

# Kemijski sastav lješnjaka

---

**Presnec, Tomislava**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2017**

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

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:159:942886>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-10-03**



*Repository / Repozitorij:*

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
PREHRAMBENO-BIOTEHNOLOŠKI FAKULTET

# DIPLOMSKI RAD

Zagreb, rujan 2017.

Tomislava Presnec  
837/USH

# **KEMIJSKI SASTAV LJEŠNJAKA**

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

## **ZAHVALA**

Velika zahvalnost mentorici prof. dr. sc. Nadi Vahčić na prenesenom znanju i pomoći tijekom izrade diplomskog rada, te se zahvaljujem Valentini Hohnjec i ing. Renati Petrović na podršci i pomoći pri izradi eksperimentalnog dijela.

Zahvaljujem se obitelji i prijateljima koji su mi uljepšali studiranje i bili velika podrška, a posebno hvala mojim roditeljima bez kojih ovo postignuće ne bi bilo moguće i svima koji su bili uz mene u lijepim i teškim trenucima.

# 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

*Tomislava Presnec, 837/USH*

**Sažetak:** U ovom radu određen je kemijski sastav 24 sorte lješnjaka uzgajanih u Hrvatskoj, a rezultati su uspoređeni s rezultatima iz drugih znanstvenih radova. Dobiveni rezultati su: maseni udio vode od 2,79 % do 8,33 %, maseni udio pepela od 2,13 % do 3,12 %, maseni udio sirovih masti od 59,79 % do 76,30 %, zatim maseni udio proteina od 10,94 % do 20,25 %. U uzorcima lješnjaka analiziran je i sastav masnih kiselina. Pronađeno je 15 masnih kiselina, a najdominantnije bile su oleinska i linola kiselina.

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

**Rad sadrži:** 40 stranica, 13 slika, 9 tablica, 46 literaturnih navoda

**Jezik izvornika:** hrvatski

**Rad je u tiskanom i elektroničkom obliku pohranjen u:** Knjižnica Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta, Sveučilište u Zagrebu, Kačićeva 23, Zagreb

**Mentor:** *Prof. dr. sc. Nada Vahčić*

**Pomoć pri izradi:** *Valentina Hohnjec, ing. Renata Petrović*

**Stručno povjerenstvo za ocjenu i obranu:**

1. Prof. dr. sc. Verica Dragović-Uzelac
2. Prof. dr. sc. Nada Vahčić
3. Izv. prof. dr. sc. Ksenija Marković
4. Prof. dr. sc. Ines Panjkota Krbavčić (zamjena)

**Datum obrane:** 27. rujan 2017.

## BASIC DOCUMENTATION CARD

Graduate Thesis

University of Zagreb  
Faculty of Food Technology and Biotechnology  
Department of Food Quality Control  
Laboratory for Food Quality Control

**Scientific area:** Biotechnical Sciences

**Scientific field:** Food Technology

### CHEMICAL COMPOSITION OF HAZELNUTS

*Tomislava Presnec, 837/USH*

**Abstract:** In this paper the chemical composition of the 24 hazelnuts cultivated in Croatia was determined and the results were compared with the results from other scientific papers. This results were: moisture content from 2,79 % to 8,33 %, ash content from 2,13 % to 3,12 %, a fat content from 59,79 % to 76,30 % and protein content ranged from 10,94 % to 20,25 %. We also analyzed the composition of fatty acids in hazelnuts. 15 fatty acids was determined and the most virulent were oleic and linoleic acids.

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

**Thesis contains:** 40 pages, 13 figures, 9 tables, 46 references

**Original in:** Croatian

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

**Mentor:** *PhD. Nada Vahčić, Full professor*

**Technical support and assistance:** *Valentina Hohnjec, eng. Renata Petrović*

#### **Reviewers:**

1. PhD. Verica Dragović-Uzelac, Full professor
2. PhD. Nada Vahčić, Full professor
3. PhD. Ksenija Marković, Associate professor
4. **Substitut** PhD. Ines Panjkota Krbavčić, Full professor (substitute)

**Thesis defended:** 27 September 2017

# SADRŽAJ

1. UVOD .....	1
2. TEORIJSKI DIO.....	2
2.1. PODRIJETLO LJEŠNJAKA .....	2
2.2. SORTE LJEŠNJAKA .....	4
2.3. RASPROSTRANJENOST I ZNAČAJ LJEŠNJAKA .....	8
2.4. KEMIJSKA SVOJSTVA JEZGRE LJEŠNJAKA .....	9
2.4.1. Masti i sastav masnih kiselina .....	9
2.4.2. Proteini .....	11
2.4.3. Mineralne tvari .....	12
2.4.4. Ugljikohidrati .....	12
3. EKSPERIMENTALNI DIO .....	13
3.1. MATERIJALI RADA.....	13
3.2. METODE RADA.....	14
3.2.1. Priprema uzoraka.....	14
3.2.2. Određivanje vode.....	14
3.2.3. Određivanje udjela mineralnog ostatka (pepela).....	15
3.2.4. Određivanje udjela masti Soxhletovim postupkom.....	17
3.2.5. Određivanje udjela ukupnih proteina Kjeldahlovim postupkom.....	18
3.2.6. Određivanje udjela masnih kiselina.....	21
3.2.6.1. Ekstrakcija lipida .....	21
3.2.6.2. Priprema metil estera masnih kiselina (FAME).....	21
3.2.6.3. Plinska kromatografija (GC).....	21
4. REZULTATI I RASPRAVA .....	23
5. ZAKLJUČCI.....	35
6. LITERATURA .....	36



# 1. UVOD

U skupinu voća koja sadrži jezgru ubrajamo orah, badem, kesten, lješnjak, kikiriki i druge podvrste. Od navedenih značajnu ulogu u ljudskoj prehrani ima lješnjak zbog visokog sadržaja vitamina, minerala, ulja, proteina, te je visoke kalorijske vrijednosti.

