pogača 2	
	Pogača 3	
Sjeme 2	Pogača 4	Proizvođač 2
	Pogača 5	
	Pogača 6	
Sjeme 3	Pogača 7	Proizvođač 3
	Pogača 8	
	Pogača 9	

Tijekom proizvodnje bučinog ulja iz navedenog bučinog sjemena, sjemenke su pržene pri 3 različite temperature te su dodani određeni udjeli vode, soli i ulja kako je navedeno u sljedećoj tablici.

Tablica 2. Parametri proizvodnje bučinog ulja

Uzorak		Temperatura prženja/ °C	Udio dodane vode/ %	Udio dodane soli/ %	Udio dodanog bučinog ulja/ %
Sjeme 1	Pogača 1	120	4	1,6	10
	Pogača 2	130	4	1,6	10
	Pogača 3	140	4	1,6	10
Sjeme 2	Pogača 4	120	21,82	1,71	30,18
	Pogača 5	130	21,82	1,71	30,18
	Pogača 6	140	21,82	1,71	30,18
Sjeme 3	Pogača 7	120	10	1	0
	Pogača 8	130	9	1	0
	Pogača 9	140	9	1	0

3.2. METODE RADA

3.2.1. Određivanje tehničko-tehnoloških svojstava sjemena

Veličina bučinih koštica

Iz pojedinog uzorka bučinih koštica izuzeto je 10 sjemenki te je pomoću pomične mjerke određena dužina, debljina i širina. Nakon mjerenja izračunate su srednje vrijednosti za svaki uzorak (Rade i sur., 2001).

Masa 1000 sjemenki

Masa 1000 sjemenki služi za grublju procjenu kakvoće sjemena, a ovisi o veličini i punoći sjemena. Određivanje je provedeno tako da je od pojedinog uzorka bučinih koštica izbrojano i odvagano 500 sjemenki, te je masa 1000 sjemenki izračunata prema formuli (Rade i sur., 2001):

$$\text{masa 1000 sjemenki} = \frac{m \cdot 1000}{n} \text{ (g)}$$

m = masa izbrojanih sjemenki (g)

n = broj sjemenki.

Volumska (hektolitarska) masa

Određivanje volumske mase provedeno je pomoću vage njemačke firme Schopper, poznate kao Schopperova vaga, na način da je izvagan određeni volumen sjemena (0,25L) te je volumska masa izračunata prema formuli (Rade i sur., 2001):

$$\text{volumska masa} = \frac{m}{V} \text{ (gL}^{-1}\text{)}$$

m = izmjerena masa (g)

V = volumen cilindra za mjerenje (0,25L).

3.2.2. Određivanje vode u bučnom sjemenu i pogači

Udio vode u sjemenu i pogači određen je standardnom metodom (HRN EN ISO 665:2004) sušenjem do konstantne mase u sušioniku pri temperaturi od 103 ± 2 °C. U izvaganu i osušenu aluminijsku posudicu je izvagano 5 g, s točnošću 0,001 g, svježe samljevenog sjemena/pogače. Mljevenje sjemena je provedeno u električnom mlincu za kavu pri čemu se vodilo računa da cijeli uzorak bude ravnomjerno samljeven. Aluminijske posudice s uzorkom i podignutim poklopcem stavljene su u sušionik i sušenje se provodilo do konstantne mase, tj. dok razlika između dva uzastopna mjerenja nije bila najviše 0,005 g. Za svaki uzorak napravljena su dva paralelna mjerenja. Udio vode određen je prema formuli (Rade i sur., 2001):

$$\%vode = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_0} \times 100$$

m_0 = masa prazne posudice (g)

m_1 = masa posudice s uzorkom prije sušenja (g)

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

Kao rezultat uzeta je srednja vrijednost dva paralelna mjerenja.

