

Utjecaj temperature na fizikalno-kemijska svojstva bučina ulja

Balijski, Matija

Undergraduate thesis / Završni rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University North / Sveučilište Sjever**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:432969>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-24**



Repository / Repozitorij:

[University North Digital Repository](#)





Sveučilište Sjever

Završni rad br. 70/PREH/2024

Utjecaj temperature na fizikalno – kemijska svojstva bučina ulja

Matija Balija, 0336057053

Koprivnica, rujan 2024. godine



Sveučilište Sjever

Prehrambena tehnologija

Završni rad br. 70/PREH/2024

Utjecaj temperature na fizikalno – kemijska svojstva bučina ulja

Student

Matija Balija, 0336057053

Mentor

Ivana Dodlek Šarkanj, dipl. ing. preh. teh.

Koprivnica, rujan 2024. godine

Prijava završnog rada

Definiranje teme završnog rada i povjerenstva

ODJEL Odjel za prehrambenu tehnologiju

STUDIJ Prijediplomski studij prehrambene tehnologije

PRISTUPNIK Matija Balija

MATIČNI BROJ 0336057053

DATUM 29.08.2024.

KOLEGIJ Kontrola kakvoće i sigurnosti hrane

NASLOV RADA Utjecaj temperature na fizikalno-kemijska svojstva bučina ulja

NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU The influence of temperature on the physico-chemical properties of pumpkins oil

MENTOR Ivana Dodlek Šarkanj

ZVANJE dipl.ing.preh.teh., predavač

ČLANOVI POVJERENSTVA

- Izv.prof.dr.sc. Bojan Šarkanj, predsjednik
- Izv.prof.dr.sc. Natalija Uršulin-Trstenjak
- Ivana Dodlek Šarkanj, predavač
- doc.dr.sc. Dunja Šamec, zamjenski član
-

Zadatak završnog rada

BROJ 70/PREH/2024

OPIS

Bučino ulje bogato je je trigliceridima, nezasićenim masnim kiselinama, fitosterolima i dr. Zbog svog visokog sastava nezasićenih masnih kiselina i klorofila osjetljivo je na oksidacijske procese. Cilj ovoga rada bio je analizirati udio slobodnih masnih kiselina kako bi se ocjenila njegova stabilnost i konačna kvaliteta bučina ulja.

ZADATAK URUČEN 30.08.20224.

POTPIŠ MENTORA

SVEUČILIŠTE
SIEVER



Sažetak

Bučino ulje, dobiveno iz sjemenki biljke *Cucurbita pepo*, cijenjeno je zbog svojih nutritivnih i zdravstvenih vrijednosti. U ovom radu istraženi su kemijski sastav, tehnološki proces proizvodnje te fizikalno – kemijske karakteristike bučinog ulja. Sastav bučinog ulja bogat je triacilglicerolima, nezasićenim masnim kiselinama, fitosterolima i antioksidansima kao što su tokoferoli. Međutim zbog visokog udjela nezasićenih masnih kiselina i klorofila, ulje je osjetljivo na oksidacijske procese, odnosno dolazi do procesa kvarenja ulja.

U praktičnom dijelu rada, analizirani su peroksidni broj, udio slobodnih masnih kiselina i spektrofotometrijska analiza kako bi se ocijenila njegova kvaliteta i stabilnost tijekom skladištenja. Rezultati pokazuju da uslijed izlaganja povišenoj temperaturi dolazi do povećanja udjela SMK i peroksidnog broja, gdje nam to povećanje pokazuje na početak kvarenja ulja.

Pravilno skladištenje bučinog ulja u tamnim staklenim bocama i na niskoj temperaturi važno je za očuvanje njegove kvalitete. Ovaj rad prikazuje kako uvjeti skladištenja, odnosno temperatura skladištenja utječe na konačnu kvalitetu bučina ulja.

Ključne riječi: bučino ulje, fizikalno – kemijska svojstva, slobodne masne kiseline, peroksidni broj, temperatura

Summary

Pumpkin seed oil, obtained from the seeds of the *Cucurbita pepo* plant, is valued for its nutritional and health benefits. In this paper, the chemical composition, technological process of production and physical-chemical characteristics of pumpkin seed oil were investigated. The composition of pumpkin oil is rich in triacylglycerols, unsaturated fatty acids, phytosterols and antioxidants such as tocopherols. However, due to the high content of unsaturated fatty acids and chlorophyll, the oil is sensitive to oxidation processes, i.e. the process of spoiling the oil occurs.

In the practical part of the work, the peroxide number, the proportion of free fatty acids and spectrophotometric analysis were analyzed in order to evaluate its quality and stability during storage. The results show that as a result of exposure to elevated temperature, there is an increase in the proportion of free fatty acids and the peroxide number, where this increase indicates the beginning of oil spoilage.

Proper storage of pumpkin oil in dark glass bottles and at a low temperature is important to preserve its quality. This paper shows how storage conditions, i.e. storage temperature, affects the final quality of pumpkin seed oil.

Key words: pumpkin oil, physical-chemical properties, free fatty acids, peroxide number, temperature

Popis korištenih kratica

- NN - narodne novine
- LDL - lipoprotein niske gustoće
- UV - ultraljubičasto
- SMK - slobodne masne kiseline
- HRN - Hrvatske norme
- ISO - Međunarodna organizacija za standardizaciju

Sadržaj

1.	Uvod.....	1
2.	Buča - <i>Cucurbita pepo</i>	3
2.1.	Tehnološki proces proizvodnje bučinog ulja.....	4
2.2.	Bučino ulje	5
2.2.1.	<i>Triacilgliceroli</i>	9
2.2.2.	<i>Masne kiseline</i>	9
2.2.3.	<i>Fizikalno – kemijske karakteristike bučinog ulja</i>	10
2.3.	Metode analiza fizikalno – kemijskih svojstva ulja	11
2.3.1.	<i>Kiselinski broj</i>	11
2.3.2.	<i>Peroksidni broj</i>	11
2.3.3.	<i>K – broj</i>	12
2.4.	Kvarenja ulja	12
2.4.1.	<i>Oksidacijsko kvarenje</i>	12
3.	Praktični dio	14
3.1.	Materijali	14
3.2.	Metode rada.....	17
3.2.1.	<i>Određivanje peroksidnog broja</i>	18
3.2.2.	<i>Određivanje udjela slobodnih masnih kiselina</i>	18
4.	Rezultati	20
4.1.	Rezultati peroksidnog broja	20
4.2.	Rezultati određivanja masnih kiselina.....	21
5.	Rasprava.....	23
6.	Zaključak.....	24
	Reference	25
	Popis slika	28
	Popis tablica i grafova.....	29

1. Uvod

Bučino ulje, dobiveno iz sjemenki biljke *Cucurbita pepo*, već se stoljećima koristi u raznim kulturama zbog svojih nutritivnih svojstva. Prema pravilniku o jestivim uljima i mastima, bučino ulje se definira kao ulje koje se dobiva iz sjemenki vrste *Cucurbita pepo L* [1]. U posljednje vrijeme, sve je veći interes potrošača za prirodne i funkcionalne proizvode. Smatra se kao visokokvalitetan prehrambeni proizvod s mnogim korisnim učincima na zdravlje potrošača. Zbog svoje kemijske građe, koju uključuju nezasićene masne kiseline, fitosteroli, antioksidansi te vitamini topljivi u mastima, bučino ulje postaje sve popularnije u prehrambenoj industriji [2].

U Hrvatskoj je popularno posebice u sjevernijim dijelovima Hrvatske. Većinom se koristi kao ulje koje se dodaje u razne salate. Njegova tamnozeleno do crna boja, s prepoznatljivim aromatičnim okusom po prženim sjemenkama, daje poseban okus svim jelima, posebno salatama. Bogato je linolnom kiselinom koja je esencijalna kiselina potrebna ljudskom organizmu, a također sadrži visoke količine fitosterola koji su poznati po svojoj sposobnosti snižavanja razine kolesterola u krvi [3].

S obzirom na složenu kemijsku strukturu bučinog ulja, ono je vrlo osjetljivo na vanjske utjecaje poput svjetla i topline, prilikom čega ti utjecaji mogu dovesti do oksidacijskih promjena i gubitka kvalitete ulja. Zbog toga potrebno je pravilno skladištiti bučino ulje kako bi se izbjeglo kvarenje u pogledu smanjenja kvalitete ulja. Tijekom proizvodnje bučinog ulja, svaki tehnološki proces, od berbe do pakiranja, zahtijeva kontrolu sirovine, odnosno proizvoda kako bi se osigurala kvaliteta ulja [4].

Njegovom konzumacijom povezujemo s mnogim pozitivnim prednostima za zdravlje, uključujući smanjenje rizika od razvoja kardiovaskularnih bolesti, poboljšanje funkcije mokraćnog sustava, te zaštitu protiv oksidacijskog stresa. Fitosteroli prisutni u bučinom ulju imaju sposobnost inhibicije apsorpcije kolesterola, čime doprinose smanjenju ukupne razine kolesterola u krvi, dok antioksidansi poput tokoferola štite stanice od oštećenja uzrokovanih slobodnim radikalima [3].