Od strane Agencije za hranu i lijekove (food and drug administration, FDA) lješnjak i orašasti plodovi priznati su kao hrana koja povoljno utječe na zdravlje srca pa stoga prehrana koja sadrži takvo voće ima tendenciju podizanja koncentracije serumskog lipoproteina visoke gustoće (high density lipoprotein, HDL) i smanjenja koncentracije serumskog lipoproteina niske gustoće (low density lipoprotein, LDL). Lješnjak kao namirnica koja je dobar izvor jednostrukonezasićenih masnih kiselina (monounsaturated fatty acid, MUFA) i višestrukonezasićenih masnih kiselina (polyunsaturated fatty acid, PUFA) pokazao se kao dobar izbor u sprječavanju ateroskleroze te štiti od ishemijskih kardiovaskularnih bolesti (Oliveira i sur., 2008).

Na razvoj biljke i ploda lješnjaka utječu agrotehnikе tla i vremenske prilike tijekom dozrijevanja. O sorti ploda, uvjetima razvoja biljke, vremenu i načinu berbe, načinu skladištenja ovisi kemijski sastav ploda, te struktura ploda (Matin, 2012).

Cilj ovog rada bio je određivanje vode, mineralnog ostatka, proteina, masti i masnih kiselina 24 različite sorte lješnjaka i usporedba dobivenih rezultata s rezultatima sličnog istraživanja iz različitih izvora.

## 2. TEORIJSKI DIO

### 2.1. PODRIJETLO LJEŠNJAKA

Lješnjak ili obična lijeska vrste *Corylus avellana* L. (slika 1) vrlo je popularna jezgrasta voćka koja je u svijetu konzumirana u različitim oblicima. Riječ *Corylus* dolazi od grčke riječi *korys* (kaciga) što znači ljuskavi ovoj koji štiti plod, a ime vrste *avellana* potječe od naziva talijanskog grada Avella. Porijeklo lješnjaka nije u potpunosti utvrđeno ali se smatra da je obični lješnjak *Corylus avellana* L. nastao od *Corylus Mac-Quarri* porijeklom s Grenlanda.



Slika 1. *Corylus avellana* ( Anonymous 1, 2012)

Najznačajniji proizvođači su Turska, Italija, Španjolska i SAD. Širenje svjetskog tržišta povećat će konkurentnost i važnost kvalitetne proizvodnje. Čak 90 % lješnjaka namijenjeno je preradi pa su tržišni standardi uglavnom određeni zahtjevima prehrambene industrije (Cristofori i sur., 2008).

**Tablica 1.** Taksonomija lješnjaka (Anonymous 2, 2015)

<b>CARSTVO:</b>	<i>Plantae</i>
<b>RED:</b>	<i>Fagales</i>
<b>PORODICA:</b>	<i>Betulaceae</i>
<b>ROD:</b>	<i>Corylus</i>
<b>VRSTA:</b>	<i>Corylus avellana</i>

Obična lijeska spada u red *Fagales*, porodicu brezovki ( *Betulaceae*) i rod *Corylus* (tablica 1). Lijeska je listopadni grm ili niže stablo koje raste do 4 metra, sa zaobljenim srcolikim listovima koji su na rubovima nazubljeni. Plodovi su oblika od plosnato okruglih do jajastih s ravnim ili špicastim vrhom. Kora debla je glatka, tanka, crvenkastosiva do smeđa prekrivena karakterističnim bijelim točkicama (lenticelama). Korijen je plitak, nema središnju žilu ali je široko rasprostranjen. Pupovi su zeleni ili sivi, veliki do 3 mm (Anonymous 2, 2015).

Lijeska je jednodomna biljka jer se muški (slika 3) i ženski cvjetovi (slika 2) nalaze na istoj biljci ali su prostorno odvojeni. Cvate vrlo rano (u siječnju, najčešće u veljači ili ožujku) prije listanja. Muški cvjetovi (prašnici) formiraju se u periodu od lipnja do kolovoza, a mikrosporogeneza odvija se u rujnu. Formiraju se u grupirane rese (2-5 resa), svaka je dužine 5-7 cm i u fazi punog cvjetanja dugačke su do 20 cm. Ženski cvjetovi lijeske su u jesen sitni, razvijaju se na jednogodišnjim izbojima u tamnocrvenom cvatu u obliku zbijenih pupova. Nakon oprašivanja vjetrom razvijaju se plodovi omotani zelenim zvonastim ovojem. Plodovi lijeske su lješnjaci koji se formiraju u grupama 1-5. Lijeska 20-30 godina redovito i obilno daje plodove, a obnova se postiže kratkom rezidbom. Prvi plod daje u 6. ili 7. godini nakon sadnje. Prinos jednog grma ili stabla lijeske je od 2 do 10 kg odnosno 1-3 tone po hektaru. Njezin životni vijek je preko 100 godina, a sorte koje su u intenzivnoj proizvodnji imaju kraći životni vijek (50-80 godina) (Anonymous 2, 2015).



Slika 2. Ženski cvijet (Anonymous 3, 2007)



Slika 3. Muški cvijet (Anonymous 4, 2013)

## 2.2. SORTE LJEŠNJAKA

**Butler** je vrlo produktivna sorta porijeklom iz USA-a (Oregon), ali ima blagu tendenciju prema alternativnom rađanju. Grm je veoma bujan i uspravnog rasta. Cvate i sazrijeva srednje kasno do kasno. Kada sazru plodovi ispadaju iz omotača koji je nešto duži. Prosječna težina ploda je 3.1 g, a randman 47 %. Ljuska je tanka sa srednje izraženim svijetlim i tamnijim prugama, svjetlo smeđe do smeđe boje (Pavlović, 2010; Wilkinson, 2005).

**Cosford** je stara engleska sorta koja kasno i dugo cvate. Grm dostiže oko 5-6 m visine. List je srednje veličine, sitan. Plodovi su dugi, srednje veličine 2,5 g te se drže zajedno 2-4 ploda. U masi ploda jezgra čini 49,7 – 53,2 % i ima 68,27 % ulja (Pavlović, 2010).

