Kemijski sastav lješnjaka različitih sorti u Hrvatskoj

Mitar, Gabriela

Master's thesis / Diplomski rad

2016

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:159:712997

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-20**

prehrambeno biotehnološki fakultet

Repository / Repozitorij:

Repository of the Faculty of Food Technology and Biotechnology

zir.nsk.hr

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

PREHRAMBENO-BIOTEHNOLOŠKI FAKULTET

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, rujan 2016.

Gabriela Mitar

645/PI

KEMIJSKI SASTAV LJEŠNJAKA RAZLIČITIH SORTI U HRVATSKOJ

Rad je izrađen u Laboratoriju za kontrolu kvalitete u prehrambenoj industriji na Zavodu za poznavanje i kontrolu sirovina i prehrambenih proizvoda Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu pod mentorstvom prof. dr.sc. Nada Vahčić, Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

ZAHVALA

Zahvaljujem se svojoj mentorici prof. dr. sc. Nadi Vahčić na savjetima, prenesenom znanju i pomoći tijekom izrade ovog rada, kao i gospođi Valentini Hohnjec na pomoći pri izradi eksperimentalnog dijela rada.

Zahvaljujem se svojoj obitelji, rodbini, prijateljima i svima onima koji su mi uvijek bili podrška tijekom moga školovanja.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Diplomski rad

Sveučilište u Zagrebu

Prehrambeno-biotehnološki fakultet

Zavod za poznavanje i kontrolu sirovina i prehrambenih proizvoda

Laboratorij za kontrolu kvalitete u prehrambenoj industriji

Znanstveno područje: Biotehničke znanosti

Znanstveno polje: Prehrambena tehnologija

KEMIJSKI SASTAV LJEŠNJAKA RAZLIČITIH SORTI U HRVATSKOJ

Gabriela Mitar 645/PI

Sažetak: Cilj ovog istraživanja bio je određivanje kemijskog sastava lješnjaka te usporedba dobivenih rezultata o njihovom kemijskom sastavu sa rezultatima iz različitih literaturnih izvora. U ovom radu analizirano je 19 uzoraka lješnjaka uzgajanih u Hrvatskoj. Dobiveni rezultati su: maseni udio vode 3,22 – 4,71 %, maseni udio masti kretao se od 52,49 do 70,15 %, maseni udio proteina od 15,42 do 25,90 %, maseni udio pepela od 2,34 do 3,37 % te maseni udio ugljikohidrata koji se kretao 8,59 - 18,27 %. Analiziran je i sastav masnih kiselina prisutnih u uzorcima lješnjaka, pronađeno je 14 masnih kiselina, među kojima je najdominantnija bila oleinska kiselina.

Ključne riječi: lješnjak, kemijski sastav, masne kiseline, oleinska kiselina

Rad sadrži: 42 stranice, 21 sliku, 8 tablica, 49 literaturnih navoda

Jezik izvornika: hrvatski

Rad je u tiskanom i elektroničkom (pdf format) obliku pohranjen u: Knjižnica Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta, Kačićeva 23, Zagreb

Mentor: prof**.** *dr. sc. Nada Vahčić,*

Pomoć pri izradi: *Valentina Hohnjec*

Stručno povjerenstvo za ocjenu i obranu:

1. Prof.dr.sc. Branka Levaj

2. Prof.dr.sc. Nada Vahčić

3. Doc.dr.sc. Ivana Rumbak

4. Doc.dr.sc. Martina Bituh (zamjena)

Datum obrane: 29. rujan 2016.

BASIC DOCUMENTATION CARD

Graduate Thesis

University of Zagreb

Faculty of Food Technology and Biotechnology

Department of Food Quality Control and Nutrition

Laboratory for Food Quality Control

Scientific area: Biotechnical Sciences

Scientific field: Food Technology

CHEMICAL COMPOSITION OF HAZELNUTS FROM CROATIA

Gabriela Mitar, 645/PI

Abstract: The aim of this study was to determine the chemical composition of hazelnut and comparison of the results of their chemical composition with the results from the different literature sources. In this paper we analyzed 19 samples of hazelnuts grown in Croatia. The results were: moisture content from 3.22 to 4.71 %, a fat content ranged from 52.49 to 70.15 %, protein content ranged from 15.42 to 25.90 %, ash content ranged from 2.34 to 3.37 %, carbohydrate ranged from 8.59 - 18.27 %. Also we analyzed the composition of fatty acids present in hazelnuts, 14 fatty acids was determined, including oleic acid which was the most dominant.

Keywords: hazelnut, chemical composition, fatty acid, oleic acid

Thesis contains: 42 pages, 21 figures, 8 tables, 49 references

Original in: Croatian

Graduate Thesis in printed and electronic (pdf format**) version is deposited in:** Library of the Faculty of Food Technology and Biotechnology**,** Kačićeva 23, Zagreb.

Mentor: ph.D. Nada Vahčić, full professor

Technical support and assistance: Valentina Hohnjec

Reviewers:

1. PhD. Branka Levaj, Full professor

2. PhD. Nada Vahčić, Full professor

3. PhD. Ivana Rumbak, Assistant professor

4. PhD. Martina Bituh, Asistant professor (substitute)

Thesis defended: 29 September 2016

1. UVOD 1
2. TEORIJSKI DIO 2
2.1 PORIJEKLO I POVIJEST LJEŠNJAKA 2
2.2 RASPROSTRANJENOST I PROIZVODNJA LJEŠNJAKA 4
2.3 SORTE LJEŠNJAKA 5
2.4 Kemijske i nutritivne karakteristike jezgre lješnjaka 11
2.5 Masne kiseline 12
3. EKSPERIMENTALNI DIO 16
3.1 Materijali rada 16
3.2 METODE RADA 17
3.2.1 Priprema uzorka 17
3.2.2 Određivanje udjela vode 17
3.2.3 Određivanje udjela pepela 18
3.2.4 Određivanje udjela sirove masti 19
3.2.5 Određivanje udjela ukupnih proteina 20
3.2.6 Određivanje udjela ukupnih ugljikohidrata 22
3.2.7 Određivanje udjela masnih kiselina 23
3.2.7.1 Ekstrakcija lipida 23
3.2.7.2 Priprema metil estera 23
3.2.7.3 Analiza masnih kiselina plinskom kromatografijom 24
4. REZULTATI I RASPRAVA 25
5. ZAKLJUČAK 38
6. LITERATURA 39

1. UVOD

Skupini orašastog voća pripadaju orasi, kesteni, bademi, kikiriki, lješnjaci, pistacija i mnoge podvrste koje ne rastu u našem podneblju, kao npr. makadamijski orah, brazilski orah, indijski i japanski orasi i sl. Orašasti plodovi nezaobilazan su dio ljudske prehrane, bilo samo kao grickalice ili dodaci jelima; bogati su, za srce i krvožilni sustav važnim, omega -3 masnim kiselinama, vitaminima i mineralnim tvarima te su dobar izvor energije.

U posljednje vrijeme sve je više studija o blagodatima orašastog voća, od smanjenja rizika od srčanih oboljenja do moguće prevencije Alzheimerove bolesti (Essa i sur., 2012). Osobe koje redovno konzumiraju orašaste plodove imaju manju vjerojatnost da će se kod njih razviti srčane bolesti (CHD). Orasi su prvi put povezivani sa zaštitom od srčanih bolesti u studiji iz 1993. godine. (Sabaté i sur., 1993) Konzumacija različitih orašastih plodova, poput badema i oraha može smanjiti koncentraciju serumskog lipoproteina niske gustoće (LDL). (Griel i Kris-Etherton, 2006). Iako orašasti plodovi sadrže različite tvari, smatra se da svi imaju zaštitno djelovanje za srce, a njihov profil omega-3 masnih kiselina je, u najmanju ruku, djelomično odgovoran za hipolipidemijski odgovor. Orasi također imaju i veoma nizak glikemijski indeks (GI) zbog velikog sadržaja njihovih veoma nezasićenih masti i bjelančevina te relativno niskog sadržaja ugljikohidrata (Mendosa, 2002).

Cilj ovog istraživanja biti će određivanje kemijskog sastava lješnjaka maseni udio vode, masti, bjelančevina, udio pepela te maseni udio ugljikohidrata) i usporediti dobivene podatke o njihovom kemijskom sastavu s rezultatima iz različitih literaturnih izvora.

2. TEORIJSKI DIO

2.1 PORIJEKLO I POVIJEST LJEŠNJAKA

Lješnjak *(Corylus avellana* L.), europski lješnjak, vrlo je stara vrsta voćaka (slika 1). Nađeni su ostaci peludi ove biljke na osnovi kojih se procjenjuje da je postojala 8000 do 5500 godina prije nove ere. U odnosu na učešće drugih biljaka u nađenim ostacima, pelud lješnjaka je sudjelovao sa oko 75 %. Jako je raširena gotovo u čitavom svijetu, ali samo kao drvo. Za industrijske svrhe se uzgaja samo u četiri velika područja koja se nalaze u blizini i pod utjecajem velikih vodenih površina. Ova se područja odlikuju blagim zimama i svježim ljetima.

Slika 1. **Obična lijeska** - *Corylus avellana* (Anonymous 1, 2012)

Nije pouzdano utvrđeno porijeklo lješnjaka. Vjeruje se da je sadašnja *Corylus avellana* nastala od *Corylus Mac-Quarri* koja potječe sa Grenlanda. Postoje dva centra za rod *Corylus.* Jedan je Mala Azija, odakle potječu: *C. avellana, C. pontica, C. colurna,* a drugi je istočna Azija, gdje se nalazi u prirodnim skupinama *C. heterophyla, C. manshurica, C. colurna* i dr. Najviše sorti je nastalo od *C. avellana.*

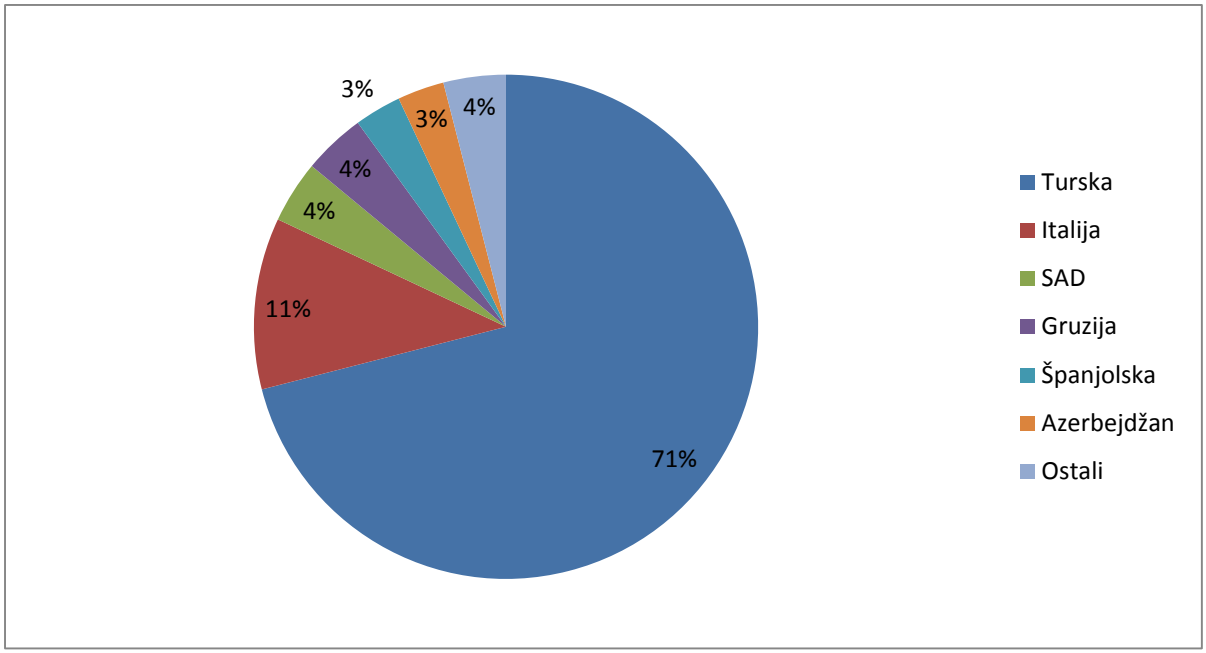
Tablica 1. Sistematska pripadnost lješnjaka vrste *Corylus avellana* (vlastita tablica)

Carstvo	***Plantea***
Odjeljka	*Magnoliophyta*
Razred	*Magloniopsida*
Red	*Fagales*
Porodica	*Betulaceae*
Rod	*Corylus*