3.2.3. Određivanje udjela ulja u bučnom sjemenu i pogači

Za određivanje udjela ulja u sjemenu i pogači korištena je standardna ISO metoda ekstrakcije po Soxhletu (HRN EN ISO 659:2010). U čahuru za ekstrakciju izvagano je 5-10 g, s točnošću 0,001 g, samljevenog sjemena/pogače. Čahura je stavljena u aparaturu za ekstrakciju, dodan je potreban volumen petroletera, koji je korišten kao otapalo, a ekstrakt se sakupljao u prethodno izvaganu tikvicu u koju su bile stavljene 2-4 staklene kuglice za vrenje. Ekstrakcija je trajala 8 sati. Nakon završene ekstrakcije otapalo je otpareno, a ostatak je sušen pri 103 ± 2 °C do konstantne mase. Za svaki uzorak pripremljena su dva paralelna mjerenja, a udio ulja određen je prema formuli (Rade i sur., 2001):

$$\%ulja = \frac{m_1}{m_0} \times 100$$

m_0 = masa uzorka sjemena u čahuri (g)

m_1 = masa ekstrahiranog ulja (g).

Za rezultat je uzeta srednja vrijednost dva paralelna mjerenja.

3.2.4. Iskorištenja procesa proizvodnje ulja

Iz dobivenih podataka, udjela ulja i vode u pogačama, izračunato je iskorištenje procesa proizvodnje ulja prema formuli (Kraljić, 2017):

$$\text{iskorištenje} = \frac{m_u}{u_s} \times 100$$
$$m_u = u_s - \frac{u_p \times (100 - v_s - u_s)}{100 - v_p - u_p}$$

m_u = masa dobivenog ulja (g)

u_s = udio ulja u sjemenu (%)

u_p = udio ulja u pogači (%)

v_s = udio vode u sjemenu (%)

v_p = udio vode u pogači (%).

3.2.5. Statistička analiza

Kako bi se utvrdio utjecaj temperatura prženja sjemenki na kvalitetu sjemena i proizvedenih pogača te na iskorištenje procesa proizvodnje nerafiniranog bučinog ulja, provedena je analiza varijance. Za statističku obradu podataka korišten je Microsoft Excel 2010.

4. REZULTATI I RASPRAVA

4.1. ANALIZA SJEMENA

4.1.1. Tehničko-tehnološka svojstva sjemena

Za pravilno vođenje tehnološkog procesa proizvodnje i rafinacije ulja potrebno je poznavati sastav, tehničko-tehnološka svojstva i kakvoću sirovine. Poznavanjem tih svojstava moguće je odabrati optimalne uvjete tijekom pojedinih tehnoloških procesa, spriječiti nepoželjne promjene i osigurati visoku kakvoću proizvoda (Rade i sur., 2001). U tu svrhu se u ovom radu određivala veličina bučinih sjemenki, masa 1000 sjemenki i volumska masa, a dobiveni rezultati su prikazani u tablici 3.

Tablica 3. Tehničko-tehnološki parametri sjemena

Parametar		Sjeme 1	Sjeme 2	Sjeme 3
Masa 1000 sjemenki / g		189,32	177,90	202,30
Veličina sjemena	širina/mm	9,32	9,08	9,39
	dužina/mm	16,96	16,51	16,43
	debljina/mm	2,09	2,08	2,50
Volumska masa/ g L ⁻¹		530	570	548

Masa 1000 sjemenki ovisi o veličini i punoći sjemena i služi za grublju procjenu kakvoće sjemena. Što je ova masa veća sjeme je kvalitetnije jer je prazno sjeme puno lakše, a može se usporediti samo sjeme iste vrste (Rade i sur., 2001). U literaturi se navodi da se masa 1000 sjemenki, za bučine koštice golice, kreće od 180 – 224 g (Rabrenović i sur., 2012). U analiziranom sjemenu masa 1000 sjemenki kretala se od 189,32 do 202,30 g, pa se može zaključiti da su dobiveni rezultati u skladu s literaturom. Sjeme 3 ima najveću masu 1000 sjemenki koja iznosi 202,30 g pa se može zaključiti da je i najbolje kakvoće od triju analiziranih sjemena.