**Ennis** je poznata američka sorta, najviše uzgajana u SAD-u. Kasno cvate, visokog je prinosa, slabog do srednje bujnog rasta. Daje odlične stolne plodove, krupnog, okruglog oblika. Ljušti se od ovojnice 80 – 90 %, a popunjenost ploda jezgrom (randman jezgre) je 43-45 %. Ljuska je tanka i izraženo rebrasta (Pavlović, 2010; Wilkinson, 2005).

**Fertile de Coutard** je francuska sorta koja rano cvjeta, bujnog je stabla. Kasno sazrijeva, a omotač ove sorte je duži za 1/3 od ploda. Oprašuje je Negret, Davijana i Dugi španjolski. Randam jezgre iznosi 39-44 % (Pavlović, 2010).

**Gunslebern** je sorta vrlo bujnog i uspravnog rasta. Cvate srednje kasno i razvija mnogo resa bogatih peludom. Plodovi su veliki, prosječne težine 3,5 g i dolaze u prosjeku 2 – 3 ploda (ponekad i do 6 plodova) u grozdovima. Jezgra je dobre kvalitete i slatkastog okusa. Randman jezgre iznosi 45 – 49 %. Dozrijevaju u drugoj polovici kolovoza ili početkom rujna (Pavlović, 2010).

**Haleški** je sorta njemačkog podrijetla, srednje rodnosti, bujnog rasta i razvija uspravne grmove. Formira veliki broj resa. Kasno u sezoni baca veliku količinu peludi pa se stoga uzgaja kao oprašivač. Omotač je duži od ploda, sužen na vrhu pa zbog toga plodovi lako ispadaju iz njega. Plod je veliki i okrugao s izraženim brazdama tamno smeđe boje (Pavlović, 2010).

**Istarski duguljasti** je autohtona istarska sorta umjerene bujnosti, dolazi vrlo rano i redovito i obilno rodi. Sorta koja je najmasovnija u Hrvatskoj. Široka rasprostranjenost uvjetovana je nekim njenim dobrim osobinama. Iako manje strada od ljeskotoča ne ubraja se u visoko kvalitetne sorte jer zreli plodovi teško ispadaju iz omotača, a randman jezgre nije najpovoljniji. Oprašuje se sortama Apolda, Bandnuss, Northampton, Rimski lješnjak i Ludolf. Omotač je sastavljen od 2 lista, duži je od ploda, te mu je vrh nazubljen, sužen i savijen tako da se plod ne vidi. Plod ove sorte je krupan, ovalno duguljastog oblika. Prosječne biofizičke osobine ploda su: masa ploda 3,437 g, dužina 26,240 mm i širina 20,130 mm. Ljuska ploda je tamno smeđa. Pokožica jezgre je tamnosmeđa i glatka. Jezgra je krupna, izdužena i sadrži 64,38% sirovih masti, 16,62% bjelančevina i 3,34% invertiranog šećera (Anonymous 1, 2012).

**Merveille se Bollviller** je sorta kojoj stablo doseže i do 6 m visine. Vrlo dobro je otporna na bolesti, produktivna i prilagođava se hladnim podnebljima. Cvate kasno, krajem travnja, a plodovi se beru početkom listopada. Daje plodove u grozdovima 2-3, okruglog oblika, svijetle boje (Anonymous 2, 2015).

**Negret** je sorta porijeklom iz Španjolske gdje je i vodeća sorta. Grm raste uspravno, osrednje bujnosti. Razvijaju se 3-4 ploda koja su srednje veličine, okruglasti i kada su zreli lako otpadaju. Ljuska je tanka i lako lomljiva. Jezgra je ukusna, lako ispada iz ljuske, a randman iznosi 47,7%. Vrlo cijenjena sorta u proizvodnji čokolade (Pavlović, 2010).

**Paquete**, španjolska sorta, cvijeta i vegetira srednje kasno, raste bujno i uspravno. Plod je okruglasto-duguljast. Randman jezgre je 50%. Rodi redovito i vrlo dobro (Pavlović, 2010).

**Ricci di Talanico** je talijanska sorta dobre rodnosti, bujnosti i optimalne kakvoće ploda čiji su dobri oprašivači sorte Tonda Romana i Mortarella. U skupini dolaze 3 ploda, poluokruglastog oblika i težine oko 2 g. Omotač je duži od ploda. Tijekom prženja ovojnica se lagano odvaja od jezgre. Randman jezgre je 51,4% (Pavlović, 2010).

**Rimski** (slika 4) je sorta, nastala od *C. avellane*, vrlo bujnog stabla koji raste uspravno i formira izdanke. Ova sorta prerodi, pa alternativno rađa. Dobrom agrotehnikom i pomotehnikom može se umanjiti alternativno rađanje što joj je značajan nedostatak. Ima izraženu protoginiju. Samosterilna sorta iako je dobra oprašivač za standardne sorte. Plodovi su okruglastog oblika, malo izduženi i dolaze u grozdovima od 3 ploda. Ljuska je debela i teško lomljiva. Plodovi lako ispadaju iz omotača. Jezgra sadrži 64% masti, 17% bjelančevina, 5,7 mg nezasićenih masnih kiselina, te sudjeluje u masi ploda 42,07% (Pavlović, 2010).



Slika 4. Rimski lješnjak (Anonymous 5, 2014)

**Tonda di Giffoni** je talijanska sorta vrlo produktivnog i bujnog stabla. Plod je okruglastog oblika težine 2,4 g i rastu u račvici 2,8 ploda zajedno. Omotač je dulji od ploda. Ljuska ove sorte je srednje tanka, kestenjaste boje. Randman jezgre je 60 %. Ima dobru rodnoš i kvalitetu plodova (Pavlović, 2010).

**Tonda Gentile Romana** je jedna od talijanskih sorti koja cvjeta srednje kasno, dobre je produktivnosti i vrlo bujnog stabla. Plod je okruglast, srednje krupan težine 2,7 g, dimenzija 20,7×20,6×17,9 mm. Omotač je duži od ploda. Randman jezgre iznosi 45%. Zbog svoje kvalitete tražena je sorta u konditorskoj industriji (Pavlović, 2010).