Obična lijeska (*Corylus avellana*) spada u red Fagales, porodicu brezovke, odnosno Betulaceae i rod lijeska Corylus (tablica 1.). O podijeli roda Corylus niti botaničari niti pomolozi nemaju jedinstveno mišljenje. Neki razlikuju 25 vrsta, neki priznaju samo 15 ili od 7 do 20 ovisno o kriteriju po kojem se vrši raščlamba. Po geografskoj rasprostranjenosti u Europi su prisutne vrste *Corylus avellana L.* i *Corylus colurna L.*, čiji je sinonim C. byzantia Hort. rasprostranjen na Balkanskom poluotoku, u Turskoj i sjeverozapadnom Iranu. Lijeska je listopadni grm ili niže stablo iz porodice Raste najčešće kao grm do 4 metara visine no kao niže stablo naraste i do 15 m. Kora je glatka, tanka, smeđa i prekrivena karakterističnim bijelim točkicama – lenticelama. Korijen joj raste i razvija se vrlo plitko, u sloju od oko 30 cm. Lijeska je jednodomna biljka što znači da se muški i ženski cvjetovi nalaze na istoj biljci. Cvate prije listanja, vrlo rano, već i u siječnju ako su povoljni uvjeti, no obično u veljači i ožujku. Na jednom grmu cvatnja traje oko tjedan dana. Muški cvjetovi su u obliku resa koje se formiraju već tokom jeseni i u rano proljeće se otvaraju. Grupirane su po dvije do četiri rese, svaka dužine 5-7 cm no u fazi punog cvjetanja dugačke su i do 20 cm. Cvjetovi su bez ocvijeća, a imaju 4 prašnika koje su razdijeljene u gornjem dijelu te na koncu broje 8 antera. Ženski cvjetovi su jedva vidljivi, razvijaju se na jednogodišnjim izbojima u tamnocrvenom cvatu u obliku zbijenih pupova. Ocvijeće im je sraslo s plodnicom. Nakon uspješnog oprašivanja vjetrom razvijaju se široko jajasti plodovi omotani zelenim zvonastim ovojem. Plod lijeske je lješnjak. Plodovi se formiraju u grupama od 1-5, a svaki plod ima male listove u koje je obavijeno 3/4 ploda. Lješnjak je sferičnog do ovalnog oblika, 15-20 mm dug i 12-20 mm širok. Životni vijek lijeske je od 70 do 100 godina, a plod donosi od 50 do 70 godina. Počinje rađati u trećoj ili četvrtoj godini, a u puni rod dolazi sa sedam ili osam godina. U punom rodu jedno stablo daje od 8 do 12 kg, a od ploda oko 50 % otpada na ljusku.

2.2 RASPROSTRANJENOST I PROIZVODNJA LJEŠNJAKA

Lješnjak je uglavnom rasprostranjen u umjereno kontinentalnoj zoni i sredozemnoj klimi. Najviše je lješnjaka na prostoru od Male Azije, južne Europe i Sjeverne Amerike, odnosno na dijelu Crnog i Sredozemnog mora, kao i Tihog oceana. Lješnjak se nalazi i u istočnoj i zapadnoj Europi, ali je njegovo uzgajanje ograničeno. Svjetska proizvodnja lješnjaka u prosjeku iznosi 500 000 tona godišnje. Službena statistika Organizacije za hranu i poljoprivredu Ujedinjenih naroda (Food and Agriculture Organization of the United Nations – FAO) obuhvaća proizvodnju 30 zemalja proizvođača lješnjaka. Većina je locirana u mediteranskim zemljama. Na slici 2 vidimo da je **Turska** najveći svjetski proizvođač i čini oko 71% ukupne proizvodnje lješnjaka, slijede ju **Italija** sa 11% proizvodnje, zatim **SAD** (4%), Gruzija (4%) Azerbejdžan (3%), Španjolska (3%) (FAO 2012).



Slika 2. Grafički prikaz proizvodnje lješnjaka u svijetu (FAOSTAT, 2012)

Prema podacima FAO –a Hrvatska se nalazi na 14. mjestu svjetske proizvodnje s evidentiranom proizvodnjom od 1000 tona godišnje. U Hrvatskoj i regiji većina proizvodnje smještena je u Orahovici i Daruvaru. Najveći proizvođač lješnjaka je PP Orahovica, koji u svom poslovnom sastavu ima i najmoderniji pogon za doradu lješnjaka, čije nasade vidimo na slici 3. Godišnje proizvode između 500 – 600 tona lješnjaka što iznosi 60% proizvodnje u Hrvatskoj (Vujević i sur., 2011).

Slika 3. Nasade lješnjaka PP Orahovica (Anonymous 2, 2012)

2.3 SORTE LJEŠNJAKA

Istarski duguljasti je populacija od *Corylus maxima*. Grm ove sorte je dosta bujan: više ide u širinu nego u visinu, pa ima loptasti oblik. Ovo je najmasovnija sorta u Hrvatskoj, zastupljena je sa cca 80% u svim plantažama. Široka rasprostranjenost uvjetovana je nekim njenim dobrim osobinama. U usporedbi s nekim drugim sortama daje redovitiju i obilniju berbu, a manje strada od lijeskotoča jer ima tvrdu ljusku. Ipak, ne ubraja se među visoko kvalitetne sorte, jer zreli plodovi teško ispadaju iz omotača, a randman jezgre nije najpovoljniji. Prema vremenu cvjetanja ove sorte utvrđena je mogućnost njenog oprašivanja drugim sortama: odlično se oprašuje sortama Apolda i Bandnuss, vrlo dobro sortama Northampthon, Rimski lješnjak i Ludolf, a slabo ju mogu oprašiti sorte Princess royal i Comune. Omotač je duži od ploda. Vrh mu je nazubljen, sužen i savijen, tako da se plod ne vidi. Omotač je sastavljen od 2 lista, koji su s jedne strane spojeni.

Slika 4. Plod istarskog duguljastog lješnjaka (Anonymous 3, 2010.)

Plod istarskog dugog je krupan, ovalno duguljastog oblika, pravilno zasvođen (slika 4). Kapica mu je velika, okruglog oblika, pravilno zasvođena. Pupak je izražen samo na pojedinim plodovima. Prosječne biofizičke osobine ploda su: masa ploda 3,437 g, dužina 26,240 mm i širina 20,130 mm. U grozdu ima od 1 do 10, a najčešće 2 ploda (28,030 %). Ljuska ploda je tamno smeđa, s tamnijim prugama. Vrh ploda je prekriven sivim dlačicama, koje ponekad dopiru do njegove sredine. Šav je slabo izražen. Debljina joj iznosi 1,430 mm. Pokožica jezgre je tamnosmeđa i glatka. Pelikula je tanka i lako se odvaja od glatke jezgre. Jezgra je krupna, izdužena, sa izraženim šiljkom. Biofizičke osobine su: masa 1,492 g, dužina 19,768 mm, širina 13,806 mm, a prosječan randman joj je dobar i iznosi 43,489 %. Jezgra sorte istarski dugi sadrži: sirovih masti 64,38 %, bjelančevina 16,62 % i invertnog šećera 3,34 %. List je velik, nepravilnog okruglog oblika, bez izraženog šiljka. (Anonymous 4, 2012)

Sorta Rimski je nastala je od *C. avellane.* Ima vrlo bujno stablo. Iako je grm, raste uspravno te formira malo izdanaka (slika 5). U periodu početne rodnosti prevladavaju grančice sa cvijetovima od 16 - 25 cm (56,4 %), dok kod starijih stabala (16 - 20 godina) grančice prevladavaju od 1 - 5 cm (67 %). Ova sorta ponekad prerodi, pa alternativno rađa. Ne formira mnogo resa, te se po tome ubraja u grupu sa slabo do srednje mnogo formiranih resa. Obično su u grupi 2 - 3 zajedno. Rano počinju cvjetati ženski cvijetovi, još u studenom. Ima izraženu protaginiju. Samosterilna sorta, ali je dobar oprašivač za standardne sorte bademoliki i Kosford.

Slika 5. Rimski lješnjak (Anonymous 5, 2014.)

Plodovi su teški oko 3,12 g, okruglastog oblika, malo izduženi, dimenzija 20x20x32 mm. Zajedno su do 3 ploda. Ljuska je debela, teško lomljiva, izdrži oko 31,07 do 33,78

kg na cm^2. Omotač je ravan sa vrhom ploda, sastavljen od dva lista koji se pilasto po obodu završavaju. Sazreli plodovi lako iz nje ispadaju. Jezgra je dobro razvijena i u masi ploda sudjeluje 42,07 %. Sadrži 64 % masti, 17 % bjelančevina, i 5,7 mg nezasićenih masnih kiselina. Pojedinih godina izražena je rodnost do 38 kg/stablo. Slabo formira izdanke, pa se može uzgajati i kao stablašica na vlastitom korijenu. Dobrom agrotehnikom i pomotehnikom može se umanjiti alternativnost rađanja ove sorte, što joj je inače značajniji nedostatak (Anonymous 4, 2012).

Haleški je sorta njemačkog podrijetla koja se uzgaja u mnogim zemljama Europe (slika 6). Sorta je bujnog rasta i razvija uspravne grmove. Srednje je rodnosti. Redovito formira velik broj resa. Omotač je neznatno duži od ploda ali nije sužen na vrhu, zbog toga plodovi lako ispadaju iz nje. Plod je okruglasto – plosnatog oblika. Na plodu su izražene uzdužne brazde tamno smeđe boje. Jezgra je ugodnog okusa i okruglastog oblika. Dobar je kao oprašivač za sortu Istarski duguljasti i Rimske te se zbog toga sadi i na plantažama u Hrvatskoj (Pavlović, 2010).

Slika 6. Njemačka sorta lješnjaka – Haleški (Anonymous 6, 2010)

Fertile de coutard je francuska sorta koja je raširena i izvan Francuske. Stablo je bujno i produktivno te rano cvjeta. Oprašuje je Negret, Davijana i sorta Dugi španjolski. Omotač ove sorte je duži za 1/3 od ploda, a sazrijeva kasno. Ova sorta je dosta slična sa barcelonom.Randman je 39 – 44 % (Pavlović 2010).

Pauetet - Španjolska sorta, lijeska cvjeta i počinje vegetirati srednje kasno, raste bujno i pomalo uspravno. Plod je sitan do srednje krupan, okruglasto-duguljast, ljušti se od ovojnice 90 – 100 %, popunjenost ploda jezgrom (randman jezgre) je 50 %, rodnost je redovita i vrlo dobra (Pavlović, 2010).

Negret je sorta iz Španjolske. Vodi porijeklo od *C. avellana.* U Španjolskoj je vodeća sorta lijeske, naročito u Kataloniji. Grm je osrednje bujnosti, uspravno raste te formira izdanke. Cvjeta rano i protoginična je sorta. Plod je srednje veličine - oko 3 g, dimenzije su 20,5x16,9x14,6 mm, okruglast i zajedno su 3-4 ploda. Omotač je malo duži od ploda. Zreli plodovi lako otpadaju, a ljuska je tanka i lako lomljiva. Jezgra lako ispada iz ljuske i dobrog je okusa. Randman jezgra 47,7 %. Mnogo se cijeni u industriji čokolade (Pavlović, 2010).

Segorbe je španjolska sorta, lijeska cvjeta i počinje vegetirati kasno, uspravnog i bujnog je rasta. Plod je srednje krupan okruglasto-duguljastog oblika, od ovojnice se ljušti 80-90%, popunjenost ploda jezgrom (randman jezgre) do 45 %. (Pavlović 2010).

Kosford (Cosford, Prolitique e Coque Tondre, Zellernuss). Kosford je sorta iz Engleske. Nije jako bujna sorta, dostiže oko 5 - 6 m visine, koliko i promjer (slika 7). Karakteristike:

- list srednje veličine, čak i sitan
- obrnuto jajastog oblika.
- Plodovi 2 - 4 zajedno.
- Omotač u nivou ploda ili duži, rasječen

Plod je duguljast - indeks okruglosti je 0,66, srednje veličine 2,5 g sa dimenzijama: 24,3x17,0x15,5 mm. Jezgra u masi ploda sudjeluje 49,7 - 53,2 %, te ima 68,27 % ulja. Sazrijeva kasno (Pavlović, 2010).

Slika 7. Cvijet i plod Cosford sorte (Anonymous 7, 2013).

Tonda di Giffoni je talijanska sorta. Njeno stablo ne raste bujno, ali je produktivno. Plod okruglast srednje krupan - 2,4 g sa dimenzijama 19,0x20,7x18,2 mm. U račvici su 2,8 ploda zajedno. Omotač je duži od ravnine ploda. Ljuska je srednje tanka, kestenjaste boje sa prugama i dvije brazde uzdužno. Randman jezgre je 60%, ljuska se odvaja pri prženju. Ima dobru rodnost i kvalitetu plodova. Plodovi su traženi u industriji čokolade i krema. Osjetljiva je sorta prema kasnim mrazevima. Ona je tipična sorta za mediteransko područje (Pavlović, 2010).