Volumska masa ovisi o veličini i obliku sjemena, a izražava se kao masa sjemena u L ili dm³ (kg dm⁻³). Ovaj podatak važan je kod projektiranja transportnih uređaja, silosa i sl. Kod istog sjemena usporedne vrijednosti daju uvid i u kakvoću sjemena (Rade i sur., 2001).

U literaturi se navodi da se volumska masa za bučine koštice golice kreće od 550 do 580 g L⁻¹ (Rabrenović i sur., 2012). Volumska masa kod analiziranog sjemena kretala se od 530 do 570 g L⁻¹, pa se može reći da su dobiveni rezultati u skladu s literaturom.

Veličinu sjemena važno je poznavati radi odabira transportnih uređaja, čistilica, ljuštilica i sl. Dimenzije bučnih koštica najčešće se kreću u rasponu od: 10-30 mm dužine, 10-15 mm širine i 2-4 mm debljine (Rade i sur., 2001). Širina analiziranog sjemena kreće se od 9,08 do 9,39 mm, dužina od 16,43 do 16,96 mm i debljina od 2,08 do 2,50 mm pa se može zaključiti da su dobiveni podaci dimenzija u skladu s podacima iz literature.

4.1.2. Kakvoća sjemena

Za procjenu kakvoće sjemena uljarica važni podaci su udio ulja i vode, koji su određeni u okviru ovog istraživanja. Udio vode u sjemenu potrebno je poznavati jer povećana vlažnost sjemena izaziva biokemijske promjene u sjemenu pa dolazi do razgradnje, klijanja, razvoja plijesni i drugih mikroorganizama što umanjuje kakvoću sjemena i povećava troškove jer se takvo sjeme prije skladištenja i prerade mora sušiti, dok je udio ulja u sjemenu najznačajniji parametar za procjenu njegove kakvoće (Rade i sur., 2001). Dobiveni rezultati za navedene parametre nalaze se u tablici 4.

Tablica 4. Osnovni parametri kvalitete sjemena

Parametar	Sjeme 1	Sjeme 2	Sjeme 3
Udio vode/ %	6,71	5,32	5,02
Udio ulja / %	42,70	45,01	46,03
Udio ulja na suhu tvar/ %	45,77	47,54	48,46

Smatra se da se sjeme iz porodice *Cucurbitaceae* najbolje skladišti pri skladišnoj vlazi od 5% (Styer i sur., 1980), dok sušenje sjemenki do udjela vode od 1-2% može biti štetno za većinu sjemenki jer uzrokuje presušivanje sjemenki i smanjuje njihovu stabilnost (Kong i Zhang, 1998). Sadržaj vlage u ispitivanom sjemenu se kretao od 5,02 do 6,71% što ukazuje

na to da je sjeme bilo dobro osušeno, tj. da je sadržaj vlage odgovarao sadržaju skladišne vlage.

Najznačajniji podatak sa stajališta ispitivanja kvalitete sjemena uljarica je sadržaj ulja, koji se u ispitivanim uzorcima kretao od 45,77 do 48,46%, izračunato na suhu tvar. U literaturi se navodi da se sadržaj ulja u bučinoj koštici kreće od 42% do 54% (Murkovic i sur., 1996). S obzirom da su rezultati u skladu s literaturom, možemo reći da je sjeme bilo optimalne zrelosti, ali najbolji se pokazao uzorak sjemena 3 u kojem udio ulja iznosi 48,46%. Ovi rezultati su u skladu s rezultatima mase 1000 sjemenki prema kojima je također uzorak sjemena 3 izdvojen kao najbolji.