### 2.3. RASPROSTRANJENOST I ZNAČAJ LJEŠNJAKA

Lješnjak (slika 5) je značajna komponenta u prehrambenoj industriji, ali se bori s konkurencijom na međunarodnom tržištu (De Salvador i sur., 2009). Zbog visokog sadržaja masti smatra se hranom koja pruža visoku količinu energije. Prisutnost sastojaka kao što su vlakna, vitamini i drugi antioksidansi ukazuju da je uvođenje lješnjaka u zdravu prehranu koristan alat za prevenciju raznih bolesti, posebice kardiovaskularnih (Brufau i sur., 2006).

Ljeska se nalazi na svim kontinentima ali je uglavnom rasprostranjena u umjereno kontinentalnoj zoni i sredozemnoj klimi. Najviše lješnjaka se nalazi na prostoru Male Azije, južne Europe i Sjeverne Amerike. Prema statistici Agencije za hranu i poljoprivredu Ujedinjenih Naroda (Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO), koja obuhvaća proizvodnju lješnjaka u 30 zemalja, svjetska proizvodnja lješnjaka iznosi oko 500 000 tona godišnje. Najveći svjetski proizvođač lješnjaka je Turska i čini 71% ukupne svjetske proizvodnje, slijedi Italija s 11% proizvodnje i SAD s 4% (FAO 2012).

Hrvatska se prema podacima FAO-a nalazi na 14. mjestu svjetske proizvodnje. Većina proizvodnje smještena je u Orahovici i Daruvaru. Najveći proizvođač i izvoznik lješnjaka u Hrvatskoj je PP Orahovica koji proizvodi lješnjake na 310 ha (Vujević i sur., 2011).



Slika 5. Lješnjak (Anonymous 6, 2014)



## **2.4. KEMIJSKA SVOJSTVA JEZGRE LJEŠNJAKA**

Zbog svojih organoleptičkih svojstava lješnjaci su orašasto voće koje se konzumira u svim zemljama i ne samo kao plod već kao sastojak prehrambenih proizvoda. Lješnjak ima važnu ulogu u prehrani ljudi zbog sastava masnih kiselina od kojih su najzastupljenije jednostrukonezasićene masne kiseline (oleinska kiselina), zatim zbog prisutnosti vlakana, proteina, ugljikohidrata, vitamina E, minerala, fitosterola, skvalena i fenola. Zbog visoke antioksidativne aktivnosti imaju sposobnost uklanjanja slobodnih radikala pa se vjeruje da imaju sposobnost prevencije ateroskleroze, dijabetesa, raka (Oliveira i sur., 2007). Prehrambena vrijednost i kemijski sastav lješnjaka znatno ovisi o tehnologiji uzgoja, vegetacijska godina, dozrelost plodova i vrijeme berbe. Razna istraživanja provode se na pojedinim sortama (Silva i sur, 2005).

Energetska vrijednost 1000 grama lješnjaka iznosi 600-650 kcal. Lješnjak sadrži 10-12% ugljikohidrata, te sadrži organske kiseline od kojih je najzastupljenija jabučna kiselina. Celuloza i pektin su zastupljeni u iznosu od 1-3%. Sadržaj proteina u lješnjaku varira od 10% do 24% pa se stoga preporučuje konzumacija 100 g lješnjaka na dan kako bi se zadovoljila potreba dnevnog unosa proteina od 22%. Jezgra lješnjaka ujedno je i izvrstan izvor vitamina B1, B6 i niacina (Koksal i sur., 2006).

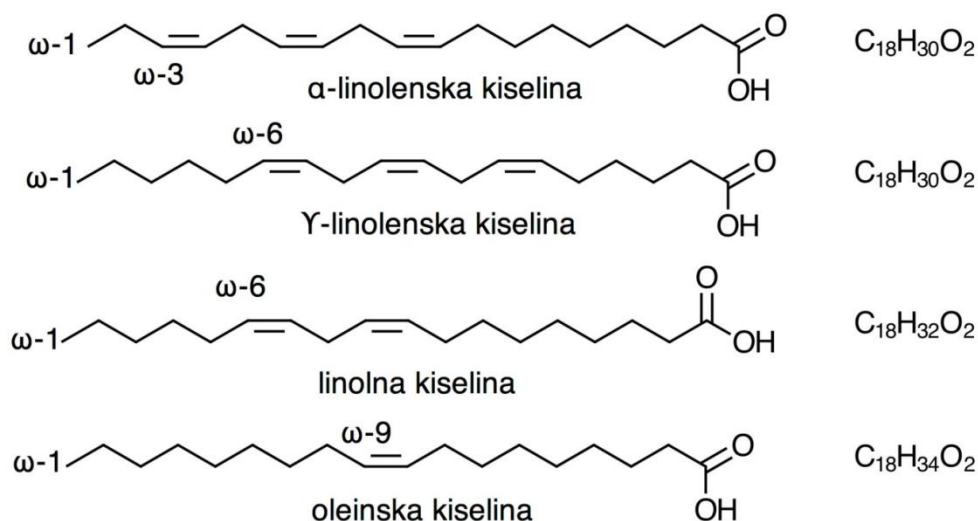
### **2.4.1. Masti i sastav masnih kiselina**

Ljudskom organizmu je potrebna energija koja se dobiva iz namirnica od pojedinih sastojaka. Zato mast kao jedan od najvažnijih izvora energije treba podmiriti 25-35% energetske potrebe organizma. Masti su prekursori masnih kiselina i nosioci su vitamina topljivih u mastima (A, D, E i K).