Tonda Gentile Romana (T. G. di Viterbo) je talijanska sorta, srednje bujnosti, prijelaznog habitusa, dobre produktivnosti. Faza cvjetanja srednje kasna, s promjenljivim karakteristikama - homogamija, protandrija ili protoginija. Oprašivači su: Tonda di Giffoni, Mortarela i dr. Sazrijeva početkom rujna. Plod okruglast, dimenzija 20,7x20,6x17,9 mm i srednje krupan - 2,7 g. Prosječno u račvici 2,7 ploda (slika 8). Omotač je duži od ploda, ljuska tanka, svijetlo kestenjaste boje, prugasta. Randman 45,0 %. Kod prženja jezgri odvaja se pokožica. Zbog kvalitete jezgri tražena je u industriji slatkiša (Pavlović, 2010).

Slika 8. Tonda Genitle Romana lješnjak (Anonymous 8, 2012)

Riccia di Talanico je talijanska sorta dobre bujnosti i rodnosti. Dobri su joj oprašivači sorte Tonda Romana i Mortarella. Plod je malen (2 g) i poluokruglasta oblika te je sužen prema vrhu. U skupini dolaze prosječno 3 ploda. Omotač je duži od ploda. Ljuska je tanka, svijetlohrđaste boje. Sjemenka je mala (1,2 g). Kod prženja se ovojnica lagano odvaja. Randman jezgre iznosi 51,4 %. Sorta zaslužuje veliku pažnju zbog rodnosti i velikog randmana jezgre, kao i zbog optimalne kakvoće plodova (Pavlović, 2010).

Gunslebern sorta je čiji je grm vrlo bujan s naglašenim uspravnim rastom, razvija vrlo malo izdanaka. Cvate srednje kasno te razvija mnogo resa bogatih peludom. Dobri oprašivači su Rimski, Cosford i Halski div. Plod je velik s prosječnom težinom od 3,5 g. U grozdovima dolaze u prosjeku 2 do 3 ploda, ponekad i do 6 plodova (slika 9). Jezgra uvijek ne popunjava potpunu ljusku. Jezgra je ugodnog slatkastog okusa i dobre kvalitete. Randman jezgre iznosi 45 do 49 %. U vrijeme zrelosti plodovi ispadaju vrlo lako. Dozrijevaju u drugoj polovici kolovoza ili početkom rujna (Pavlović 2010).

Slika 9. Plodovi sorte Gunslebern (Anonymous 9, 2010)

Ennis je američka sorta, lijeska cvjeta i počinje vegetirati kasno, slabog do srednje bujnog rasta. Plod je krupan ovalno-okruglog oblika, ljušti se od ovojnice 80 do 90 %, popunjenost ploda jezgrom (randman jezgre) je 43-45 %, dobre i redovite rodnosti (Pavlović, 2010).

Butler je američka sorta je porijeklom iz Oregona. Uvedenaje 1957. godine. Grm je veoma bujan i uspravnog rasta, cvate srednje kasno do kasno i sazrijeva srednje kasno do kasno. Plodovi kad sazriju lako ispadaju iz omotača, koji je nešto duži od ploda. Ljuska je vrlo tanka, svjetlo smeđe do smeđe boje, nešto svjetlija prema vrhu ploda i ima srednje izražene svijetle i tamnije pruge. U grupi se nalazi 2-7 plodova. Rađa redovno i dobro, te je veoma produktivna sorta, ali ima i blagu tendenciju prema alternativnom rađanju. Plodovi su prosječne težine: 3,1g, a randman je 47 % (Pavlović, 2010).

2.4 Kemijske i nutritivne karakteristike jezgre lješnjaka

Za popularnost lješnjaka najviše je zaslužan njegov slatkast okus kao i visoke nutritivne vrijednosti. Lješnjak je bogat mononezasićenim i polinezasićenim masnim kiselinama, koje čine velik udio u njegovim ukupnim masnoćama (Miljković, 1991). Također je dobar izvor dijetalnih vlakana, proteina te mineralnih tvari (mangan, bakar, magnezij, željezo). Velik udio nezasićenih masnih kiselina posebno pridonosi utjecaju na zdravlje ljudi. Zbog velike količine vitamina E lješnjaci su dobri antioksidansi te pomažu u borbi protiv slobodnih radikala. Imaju značajnu ulogu u jačanju imuniteta (Kole, 2011). Od proteina u

lješnjaku zastupljeni su konilin i glutein te u manjoj mjeri albumin i prolamin. Udio ugljikohidrata je 14 %, od čega 4 do 10 % su šećeri.

Osnovni kemijski sastav jezgre lješnjaka prikazan je u tablici 2 (Dimić, 2005).

Na kvalitetu i sastav ploda lješnjaka veliki utjecaj ima vegetacijska godina te tehnologija uzgoja, također optimalno vrijeme berbe kao i dozrelost plodova. Starija istraživanja su ispitivala samo osnovni kemijski sastav dok su novija istraživanja usmjerena na analize pojedinih sorti (Silva i sur., 2005).

Tablica 2. Osnovni kemijski sastav lješnjakove jezgre (Dimić, 2005)

Komponenta	Srednja vrijednost (%)
voda	4,8
proteini	14,1
masti	61,5
pepeo	2,0

2.5 Masne kiseline

Masne kiseline su spojevi koja ulaze u sastav prirodnih masti i ulja, obično dugih, nerazgranatih lanaca. Masne kiseline definira broj ugljikovih atoma, s obzirom na to koliko ugljikovih atoma imaju govorimo o masnim kiselinama kratkih lanaca, srednje dugih ili dugih lanaca. Masne kiseline mogu biti zasićene ili nezasićene.

Zasićene masne kiseline se nazivaju tako jer ne sadrže dvostruke (kovalentne) veze ili druge funkcionalne skupine u molekularnom lancu. Sam pojam "zasićen" se odnosi na vodik koji se u maksimalnom mogućem broju veže na ugljikove atome u lancu (osim kod karboksilne skupine -COOH). Zasićene masne kiseline tvore ravne lance atoma i kao rezultat toga mogu se zgusnuto skladištiti u organizmu, dopuštajući veću količinu energije po jedinici volumena. Masno tkivo čovjeka i životinja sadrži velike količine dugolančanih zasićenih masnih kiselina. Najčešće zasićene masne kiseline u prirodi su: maslačna kiselina (butanska): $CH_3(CH_2)_2COOH$ ili C4:0, laurinska kiselina (dodekadska): $CH_3(CH_2)_{10}COOH$ ili C12:0,

palmitinska kiselina (heksadekadska): $CH_3(CH_2)_{14}COOH$ ili C16:0, stearinska kiselina (oktadekadska): $CH_3(CH_2)_{16}COOH$ ili C18:0.

S druge strane, nezasićene masne kiseline sadrže dvostruku vezu između ugljikovih atoma, i to od 1 do 6 dvostrukih veza. Zbog dvostruke veze koje sadrže mogu biti prisutne u *cis* ili *trans* konfiguraciji. *Cis* konfiguracija znači da su dva atoma vodika na istoj strani dvostruke veze. Krutost dvostruke veze zadržava svoje oblikovanje, a u "cis" formi izomera uzrokuje da se lanac presavija i ograničava oblikovnu slobodu masne kiseline. Što je više dvostrukih veza u *cis* obliku, to je manja savitljivost lanca. Kada lanac ima mnogo *cis* veza, postaje izrazito zakrivljen u svim mogućim oblicima. *Trans* konfiguracija, suprotno od gore spomenutog, znači da su dva susjedna atoma vodika vezana na suprotnim stranama dvostruke veze. Rezultat toga je da ne oblikuju lanac koji je ispresavijan te je oblik sličan ravnom lancu kao što je u zasićenim masnim kiselinama. U prirodi se nezasićene masne kiseline pojavljuju samo u "cis" formi. "Trans" oblik nastaje uglavnom utjecajem čovjeka i prerade masnoća (npr. hidrogenacijom). Kemijski procesi (osim tiješnjenja) mijenjaju prirodnu "cis" strukturu masnih kiselina u "trans" strukturu koja je neprirodna i ljudski organizam je ne može preraditi Nezasićene masti su osjetljivije i možemo reći nestabilnije, lako užegnu, ali sadrže mnoge esencijalne masne kiseline koje su potrebne za održavanje vitalnih funkcija organizma.

Ljudsko tijelo može sintetizirati sve masne kiseline koje treba za rast i život osim a to su linolna i linolenska kiselina. Nazivamo ih esencijalnim masnim kiselinama jer su vrlo važne za naš organizam i moramo ih unositi hranom u organizam. Na svu sreću, one su široko rasprostranjene u hrani i biljnog i životinjskog podrijetla (u uljnom obliku). U našem organizmu one pomažu pravilnom radu stanica i organa, a od njih se stvaraju spojevi slični hormonima koji upravljaju širokim spektrom životnih funkcija, kao što su krvni tlak, zgrušavanje krvi, razina lipida u krvi (masnoća), imunološko stanje te upalni odgovor na prijetnju infekcije.

Slika 10. Prostorna struktura zasićenih i nezasićenih masnih kiselina (Anonymous 10, 2014)

Tablica 3. Sastav masnih kiselina orašastih plodova (g/100g uzorka) (Maguire, 2004)

Masne kiseline (%)	14:0	16:0	16:1	18:0	18:1	18:2	18:3	20:0	20:3	20:5	22:0	22:6
Lješnjak	0,13	5,82	0,29	2,74	79,30	10,39	0,46	0,16	-	-	-	-
Makadamija oraščić	0,95	8,37	17,28	3,17	65,15	2,31	0,06	2,28	0,01	-	0,2	0,27
Kikiriki	0,03	11,08	0,15	2,66	38,41	44,6	0,58	1,57	0,02	0,02	0,1	0,75
Orah	0,13	6,70	0,23	2,27	21,00	57,46	11,58	0,08	-	0,06	0,07	-
Badem	0,06	6,58	0,63	1,29	69,24	21,52	0,16	0,16	-	-	0,05	-

U Tablici 3 dan je pregled najvažnijih masnih kiselina zastupljenih u pet analiziranih orašastih plodova (Maguire 2004).

Lješnjakovo ulje koje se dobiva od plodova lješnjaka, značajno se koristi u prehrani i u kozmetičkoj industriji. Lješnjakovo ulje je ugodnog mirisa, slatkastog okusa te zlatnožute boje. Po sastavu je slično maslinovom ulju, s visokim udjelom omega-3 i omega-6 masnih kiselina. Ulje je bogato vitaminima i esencijalnim masnim kiselinama (tablica 4), stoga pomaže u umirivanju upalnih promjena iritirane kože. Lješnjakovo ulje bogato je proteinima i nezasićenim masnim kiselinama, sadrži tiamin, vitamin B_6 te vitamin E (Teh i Birch, 2013). Prvenstveno se preporučuje u dermalnom korištenju zbog svog korisnog djelovanja na kožu. Sadrži velike količine mono i polinezasićenih masnih kiselina koje djeluju na snižavanje ukupnog i LDL kolesterola (Abramović i Abram, 2005). Bogatstvo ulja proizlazi iz idealnog

odnosa omega-3 i omega-6 masnih kiselina što je prema brojnim istraživanjima pokazalo pozitivan utjecaj na kardiovaskularna i druga oboljenja (Simopoulus, 2008).

Tablica 4. Sastav masnih kiselina lješnjakova ulja prema nekim autorima (%) (Dimić, 2005)

Masna kiselina	Wetherilt i Pala 1998. (%)	Karleskind 1996. (%)	Commissione Technika 1988. (%)	Zlatanov i Antova 1998. (%)
Palmitinska (16:0)	5,9 - 7,4	5 - 9	4,5 – 7,5	8,6
Stearinska (18:0)	2,1 – 3,6	1 - 4	1,8 – 3,2	1,8
Oleinska (18:1)	72,3 - 80	66 - 83	77 - 84	83,2
Linolna (18:2)	9,8 – 17,7	8 - 25	6 - 14	1,5

3. EKSPERIMENTALNI DIO

3.1 Materijali rada

Uzorci lješnjaka dobiveni su područja uzgoja u okolici Zagreba. Skupljeno je 19 uzoraka (svaki uzorak mase cca 50 g). Kod uzoraka lješnjaka provedena je analiza slijedećih parametara: maseni udio vode, masti, proteina, pepela te ugljikohidrata. Uzorci su bili slijedećih sorti i oznaka:

1. Ennis
2. Merveille de Bollwiller
3. Riccia di Talanico
4. Gunsbert
5. Torino H119
6. Butler
7. Istarski duguljasti standard
8. Fertile de Coutard
9. Istarski okrugli
10. Haleški
11. Tondadi Giffoni
12. Corabel
13. Segorbe
14. Tonda Gentile Romana
15. Rimski
16. Cosford
17. Pauetet
18. Landberški duguljasti
19. Negret

3.2 METODE RADA

3.2.1 Priprema uzorka

Plod lješnjaka je očišćen te usitnjen pomoću ručnoga mlina ili nekog drugog sličnog pomoćnog sredstva za usitnjavanje uslijed kojeg uzorak ne gubi vlagu ili neke druge sastojke. Tako usitnjeni uzorak je spremljen u sterilne hermetički zatvorene posude i skladišten na sobnoj temperaturi do analize.