4.2. ANALIZA POGAČE

Osim sjemena, analizirana je i pogača dobivena prešanjem bučnih sjemenki u svrhu određivanja iskorištenja procesa proizvodnje nerafiniranog bučinog ulja. Određivan je udio ulja i vode u pogačama, a rezultati se nalaze u tablici 5.

Udio vode u pogačama kretao se od 1,15 do 5,84% i značajno ovisi o proizvođaču, tj. o vrsti sjemena i tehnologiji proizvodnje dok temperatura nije pokazala značajan utjecaj. Tijekom proizvodnje ulja, u sjeme 1 dodano je 4%, u sjeme 2 21,82%, a u sjeme 3 od 9 do 10% vode. Najmanji udio vode nalazio se u pogači proizvedenoj iz sjemena 1, a najveći udio je bio u pogači proizvedenoj iz sjemena 2, što je logično s obzirom da se kod proizvodnje u prvom slučaju dodalo samo 4% vode na masu sjemena dok se u drugom slučaju dodalo gotovo 22% vode. Uzimajući u obzir samo pogaču proizvođača 2, vidljivo je kako je najviši udio vode zaostao u pogači 4. S obzirom da se voda dodavala uvijek u istim postocima, a temperatura se mijenjala, logično da je u pogači broj 4 zaostao najveći udio vode jer je temperatura od 120 °C bila preniska pa voda nije stigla ishlapiti.

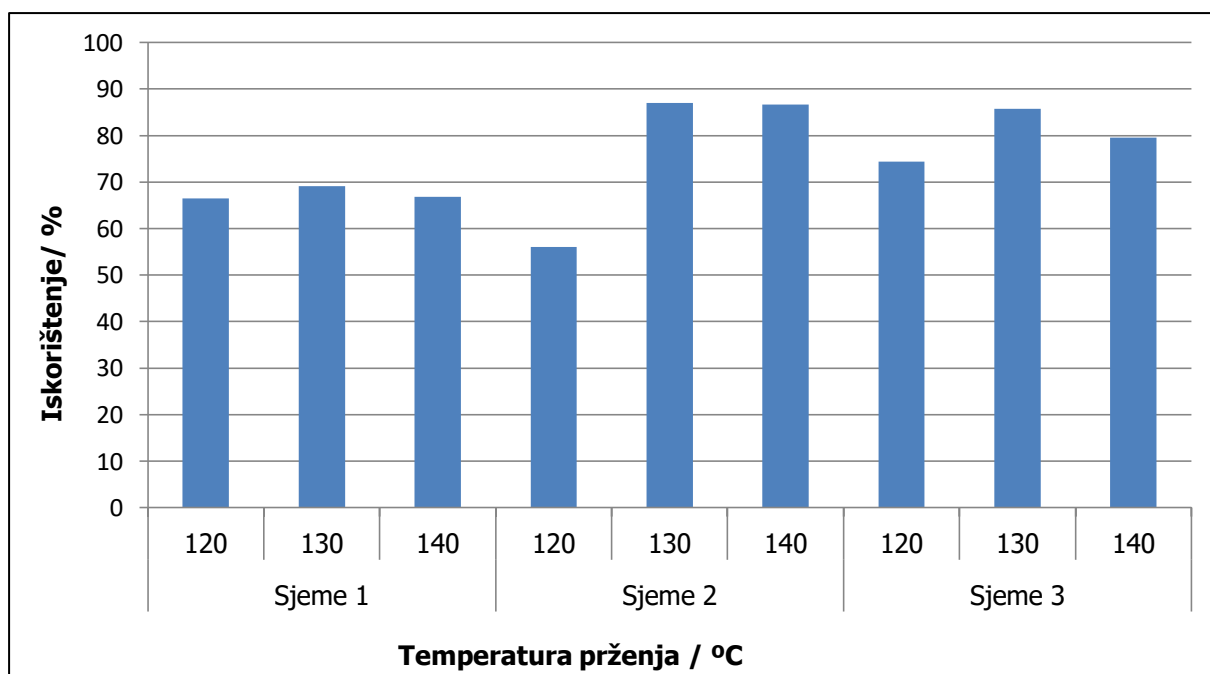
Tablica 5. Udio vode i ulja u pogačama nakon proizvodnje