Mane kiseline, spojevi koji su sastavni dijelovi masti i ulja, međusobno se razlikuju po broju ugljikovih atoma te broju i položaju dvostrukih veza u ugljikovodičnom lancu. Ugljikovi atomi u lancu označavaju se brojevima. Mogu biti zasićene ako ne sadrže dvostruku vezu ili nezasićene ako sadrže jednu ili više dvostrukih veza u lancu. Nezasićene masne kiseline s jednom dvostrukom vezom nazivaju se jednostrukonezasićene masne kiseline (MUFA), a ako postoje dvije ili više dvostruke veze riječ je o višestrukonezasićenim masnim kiselinama (PUFA). Najčešće zasićene masne kiseline su: maslačna kiselina (butanska), laurinska kiselina (dodekadska), palmitinska (heksadekadska), stearinska kiselina (oktadekatska).

Nezasićene masne kiseline mogu biti prisutne u *cis* ili *trans* konformaciji. *Cis* znači da su dva atoma vodika na istoj strani dvostruke veze, dok *trans* znači da su dva susjedna atoma vodika vezana na suprotnim stranama dvostruke veze. Stoga su nezasićene masne kiseline nestabilnije i lako užegnu, ali su esencijalne i potrebne su za održavanje vitalnih funkcija organizma.

Esencijalne masne kiseline se ne mogu sintetizirati u organizmu pa ih je potrebno unositi hranom, a to su linolna, linolenska i oleinska kiselina (slika 6). One se nalaze u namirnicama životinjskog i biljnog podrijetla. Izgrađuju membranu ljudskih stanica, tkiva, organe, a od njih se stvaraju i spojevi slični hormonima koji upravljaju raznim životnim funkcijama.



Slika 6. Kemijska strukturna formula: linolenske (C18:3), linolne (C18:2) i oleinske (C18:1) masne kiseline (Anonymous 7, 2015)

Masne kiseline koje sadrži jezgra lješnjaka imaju pozitivan učinak na ljudski organizam (Koksal i sur., 2006; Magiure i sur., 2004). Ulje lješnjaka (tablica 2) je slično maslinovom ulju zbog visokog udjela omega-3 i omega-6 masnih kiselina. Djelovanje enzima i slobodne masne kiseline uzrokuju užeglost koje utječe na kvarenje i daje karakter loše kvalitete jezgre lješnjaka (Ozyardimci i sur., 2005). Nezasićene masne kiseline su podložnije oksidaciji pa iz tog razloga jezgre lješnjaka koje sadrže manje količine linolne kiseline slabije su podložne oksidaciji i imaju dulji rok trajanja. Kvaliteta i sastav masnih kiselina jezgre lješnjaka ovisi o skladišnim uvjetima i procesi termičke obrade (Kirbaslar i Erkmen, 2003).

**Tablica 2.** Sastav masnih kiselina lješnjakovog ulja (Dimić, 2005)

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

### 2.4.2. Proteini

Proteini su tvari neophodne za funkcioniranje organizma, za proces rasta i razvoja jer stvaraju nove tjelesne stanice. Važne su molekule za stvaranje enzima koji ubrzavaju biokemijske procese, stvaraju hormone koji omogućuju komunikaciju i usklađivanje biokemijskih proces između organa i tkiva i protutijela koja su odgovorna za obranu organizma.

Nalaze se u raznim vrstama namirnica. Sadržaj proteina u jezgri lješnjaka iznosi od 14,3 do 18,2 % (Savage i sur., 1998). Prema istraživanjima Vujevića i sur. (2010) sadržaj proteina u hrvatskim sortama se kreće od 10,16 do 13,13%. Osnovni kemijski sastav jezgre lješnjaka prikazan je u tablici 3.

**Tablica 3.** Osnovni kemijski sastav jezgre lješnjaka (Dimić, 2005)

Komponenta	Srednja vrijednost (%)	Interval variranja
voda	4,8	3,8-5,7
pepeo	2,0	1,7-2,4
ulje	61,5	53,7-66,3
proteini	14,1	11,6-15,7

### **2.4.3. Mineralne tvari**

Minerali su esencijalni (neophodni za život) nutrijenti koji se unese hranom u organizam u većoj količini od vitamina. Razlikuju se: makroelementi, mikroelementi i elementi u tragovima. Prirodno se nalaze u tlu odakle i dolaze u biljne stanice.

Lješnjaci su dobar izvor mineralnih tvari. Prema istraživanjima Ozdemir i Akichi (2004) i Oliveira (2008) u lješnjacima su najzastupljeniji makroelementi kalij, fosfor, magnezij i kalcij. U sastavu jezgre dominira kalij od 415 do 761 mg/100g, fosfor 355 mg/100g, kalcij od 115 do 193,4 mg/100g i magnezij od 160 do 176,5 mg/100g (Ozdemir i sur., 2001; Alasalvar i sur., 2003).

### **2.4.4. Ugljikohidrati**

Ugljikohidrati su organski spojevi bogati energijom koje biljke proizvode fotosintezom. Žitarice, voće i povrće dobar su izvor ugljikohidrata. Dijelev se na: monosaharide (glukoza, fruktoza, galaktoza), disaharide (saharoza, laktoza) i polisaharide (škrob, celuloza, glikogen, pektinske tvari).

Lješnjaci sadrže ugljikohidrate, a najzastupljeniji je saharoza na koju otpada 74,6% ukupne količine šećera u jezgri. Ostali šećeri (fruktoza, glukoza, mioinozitol i rafinoza) čine 12% ukupne količine šećera (Alasalvara i sur., 2003). Prisutnost šećera u jezgri lješnjaka pozitivno utječe na senzorska svojstva, pa je stoga jedan od važnih parametara kod procjene novih kultivara za uzgoj (Cristofori i sur., 2008).