3.2.2 Određivanje udjela vode

Za određivanje masenog udjela vode korištena je indirektna fizikalna metoda, metoda sušenja.

Princip: Ovim postupkom mjeri se ostatak koji zaostaje nakon sušenja, a iz razlike u masi prije i nakon sušenja namirnice izračunava se se udio vode.

Postupak: Oko 3 g (±0,2) dobro usitnjenog homogeniziranog uzorka odvagano je u prethodno osušene, izvagane i ohlađene aluminijske posudice. Nepokrivena posudica s uzorkom se sušila u sušioniku do konstante mase (oko 5 h) pri temperaturi 100-130 °C. (AOAC 925.40, 1995)

Račun:

% vode = (a-b) x 100 /m

Gdje je:

a – masa aluminijske posude s uzorkom prije sušenja (g)

b – masa aluminijske posude s uzorkom nakon sušenja (g)

m – masa uzorka

3.2.3 Određivanje udjela pepela

Princip: Uzorak je karboniziran spaljivanjem na plameniku, a zatim mineraliziran (suhim putem) žarenjem u mufolnoj peći pri određenoj temperaturi do postizanja jednolično svijetlo sivog pepela ili pepela konstantne mase.

Kemikalije: dušična kiselina

Postupak: Odvagano je oko 3 g (±0,2) dobro usitnjenog homogeniziranog uzorka u porculansku zdjelicu, prethodno ižarenu, ohlađenu u eksikatoru i izvaganu odmah nakon što se ohladila na sobnu temperaturu. Uzorak u zdjelici zagrijavan je lagano dok potpuno ne pougljenio, a zatim je stavljeni u mufolnu peć (slika 11) zagrijanu pri oko 550 °C te ostavljen u peći do postizanja jednolično svijetlo sivog pepela bez crnih čestica. Ako je mineralni ostatak tamne boje može se navlažiti malom količinom vode da se otope soli, osuši se u sušnici i nastavi proces spaljivanje (mineralizacije). Nakon spaljivanja porculanska zdjelica s pepelom je ohlađena u eksikatoru i vagan čim je postignuta sobnu temperaturu (oko 30 minuta). (AOAC 950.49,1995).

Račun:

$$\% \text{ pepela} = \frac{m3 - m1}{m2 - m1} \times 100$$

gdje je:

m1 – masa prazne porculanske zdjelice (g)

m2 – masa porculanske zdjelice i uzorka prije spaljivanja (g)

m3 – masa porculanske zdjelice i pepela (g)

Slika 11. Mufolna peć (Vlastita fotografija)

3.2.4 Određivanje udjela sirove masti

Princip: Višekratna kontinuirana ekstrakcija masti organskim otapalom u posebno napravljenoj Soxhletovoj aparaturi (slika 12).

Kemikalija: dietileter

Postupak: Oko 2 g (± 0,1) uzorka odvagano je u odmašćenu, papirnatu čahuru te se sušilo 1 sat u zračnoj sušnici pri 100-105 °C. Čahura je pokrivena slojem odmašćene suhe vate i stavljena u srednji dio Soxhletove aparature (ekstraktor) koji se zatim spojio s hladilom i tikvicom, koja je s nekoliko staklenih kuglica prethodno sušena pri 105 °C, ohlađena i izvagana. Kroz hladilo se zatim uz pomoć lijevka lijevalo toliko otapala da se ekstraktor napuni i pomoću kapilarne cjevčice isprazni u tikvicu. Zatim se dodalo još toliko otapala da se napuni do otprilike polovice ekstraktora. Ukupni volumen otapala ne smije prijeći ¾ volumena tikvice. Nakon toga se kroz hladilo pustio vrlo jaki mlaz vode te se počinje sa zagrijavanjem. Zagrijavanje tikvice s otapalom izvodilo se u vodenoj ili pješčanoj kupelji. Temperatura zagrijavanja regulirana je tako da kondenzirane kapljice otapala padaju tolikom brzinom da se jedva mogu brojati. Ekstrakcija traje 12 sati. Destilacija je prekinuta u onom trenutku kad je otapalo iz ekstraktora baš preliveno u tikvicu, a čahura u ekstraktoru je bila bez otapala. Nakon toga se rastavila aparatura i izvadila se čahura s uzorkom, uređaj se ponovo sastavio i otapalo se predestilirao iz tikvice u prazan ekstraktor iz kojeg je nakon završene destilacije odliven. Tikvica s ekstraktom se sušila pri 100-101 °C do konstantne mase (1,5 - 2 sata), hladila se u eksikatoru do sobne temperature i vagala. (AOAC 948.22, 1995.)

Račun:

% masti = (b – a) × 100/m

gdje je:

a – masa prazne tikvice (g)

b – masa tikvice i ekstrahirane masti (g)

m – masa uzorka (g)

Slika 12. Aparatura po Soxhletu-u (vlastita fotografija)

3.2.5 Određivanje udjela ukupnih proteina

Princip: Najčešća metoda određivanja dušika i proteina je indirektna metoda po Kjeldahlov postupku. Ovim se određuje ukupni dušik prisutan u – NH skupinama u hrani. Udjel dušika se zatim preračunava na udjel proteina množenjem postotka dušika s odgovorajućim faktorom pretvorbe F (za lješnjak on iznosi 6.25).

Postupak: Odvagalo se 0,7 g (± 0,1) samljevenoga, homogeniziranog uzorka i prebacilo u kivetu pomoću folije pazeći da grlo kivete ostane čisto. Zatim su dodane 2 Kjeltec tablete te 15 mL koncentrirane H_2SO_4, nakon čega se protreslo kako bi se cijeli uzorak navlažio. Kivete su se u digestoru lagano zagrijavale i uzorak se spaljivao oko 60 minuta. Spaljivanje je gotovo kada zaostane bistra plavo – zelena tekućina bez neizgornih komadića (slika 13). Nakon spaljivanja sadržaj se hladio 15 minuta i prenio se u Erlenmayerovu tikvicu. Prije destilacije uzorak se razrjedio s 80 mL destilirane vode te mu se dodalo 50 mL lužine (40% NaOH). Pokrenuta je reakcija destilacije (slika14) koja je trajala 4 minute te se na kraju vršila titracija sa 0,1 M HCl. (AOCS Ba 4b-87, AOAC 950.48)

Račun:

$$\% \ N_2 = \frac{(T - B) \times N \times 14.007 \times 100}{m}$$

% proteina = % N_2 x 6.25

gdje je :

T - volume NaOH utrošen za titraciju

B – volmen NaOH utrošen za titraciju slijepe probe

N – faktor titranta = 0.1

m – masa uzorka (mg)

Slika 13. Blok za mokro spaljivanje uzorka kod Kjeldahl-ovog postupka (vlastita fotografija)

Slika 14. Kjeltec sustav za destilaciju (vlastita fotografija).

3.2.6 Određivanje udjela ukupnih ugljikohidrata

Princip: Udio ukupnih ugljikohidrata izračunavan je indirektnom metodom - oduzimanjem udjela svih ostalih sastojaka, izraženih u postotcima, od 100%. (Vujević i sur.. 2010).

Račun:

% ukupnih ugljikohidrata = 100 – (% vode + % masti + % proteina + % pepela)

% ukupnih ugljikohidrata na s.tv. = (a x 100) / (100 – b)

gdje je:

a= % ukupnih ugljikohidrata na vlažni uzorak

b = % vlage u zraku

3.2.7 Određivanje udjela masnih kiselina

3.2.7.1 Ekstrakcija lipida

Lipidi su ekstrahirani standardnim postupkom metodama (ISO 1443, 1973).

Postupak:

Oko 5 g homogeniziranog uzorka je izvagano u konusnu tikvicu i sušilo se 1 sat na 105 ° C. Reakcijska tikvica se hladila na sobnu temperaturu, te se dodalo 50 mL 4 M otopine klorovodične kiseline. Otopina se kuhala 1 sat nakon čega se doda 150 mL vode. Otopina se zatim filtrirala kroz naborani filter papir i ispirala do neutralne reakcije na lakmus papiru. Filter papir se sušio 1 sat na 105 ° C i stavio se u kivetu na ekstrakciju Soxhlet aparatom. Lipidi se ekstrahiraju pomoću petrol etera u prethodno izvagane tikvice i postavljaju se na zagrijavanje 4 sata na pješčanoj kupelji. Nakon ekstrakcije, petrol eter ispari, a tikvica se suši na 105 ° C i onda se važe (Petrović i sur., 2010).

3.2.7.2 Priprema metil estera

Lipidi dobiveni nakon ekstrakcije biljnog ulja i uzorci masti se pretvaraju u odgovarajuće metil estere masnih kiselina - fatty acid methyl esters (FAME) trans-esterifikacijom s kalijevim hidroksidom (ISO 5509, 2000). Približno 60 mg uzorka se otopilo u 4 mL izooktana u epruvetu i dodalo se 200 μL metanolne otopine kalijevog hidroksida (2 mol / L). Otopina se snažno protrese oko 30 s. Zatim se otopina neutralizira dodatkom 1 g natrijevog vodiksulfat monohidrata. Nakon što se napravi sol, 1 mL gornje faza se prebaci u ampulu od 2 mL i ide na analizu (Petrović i sur., 2010).

3.2.7.3 Analiza masnih kiselina plinskom kromatografijom

Analiza plinskom kromatografijom se izvodila na uređaju CP-3800 (Varian, Palo Alto, USA) opremljenim s plamenim ionizirajućim detektorom sa *split/splitless* injektorima. Temperatura injektora je bila na 250 °C, a uzorci se ubrizgavaju ručno (1 μL) u omjeru 1 : 30. U slučaju male količine lipida injektiranje se provodi u omjeru 1 : 5. Korištene su dvije različite cijanopropil silikonske kapilarne kolone: DB-225ms 30 m x 0,25 mm, debljine sloja od 0,25 μm i DB-23 60 m x 0,25 mm, debljina sloja od 0,25 μm. Temperatura programa je 60 °C te se diže na 220 °C brzinom 7 °C min^{-1} koja je isti za obe kolone. Helij se koristio kao moblini plin pri brzini protoka od 1 mL min^{-1} u slučaju DB-225ms kolone i 1.5 mL min^{-1} u slučaju DB-23 kolone. Temperatura detektora je bila na 280 °C. Kromatografski Softver Star GC Workstation Verzija 6.4 se koristio za prikupljanje podataka i izračun svih parametara. (Petrović i sur., 2010).

4. REZULTATI I RASPRAVA

Cilj ovog istraživanja bio je odrediti kemijski sastav lješnjaka različitih sorti dobivenih s područja uzgoja u okolici Zagreba te usporediti njihove podatke s nekim do sada poznatim rezultatima u Hrvatskoj ili sa sortama s područja Europe. Svi dobiveni uzorci analizirani su prema standardnim AOAC metodama. Rezultati su prikazani u tablicama i grafikonima, dobivene vrijednosti prikazane su masenim udjelom te izražene g/100g uzorka (%).

Tablica 5. Rezultati analize kemijskog sastava različitih sorti lješnjaka

Uzorci Lješnjaka	Voda (%)	Suha tvar (%)	Pepeo (%)	Masti (%)	Proteini (%)	Ugljikohidrati (%)
1. Ennis	4,20	95,80	3,29	52,53	25,90	14,07
2. Merveille de Bollwiller	4,06	95,93	3,05	58,63	21,32	12,92
3. Riccia di Talanico	3,98	96,01	3,25	55,37	21,26	16,12
4. Gunsbert	4,21	95,78	3,07	59,22	19,14	14,34
5. Torino H119	3,93	96,06	2,73	56,96	21,52	14,84
6. Butler	3,81	96,18	2,950	62,49	21,01	9,74
7. Istarski duguljasti *stand.	3,22	96,77	2,51	70,15	15,42	8,68
8. Fertile de Coutard	3,36	96,63	2,34	69,65	16,03	8,59
9. Istarski okrugli	3,74	96,25	2,92	62,53	20,95	9,83
10. Haleški	3,93	96,06	2,95	59,91	19,92	13,26
11. Tondadi Giffoni	3,39	96,60	2,96	61,13	16,63	15,87
12. Corabel	3,93	96,06	2,95	56,13	19,71	17,26
13. Segorbe	3,40	96,60	2,60	66,45	17,91	9,63
14. Tonda Gentile Romana	4,06	95,94	3,37	52,49	21,35	18,27
15. Rimski	3,54	96,46	3,03	59,91	18,37	15,12
16. Cosford	4,71	95,29	2,93	54,05	21,54	16,76
17. Pauetet	3,80	96,19	2,93	59,13	21,08	13,04
18. Landberški duguljasti	3,51	96,48	2,92	60,21	17,31	16,03
19. Negret	3,65	96,35	2,93	59,97	19,04	14,39

Tablica 6. Prosječne vrijednosti kemijskog sastava za analizirane uzorke iz tablice 5

	Voda (%)	Suha tvar (%)	Pepeo (%)	Masti (%)	Proteini (%)	ugljikohidrati (%)
prosjek	3,81	96,18	2,93	59,84	19,72	13,62
standardna devijacija	0,36	0,36	0,25	4,98	2,47	3,01
cv (%)	9,55	0,37	8,56	8,33	12,54	22,08

U tablici 5 prikazane su dobivene vrijednosti analize kemijskog sastava lješnjaka (maseni udio: vode, masti, pepela, ukupnih proteina te ugljikohidrata). Tablica 6 prikazuje statistički obrađene rezultate, prosječnu vrijednost, standardnu devijaciju te koeficijent varijabilnosti (cv) za sve navedene parametre za svaku analiziranu sortu lješnjaka.