Uzorak		udio vode [§] %	udio ulja/ %	udio ulja na suhu tvar/ %
Sjeme 1	Pogača 1	1,95	21,62	22,05
	Pogača 2	1,91	20,27	20,66
	Pogača 3	1,15	21,63	21,88
Sjeme 2	Pogača 4	5,84	26,81	28,47
	Pogača 5	3,69	10,13	10,52
	Pogača 6	4,50	10,30	10,79
Sjeme 3	Pogača 7	3,67	18,68	19,39
	Pogača 8	5,18	11,19	11,80
	Pogača 9	3,58	15,53	16,11

[§] izbor sjemena ima značajan utjecaj ($p \leq 0,05$)

Udio ulja u pogačama kretao se od 10,52 do 28,47%, izračunato na suhu tvar, te se pokazalo kako ni vrsta sjemena i postupak proizvodnje ni temperatura nemaju značajan utjecaj na udio ulja u pogači nakon proizvodnje. Najveći udio ulja nalazio se u pogači 4, dok se najmanji udio nalazio u pogači 5. To je logično jer je temperatura od 120 °C bila preniska, voda nije stigla ishlapiti pa sadržaj vode nije bio optimalan stoga je i iskorištenje procesa niže, tj. više ulja je zaostalo u pogači 4 u odnosu na pogaču 5, gdje je viša temperatura pogodovala izdvajanju ulja.

Na temelju dobivenih rezultata, udjela ulja i vode, izračunato je iskorištenje procesa i rezultati su prikazani na slici 4.



Slika 4. Ovisnost iskorištenja proizvodnje ulja o temperaturi prženja

Mnogi autori ističu kako način proizvodnje ulja, tj. procesni parametri (temperatura, tlak, ...) i sirovina (vrsta, varijetet, udio vode, predtretman sirovine) utječu na iskorištenje procesa proizvodnje (Savoire i sur., 2013). Iskorištenja proizvodnje ulja kretala su se od 56,07 do 87,03%, te se pokazalo kako ni vrsta sjemena i način proizvodnje ni temperatura nemaju značajan utjecaj na iskorištenje. U literaturi se navodi kako se u proizvodnji nerafiniranog ulja sjemenki sezama, koje sadrže oko 53% ulja, može postići iskorištenje od oko 50% (Akinoso i sur., 2006). Uspoređujući s tim analizirane bučine koštice koje sadrže oko 45% ulja i dobiveno iskorištenje, može se zaključiti da je iskorištenje vrlo visoko. Značajno bolje iskorištenje se dobiva ako se dodaje voda. Kod sjemena 1 dodano je 4% vode na masu sjemenki i dobiveno je malo ulja. Mogući uzrok niskog iskorištenja je to što nije postignuta optimalna vlažnost tijesta bučinih sjemenki. Dodavanje vode u tijesto je važno jer uzrokuje bubrenje bjelančevina eleoplazme, a zatim i njihovu koagulaciju čime se poremeti unutrašnja ravnoteža stanice. Uslijed toga prestaju djelovati međumolekularne sile i ulje se skuplja u kapljice i lakše izdvaja. Nedostatak vode uzrokovao je nepotpuno odvajanje ulja pa je i iskorištenje sirovine slabije. Kod sjemena 2 dodana je znatno veća količina vode od 21,82% na masu sjemenki. Ako se dodaje puno vode potrebno je koristiti duže vrijeme prženja ili više temperature jer će se u protivnom dogoditi nisko iskorištenje kao kod temperature od 120 °C gdje je tijesto bučinih sjemenki bilo prevlažno stoga je cijedenje ulja bilo otežano. Pri višim temperaturama od 130 i 140 °C iskorištenje je znatno veće jer se pri

višim temperaturama formiralo tijesto optimalne vlažnosti koja je pogodovala izdvajanju ulja. Kod sjemena 3 dodano je oko 10% vode na masu sjemenki i iskorištenja su pri sve tri temperature bila prilično visoka. Taj udio vode pogodovao je odvajanju ulja. Najbolje iskorištenje se pokazalo pri temperaturi prženja od 130 °C kod sva tri sjemena, dok je iskorištenje najlošije pri temperaturi od 120 °C.