### **3. EKSPERIMENTALNI DIO**

#### **3.1. MATERIJALI RADA**

Analizirano je 24 uzorka lješnjaka različitih sorti (masa svakog uzorka iznosila je oko 50 g) dobiven iz pokusnog voćnjaka Zavoda za voćarstvo Hrvatskog centra za poljoprivredu, hranu i selo u Donjoj Zelini. Na uzorcima su provedeni analitički postupci određivanja osnovnih sastojaka: određivanje udjela vode, određivanje udjela mineralnog ostatka (pepela), određivanje udjela masti, određivanje udjela proteina. Uzorci su bili označeni na sljedeći način:

1. Butler
2. Corabe I
3. Cosford
4. Daria
5. Ennis
6. Fertile de Coutard
7. Gunslebert
8. Haleški I
9. Istarski dugoljasti I
10. Istarski dugoljasti standard
11. Istarski okrugli
12. Lange Landsberger
13. Merveille de Bollwiller
14. Negret
15. Pautet
16. Riccia di Talanico
17. Rimski
18. Segorbe
19. Tonda di Giffoni
20. Tonda Gentile delle Langhe
21. Tonda Gentile Romana
22. Torino H 119
23. Da 1
24. Tonda Gentile della Langhe Da-24

## 3.2. METODE RADA

### 3.2.1. Priprema uzoraka

Prethodno očišćen, svaki pojedinačno, uzorak lješnjaka je usitnjen uz pomoć ručnog mlina. Prije usitnjavanja sljedećeg uzorka mlin je očišćen od prethodnog. Svaki usitnjeni uzorak je spremljen u plastične, sterilne, zatvorene posude skladištene na sobnoj temperaturi. Posude su označene s rednim brojem uzorka.

### 3.2.2. Određivanje vode

Metoda sušenja, indirektna fizikalna metoda, korištena je za određivanje udjela vode. Uzorak se suši do konstante mase, a gubitak u masi izražava se kao udio vode.

*Princip:* Ovom metodom mjeri se ostatak nakon sušenja i iz razlike u masi prije i nakon sušenja izračunava se udio vode.

*Postupak:* U aluminijske zdjelice stavljen je kvarcni pijesak i stakleni štapić radi bolje homogenizacije uzorka. Označene aluminijske zdjelice s poklopcem su stavljene u sušionik 30 minuta pri temperaturi 100-130 °C. U ohlađene i izvagane aluminijske zdjelice izvagano je 3 g uzorka ( $\pm 0,2$ ) koji je dobro usitnjen i homogeniziran. Nepokrivene zdjelice s uzorkom stavljene su u sušionik i sušene su 5 sati pri temperaturi 100-130 °C. Nakon sušenja, zdjelice su pokrivene s poklopcima dok su još u sušioniku i prebačene su u eksikator da se ohlade na sobnu temperaturu. Kada su se ohladile slijedilo je vaganje (AOAC 950.49, 1995).

*Račun:*

$$\% \text{ vode} = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} \times 100 \quad [1]$$

gdje je:

$m_1$  – masa prazne aluminijske zdjelice (g)

$m_2$  – masa aluminijske zdjelice s uzorkom prije sušenja (g)

$m_3$  – masa aluminijske zdjelice s uzorkom nakon sušenja (g)

% suhe tvari = 100- % vode



Slika 7. Sušionik (vlastita fotografija)

### 3.2.3. Određivanje udjela mineralnog ostatka (pepela)

Udio pepela važan je zbog određivanja pojedine mineralne tvari tehnikom apsorpcijske spektrofotometrije ili samo spektrofotometrijski, a njihov udio daje informaciju o ispravnosti i kakvoći prehrambenih proizvoda.

*Princip:* Spaljivanjem na plameniku uzorak se karbonizirao, zatim je pri određenoj temperaturi žarenjem mineraliziran (suhim putem) u mufolnoj peći do postizanja jednolično svijetlo sivog pepela ili pepela konstantne mase.

*Reagensi:* dušična kiselina

*Postupak:* U porculansku zdjelicu koja je prethodno izarena, ohlađena u eksikatoru i izvagana nakon što se ohladila na sobnu temperaturu, odvagano je 3 g ( $\pm 0,2$ ) usitnjenog i dobro homogeniziranog uzorka. Uzorak u zdjelicu je lagano zagrijavan na plameniku do trenutka kad

je potpuno pougljeno, zatim je stavljen u mufolnu peć zagrijanu na oko 550 °C i ostavljen je u peći dok se ne postigne jednolični svijetlo sivi pepeo bez crnih čestica. Ako pepeo sadrži crne točke dodaje se nekoliko kapi koncentrirane HNO<sub>3</sub>. Nakon spaljivanja zdjelice su stavljene u eksikator da bi se ohladile. U jedan eksikator stavljene su najviše 4 zdjelice. Kada su zdjelice ohlađene na sobnu temperaturu provedeno je vaganje što je moguće brže zbog higroskopnosti pepela (AOAC 950.49, 1995).

*Račun:*

$$\% \text{ pepela} = \frac{m_3 - m_1}{m_2 - m_1} \times 100 \quad [2]$$

gdje je:

m<sub>1</sub> – masa prazne porculanske zdjelice (g)

m<sub>2</sub> – masa porculanske zdjelice i uzorka prije spaljivanja (g)

m<sub>3</sub> – masa porculanske zdjelice i pepela (g)



Slika 8. Uzorci lješnjaka (vlastita fotografija)



### 3.2.4. Određivanje udjela masti Soxhletovim postupkom

Metoda po Soxhletu je postupak gdje se količina otapala za ekstrakciju ne mjeri točno. Nakon završene ekstrakcije i otparavanja otapala ekstrakt se suši i važe.

*Princip:* Kontinuirana višekratna ekstrakcija masti organskim otapalom u Soxhletovoj aparaturi.