Visoki udio linolne masne kiseline i klorofila stvara probleme jer upravo zbog tih komponenti vrlo je osjetljivo na vanjske faktore poput svjetlosti, topline i kisika. Zbog toga se preporučuje skladištenje ulja u tamnim staklenim bocama i njegova potrošnja unutar nekoliko mjeseci kako bi se očuvala njegova kvaliteta.

Istraživanje ovog rada je obuhvatilo mjerenje peroksidnog broja, određivanje udjela slobodnih masnih kiselina te spektrofotometrijska analiza u ultraljubičastom spektru. Cilj istraživanja je bio istražiti razlike od svježeg bučinog ulja te odstajalog bučinog ulja na povišenoj

temperaturi. Te da li će doći do povećanja udjela slobodnih masnih kiselina te promjena peroksidnog broja kod svih uzoraka bučinog ulja.

Dobiveni rezultati istraživanja jasno pokazuju da kvaliteta bučinog ulja u velikoj mjeri ovisi o uvjetima skladištenja. Bučino ulje bogato nezasićenim masnim kiselinama, antioksidansima i fitosterolima, izuzetno je korisno za zdravlje, posebno u prevenciji kardiovaskularnih bolesti i zaštiti stanica od oksidativnog stresa [3].

Ali osjetljivost tih navedenih sastojaka na oksidaciju može dovesti do značajnog smanjenja tih korisnih sastojaka prilikom nepravilnog skladištenja. Povećanje udjela peroksidnog broja i udjela slobodnih masnih kiselina pokazuje na početak kvarenja ulja, što rezultira potencijalno štetnim učincima na zdravlje. Dakle, pravilno skladištenje bučinog ulja, uključujući održavanje niske temperature i zaštitu od svjetlosti, važno je za očuvanje njegove kvalitete.

2. Buča - *Cucurbita pepo*

Obična buča pod znanstvenim nazivom *Cucurbita pepo* je jednogodišnja biljka koja pripada porodici *Cucurbitaceae* (Slika 1.) [5]. Sama biljka *Cucurbita pepo* porijeklom je iz regija Južne Amerike i Meksika, nakon što je udomaćena na tim područjima proširila se diljem svijeta, a posebice na Europu, Aziju i Sjevernu Ameriku gdje se i dan danas koristi i uspješno uzgaja u različite svrhe [6].

Jestivi dijelovi buče su cvjetovi, plodovi te sjemenke, dok se sjemenke kao najvažniji dio same buče zbog svog jedinstvenog sastava, smatraju se najvažnijom komponentom buče [6]. Ova vrsta buče, odnosno *Cucurbita pepo* je vrlo popularan izbor kod potrebe za proizvodnjom bučinih koštica u svrhu proizvodnje ulja, zato što njezine sjemenke ne sadrže ljuskicu koja stvara probleme kod tehnoloških postupaka proizvodnje ulja. Takve sjemenke bez vanjske ljuske se nazivaju golice ili koštice beskorke [7].



Slika 1. Buča - *Cucurbita pepo* [8]

Zbog svojeg jedinstvenog sastava sjemenke se smatraju najbitnijom komponentom buče. Bogate su mastima koje su ključne kod proizvodnje ulja, također sadrži proteine s esencijalnim aminokiselinama. Te značajne količine minerala i ostalih spojeva kao što su kalij, magnezij, selen, cink, bakar i molibden [9]. Uz prethodno navedene spojeve sjemenke obiluju bioaktivnim spojevima poput tokoferola i karotenoida.

Razlikuju se dvije vrste sjemenki buče, sjemenke sa ljuskom te sjemenke koje ne sadrže ljusku, poznatije pod nazivom golica. Oljuštene sjemenke buče imaju karakterističan izgled kao bijelo-žute ljuske, dok one bez ljuske imaju karakterističnu tamnozelenu boju što se može vidjet na Slici 2. [10].



Slika 2. Vrste sjemenki buče [11]

2.1. Tehnološki proces proizvodnje bučinog ulja

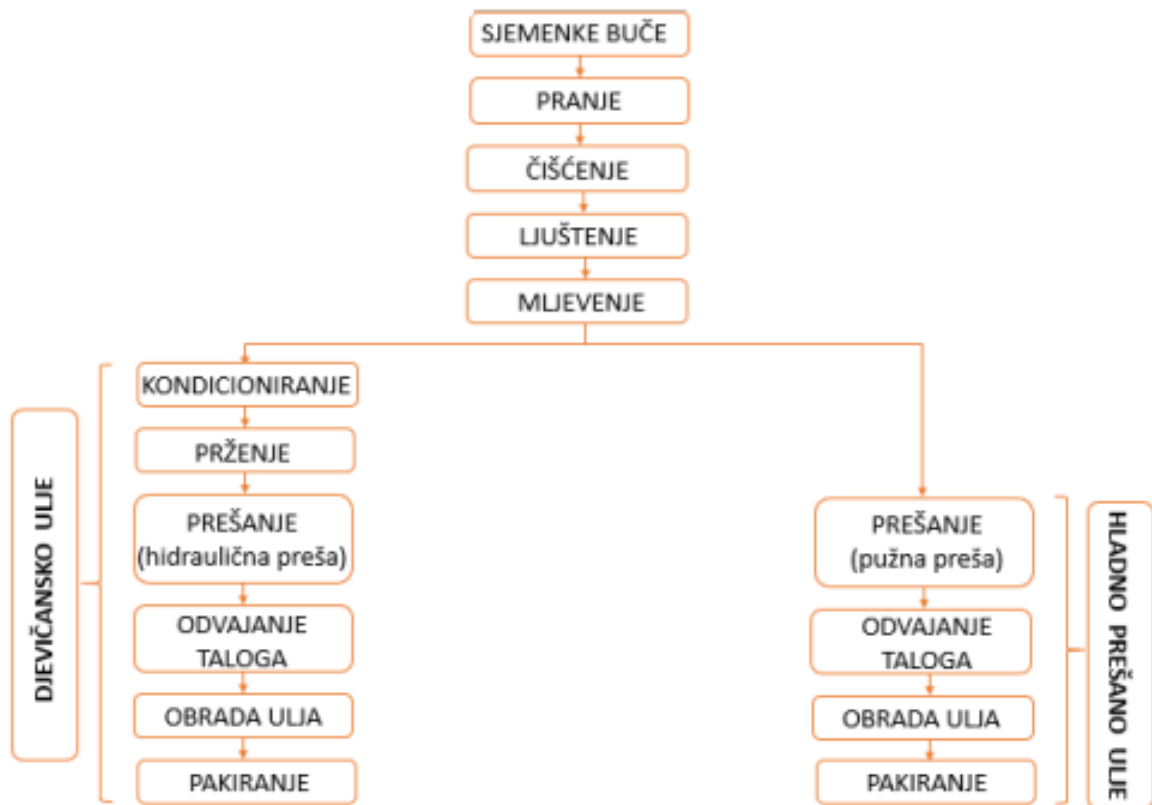
Proces proizvodnje bučina ulja započinje berbom buče koja traje od kolovoza do početka studenog kada su buče dosegle fiziološku zrelost. Zatim se ostavljaju na polju u redove na nekoliko dana kako bi sjemenke dodatno povećale svoju masu [12].

Nakon branja slijedi proces prerade i proizvodnje bučinog ulja koji je prikazan na slici 3.. Nakon procesa pranja slijedi čišćenje svježih ubranih sjemenki, jer same nečistoće imaju nepovoljan utjecaj na skladištenje. Neke od nečistoća koje se pojavljuju su dijelovi biljke, veći komadi pulpe, polomljene sjemenke, zemlja, ljuske, ostalo bilje itd. Poslije čišćenja slijedi pranje sjemenki na kojima se nalaze zaostali dijelovi sluzi i pulpe. Pranje se odvija u velikim bubnjevima gdje sjemenke ulaze pomoću transportne trake te se peru pod mlazom vode. Važno ih je dobro oprati od sluzi i pulpe kako se ne bi prilikom sušenja slijepile i oštetile. Sjemenke se zatim suše oko 24 sata na temperaturi od 40°C do vlažnosti od 8-9% udjela vlage. Osušanim sjemenkama rok trajanja je do 12 mjeseci [2].

Slijedi usitnjavanje pomoću mlinova na valjke, a veličina čestica ovisi o debljini i vrsti same sjemenke. Samljevene sjemenke idu na otcioniranje, to se postiže dodatkom vruće vode i soli radi lakšeg izdvajanja ulja [2]. Napravljeno tijesto koje se sastoji od mljevenih sjemenki, buče i vode

dolazi do kotla u kojem se provodi prženje. Samo prženje daje ulju posebnu aromu i boju što rezultira sa dobrim senzorskim svojstvima. Kako bi se samo ulje izdvojilo iz pržene smjese slijedi proces prešanja [2]. Ono se provodi pomoću hidraulične preše gdje se izdvaja ulje, a krajnji rezultat je pogača od buče kao sami nusprodukt proizvodnje ulja. Kako bi konačan proizvod bio spreman za punjenje u boce ulje se može ali i ne mora taložiti odnosno sedimentirati. Sedimentacija se provodi radi uklanjanja zaostalih nečistoća i komadića sjemenki [13].

Kao finalni korak, dobiveno ulje je osjetljivo i nestabilno prilikom skladištenja, pa sam utjecaj svjetlosti, temperature, kisika iz zraka i drugih faktora može negativno utjecati na njihovu kvalitetu. Ambalaža za čuvanje bučinih ulja mora učinkovito štititi od vanjskih utjecaja pa se stoga ulje puni u tamne staklene boce [2].