Maseni udio vode u našem istraživanju kretao se u rasponu između 3,22 - 4,71 % a prosjek je iznosio 3,81%. Uspoređujući sa rezutatima iz 2010. također u Hrvatskoj (Vujević i sur.,2010) gdje je iznosio 2,87 – 3,21 % nailazimo na male razlike u vrijednostima.

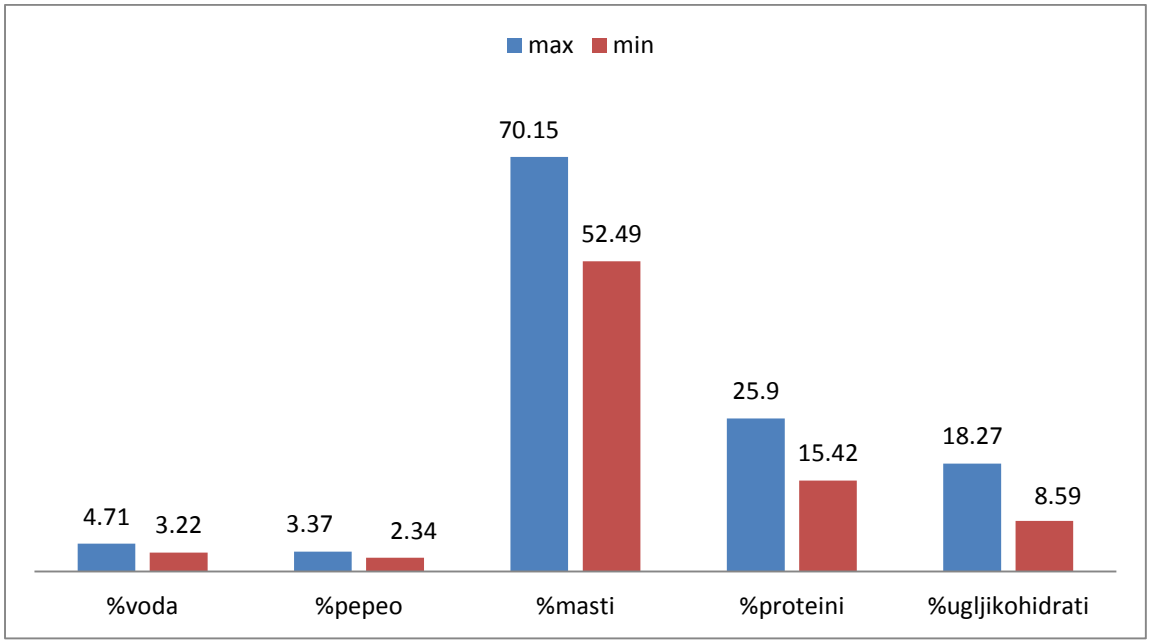
Vrijednosti za maseni udio pepela kretale su se u rasponu od 2,34 do 3,37 %, a prosjek je iznosio 2,93 % što je najbliže vrijednostima dobivenim u istraživanju u Portugalu 2006. godine gdje je prosjek iznosio 2,69 %. Naša prosječna vrijednost bila je nešto viša od prosjeka dobivenog u istraživanju u Turskoj gdje je iznosio 2,03 % (Gunes i sur., 2010). Kod drugog istraživanja u Portugalu gdje se radilo sa sortama Fertille de Coutard i Merveille de Bollwiller dobiven je nešto veći prosjek nego u našem slučaju i iznosio je 4,4 % (Oliveira i sur., 2008).

Najdominantnija komponenta prisutna u analiziranim uzorcima je mast čiji se udio kretao u rasponu 52,49 - 70,15 %, a prosječna vrijednost iznosila je 59, 84 %. Uspoređujući naše rezultate sa studijama spomenutim dosada nalazimo dosta sličnosti među kemijskim sastavom različitih sorti s područja Europe.

U istraživanju Alasalvar i sur. (2003) prosječna vrijednost udjela masti kod lješnjaka u Turskoj iznosila je 61,21 %, što je jako blizu našeg prosjeka. Istraživanje lješnjaka u Portugalu pokazalo je raspon vrijednosti za maseni udio mase od 59,2 do 69,0 % čiji je prosjek iznosi 64 % i nešto je viši od prosjeka dobivenog u našem istraživanju (Amaral i sur., 2006). Uspoređujući naše vrijednosti sa istraživanjem provedenim u Hrvatskoj gdje je prosjek masenog udjela masti iznosio 64,3 % imamo nešto manji prosjek što se može objasniti sa različitom godinom uzgoja (Vujević i sur. 2010).

Prosječna vrijednost za maseni udio ukupnih proteina bila je 19,76 %, a raspon se kretao od 15,42 % do 25,90 %, što je znatno veći udio od rezultata dobivenih u Hrvatskoj gdje se raspon kretao od 10,16 do 13,13 % (Vujević i sur., 2010). Manje vrijednosti od naših analiziranih uzoraka dobivene su i u istraživanju u Portugalu gdje se raspon kretao 9,3 – 12,7 % (Amaral i sur., 2006), dok postoji sličnost s rezultatima dobivenih u istraživanju lješnjaka uzgajanih na Novom Zelandu čiji je raspon bio 14,3 – 18,2 % (Savage i sur.,1997).

U našem istraživanju prosječna vrijednosti udjela ugljikohidrata iznosila je 13, 62 % što je nešto manje nego kod rezultata lješnjaka uzgajanih također na području Hrvatske kada je raspon iznosio 15,7 – 20,5 % (Vujević i sur. 2010), kao i kod sorti lješnjaka uzgajanih u Portugalu gdje je prosječna vrijednost udjela ugljikohidrata iznosila 15,1%. (Oliveira i sur 2008).



Slika 15. Grafički prikaz raspona (min i max) analiziranih osnovnih sastojaka

Na slici 15. grafički su prikazane minimalne i maksimalne vrijednosti analiziranih kemijski komponenti sadržanih u sortama lješnjaka korištenih u ovom radu. Vidljiva je velika razlika i širok raspon između vrijednosti masenih udjela pojedinih sorti koje su bile analizirane. Sorta Istarski duguljasti koja je ujedno i standard imala je najveću vrijednost udjela masti od 70,155 % ali i najmanje vrijednosti udjela vode (3,22 %) i ukupnih proteina (15,421 %). Maksimum masenog udjela ugljikohidrata pripadao je sorti Tonda Gentile Romana i iznosio je 18,272 %, kao i maksimum masenog udjela pepela 3, 369 %. Ova sorta imala je i najmanji udio masti od svih analiziranih sorti u ovom radu. Najveći udio odnosno maksimum % ukupnih proteina pripao je sorti Ennis dok je maksimum masenog udjela vode imala sorta Cosford.

Tablica 7. Sastav masnih kiselina za uzorke lješnjaka iz tablice 5

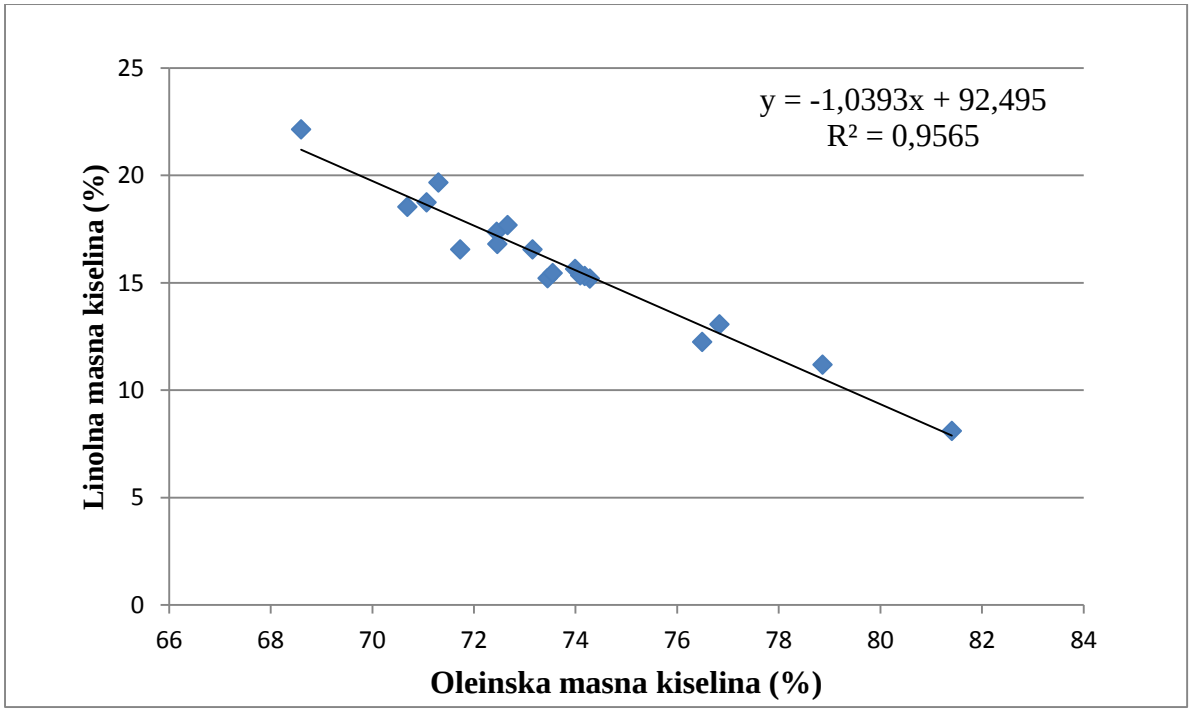
Uzorci lješnjaka	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
C14:0	0,06	0,06	0,04	0,05	0,05	0,05	0,04	0,05	0,04	0,06	0,04	0,05	0,04	0,05	0,05	0,05	0,04	0,05	0,0
C16:0	6,30	6,01	5,14	6,57	5,77	6,31	5,95	6,89	5,22	6,02	5,79	6,19	6,16	5,86	5,46	5,86	5,85	5,69	5,47
C16:1-7cis	0,07	0,00	0,06	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00
C16:1-9cis	0,21	0,22	0,17	0,21	0,20	0,24	0,23	0,30	0,15	0,21	0,20	0,21	0,20	0,22	0,16	0,20	0,20	0,19	0,18
C17:0	0,06	0,00	0,00	0,00	0,06	0,06	0,00	0,00	0,06	0,05	0,05	0,00	0,05	0,00	0,06	0,06	0,05	0,06	0,05
C17:1-10cis	0,08	0,10	0,09	0,08	0,10	0,09	0,08	0,10	0,08	0,09	0,11	0,08	0,08	0,09	0,08	0,12	0,08	0,11	0,11
C18:0	3,19	2,29	2,08	2,63	3,09	3,54	2,24	2,42	3,35	2,36	2,74	2,80	2,69	2,68	3,49	2,45	2,94	2,11	1,96
C18:1-9cis	73,45	72,45	71,30	73,55	72,46	71,73	78,86	76,49	76,83	73,15	73,99	70,69	81,41	74,28	74,18	71,07	74,09	72,66	68,60
C18:1-11cis	0,81	1,02	0,91	0,93	0,91	0,95	1,00	1,11	0,71	0,97	0,96	0,96	0,84	1,00	0,75	0,90	0,92	0,97	0,99
C18:2-9,12cis	15,23	17,39	19,68	15,46	16,82	16,57	11,20	12,26	13,07	16,56	15,65	18,54	8,12	15,21	15,33	18,75	15,36	17,70	22,16
C18:3-9,12,15cis	0,18	0,15	0,17	0,17	0,13	0,15	0,10	0,10	0,13	0,14	0,12	0,16	0,09	0,17	0,13	0,16	0,12	0,14	0,14
C20:0	0,19	0,14	0,15	0,17	0,17	0,16	0,13	0,14	0,18	0,13	0,16	0,16	0,15	0,19	0,15	0,14	0,16	0,13	0,12
C20:1-9cis	0,01	0,00	0,21	0,18	0,19	0,16	0,17	0,15	0,17	0,18	0,19	0,16	0,16	0,19	0,16	0,18	0,18	0,19	0,18
C20:1-11cis	0,16	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tablica 8 Sastav masnih kiselina po grupama za uzorke lješnjaka iz tablice 5