*Reagensi:* dietileter

*Postupak:* U odmašćenu, izvaganu, papirnatu čahuru s vatom odvagano je 2 g ( $\pm 0,1$ ) uzorka. Čahura je stavljena na sušenje 1 sat u zračnoj sušnici pri temperaturi 100-105 °C. Čahura s uzorkom pokrivenim slojem odmašćene suhe vate je stavljena u srednji dio Soxhletove aparature (ekstraktor) koji je spojen s hladilom i tikvicom koja je prethodno sušena pri 105 °C zajedno s nekoliko staklenih kuglica, ohlađena i izvagana. Potrebna količina otapala dodana je kroz hladilo preko lijevka tako da se napuni ekstraktor i pomoću kapilarne cjevčice isprazni u tikvicu. Dodaje se još otapala da se napuni odprilike polovica ekstraktora. Volumen otapala ne smije prijeći 3/4 volumena tikvice. Nakon toga kroz hladilo je pušten jaki mlaz vode te je započelo zagrijavanje. Zagrijavanje tikvice provedeno je u pješčanoj kupelji zbog zapaljivosti otapala. Temperatura zagrijavanja regulirana je na način da kondenzirane kapljice otapala padaju brzinom da se jedva mogu brojati. Ekstrakcija je trajala 12 sati. Ekstrakcija je prekinuta u trenutku kada se otapalo iz ekstraktora prelilo u tikvicu. Rastavila se aparatura i izvadila se čahura s uzorkom, uređaj se ponovo sastavio i otapalo se predestiliralo iz tikvice u prazan ekstraktor iz kojeg se nakon završene destilacije odlijao. Tikvica s ekstraktom je sušena na 100-101 °C do konstantne mase. Nakon toga je hlađena u eksikatoru i zatim izvagana (AOAC 948.22, 1995).

*Račun:*

$$\% \text{ masti} = \frac{b-a}{m} \times 100 \quad [3]$$

gdje je:

a – masa prazne tikvice (g)

b – masa tikvice i ekstrahirane masti (g)

m – masa uzorka (g)



Slika 9. Aparatura po Soxhlet-u (vlastita fotografija)

### 3.2.5. Određivanje udjela ukupnih proteina Kjeldahlovim postupkom

Proteini čine skupinu složenih spojeva koji se u namirnicama ne određuje skoro nikada direktno već indirektno iz udjela dušika. Najčešće primjenjiv postupak je određivanje udjela dušika i proteina po Kjeldahlu.

*Princip:* Organske tvari iz uzorka razore se zagrijavanjem sa sumpornom kiselinom i Kjeldahl-ovim tabletama koje služe kao katalizator te povisuju vrelište kiseline uz oslobađanje proteinskog i neproteinskog dušika koji zaostaje u obliku amonijevih soli. Dodatkom natrijeva hidroksida, iz amonijeva sulfata oslobađa se amonijak koji se predestilira u bornu kiselinu. Nastali amonijev borat titrira se s klorovodičnom kiselinom.

*Reagensi:*

- 96%-tna sumporna kiselina (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)
- Kjeldahl-ove tablete
- 40%-tni natrijev hidroksid (NaOH)
- 4 %-tna borna kiselina
- klorovodična kiselina

*Postupak:* 0,7 g ( $\pm$  0,1) samljevenog i homogeniziranog uzorka se odvagalo i pažljivo pomoću folije i pincete prebacilo u kivetu tako da grlo kivete ostane čisto. Nakon toga dodana je 1 Kjeldhal-ova tableta i 15 mL koncentrirane sumporne kiseline. Kiveta se protresla kako bi se uzorak ravnomjerno pomiješao s kiselinom. Kivete su se u bloku za spaljivanje zagrijavale te se uzorak spaljivao 60 minuta. Spaljivanje je završilo kada je u kiveti ostala bistro plavo-zelena tekućina bez neizgorenih crnih komadića uzorka. Kada se sadržaj u kiveti ohladio pokrenula se destilacija u sustavu Foss Kjeltec 8100 tako da se prethodno u Erlenmayerovu tikvicu stavilo 25 mL borne kiseline i uređaj se stavio na program koji dodaje 80 mL vode i 50 mL lužine. Pokrenuta je reakcija destilacije sve do pojave zelene boje u predlošku zbog sakupljanja NH<sub>4</sub><sup>+</sup>. Nakon završetka destilacije slijedila je titracija s 0,1 M HCl do pojave ružičaste boje (AOCS Ba 4b-87, AOAC 950.48).

*Račun:*

$$\% \text{ ukupnog N} = \frac{(T-B) \times 14,007 \times 100}{m} \quad [4]$$

$$\% \text{ proteina} = \% \text{ N} \times 6,25 \quad [5]$$

gdje je:

T – volumen HCl utrošen na titraciju uzorka (mL)

B – volumen HCl utrošen za titraciju slijepe probe (mL)

m- masa uzorka (mg)

N – faktor titranta (0,1)



Slika 10. Blok za spaljivanje uzorka po Kjeldahl-ovom postupku (vlastita fotografija)



Slika 11. Foss Kjeltec 8100 sustav za destilaciju (vlastita fotografija)

### 3.2.6. Određivanje udjela masnih kiselina

Analiza se provodila plinskom kromatografijom u Centru za kontrolu namirnica Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta.

#### 3.2.6.1. Ekstrakcija lipida

Ekstrakcija lipida provedena je standardnim postupkom (ISO 1443, 1973). 5 g homogeniziranog uzorka izvagano je u konusnu tikvicu i sušeno je 1 sat na 105 °C. Tikvica je ohlađena, zatim je dodano 50 mL 4 M otopine klorovodične kiseline. Otopina je kuhana 1 sat, te je dodano 150 mL vode. Otopina je filtrirana kroz filter papir i ispirana je do neutralne reakcije na lakmus papiru. Postupak sušenja filter papira je trajao 1 sat pri 105 °C i zatim je stavljen u kivetu za ekstrakciju Soxhletovim aparatom. U prethodno izvaganim okruglim tikvicama lipidi su ekstrahirani pomoću petrol etera. Postavljeni su 4 sata na zagrijavanje na pješčanoj kupelji. Nakon ekstrakcije petrol eter je isparen, zatim je tikvica sušena na 105 °C i na kraju izvagana (Petrović i sur., 2010).