Slika 3. Shematski prikaz proizvodnje bučinog ulja [2]

2.2. Bučino ulje

Ulje od bučinih koštica najčešće se koristi u svrhu salatnog ulja te je ono popularan izbor u Sjevernoj Hrvatskoj. Zbog svoje kemijske strukture, osobito samog sastava masnih kiselina preporučuje se koristiti u hladnim jelima [2]. Karakterizira ga tamnozeleno do crna boja s

crvenkastim odsjajem koji dolazi od karotenoida odnosno narančastog pigmenta i klorofila odnosno zelenog pigmenta (Slika) [14].

Okus mu je aromatičan, a miris specifičan i prepoznatljiv, podsjeća na pržene bučine sjemenke i orašaste plodove [2].

Zbog visokog udjela nezasićene linolne kiseline i prisutnosti klorofilnog pigmenta, ovo ulje je prilično nestabilno i osjetljivo. Zato se preporučuje skladištenje u tamnim staklenim bocama, maksimalno do godinu dana. Kvalitetu bučinog ulja dodatno poboljšavaju vitamini koji su topljivi u mastima, poput D, A, E i K, te steroli. Osim toga prisutni antioksidansi poput fitosterola i skvalena, koji pridonose pozitivnim učincima bučinog ulja, smanjujući rizik od razvoja karcinoma [2].



Slika 4. *Bučino ulje* [15]

Prema tehnološkom procesu proizvodnje ulja, razlikujemo hladno prešano i djevičansko ulje. Prema pravilniku NN 11/2019-229, hladno prešana ulja se dobivaju mehaničkim postupcima bez korištenja topline. Kod proizvodnje takvih ulja dopušteno je provođenje postupaka čišćenja vodom, filtriranja, centrifugiranja te dekantiranja [1].

Ulja koja se dobivaju mehaničkim postupcima uz korištenje topline, nazivaju se djevičanska ulja. Dobivaju se pomoću postupaka čišćenja sa vodom, filtriranjem, centrifugiranjem te dekantiranjem. Jedina razlika između navedenih vrsta ulja je da se djevičansko ulje podvrgava višim temperaturama, dok za proizvodnju hladno prešanog ulja ne primjenjuje toplina [1].

Kada se prilikom proizvodnje bučine sjemenke podvrgavaju temperaturama višim od 100°C dolazi do raznih promjena u ulju, poput Maillradovih reakcija koje kod ulja mijenjanju važne značajke poput boje, arome te se povećavaju antioksidacijska svojstva [16].

Sastav bučinog ulja je bogat i kompleksan, koji se sastoji od tri glavne komponente, a to su: triacilglicerola, masne kiseline i negliceridne komponente. Triacilgliceroli čine osnovnu strukturu ulja, masne kiseline u bučinom ulju su uglavnom nezasićene, s visokim udjelom oleinske i linolne kiseline, dok negliceridne komponente nalazimo u manjim količinama ali igraju važnu ulogu. Te komponente uključuju pigmenti, steroli, tokoferoli, antioksidansi i hlapljivi sastojci [3].

U bučinom ulju količina negliceridnih komponenti kreće se od 1 do 3,5%. Nazivaju se još i neosapunjivi spojevi jer ne stvaraju sapune u reakcijama sa lužinama, a u to su uključeni vitamini, antioksidansi, pigmenti, tokoferoli, steroli i hlapljivi sastojci [2].

Klorofil je pigment zelene boje koji se nalazi u većim količinama u bučinom ulju te njegov udio je od 8,4 do 27,3 mg/kg ulja [4]. Stoga bučino ulje se čuva u tamnim bocama jer sam pigment klorofil pod utjecajem sunčeve svjetlosti djeluje kao prooksidans, odnosno izaziva djelovanje oksidativnog stresa. Drugi bitan pigment je karotenoid, spoj koji daje žutu do crvenu nijansu u ulju. Neki od najvažnijih su α -, β - i γ - karoten, te likopen i ksantofil poput kriptoksantina, luteina i zeaksantina. Lutein je najzastupljeniji, koji u ulju čini oko 71% karotenoida [4].

Steroli su prisutni u udjelu od 0,03 do 1%. Porijeklo su fitosterola, od kojih su najbitniji stigmasterol i sitosterol.

Tablica 1. *Zahtjevi kvalitete bučinog ulja s obzirom na udjel sterola prema pravilniku NN 11/2019-229 [1]*

Sastav sterola	Udio (%)
Spinasterol	20-40
Stigmastadienol	17-40
Stigmastatrienol	16-30
Beta-sitosterol	1-8

Stigmasterol	0,1-3
Kampesterol	0,1-5
Kolesterol	<0,3
Brasikasterol	<0,1

Tokoferoli su antioksidansi, odnosno izomerni oblici u kojima se nalazi vitamin E. U bučinom ulju nalazimo α -, β -, γ - i δ - tokoferole u koncentraciji od 650 mg/g. Kod antioksidativnog djelovanja najveću ulogu ima γ - tokoferol, dok α – tokoferol ima najveći potencijal kao provitamin. Koncentracija vitamina E u bučinom ulju je poprilično velika, te sama ta količina vitamina E je ključna da je ulje otpornije na oksidaciju te je samim time stabilnije [2].

Spojevi u bučinom ulju koji smanjuju oksidaciju te sprječavaju pojavu užeglog okusa nazivaju se antioksidansi. Takvi spojevi produžuju rok trajanja i poboljšavaju kvalitetu bučinog ulja. Među najvažnijim antioksidansima u bučinom ulju su skvaleni, fitosteroli i tokoferoli, koji su već prethodno spomenuti [2].

Kod hlapljivih sastojaka ubrajamo razne alkohole, ketone, aldehide, spojeve sa sumporom, derivati furana i neo heterocikličke spojeve, oni svi zajedno su ključni za jedinstvenu i specifičnu aromu bučinog ulja [2].

Staklo je jedan od najprikladnijih materijala za skladištenje bučinog ulja, zbog svojih mnogih prednosti. Staklo je inertno, ne propušta zrak i vodu, time se produžuje rok trajanja i sprječava oksidaciju ulja. Ne reagira s bučnim uljem što znači da neće utjecati na okus ili kemijski sastav. Tamne staklene boce, štite od sunčeve svjetlosti čime se štite osjetljivi spojevi u ulju, samim time tamno staklo je idealan odabir za ambalažiranje bučinog ulja . [2]

Osim svega toga navedenoga staklo je ekološki prihvatljivo jer se može 100% reciklirati, odnosno može se beskonačno puta reciklirati. Također iz marketinškog gledanja, estetika privlačnosti staklene boce daje proizvodu skup izgled, što privlači mnoge kupce. Za optimalno skladištenje, bučino ulje u staklenim bocama potrebno je skladištiti na hladnome i tamnom mjestu te svaki put nakon korištenja dobro zatvoriti kako bi se spriječio ulazak kisika i vlage [2].

2.2.1. Triacilgliceroli

Triacilgliceroli su skloni oksidacijskim reakcijama, što dovodi do njihove postepene oksidacije u kontaktu sa kisikom iz zraka. Ovaj proces može rezultirati kvarenjem ulja i razvojem užeglog okusa. Oksidacija započinje formiranjem slobodnih radikala koji reagiraju sa kisikom, stvarajući hidroperokside, ti spojevi se dalje razgrađuju u sekundarne produkte oksidacije poput aldehida i ketona [17].

2.2.2. Masne kiseline

Masne kiseline su dugi lanci koji su građeni od ugljikovodika sa karakterističnom COOH skupinom, odnosno kiselinsko karboksilnom skupinom. Najveći postotak masnih kiselina dolazi od stearinske, palmitinske, oleinske i linolne masne kiseline, gdje njihov postotak iznosi više od 98% [2].

Tablica 2. Masne kiseline u bučinom ulju

Masna kiselina	Oznaka masne kiseline	Udio (%)
Linolna	18:2	46,58
Oleinska	18:1	35,12
Palmitinska	16:0	12,01
Stearinska	18:0	5,25
Arhidna	20:0	0,32
Linolenska	18:3	0,25
Palmitoleinska	16:1	0,13
Miristinska	14:0	0,1
Gadoleinska	20:1	0,09
Margarinska	17:0	0,07
Behenska	22:0	0,08

Masne kiseline koje ljudsko tijelo ne proizvodi samo se nazivaju esencijalne masne kiseline, tako možemo reći da je bučino ulje dobar izvor esencijalne masne kiseline. Najzastupljenije esencijalne masne kiseline u bučinom ulju su linolna kojoj je udio u ulju viši od 46% te linolenska [17].

2.2.3. Fizikalno – kemijske karakteristike bučinog ulja

Bučino ulje prema pravilniku NN 11/2019-229 o jestivim uljima i mastima ima specifične fizičke i kemijske karakteristike koje moraju biti zadovoljene kako bi se osigurala kvaliteta samog proizvoda, odnosno bučinog ulja. Ove karakteristike uključuju određene standarde vezane uz gustoću, indeks refrakcije, jodni broj itd. [1].