5. ZAKLJUČAK

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

- ❖ Sva tehničko-tehnološka svojstva sjemena su u skladu s literaturom.
- ❖ Prema parametrima kakvoće sva korištena 3 sjemena mogu se okarakterizirati kao sjeme standardne kakvoće, ali najbolje se pokazalo sjeme 3.
- ❖ Iskorištenje procesa proizvodnje nerafiniranog bučinog ulja najbolje je kada se bučine sjemenke prže pri temperaturi od 130 °C.

6. LITERATURA

Akinoso R., Igbeka J., Olayanju T. (2006) Process Optimization of Oil Expression from Sesame Seed (*Sesamum indicum* Linn.). *Agricultural Engineering International: CIGR Journal* **8**: 1-7.

Alibaba (2017) <<https://www.alibaba.com/showroom/pumpkin-seeds-price.html>>
Pristupljeno: 19. srpnja 2017.

Anonymous (2017) <<http://www.satoriz.fr/infos-produits/les-graines-de-courge-en-autriche/>> Pristupljeno: 19. srpnja 2017.

Awad A. B., von Holtz R. L., Cone J. P., Fink C. S, Chen Y.-C. (1998) β -sitosterol inhibits the growth of HT-29 human colon cancer cells by activating the sphingomyelin cycle. *Anticancer Research* **18**: 471–479.

Balbino, S. (2017) Bučino ulje, nastavni materijali iz kolegija Kemija i tehnologija ulja i masti, akademska godina 2016./2017., <[http://moodle.srce.hr/2016-2017/pluginfile.php/1076640/mod_resource/content/3/bucino% 20ulje1.pdf](http://moodle.srce.hr/2016-2017/pluginfile.php/1076640/mod_resource/content/3/bucino%20ulje1.pdf)> Pristupljeno: 16. srpnja 2017.

Delaš I. (2010) Zaboravljene vrijednosti - bučino ulje. *Croatian Journal of Food Technology, Biotechnology and Nutrition* **5**: 38-42.

Dessi M. A., Deiana M., Day B. W., Rosa A., Banni S., Corongiu F. P. (2002) Oxidative stability of polyunsaturated fatty acids: effect of squalene. *European Journal of Lipid Science and Technology* **104**: 506–512.

Dimić E. (2005) Hladno ceđena ulja, Tehnološki Fakultet, Novi sad. str. 88-91.

Gajšek M. (2016) Utjecaj parametara hladnog prešanja bučine koštice (golice) na iskorištenje bučinog ulja, Diplomski rad, Prehrambeno-tehnološki fakultet Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku.

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

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

Jones P. J., Raeini-Sarjaz M., Ntanos F. Y., Vanstone C. A., Feng J. Y., Parsons W. E. (2000) Modulation of plasma lipid levels and cholesterol kinetics by phytosterol versus phytostanol esters. *Journal of Lipid Research* **41**: 697–705.

Karlović Đ., Andrić N. (1996) Kontrola kvalitete semena uljarica, Tehnološki fakultet Novi Sad, Savezni zavod za standardizaciju.

Kong X-H, Zhang H-Y (1998) The effect of ultra-dry methods and storage on vegetable seeds. *Seed Science Research* **8**: 41-45.