Uzorci Lješnjaka	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
%																			
Zasićene mk	9,80	8,50	7,41	9,42	9,14	10,11	8,36	9,50	8,85	8,62	8,78	9,20	9,09	8,78	9,21	8,56	9,04	8,04	7,64
Jednostruko nmk	74,80	73,96	72,74	74,95	73,92	73,17	80,34	78,14	77,94	74,68	75,45	72,10	82,70	75,85	75,33	72,53	75,48	74,12	70,06
Višestruko nmk	15,41	17,54	19,85	15,63	16,95	16,72	11,30	12,36	13,20	16,70	15,77	18,70	8,21	15,38	15,46	18,91	15,48	17,84	22,30
Od toga:																			
Omega-6	15,23	17,39	19,68	15,46	16,82	16,57	11,20	12,26	13,07	16,56	15,65	18,54	8,12	15,21	15,33	18,75	15,36	17,70	22,16
Omega-3	0,18	0,15	0,17	0,17	0,13	0,15	0,10	0,10	0,13	0,14	0,12	0,16	0,09	0,17	0,13	0,16	0,12	0,14	0,14
g/100g uzorka																			
Količina masti	52,53	58,63	55,38	59,23	56,96	62,49	70,16	69,66	69,54	59,92	61,13	56,14	66,46	52,49	59,92	54,05	59,14	60,21	59,98
Zasićene mk%	5,15	4,98	4,10	5,58	5,20	6,32	5,86	6,62	6,16	5,16	5,37	5,17	6,04	4,61	5,52	4,63	5,35	4,84	4,58
Jednostruko nmk%	39,29	43,37	40,28	44,39	42,10	45,72	56,36	54,43	54,20	44,74	46,13	40,47	54,96	39,81	45,13	39,20	44,63	44,63	42,02
Višestruko nmk%	8,09	10,28	10,99	9,26	9,65	10,45	7,93	8,61	9,18	10,01	9,64	10,50	5,46	8,07	9,27	10,22	9,16	10,74	13,37
Od toga:																			
Omega-6	8,00	10,19	10,90	9,16	9,58	10,35	7,86	8,54	9,09	9,92	9,57	10,41	5,40	7,98	9,19	10,13	9,09	10,66	13,29
Omega-3	0,09	0,09	0,09	0,10	0,07	0,09	0,07	0,07	0,09	0,08	0,07	0,09	0,06	0,09	0,08	0,09	0,07	0,08	0,08

U tablicama 7 i 8 prikazani su rezultati sastava masnih kiselina u našim uzorcima lješnjaka, ukupne zasićene masne kiseline, jednostruko nezasićene masne kiseline (MUFA), te višestruko nezasićene masne kiseline (PUFA). Četrnaest masnih kiselina je identificirano u našim uzorcima među kojima je oleinska kiselina (C18:1-9cis) daleko dominantnija u odnosu na ostale i njen raspon se kretao u vrijednostima od 68,60 % kod sorte Negret do 81,41 % kod sorte Segorbe.

Oleinsku kiselinu slijedi linolna kiselina koju također nalazimo u značajnim količinama, odnosno rasponu od 8,12 % kod Segorbe do 22,16 % kod sorte Negret. Stearinska i palmitinska kiselina slijede ove prve dvije masne kiseline. Sadržaj stearinske masne kiseline kretao se u rasponu od 1,96 % kod sorte Negret do 3.54 % kod sorte Butler, a sadržaj palmitinske bio je u rasponu od 5,14 % kod sorte Riccia di Talanico do 6,89 % kod sorte Fertile de Coutard. Sve ostale identificirane masne kiseline, njih 10 nalazi se u količinama manjim od 0,5 % .

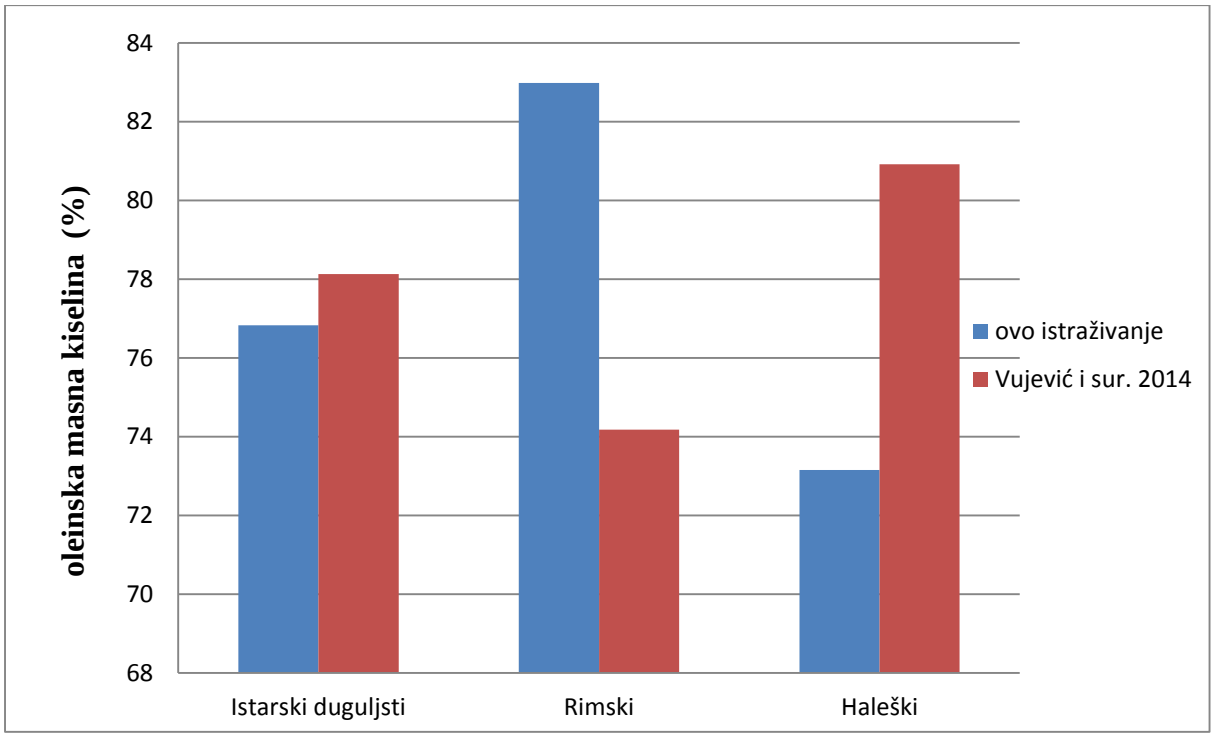


Slika 16. Prikaz korelacije između oleinske i linolne masne kiseline.

Slika 16 grafički prikazuje sadržaj oleinske kiseline u usporedbi s linolnom kiselinom. Jasno je vidljivo da je sadržaj ovih dviju masnih kiselina bio obrnuto proprocionalan, a dobiveni koeficijent korelacije je iznosio r = -0,9565,(p> 0,05). Odnos sadržaja oleinske masne kiseline i linolne masne kiseline je povezan sa razvojem ploda, tijekom sazrijevanja sadržaj mononezasićenih masnih kiselina se povećava dok se sadržaj višestruko nezasićenih

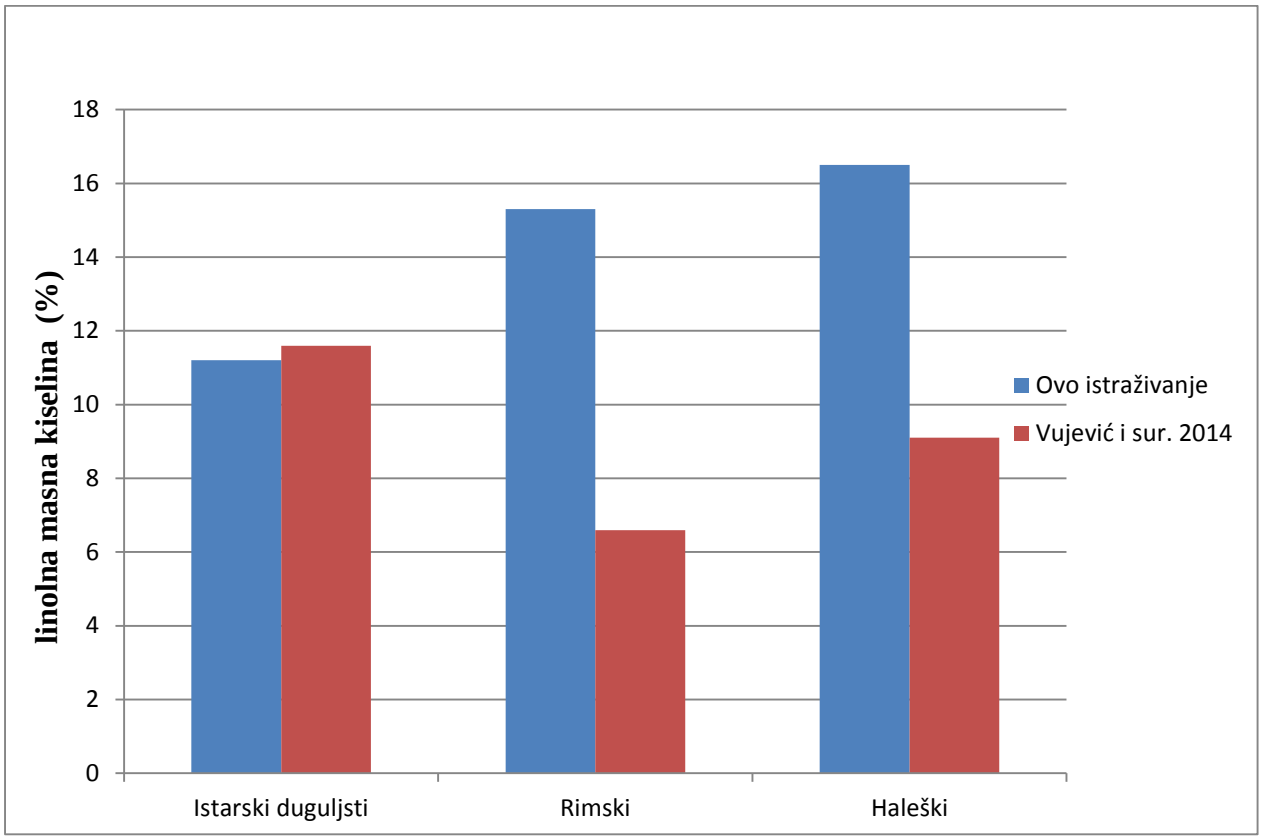
masnih kiselina smanjuje. Kod zasićenih masnih kiselina nema promjena tijekom sazrijevanja (Seyhan i sur, 2007).

Prosječna vrijednost palmitiniske kiseline 5,67 % slična je rezultatima dobivenim u analiziranim sortama u Hrvatskoj 2005. kada je prosjek palmitinske kiseline bio 5,1 %, dok je prosjek stearinske kiseline 2,68 % gotovo jednak prosjeku od 2,7 % (Crews i sur.,2005). Uspoređujući našu prosječnu vrijednost oleinske kiseline 73, 74 % nalazimo ma manji udio od 82, 6 %, dok je naš prosjek linoleinske od 15,84 % bio znatnije veći od prosjeka 8,7 % u istom istraživanju (Crews i sur. 2005). Razlike se svakako mogu objasniti sa različitom godinom berbe kao i klimatskim uvjetima.