Jedna od fizičkih karakteristika je gustoća koja opisuje omjer mase i volumena neke tvari, a izražena je u gramima po mililitru pri specificiranoj temperaturi. Indeks loma svjetlosti definira se kao omjer sinusa kuta upadne zrake svjetlosti i sinusa kuta pod kojim se svjetlosna zraka lomi dok prolazi kroz ulje [2].

Tablica 3. *Fizičke karakteristike bučinog ulja*

Fizička karakteristika	Količina
Gustoća	0,916 – 0,923 g/mL
Indeks refrakcije	1,470 – 1,475
°C ulja/voda na 20°C	20°C/20°C

Kemijske karakteristike bučinog ulja uključuju kiselinski broj koji mjeri količinu slobodnih masnih kiselina prisutnih u ulju, kao i saponifikacijski broj koji pokazuje ukupni sadržaj masnih kiselina putem njihove sposobnosti da reagiraju s lužinama, jodni broj određuje stupanj nezasićenosti masnih kiselina, dok peroksidni broj mjeri količinu peroksida i hidroperoksida kao pokazatelj oksidacijske stabilnosti ulja [18].

Tablica 4. *Kemijska svojstva bučinog ulja*

Kemijska karakteristika	Količina
Saponifikacijski broj	187 – 197 mg KOH/g ulja
Peroksidni broj	1,5 meq O ₂ /kg ulja

Kiselinski broj	1,6 mg KOH/g ulja
Jodni broj	105-125
Slobodne masne kiseline	0,8 g/100g ulja

2.3. Metode analiza fizikalno – kemijskih svojstva ulja

Analiza fizikalno kemijskih svojstva bučinog ulja uključuje metode koje osiguravaju kvalitetu bučinog ulja. Među tim metodama su postupci određivanja slobodnih masnih kiselina, K - broj i peroksidni broj. Važnost provođenja tih metoda je ključno za osiguranje njegove kvalitete, svježine i nutritivne vrijednosti te najbitnije za sigurnost samih potrošača. Redovitim analiziranjem bučinog ulja može se uočiti nepravilnosti kod proizvodnje i skladištenja.

2.3.1. Kiselinski broj

Kiselinski broj ukazuje na količinu slobodnih masnih kiselina prisutnim u bučinom ulju. Enzimi lipaze su prirodno prisutni u bučnim sjemenkama i bučinom ulju. Djelovanjem enzima stvaraju se slobodne masne kiseline (SMK), među kojima su najzastupljenije oleinska kiselina koja je i najdominantnija [18]. Fizikalno kemijska svojstva djevičanskog ulja prema pravilniku NN 11/2019-229 o jestivim uljima i mastima daju uvid da sadržaj slobodnih masnih kiselina ne smije prelaziti više od 2% [1].

2.3.2. Peroksidni broj

Oksidacija lipida u hrani proizvodi mnoge neželjene učinke, uključujući gubitak vitamina koji su topivi u mastima, stvaranje loših okusa, pa čak i stvaranje toksina koji uzrokuju trovanje s hranom [19]. Pokazatelj je stupnja oksidacije lipida, odnosno masti i ulja. Prednost kod određivanja vrijednosti peroksida je ta što izravno mjeri lipidne perokside koji su primarni produkti oksidacije lipida [19]. Ulja s višim stupnjem nezasićenosti su vrlo osjetljiva na autooksidaciju. Najbolji test za autooksidaciju je određivanje peroksidnog broja, jer su peroksidi produkti u reakciji autooksidacije [20].

Peroksidni broj pokazuje kolika je količina tvari koja oksidira kalijev jodid u bučinom ulju, a iskazuje se kao miliekvivalenti aktivnog kisika po kilogramu ulja (mEqO_2/kg) ili po milimolu aktivnog kisika po kilogramu ulja (mmolO_2/kg) [21].

2.3.3. K – broj

Spektrofotometrijskom analizom u UV području, odnosno u ultraljubičastom području dobiva se podatak o samoj kvaliteti ulja, njegovoj autentičnosti, ali također dobiva se informacija o mogućem krivotvorenju ulja. U spektrofotometriji, apsorbanciju mjerimo na valnim duljinama u rasponu od 232 nm do 270 nm. Apsorbancija pri 232 nm nastaje zbog stvaranja hidroperoksida, gdje kisik reagira s dvostrukim vezama, što se smatra prvim stadijem oksidacije ulja. Apsorbancija na 270 nm ukazuje na prisutnost karbonilnih spojeva, koji se formiraju kada se karboksilna kiselina razgrađuje na mjesto gdje je vezan kisik, što označava drugi stadij oksidacije ulja [22]. Osim K-broja, postoji i ΔK vrijednost koja pomaže razotkriti razliku između oksidiranog i krivotvorenog ulja [21].

2.4. Kvarjenja ulja

Kvarjenje bučinog ulja najčešće nastaje uslijed oksidacijskih i hidrolitičkih reakcija. Oksidacijsko kvarenje javlja se kada ulje dolazi u kontakt s kisikom, dok hidrolitičko kvarenje nastaje zbog razgradnje triacilglicerola u slobodne masne kiseline i glicerol, često potaknuto s prisustvom vode [4].

Da bi se spriječilo kvarenje ulja, bučino ulje treba čuvati u tamnim, dobro zatvorenim posudama koje smanjuju pristup kisiku i svjetlosti. Optimalni uvjeti za skladištenje bučinog ulja su hladno i suho mjesto, gdje ne dopire izvor svjetlosti i topline. Korištenjem tamnog stakla dodatno pomaže u zaštiti ulja od svjetlosti [4].

2.4.1. Oksidacijsko kvarenje

Najčešći oblik kvarenja bučinog ulja je oksidacijsko kvarenje, proces kod kojeg dolazi do oksidiranja ugljikovodičnog lanca masne kiseline [23]. Dok je autooksidacija najčešći oblik prilikom oksidacije ulja. Autooksidacija kreće automatski kada je ulje u konstantnom prisustvu kisika, ali se također kvarenje ubrzava ako se desi povećanje temperature i svjetlosti. Prilikom oksidacijskog kvarenja dolazi do smanjenja tokoferola u ulju, prilikom čega se oni lako oksidiraju

i dobiva se produkt kroman 5-6 kinon koji ima tamno crvenu boju, pa uzrokuje promjene boje u tamnije [4].

Bučino ulje je dobro zaštićeno od kvarenja zato što prilikom procesa proizvodnje ulja, bučine koštice se podvrgavaju procesu prženja, gdje nastaju melanoidini koji sadrže visoki antioksidacijski potencijal, također bučino ulje sadrži velike količine ostalih prirodnih antioksidansa među kojima su skvaleni, fitosteroli i tokoferoli.

Hidrolitičko kvarenje nastaje prilikom reagiranja vode sa trigliceridima, prilikom čega dolazi do reakcije i oslobađanja slobodnih masnih kiselina. Kvarenje već može početi prilikom lošeg skladištenja bučinih sjemenki, ali također kod same prerade i pakiranja svježeg ulja. Aktivnost enzima lipaza dodatno pomaže povećanje temperature. Povećane količine slobodnih masnih kiselina rezultiraju neugodnim mirisom te okusom. Kako bi se usporilo odnosno spriječilo hidrolitičko kvarenje bučino ulje je pogodno držati u dobro hermetički zatvorenim posudama te u suhim prostorijama skladištenja [4].

3. Praktični dio

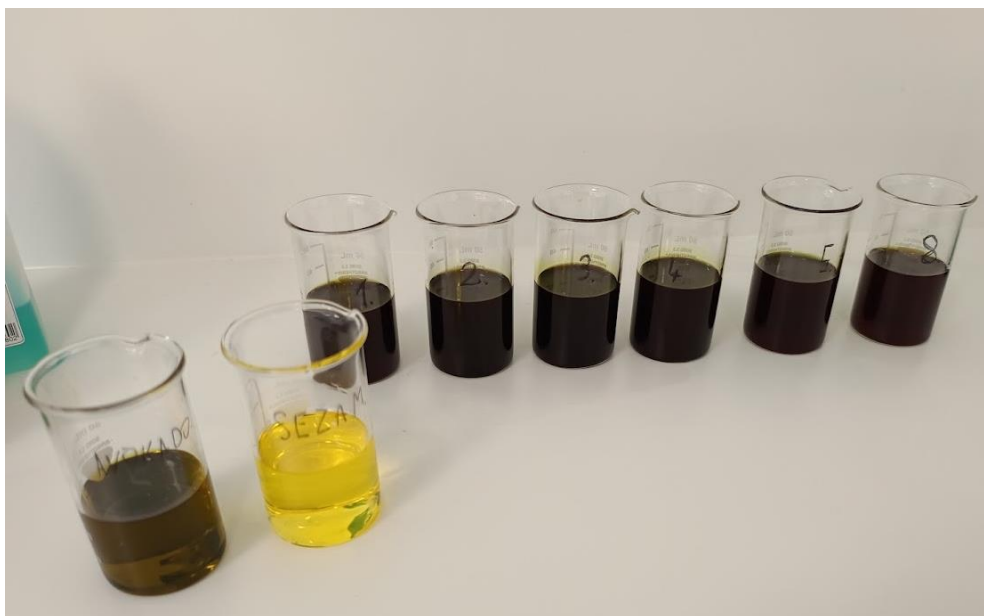
Cilj ovog rada je bio je istražiti kako povišena temperatura utječe na fizikalno – kemijske karakteristike bučinog ulja. Prilikom čega su se analizirali peroksidni broj te količina slobodnih masnih kiselina.