Kraljić, K. (2017) Interna skripta za vježbe, Kemija i tehnologija ulja i masti, Prehrambeno-biotehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

Markovic V. V., Bastic L. V. (1976) Characteristics of pumpkin seed oil. *Journal of the American Oil Chemists Society* **53**: 42.

Miettinen T. A., Puska P., Gylling H., Vanhanen H., Vartiainen E. (1995) Reduction of serum cholesterol with sitostanol-ester margarine in a mildly hypercholesterolemic Population. *New England Journal of Medicine* **16**: 1308–1312.

Moazzami A., Kamal-Eldin A. (2015) Sesame seed oil, Gourmet and Health-Promoting Specialty Oils, Department of Food Science, Swedish University of Agricultural Sciences. str. 267-277.

Murkovic M., Hillebrand A., Winkler J., Leitner E., Pfannhauser W. (1996). Variability of fatty acid content in pumpkin seeds (*Cucurbita pepo* L.). *European Food Research and Technology* **203**: 216–219.

Murkovic M., Pfannhauser W. (2000) Stability of pumpkin seed oil. *European Journal of Lipid Science and Technology* **102**: 607–611.

Murkovic M., Piironen, V., Lampi, A.M., Kraushofer, T., Sontag, G. (2004) Changes in chemical composition of pumpkin seeds during the roasting process for production of pumpkin seed oil (Part 1: non-volatile compounds). *Food Chemistry* **84**: 359–365.

Murkovic M., Siegmund B. (2004) Changes in chemical composition of pumpkin seeds during the roasting process for production of pumpkin seed oil (Part 2: volatile compounds., *Food Chemistry* **84**: 367–374.

Pavetić T. (2015) Utjecaj uvjeta prerade koštice buče na iskorištenje i oksidacijsku stabilnost ulja, Specijalistički rad, Prehrambeno-tehnološki fakultet Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku.

Phillips K. M., Ruggio D. M., Ashraf-Khorassani M. (2005) Phytosterol composition of nuts and seeds commonly consumed in the United States. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* **53**: 9436–9445.

Pravilnik o jestivim uljima i mastima (2012) *Narodne Novine* **41** (NN 41/2012).

Rabrenović B., Dimić E., Berenji J., Vujasinović V. (2012) Tehnološke karakteristike i kvalitet semena, slobodnooplodnih i hibridnih sorti uljane tikve. *Uljarstvo, časopis za industriju biljnih ulja, masti i proteina* **43**: 25-32.

Rac M. (1964) Ulja i masti, Poslovno udruženje proizvođača biljnih ulja, Beograd.

Rade D., Morovčak Ž., Štruelj D. (2001) Priručnik za vježbe iz kemije i tehnologije lipida, Durieux, str. 1-21.

Rao V. A., Janezic S. A. (1992) The role of dietary phytosterols in colon carcinogenesis. *Nutrition and Cancer* **18**: 43–52.

Savoire R., Lanoisellé J. L., Vorobiev E. (2013) Mechanical Continuous Oil Expression from Oilseeds: A Review. *Food and Bioprocess Technology* **6**: 1-16.

Sito S., Barčić J., Ivančan S. (1998) Utjecaj različitih temperatura radnog medija na trajanje procesa sušenja visoko vlažnih sjemenki buče nakon pranja (*Cucurbita pepo* L.). *Poljoprivredna znanstvena smotra* **63**: 285-290.

Styer R. C., Cantliffe D. J., Hall C .B. (1980) The relationship of ATP concentration to germination and seedling vigor of vegetable seeds stored under various conditions. *Journal of the American Society for Horticultural Science* **105**: 298-303.

Škevin D. (2016) Interna skripta iz Kemije i tehnologije ulja i masti, Prehrambeno-biotehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

Škof B. (2014) Proizvodnja i stabilizacija hladno prešanog bučinog ulja, Diplomski rad, Prehrambeno-tehnološki fakultet Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku.

Izjava o izvornosti

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

Ivona Vitko

Ivona Vitko