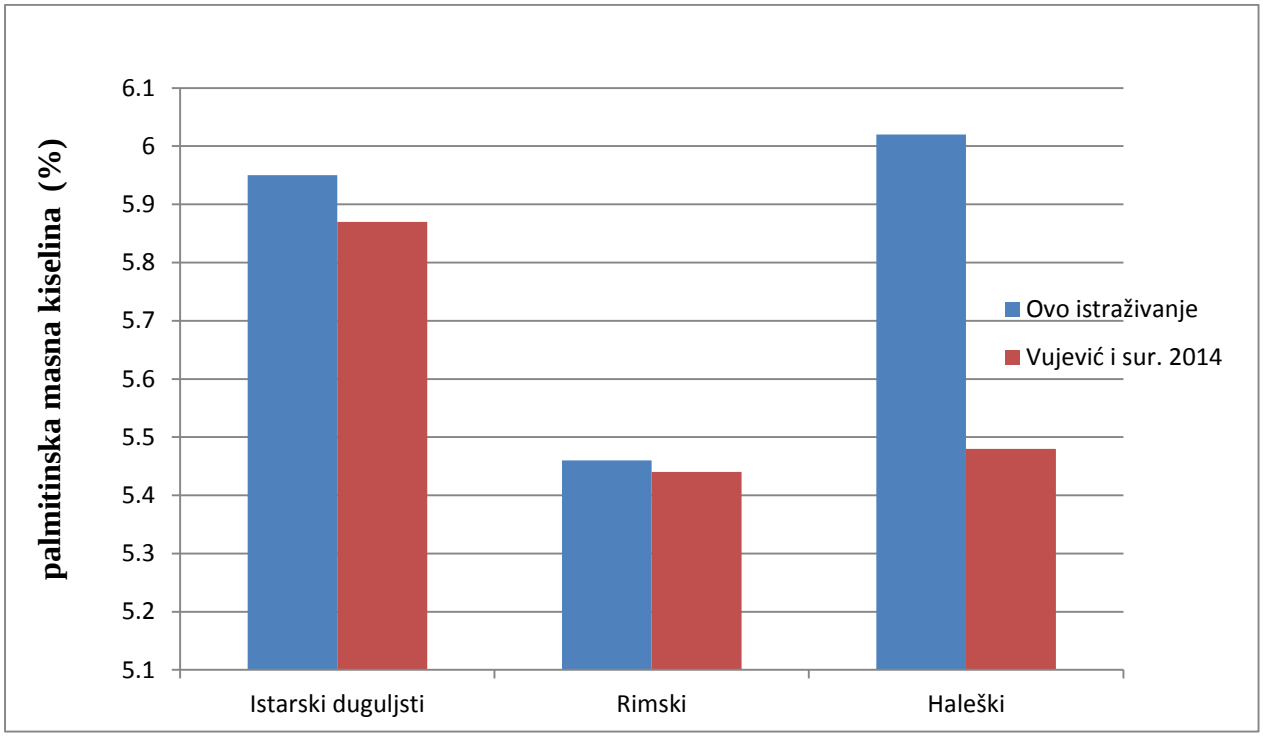
Slika 17. Usporedba sadržaja oleinske masne kiseline ovog istraživanja i istraživanja Vujević i suradnici iz 2014.

Usporedbom naših rezultata za najčešće sorte uzgajane u Hrvatskoj, Istarski duguljasti, Rimski i Haleški sa rezultatima iz 2014. godine za navedene sorte na slici 17 uočene su razlike u sadržaju oleinske kiseline. U našem slučaju sadržaj oleinske masne kiseline kod sorte Istarski duguljasti je iznosio 76,83 % što je približno jednako iznosu od 78,13 %. Za lješnjak sorte Rimski kod nas je bio povećan sadržaj oleinske masne kiseline i iznosio je 82,98 % dok je u radu Vujević i sur. (2014.) iznosio 74,18 %, a kod sorte Haleški, u našoj analizi dobiven je manji udio oleinske masne kiseline i iznosio je 73,15 %.

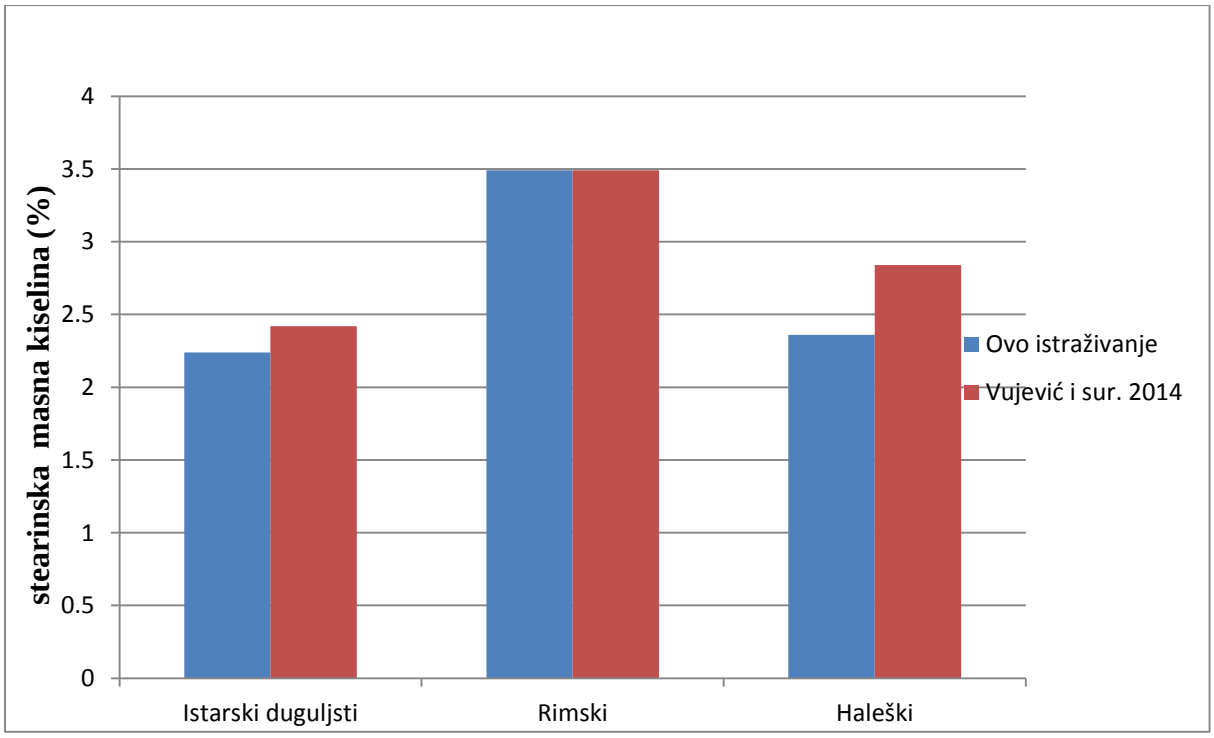


Slika 18. Usporedba sadržaja linolne masne kiseline ovog istraživanja i istraživanja Vujević i sur. (2014)

Uspoređivan je sadržaj linolne masne kiseline naših rezultata sa rezultatima iz istraživanja Vujević i suradnici iz 2014. za najčešće sorte uzgajane u Hrvatskoj, Istarski duguljasti, Rimski i Haleški na slici 18. Jasno je vidljiv gotovo isti sadržaj linoleinske masne kiseline kod sorte Istarski duguljasti, gdje je u našem istraživanju iznosio 11,2 % što je približno jednako iznosu od 11,59 % kod spomenutog rada. Za lješnjak sorte Rimski kod nas je bio znatno povećan sadržaj oleinske masne kiseline i iznosio je 15,3 % , što je duplo više nego u radu Vujević i suradnici iz 2014. gdje je iznosio 6,59 %. Prilikom usporedbe sorte Haleški, u našoj analizi dobiven je također znatno veći dio linoleinske masne kiseline i iznosio je 16,5 % dok je kod njih iznosio 9,10 %.



Slika 19. Usporedba sadržaja palmitinske masne kiseline ovog istraživanja i istraživanja Vujević i suradnici iz 2014.



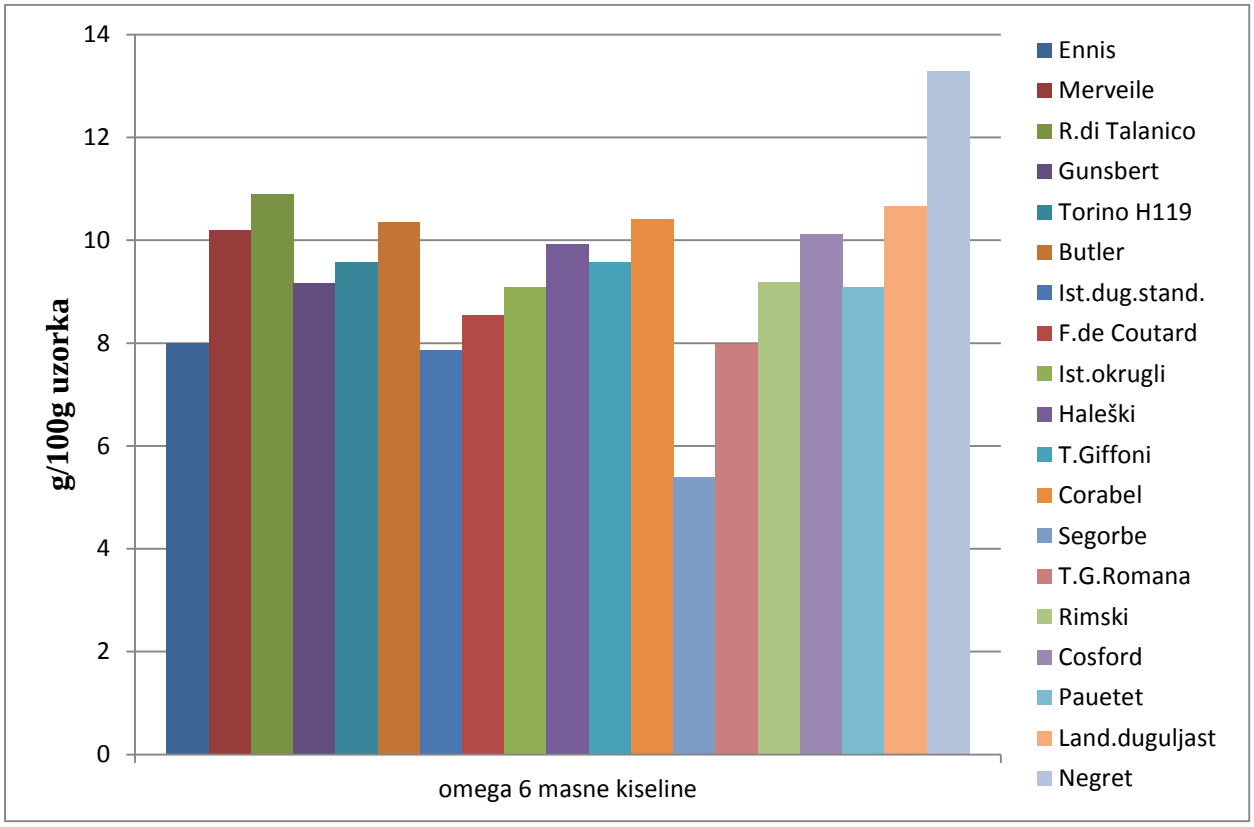
Slika 20. Usporedba sadržaja stearinske masne kiseline ovog istraživanja i istraživanja Vujević i suradnici iz 2014.

Dominantne masne kiseline prisutne u lješnjaku oleinsku i linoleinsku slijede palmitinska i stearinska masna kiselina. Usporedbom njihovog sadržaja u našem istraživanju i u istraživanju Vujević i suradnici na slikama 19 i 20 nismo naišli na statistički značajne razlike. Udio palmitinske kiseline u za 3 ispitivane sorte kod Vujevića i te iste sorte kod nas je gotovo približno isti i kretao se u rasponu od 5,44 % kod Rimskog do 6,02 % kod sorte Haleški. Sadržaj stearinske kiseline u našem slučaju za 3 uspoređena uzroka lješnjaka se kretao u rasponu 2,24 % do 3,49 % dok je kod njihovog istraživanja raspon bio od 2,42 do 3,49 %. Sadržaj sterinske masne kiseline kod sorte Rimski bio je isti u oba istraživanja.

U Tablici 8 gdje je prikazan sastav masnih kiselina po grupama pokazano je da su jednostruko nezasićenih masne kiseline bile glavna skupina masnih kiselina, uglavnom zbog doprinosa oleinske kiseline. Njihov raspon kretao se od 72,53 % kod sorte Cosford do 80,34 % kod sorte Istarski duguljasti. Uspoređujući naše rezultate sa analizom sorte Istarski duguljasti gdje je udio jednostruko nezasićenih masnih kiselina iznosio 79,77% vidimo približno istu količinu, također gledano na udio jednostruko nezasićenih masnih kiselina kod sorti Rimski i Haleški nema značajne razlike (Vujević i sur., 2014). Dobiven visoki udio nezasićenih masnih kiselina slaže se s drugim istraživanjima koja su pokazala njihov pozitivni učinak na prevenciju kardiovaskularnih bolesti (Alasalvar i sur., 2009).

Višestruko nezasićene masne kiseline i zasićene masne kiseline bile su prisutni u nižim udjelima. Sadržaj zasićenih masnih kiselina kretao se u rasponu od 7,41 % kod sorte Riccia di Talanico do 10,11 % kod sorte Butler. Sadržaj višestruko nezasićenih masnih kiselina kretao se u rasponu od 11,30 % kod sorte Istarski duguljasti do maksimalne vrijednosti od 22,30% kod sorte Negret.