3.1. Materijali

U svrhu ovog rada za određivanje udjela SMK, određivanja peroksidnog broja te je korišteno 5 različitih uzoraka bučinog ulja, uzorak mješavine bučinog i suncokretovog ulja u omjeru 20:80, uzorak sezamovog ulja te uzorak avokadovog ulja. Uzorci ulja su čuvani u tamnim bocama na sobnoj temperaturi.

Tablica 5. Popis analiziranih uzoraka (autor: Matija Balija)

Vrsta ulja	Bučino ulje	Bučino ulje	Bučino ulje	Bučino ulje	Bučino ulje	Avokado vo ulje	Sezamovo ulje	Suncokretovo ulje (80%) i bučino ulje (20%)
Šifra uzorka	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7	8.
Porijeklo uzorka	Kunovec	Dunjko vec	Nedelišće	Koprivnica	Kunovec	Nizozemska	Nizozemska	Koprivnica
Ambalaža ulja	Tamna plastična boca	Tamna staklena boca	Tamna staklena boca	Tamna staklena boca	Tamna plastična boca	Tamna staklena boca	Tamna staklena boca	Tamna staklena boca



Slika 5. Pripremljeni uzorci [24]

a) Kemikalije

Sljedeće kemikalije su korištene u provedbi praktičnog dijela rada:

- Dietil – eter – $((C_2H_5)_2O)$
- Etanol – (C_2H_6O)
- Natrijev hidroksid – $(NaOH) \rightarrow 0,1 \text{ mol L}^{-1}$
- Fenolftalein – $(C_{20}H_{14}O_4)$
- Izooktan – (C_8H_{18})
- Octena kiselina – (CH_3COOH)
- Kalijev jodid – (KI)
- Destilirana voda
- Natrijev tiosulfat – $(Na_2S_2O_3) \rightarrow 0,01 \text{ mol L}^{-1}$
- Otopina škroba

b) Aparatura

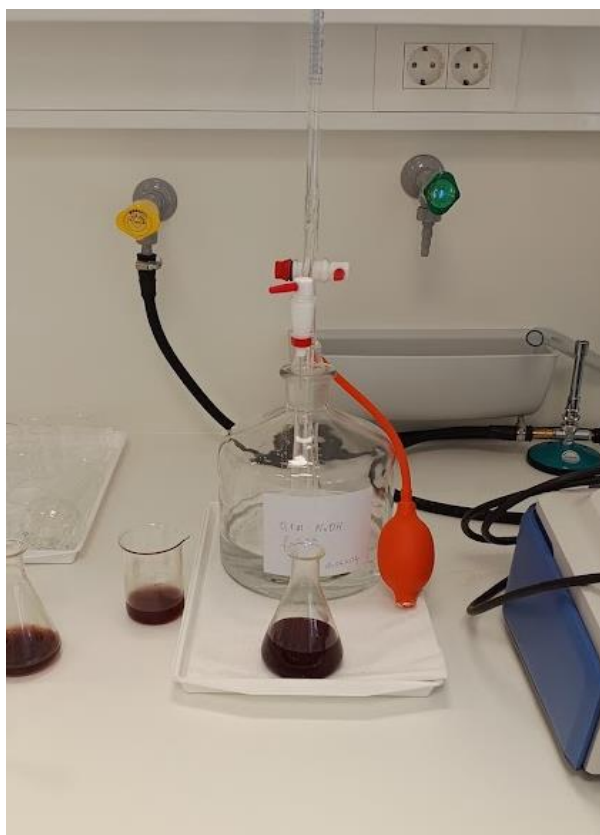
Za provođenje vježbi korištena je sljedeća aparatura:

- Vaga
- Oprema za titraciju
- Spektrofotometar

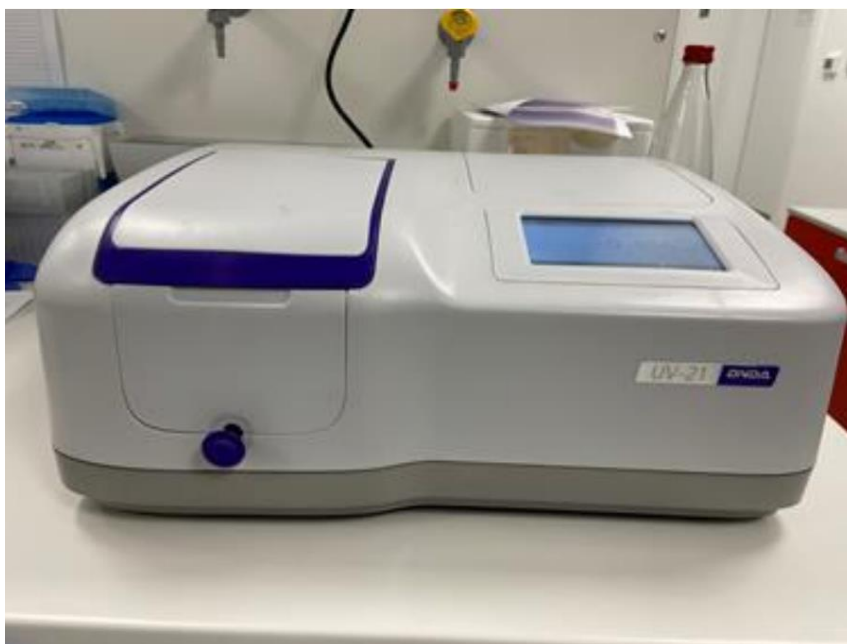
- Stakleno laboratorijsko posuđe



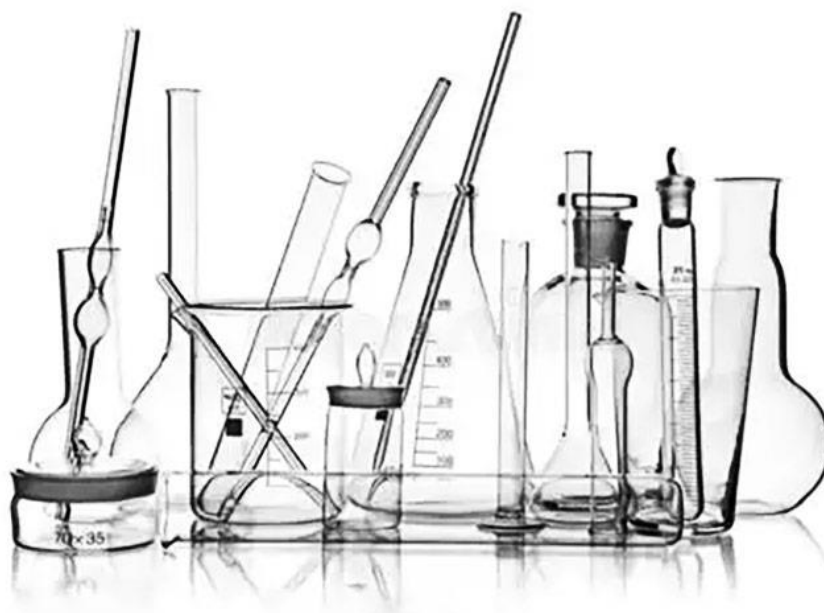
Slika 6. Vaga [24]



Slika 7. Aparatura za titraciju [24]



Slika 8. Spektrofotometar [24]



Slika 9. Stakleno laboratorijsko posuđe [25]

3.2. Metode rada

Metode analiziranja ulja provodile su se laboratorijskim ispitivanjima u prostorijama Sveučilišta Sjever. Istraživanja su obuhvatila određivanja udjela SMK, mjerenje peroksidnog broja te spektrofotometrijsku analizu u ultraljubičastom području. Analize su se ponajprije provodile na

svježim uzorcima ulja, a potom su sve analize ponovljene nakon što su svi uzorci ulja odstajali tri dana na temperaturi od 60°C. Navedeni postupak stajanja ulja na višoj temperaturi predstavlja nepravilno skladištenje ulja kako bi se uočila promjene u kemijskom sastavu i kvaliteti ulja.

3.2.1. Određivanje peroksidnog broja

Peroksidni broj određuje se prema normi HRN EN ISO 3960:2017. Postupak određivanja peroksidnog broja započinje dodavanjem 5 grama uzorka bučinog ulja u čistu i suhu Erlenmeyerovu tikvicu kapaciteta od 300 mL. Zatim se pripremi otopina mješavine octene kiseline i izooktana u omjeru 1:1. U tikvicu s uljem dodaje se 50 mL otopine pomoću pipete, nakon čega se dodaje 0,5 mL zasićene otopine kalijeva jodida, te se smjesa miješa 60 sekundi. Nakon miješanja, zaustavlja se reakcija dodavanjem 100 mL demineralizirane vode. Kako bi se detektirala reakcija tijekom titracije dodaje se 0,5 mL 1% -tne otopine škroba, slijedi titracija sa otopinom natrijevog tiosulfata koncentracije 0,01 mol/L sve dok otopina ne postane bezbojna [13].

Formula za izračunavanje peroksidnog broja (1):

$$PB = \frac{V-V_0}{m} \times 5 \quad (1)$$

gdje je:

V – volumen Na₂S₂O₃ utrošen za titraciju (mL)

V₀ – volumen Na₂S₂O₃ utrošen za titraciju slijepa probe (mL)

m – masa utrošenog uzorka ulja (g)

3.2.2. Određivanje udjela slobodnih masnih kiselina

Udio SMK provodi se prema važećoj normi HRN EN ISO 660:2010.

U Erlenmeyerovu tikvicu volumena 300 mL odvaže se 10g uzorka ulja te otopi sa 50 mL pripremljene smjese etanola i dietil etera u omjeru 1:1. Slijedi titracija pripremljene otopine sa natrijevim hidroksidom koncentracije 0,1 mol L⁻¹. Stavlja se 3-4 kapljica fenolftaleina koji služi kao indikator. Titracija se provodi tako dugo dok pripremljena otopina ne promjeni boju, odnosno provodi se do prve promjene u boji otopine koja se minimalno zadržava 15 sekunada. Rezultati SMK se izražavaju kao udio oleinske kiseline [13].

Formula za izračunavanje slobodnih masnih kiselina se izračunava prema jednadžbi (2):

$$SMK (\% \text{ oleinske kiseline}) = \frac{V \cdot c \cdot M}{10 \cdot m} \quad (2)$$

gdje je :

V = volumen NaOH potrošen tijekom titracije (mL)

c = koncentracija NaOH (mol/L)

M = molarna masa oleinske kiseline, $M_r = 282$ g/mol

m = masa uzorka ulja (g)

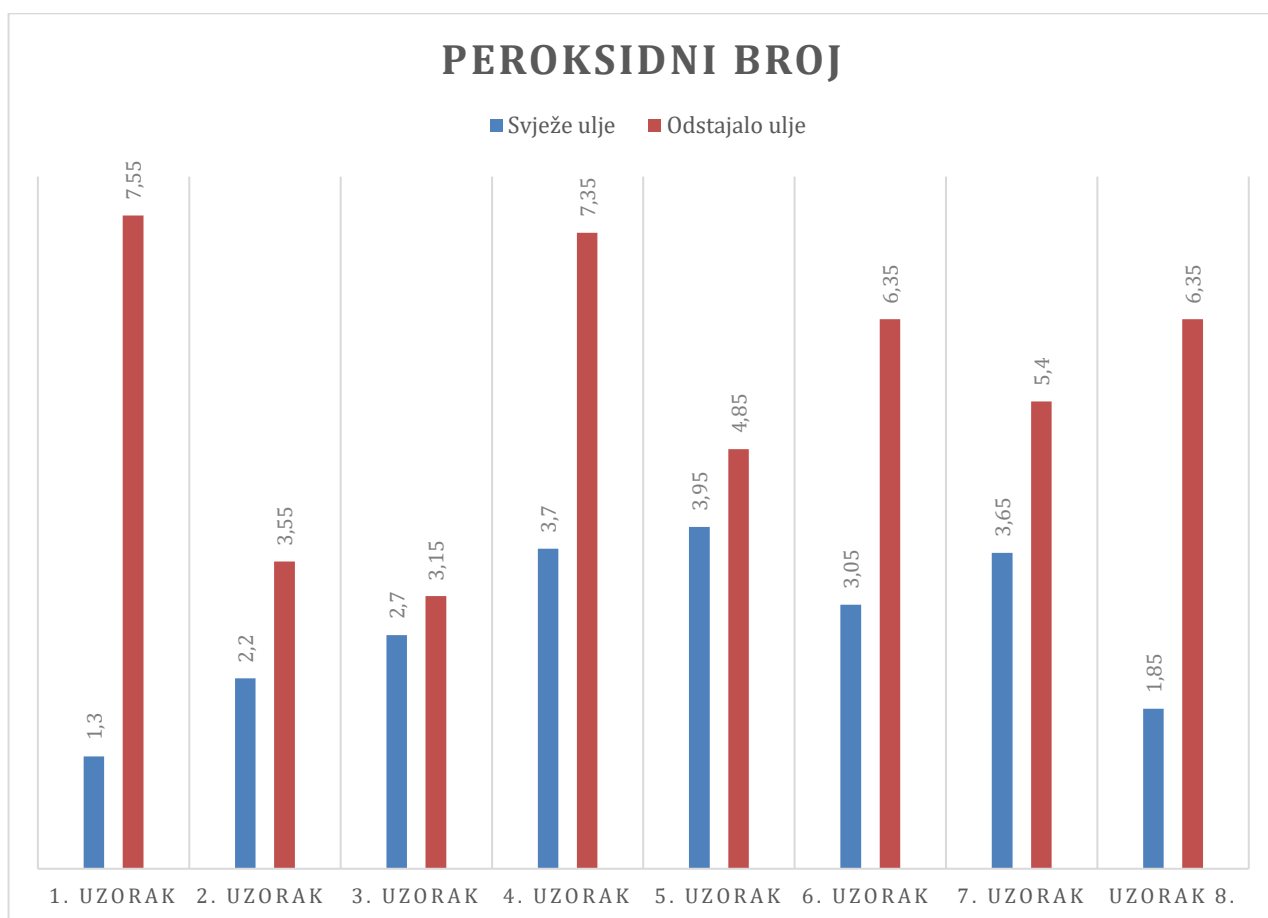
4. Rezultati

U analizi rezultata ovog istraživanja, analizirani su ključni pokazatelji kvalitete bučinog ulja, a to su peroksidni broj te količina slobodnih masnih kiselina. Dobiveni podaci su uspoređeni prema važećem pravilniku, te su također uspoređeni s ostalim istraživanjima. Rasprava se fokusira na utjecaj različitih uvjeta skladištenja na kvalitetu ulja.

4.1. Rezultati peroksidnog broja

U prikazanom grafu može se vidjeti usporedba svježeg bučinog ulja sa uljem koje je stajalo tri dana na temperaturi od 60°C. Mogu se uočiti razlike u rezultatima. Svježe ulje je pokazalo niži peroksidni broj, što ukazuje na njegovu svježinu dok ulje koje je bilo izloženo povišenoj temperaturi pokazalo je povećanje peroksidnog broja. Što je znak, odnosno početak oksidativnog i hidrolitičkog kvarenja. Ove promjene su znak da nepravilno skladištenje ulja može značajno narušiti u kvaliteti ulja čime se smanjuje njezina nutritivna vrijednost te sami rok trajanja ulja.

Tablica 6. Grafički prikaz rezultata peroksidnog broja (autor: Matija Balija)



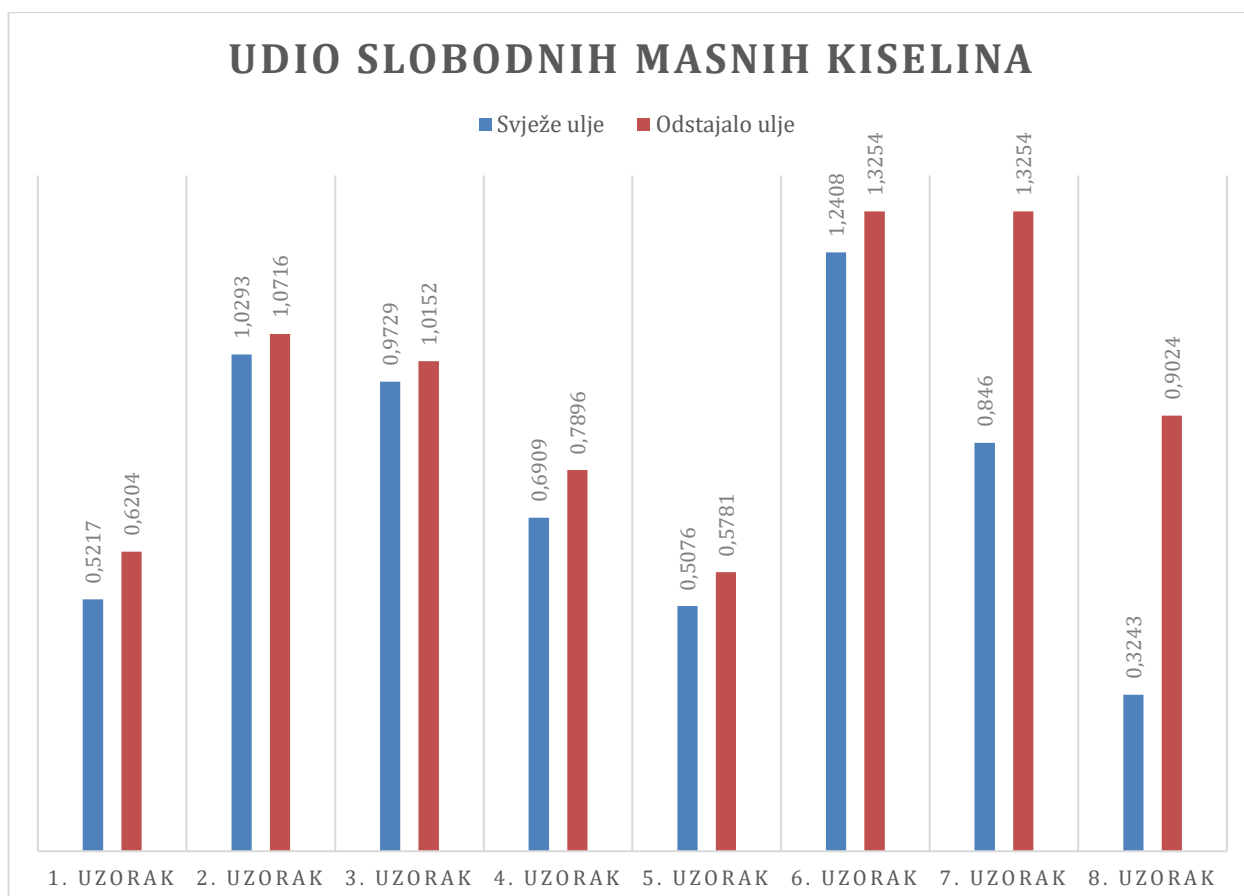
Prema pravilniku NN 11/2019-229 o jestivim uljima i mastima, u članku 11. navedeno je da kemijska i fizikalna svojstva djevičanskih i hladno prešanih ulja moraju zadovoljavati određene parametre. Jedan od ključnih parametara propisan ovim pravilnikom je peroksidni broj koji ne smije prelaziti 7 mmol O₂/kg ulja.