Prikazani podaci jasno pokazuju da se udio pojedinih masnih kiselina razlikuje među različitim sortama lješnjaka. Naše dobivene vrijednosti bile su unutar raspona dobivenih u radovima odnosno u literaturi (Ozdemir i sur., 2004, Koksal i sur.,2006; Oliveira i sur., 2008). Nekoliko epidemioloških i kliničkih studija sugerira da česta konzumacija orašastih plodova među kojima je i lješnjak je povezana sa smanjenim rizikom od srčanih bolesti, moždanog udara i arteroskleroze. Glavni razlog za to je povoljan sastav masnih kiselina (Kris- Etherton i sur. 1999; Mercanligil i sur, 2007;. Djousse i sur., 2010).



Slika 21. Sadržaj omega-6 masnih kiselina u uzorcima lješnjaka (n=19) (g/100g uzorka)

Na slici 21 se vidi prikaz sadržaja omega-6 masnih kiseline u našim uzorcima. Raspon se kretao u vrijednostima 7,86 g/100g uzorka kod sorte Istarski duguljasti do 13,29 g/100g uzorka kod sorte Negret.

Danas su u suvremenoj prehrani najzastupljenije omega-6 masne kiseline stoga ih u pravilu unosimo dovoljno ili čak previše u odnosu na omega-3 masne kiseline. S druge strane, omega-3 masne kiseline (osobito EPA i DHA) zastupljene su u namirnicama koje uglavnom ne konzumiramo često, poput plave ribe i morskih plodova. Omega-9 masne kiseline zastupljene su u hladno prešanim biljnim uljima poput maslinovog, bademovog, lješnjakovog, kikirikijevog ili sezamovog. Zna se da je u prošlosti omjer omega-3 i omega-6 masnih kiselina iznosio otprilike 1:1, međutim danas je on višestruko povećan u korist omega-6 masnih kiselina. Stoga se preporučuje dodatan unos omega-3 masnih kiselina (u obliku konzumiranja plave ribe ili ribe hladnih mora 2 puta tjedno ili u obliku dodataka prehrani na bazi ribljeg, a da unos ostalih masnoća bude pretežno u obliku omega-9 masnih kiselina (hladno prešanih biljnih ulja) (Sabate i sur., 1993). Preporučuje se umjerena količina orašastog voća dnevno oko 30-50 g.

5. ZAKLJUČAK

1. U analiziranih 19 uzoraka lješnjaka dobivenih sa područja uzgoja u okolici Zagreba udio vode se kretao se od 3,22 do 4,71 %, maseni udio pepela kretao se od 2,34 do 3,37 % izraženo na suhu tvar, udio ukupnih proteina kretao se u rasponu od 15,42 do 25,90 %, udio masti kretao se u rasponu od 52,49 do 70,15 % , te u konačnici udio ugljikohidrata kretao u rasponu od 8,59 do 18, 27 %.

2. U odnosu na lješnjake uzgajana u Portugalu naši analizirani uzorci imali su manji udio ukupnih proteina i ugljikohidrata, a veći udio masti te podjednak udio pepela. U odnosu prema lješnjacima uzgajanim u Turskoj utvrđena je razlika u udjelu pepela, a udio masti bio je približno jednak.

3. Pri usporedbi ovog istraživanja sa literaturinim podacima za lješnjake uzgajane na području Hrvatske utvrđena je značajna razlika u masenom udjelu proteina koja se može prepisati klimatskim uvjetima uzgoja., vrsti tla i mnogim drugin prirodnim čimbenicima.

4. Pri analizi masnih kiselina dobiveni rezultati bili su očekivani, s najvišim udjelom oleinske te linolna kiselina. Prosječna vrijednost oleinske masne kiseline iznosila je 73,74 % dok je prosječna vrijednost linolne masne kiseline (ω-6) iznosila 15,84 %.

6. LITERATURA

Abramović, H., Abram V. (2005) Physico-chemical properties, composition andoxidative stability of Camelina sativa oil. *Food Technol. Biotech*., **43**, 63–70.

Alasalvar, C., Shahidi, F., Amaral, J.S., Oliveira B.P.P.(2009) Compositional characteristics and health effects of hazelnut u: Tree nuts: Composition, phytochemicals and healsth effects (Alasalvar C.i Shahidi F. ured.), CRC Press Taylor & Francis Gropus, Boca Ratone, Florida, USA, 1.

Alasalvar, C., Shahidi, F., Liyanapathriana, M .C., Ohshima, T. (2003) Turkish Tombul hazelnut (Corylus avellana L.). Compositional characteristics. *J.Agric. Food Chem*. **51**, 3790-3796.

Amaral, J.S., Casal S., Citova, I., Santos, A., Seabra, R.M., Oliveira, B.P.P., (2006) Characterization of several hazelnut (Corylus avellana L.) cultivars based in chemical, fatty acid and sterlo composition. *Eur. Food Res. Technol*. **222,** 274-280.

Anonymous 1, (2012) Obična lijeska - *Corylus avellana* <corylus.hr> Pristupljeno 18. lipnja 2016.

Anonymous 2, 2012 http://www.pporahovica.hr/Proizvodnja-ljesnjaka-96.aspx , Pristupljeno 24. kolovoza 2016.

Anonymous 3, 2014 http://www.moulis.hr/moulis_hr/wp-content/uploads/2014/10/istarski.jpg , pristupljeno 24. kolovoza 2016.

Anonymous 4, Sorte lješnjaka, http://www.corylus-hr.com/o%20ljesnjaku.html, Pristupljeno 19. lipnja 2016.

Anonymous 5, 2014 http://www.corylus-hr.com/Slike/oudruzi_clip_image008.jpg , Pristupljeno 18. lipnja 2016

Anonymous 6, (2013) Cvijet i plod Cosford sorte, https://www.agroforestry.co.uk/product/hazelnut-corylus-avellana-cosford/ Pristupljeno 5. srpnja 2016.

Anonyomous 7 (2010) Haleški lješnjak, http://www.discounto.de/Angebot/Haselnuss-Hallesche-Riesen-1-Pflanze-im-5-Liter-Topf-ca-100-cm-1726846/ Pristupljeno 18. Lipnja 2016.

Anonymous 8 (2010) Tonda Gentile Romana, http://svezabiljke.rs/image/cache/data/tondo1-500x500.jpg , pristupljeno 28. kolovoza, 2016

Anonymous 9 (2012) Gunslebern, http://www.orangepippintrees.co.uk/nut-trees, pristupljeno 18. lipnja 2016.

Anonymous 10 (2012) Masne kiseline, Tehnologija hrane, http://www.tehnologijahrane.com/enciklopedija/masne-kiseline, pristupljeno 18. Lipnja 2016.

AOAC 925.40:1995, Nuts and nut products – Moisture in nuts and nut products.

AOAC 935:52:1995, Nuts and nut products – Preperation of sample

AOAC 948.22:1995, Nuts and nut products – Fat(crude) in nuts and nut products.

AOAC 950.48:1995, Nuts and nut products – Protein (crude) in nuts and nut products

AOAC 950.49,1995, Nuts and nut products – Ash of nuts and nut products

Crews, C., Hough, P., Godward, J., Brereton, P., Lees, M., Guiet, S., Winkelmann, W. (2005) Study of the main constituents of some authentic walnut oils. *J. Agric. Food Chem*. **53**, 4853–4860.

Dimić, E., (2005) Hladno ceđena ulja. Tehnološki fakultet, Novi sad, str. 47.

Djousse, L., Rudich, T., Gaziano, J.M. (2010) Nut consumption and risk of hypertension in US male physicians. *Clin. Nutr.* **28**, 10–14

Erdogan V., Aygun A. (2005) Fatty acid composition and physical properties of Turkish tree Hazelnuts. *Chem.Nat.Comp*. **41**, 378-382.

Essa M.M., Vijayan R. K., Castellano-Gonzalez G., Memon M.A.,Braidy N., Guillemin G.J. (2012) Neuroprotective Effect of Natural Products Against Alzheimer's Disease. *Neurochem. Res*. **37**,1829-1842.

FAOSTAT, 2012. Food and Agriculture Organization data, http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx , Pristupljeno 12.lipnja 2016.

Fideghelli, C., De Salvador, F.R. (2009). World Hazelnut situation and perspectives. *Acta Hortic.* **845**, 39-52

Griel A.E., Kris-Etherton P.M.(2006) Tree nuts and the lipid profile: a review of clinical studies. *Br. J. Nutr*. **96**, 68–78

Gunes, N.T., Köksal, A.İ, Artik, N., Poyrazoğlu, E. (2010) Biochemical content of hazelnut (Corylus avellana L.) cultivars from West Black Sea Region of Turkey, *Eur. J. Hortic. Sci.* **75**, 77- 84.

ISO 1443:1973, Meat and meat products – Determination od total fat content.

ISO 5509: 2000, Animal and vegetable fats and oils – Preparation od methyl esters of fatty acids.

Koksal, A.I., Artik N., Simsek, A., Gunes, N., (2006) Nutrient composition of hazelnut (*Corylus avellana L*.) varieties cultivated in Turkey. *Food Chem*. **99**, 509 – 515.

Kole, C. (2011) Wild Crops Relatives: Genomic and Breeding Resources, Forest Trees, Springer-Verlang, Berlin Heidelberg, 211-218.

Kris Etherton, P.M., Yo-Poth, S., Sabate, J., Ratcliffe H.E., Zhao G. I Etherton T.D., (1999) Nuts and their bioactive constituents: effects on serum lipids and pther factors that affect disease risk, *Am. J. Clin. Nutr*. **70**, 504-507.

Maguire L. S. e, O'Sullivan S. M., Galvin K., O'Connor T. P., O'Brien N. M. (2004) Fatty acid profile, tocopherol, squalene and phytosterol content of walnuts, almonds, peanuts, hazelnuts and the macadamia nut, *Int. J. Food Sci. Nutr*. **5**, 171 -178.

Mendosa David (2002) "Revised International Table of Glycemic Index (GI) and Glycemic Load (GL) Values". Pristupljeno 23. 11. 2007.

Mercanligil, S.M., Arslan, P., Alasalvar, C., Okut, E., Akgul, E., Pinar, A., Geyik, P.O., Tokgozoglu, L., Shahidi, F. (2007) Effects of hazelnut – enriched dies on plasma cholesterol and lipoprotein profiles in hypercholesterolemic adult men, *Eur. J. Clin. Nutr*. **62**, 212.

Miljković, I. (1991) Suvremeno voćarstvo, Nakladni zavod „Znanje", Zagreb.

Oliveira, I., Sousa, A., Sa Morais, J., Ferreira, I.C.F.R., Bento, A., Estevinho, L., Pereira, J.A. (2008) Chemical composition, and antioxidant and antimicrobial activities of three hazelnut (*Corylus avellana L.)* cultivars. *Food Chem.Toxicol*. **46**, 1801-1807.

Ozdemir, F. i Akihci I. (2004) Physical and nutritional properties of four major commercial Turkish hazelnut varieties. *J. Food Eng.* **63**, 341.

Pavlović, D. (2010) Priručnik za uzgoj lješnjaka

Petrović, M., Kezić, N., i Bolanča, V., (2010) Optimization of the GC method for routine analysis of the fatty acids profile in several food samples. *Food Chem*. **122**, 285-291.

Sabate, J., Frase, G.E., Burke, K., Knutsen, S.F., Bennett, H., and Lindsted, K.D. (1993) Effects of walnuts on serum lipid levels and blood pressure in normal men. *New. Eng. J. Med.* **328,** 603-607.

Savage, G.P., McNeil, D.L., Dutta P.C. (1997) Lipid composition and oxidative stability of oils in hazelnuts (*Corylus avellana* L.) grown in New Zealand. *J. Am. Oil Chem. Soc*. **74**, 755-759.

Seyhan, F., Ozay, G., Saklar, S., Ertas, E., Satır, G., Alasalvar, C. (2007) Chemical changes of three native Turkish hazelnut varieties (Corylus avellana L.) during fruit development, *Food Chem*. **105**, 590-596.

Silva, A.P., Santos, F., Rosa, E., Santos, A. (2005) Effect of Cultivar and Year on the Quality of Hazelnut Fruits (*Corylus avellana* L.) *Acta Hortic*. **668**, 469-475.

Simopoulos, A.P. (2008) The Importance of the Omega-6/Omega-3 Fatty Acid Ratio in Cardiovascular Disease and Other Chronic Diseases. *Exp. Biol. Med.* **233**, 674-688.

Teh, SS, Birch, J. (2013) Physicochemical and quality characteristics of cold-pressedhemp, flax and canola seed oils. *J. Food Compos. Anal.* **30**, 26–31.

Vujević, P., Petrović M., Vahčić N., Milinović B., i Čmelik Z., (2014) Lipids and minerals of the most represented Hazelnut varieties cultivated in Croatia. *Ital. J. Food Sci*. **26**, 25-30.

Vujević, P., Vahčić, N., Milinović, B., Jelačić, T., Halap, Kazija D., Čmelik, Z., (2010) Pomological traits and proximate chemical composition of hazelnut (*Corylus avellana* L.) varieties grown in Croatia. *Afr. J. Agric. Res.* **5**, 2023-2029.