Analizom dostupnih podataka prikazanih u grafu, jasno se može vidjeti da svježija ulja zadovoljavaju ovaj uvjet, odnosno peroksidni broj je znatno niži od propisane granice. Time se ukazuje da je to samo ulje prikladno za konzumaciju. Također dva su uzorka odstajalog ulja pokazala peroksidni broj viši od 7 mmol O₂/kg ulja. Takva ulja više ne zadovoljavaju propisane standarde te potencijalno mogu biti štetna za zdravlje potrošača.

4.2. Rezultati određivanja masnih kiselina

U prikazanome grafu vidi se primjetna razlika u povećanju količine slobodnih masnih kiselina. Svježija ulja imala je nisku razinu SMK što je jedan od pokazatelja kvalitete. Nakon izlaganja ulja 3 dana na temperaturi od 60°C, pokazalo se da je došlo do blagog povećanja slobodnih masnih kiselina. Što je jedan od znakova početka kvarenja ulja. Iako povećanje nije drastično, dobiveni rezultati ukazuju na važnost optimalnih uvjeta za vrijeme skladištenja.

Tablica 7. Grafički prikaz rezultata udio slobodnih masnih kiselina (autor: Matija Balija)



Prema pravilniku NN 11/2019-229 o jestivim uljima i mastima, u članku 11. navedeno je da kemijska i fizikalna svojstva djevičanskih i hladno prešanih ulja moraju zadovoljavati određene parametre kako bi bila sigurna za konzumaciju i zadržala svoju nutritivnu vrijednost. Jedan od ključnih parametara propisan ovim pravilnikom je taj da količina slobodnih masnih kiselina u bučinom ulju ne smije biti viša od 2%.

Analizom podataka prikazanim u grafu, može se uočiti da su svi uzorci, kako svježi tako i odstajalih ulja, ispod granice od 2%. To znači da niti jedno ulje ne prelazi maksimalnu dopuštenu količinu slobodnih masnih kiselina. Također vidi se da postoji vidljivo povećanje kod svakog uzorka u količini slobodnih masnih kiselina što ukazuje kako temperatura utječe na samo ulje.

Ovo povećanje ukazuje na proces hidrolize koji se događa prilikom skladištenja ulja, pri čemu dolazi do razgradnje triglicerida u SMK i glicerol. Taj proces može biti ubrzan nepravilnim uvjetima skladištenja, poput izloženosti toplini i svjetlosti. Iako uzorci odstajalih ulja zadovoljavaju zakonske standarde, vidljivo je povećanje u količini slobodnih masnih kiselina.

5. Rasprava

Rezultati analize peroksidnog broja kod analize svježeg ulja pokazuju vrijednosti u rasponima od 1,3 do 3,95 mmol O₂/ kg ulja, dok za odstajalo ulje taj raspon iznosi od 3,15 do 7,55 mmol O₂/ kg ulja. Niske vrijednosti peroksidnog broja pokazuju na minimalnu oksidaciju, što ukazuje da je ulje relativno svježije te da još nije došlo do oksidativnog kvarenja. To je rezultat dobrih uvjeta skladištenja te bogatstvo prirodno prisutnih antioksidansa u bučinom ulju koji svojom aktivnošću sprječavaju odnosno smanjuju pojavu oksidacijskog kvarenja. Posebno je bitno napomenuti γ -tokoferol koji je prisutan u bučinom ulju te ima izuzetno veliko antioksidacijsko djelovanje. Prema pravilniku NN 11/2019-229 o jestivim uljima i mastima, bučino ulje s peroksidnim brojem višim od 7 mmol O₂/ kg ulja ne može se nazivati djevičanskim uljem [1].

U ovome istraživanju, uzorci odstajalih ulja, odnosno uzorak 1 i uzorak 4 imaju peroksidne brojeve koji prelaze propisanu granicu od 7 mmol O₂/ kg ulja, što znači da ne ispunjavaju kriterije za klasifikaciju kao djevičansko ulje. Dakle može se reći da su svi svježiji uzorci ulja ispunili kriterije za djevičansko bučino ulje.

Razina slobodnih masnih kiselina izražena u gramima na 100 grama bučinog ulja, gdje prema pravilniku NN 11/2019-229 najviša dozvoljena količina je 2%, odnosno 2 grama SMK na 100 grama bučinog ulja [1]. Niti jedan uzorak u ovom istraživanju nije prešao granicu od 2%, što dokazuje da nije došlo do hidrolitičkog kvarenja, ali možemo primijetiti blago povećanje udjela SMK kod odstajalog ulja na temperaturi od 60°C. Taj podatak ukazuje da temperatura blagotvorno djeluje kod hidrolitičkog kvarenja jer povišena temperatura povećava aktivnost enzima lipaze.

Usporedba s prethodnim istraživanjem pokazuje sličnosti u količinama peroksidnog broja i SMK, rezultati su slični s radom autora Aksoylu Özbek, Z., i Günç Ergönül, P. iz 2020. U njihovim istraživanjima rezultati peroksidnog broja se kreću od 0,05 do 4,5 mmol O₂/ kg bučinog ulja, dok se slobodne masne kiseline kreću od 0,2% - 0,6% izražene kao oleinske kiseline [6].

Usporedba s prethodnim istraživanjem pokazuje značajne sličnosti u količinama peroksidnog broja i SMK. Rad je u skladu s istraživanjima autora Aktaş, N iz 2018. godine. U njihovom radu, peroksidni broj bučinog ulja varira između 0,05 do 4,5 mmol O₂/ kg ulja [26]. Vrijednosti iz njihovog rada su slične onima koje su dobivene iz ovim istraživanja. Osim toga, rezultati za slobodne masne kiseline u istraživanju Aktaş, N., kretali su se u rasponima od 0,2% do 0,6% izražene kao oleinska kiselina, što je također u skladu s ovim istraživanjima.

6. Zaključak

Bučino ulje zbog svojeg iznimnog sastava bogato je nezasićenim masnim kiselinama, fitosterolima i antioksidansima, te predstavlja vrlo vrijedan prehrambeni proizvod sa mnogo zdravstvenih prednosti. Komponente ga čine vrlo korisnim za zdravlje, ali također same te komponente ga čine vrlo osjetljivim na vanjske utjecaje poput temperature, svjetlosti, vlage i vremena skladištenja.

Rezultati istraživanja pokazali su da vanjski utjecaji, osobito povišena temperatura, je ključan faktor koji utječe na kvalitetu bučinog ulja.

Skladištenje ulja na povišenim temperaturama i kroz dulje vrijeme doveli su do povećanja peroksidnog broja i udjela slobodnih masnih kiselina, što je pokazatelj početka oksidacijskog i hidrolitičkog kvarenja bučinog ulja. U usporedbi prema pravilniku NN 11/2019-229 rezultati ukazuju da bučino ulje mora imati peroksidni broj ispod 7 mmol O₂/kg ulja te udio slobodnih masnih kiselina manji od 2% kako bi se ulje smatralo sigurnim za konzumaciju.

Dobiveni rezultati istraživanja ukazuju da nepravilnim skladištenjem bučinog ulja može doći do smanjenja kvalitete ulja, odnosno može se pokvariti. Važnost ovog istraživanja ukazuje utjecaj da se bučino ulje mora čuvati u tamnim staklenim bocama te na niskim temperaturama da se ne bi pokvarilo i da bi se očuvala njegova kvaliteta.

Reference

- [1] *Pravilnik o jestivim uljima i mastima*, Ministarstvo Poljoprivrede, 2019..
- [2] S. Devčić, *Praćenje tehnologije proizvodnje i navika potrošača bučinog ulja*, Požega: Veleučilište u Požegi, 2022..
- [3] A. Hermetter i G. Fruhwirth, »Seeds and Oil of the Styrian oil pumpkin: Components and biological activities,« *European Journal of Lipid Science and Technology*, 2007..
- [4] M. Kalšan, *Proizvodnja bučinog ulja*, Osijek: Prehrambeno - tehnološki fakultet Osijek, 2015.
- [5] V. Krimer - Malašević, »Phenolic Acids in Pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) Seeds,« *Nuts and Seeds in Heal and Disease Prevention*, pp. 925 - 931, 2011..
- [6] Z. A. Özbek i P. G. Ergönül, »Cold pressed pumpkin seed oil,« *Cold pressed oils*, pp. 219 - 225, 2020..
- [7] I. Delaš, »Zaboravljene vrijednosti - bučino ulje,« *Hrvatski časopis za prehrambenu tehnologiju, biotehnologiju i nutricionizam*, pp. 38-42, 2010..
- [8] »Plantea,« [Mrežno]. Available: <https://www.plantea.com.hr/tikva/>. [Pokušaj pristupa 2 Kolovoz 2024].
- [9] M. Murkovic, »Pumpkin seed oil,« *Gourmet and Health Promoting Specialty Oils*, pp. 345 - 358, 2009.
- [10] T. Gunathilaka, »Pumpkin seeds and leaves,« *Pumpkin seeds and leaves as an alternative medicine for the treatment of hyperglycemia*, 2023.
- [11] »Mashed,« [Mrežno]. Available: <https://www.mashed.com/425708/pepitas-vs-pumpkin-seeds-whats-the-difference/>. [Pokušaj pristupa 1 Kolovoz 2024].
- [12] »Republika Hrvatska Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i ribarstva,« Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i ribarstva, 30 Kolovoz 2017.. [Mrežno]. Available: <https://www.savjetodavna.hr/2017/08/30/od-uzgoja-uljne-tikve-do-proizvodnje-bucinog-ulja/>. [Pokušaj pristupa 1 Kolovoz 2024.].

- [13] T. Gauta, *Kontrola kvalitete djevičanskog maslinovog ulja na području Zadarske županije*, Zagreb, 2018..
- [14] D. Stevenson, »Oil and Tocopherol Content and Composition of Pumpkin Seeds Oil in 12 Cultivars,« *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2007..
- [15] »Lupilu,« [Mrežno]. Available: <https://lupilu.hr/bucino-ulje/>. [Pokušaj pristupa 1 Kolovoz 2024].
- [16] M. Vincek, *Enzimsko i neenzimsko posmeđivanje*, Osijek: Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, 2014.
- [17] M. Belajević, *Određivanje profila masnih kiselina u različitim vrstama ulja*, Osijek, 2018.
- [18] M. Severec, *Fizikalne i kemijske metode u praćenju oksidacije maslinovog ulja*, Zagreb: Prehrambeno - biotehnološki fakultet Zagreb, 2021..
- [19] S. Nalur, »Rapid, Sensitive, Iron-Based Spectrophotometric Methods for Determination of Peroxide Values of Food Lipids,« *Journal of AOAC INTERNATIONAL*, 1994..
- [20] A. Kaleem, S. Aziz i M. Iqtedar, *Investigating changes and effect of peroxide values in cooking oil subject to light and heat*, Lahore, 2015..
- [21] P. Sliva, M. Mandić i J. Krković, *Istraživanje utjecaja temperature na promjenu kvalitete maslinovog ulja*, Zagreb, 2020..
- [22] A. -. M. Akrap, *Kontrola kvalitete maslinovog ulja*, Karlovac: Veleučilište u Karlovcu, 2023..
- [23] T. Moslavac, K. Volmut i Đ. Benčić, *Oksidacijska stabilnost biljnih ulja s dodatkom antioksidansa*, 2009..
- [24] M. Balija, *Vlastiti izvor*.
- [25] »Antiteck,« [Mrežno]. Available: <https://antiteck.com/bs/laboratorijsko-stakleno-posude-2/>. [Pokušaj pristupa 3 Kolovoz 2024].

- [26] N. Aktaş, K. E. Gerçekaslan i T. Uzlaşır, *The effect of some pre-roasting treatments on quality characteristics of pumpkin seed oil*, Nevşehir, 2017..
- [27] V. L. Savage G. P., *Nutrition qualities of pumpkin seed oil*, Canterbury, 2003.

Popis slika

Slika 1. Buča - Cucurbita pepo (izvor: https://www.plantea.com.hr/tikva/)	3
Slika 2. Vrste sjemenki buče izvor: (https://www.mashed.com/425708/pepitas-vs-pumpkin-seeds-whats-the-difference/).....	4
Slika 3. Shematski prikaz proizvodnje bučinog ulja izvor: (Devčić Stela: Praćenje tehnologije proizvodnje i navika potrošača bučinog ulja).....	5
Slika 4. Bučino ulje izvor: (https://lupilu.hr/bucino-ulje/)	6
Slika 5. Pripremljeni uzorci izvor: (vlastiti izvor)	15
Slika 6. Vaga izvor: (vlastiti izvor)	16
Slika 7. Aparatura za titraciju izvor: (vlastiti izvor).....	16
Slika 8. Spektrofotometar izvor: vlastiti izvor)	17
Slika 9. Stakleno laboratorijsko posuđe (izvor: https://antiteck.com/bs/laboratorijsko-stakleno-posude-2/)	17

Popis tablica i grafova

Tablica 1. Zahtjevi kvalitete bučinog ulja s obzirom na udjel sterola prema pravilniku NN 11/2019-229.....	7
Tablica 2. Masne kiseline u bučinom ulju.....	9
Tablica 3. Fizičke karakteristike bučinog ulja.....	10
Tablica 4. Kemijska svojstva bučinog ulja.....	10
Tablica 5. Tablica uzoraka.....	14
Tablica 6. Grafički prikaz rezultata peroksidnog broja.....	20
Tablica 7. Grafički prikaz rezultata udio slobodnih masnih kiselina.....	21



IZJAVA O AUTORSTVU

Završni/diplomski/specijalistički rad isključivo je autorsko djelo studenta koji je isti izradio te student odgovara za istinitost, izvornost i ispravnost teksta rada. U radu se ne smiju koristiti dijelovi tuđih radova (knjiga, članaka, doktorskih disertacija, magistarskih radova, izvora s interneta, i drugih izvora) bez navođenja izvora i autora navedenih radova. Svi dijelovi tuđih radova moraju biti pravilno navedeni i citirani. Dijelovi tuđih radova koji nisu pravilno citirani, smatraju se plagijatom, odnosno nezakonitim prisvajanjem tuđeg znanstvenog ili stručnoga rada. Sukladno navedenom studenti su dužni potpisati izjavu o autorstvu rada.

Ja, Matija Balija pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor završnog rada pod naslovom **UTJECAJ TEMPERATURE NA FIZIKALNO – KEMIJSKA SVOJSTVA BUČINA ULJA** te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:
(upisati ime i prezime)


Matija Balija
(vlastoručni potpis)


Sukladno članku 58., 59. i 61. Zakona o visokom obrazovanju i znanstvenoj djelatnosti završne/diplomske/specijalističke radove sveučilišta su dužna objaviti u roku od 30 dana od dana obrane na nacionalnom repozitoriju odnosno repozitoriju visokog učilišta.


Sukladno članku 111. Zakona o autorskom pravu i srodnim pravima student se ne može protiviti da se njegov završni rad stvoren na bilo kojem studiju na visokom učilištu učini dostupnim javnosti na odgovarajućoj javnoj mrežnoj bazi sveučilišne knjižnice, knjižnice sastavnice sveučilišta, knjižnice veleučilišta ili visoke škole i/ili na javnoj mrežnoj bazi završnih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice, sukladno zakonu kojim se uređuje umjetnička djelatnost i visoko obrazovanje.

Matija Baliija

Završni rad - Matija Baliija.docx

 Provjera radova za studente

 Sveučilište Sjever

 University North

Document Details

Submission ID

trn:oid::1:2994272456

Submission Date

Aug 30, 2024, 10:55 PM GMT+2

Download Date

Aug 30, 2024, 10:57 PM GMT+2

File Name

Završni_rad_-_Matija_Baliija.docx

File Size

1.9 MB

42 Pages

5,900 Words

35,340 Characters

9% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

Filtered from the Report

- ▶ Bibliography

Top Sources

- 9%  Internet sources
- 1%  Publications
- 2%  Submitted works (Student Papers)

Top Sources

- 9% Internet sources
- 1% Publications
- 2% Submitted works (Student Papers)

Top Sources

The sources with the highest number of matches within the submission. Overlapping sources will not be displayed.

1	Internet	
	zir.nsk.hr	2%
2	Internet	
	repozitorij.vup.hr	1%
3	Internet	
	repozitorij.unizg.hr	1%
4	Internet	
	1library.net	1%
5	Internet	
	repozitorij.pbf.unizg.hr	0%
6	Internet	
	repozitorij.svkst.unist.hr	0%
7	Internet	
	hrcak.srce.hr	0%
8	Internet	
	repozitorij.unios.hr	0%
9	Internet	
	core.ac.uk	0%
10	Internet	
	repozitorij.ptfos.hr	0%
11	Internet	
	eur-lex.europa.eu	0%

12	Student papers	Sveučilište Sjever- University North	0%
13	Internet	link.springer.com	0%
14	Internet	mail.scialert.net	0%
15	Internet	repozitorij.unin.hr	0%
16	Internet	dr.nsk.hr	0%
17	Internet	urn.nsk.hr	0%
18	Internet	www.alternativa-za-vas.com	0%
19	Internet	www.avocado-oil.cl	0%
20	Internet	www.hal.inserm.fr	0%
21	Publication	Vishal Manjunatha, Robina Rai, Ana Romero, Samuel Kessler. "Exploring the use o..."	0%