#### 3.2.6.2. Priprema metil estera masnih kiselina (FAME)

Uzorci masti i ekstrakcijom biljnih ulja dobiveni lipidi pretvaraju se u metil estere masnih kiselina (FAME – fatty acid methyl esters) *trans*-esterifikacijom s kalijevim hidroksidom (ISO 5509,2000). 60 mg uzorka je otopljeno u 4 mL izooktana, te je dodano 200 µL metanolne otopine kalijevog hidroksida (2 mol/L). Otopina je snažno protresena oko 30s. Otopina je zatim neutralizirana s 1 g natrijevog vodikosulfata monohidrata. Nakon što se sol otopila, 1 mL gornje faze je prebačen u bočicu od 2 mL i stavljen je na analizu (Petrović i sur., 2010).

#### 3.2.6.3. Plinska kromatografija (GC)

Plinska kromatografija je izvođena na CP-3800 uređaju (Varian, Palo Alto, USA) s detektorom ionizacije plamena i split/splitless injektorom. Temperatura injektora je iznosila 250 °C. Uzorci su ubrizgavani ručno (1µL) u omjeru 1:30. Kod malih količina lipida injektiranje se provodi u omjeru 1 : 5. U analizi su korištene dvije različite cijanopropil silikonske kapilarne kolone: DB – 225 ms 30 m × 0,25 mm, debljine sloja od 0,25 µm i DB –

23 60 m × 0,25 mm, debljina sloja od 0,25 μm. Temperatura programa je 60 °C i podiže se 7 °C/min do postizanja 220 °C. Kao mobilna faza koristio se helij brzine protoka 1 mL/min u DB – 225 koloni i 1,5 mL/min u DB – 23 koloni. Temperatura detektora je iznosila 280 °C. Za prikupljanje podataka i izračun parametara koristio se kromatografski softver Star GC Workstation verzija 6.4 (Petrović i sur., 2010).

## **4. REZULTATI I RASPRAVA**

Cilj ovog rada je utvrditi kemijski sastav ploda lješnjaka 24 različite sorte uzgajane na području Zeline, kao i usporedba dobivenih podataka s nekim do sada poznatim rezultatima iz različitih literaturnih izvora. Analiza uzoraka provodila se prema standardnim AOAC metodama i svi dobiveni rezultati prikazani su u tablicama, grafikonima, a dobivene vrijednosti su izražene u g/100g uzorka (%) i prikazane u masenim udjelima.

**Tablica 4.** Kemijski sastav (%) različitih sorti lješnjaka

UZORAK	VODA (%)	SUHA TVAR (%)	PEPEO (%)	MASTI (%)	PROTEINI (%)
<b>1. BUTLER</b>	6,12	93,88	2,41	64,37	14,32
<b>2. CORABE I</b>	5,97	94,03	2,43	64,36	14,00
<b>3. COSFORD</b>	6,29	93,71	2,48	61,90	15,32
<b>4. DARIA</b>	2,95	97,05	2,47	66,39	16,56
<b>5. ENNIS</b>	6,38	93,62	2,95	61,97	16,63
<b>6. FERTILE DE COUTARD</b>	6,16	93,84	2,47	69,23	15,87
<b>7. GUNSLEBERT</b>	4,88	95,12	2,25	73,28	16,94
<b>8. HALEŠKI I</b>	8,33	91,67	3,12	62,43	19,31
<b>9. ISTARSKI DUGOLJASTI I</b>	3,18	96,82	2,56	68,90	20,25
<b>10. ISTARSKI DUGOLJASTI STANDARD</b>	4,26	95,74	2,54	70,33	16,81
<b>11. ISTARSKI OKRUGLI</b>	5,33	94,67	2,44	73,26	13,00
<b>12. LANGE LANDSBERGER</b>	5,45	94,55	2,48	69,21	13,69
<b>13. MERVEILLE DE BOLLWILLER</b>	6,44	93,56	2,81	59,79	17,94
<b>14. NEGRET</b>	4,82	95,18	2,34	69,79	12,56
<b>15. PAUETET</b>	5,27	94,73	2,55	62,92	17,81
<b>16. RICCIA DI TALANICO</b>	6,07	93,93	2,44	62,83	15,31
<b>17. RIMSKI</b>	5,13	94,87	2,21	68,18	12,13
<b>18. SEGORBE</b>	4,09	95,91	2,23	70,99	13,69
<b>19. TONDA DI GIFFONI</b>	4,55	95,45	2,26	70,44	12,25
<b>20. TONDA GENTILE DELLE LANGHE</b>	2,79	97,21	2,31	63,88	18,38
<b>21. TONDA GENTILE ROMANA</b>	4,82	95,18	2,13	73,28	14,69
<b>22. TORINO H 119</b>	5,85	94,15	2,55	67,10	17,44
<b>23.DA 1</b>	3,27	96,73	2,14	76,30	10,94
<b>24. TONDA GENTILE DELLA LANGHE DA-24</b>	3,69	96,31	2,23	72,17	11,63



**Tablica 5.** Deskriptivna statistika dobivenih vrijednosti analiziranih uzoraka

	VODA (%)	SUHA TVAR (%)	PEPEO (%)	MASTI (%)	PROTEINI (%)
<b>PROSJEK</b>	5,09	94,91	2,45	67,64	15,31
<b>RASPON</b>	2,79-8,33	91,67-97,21	2,13-3,12	59,79-76,30	10,94-20,25
<b>STANDRADNA DEVIJACIJA</b>	1,31	1,31	0,24	4,39	2,49
<b>CV (%)</b>	25,74	1,38	9,79	6,49	16,26

Vrijednosti masenog udjela vode, suhe tvari, pepela, proteina i masti dobivene kemijskom analizom različitih sorti lješnjaka prikazane su u tablici 4. Statistički obrađeni podaci prikazani su u tablici 5 koja prikazuje prosječnu vrijednost, raspon, standardnu devijaciju i koeficijent varijabilnosti (cv) za navedene parametre analiziranih uzoraka lješnjaka.

U ovom radu maseni udio vode kreće se u rasponu od 2,79% do 8,33 %, a prosječna vrijednost iznosi 5,09 %. Uspoređujući rezultate s istraživanjima u 2016. i 2010. godini gdje je maseni udio bio u rasponu od 3,22 % do 4,71 % i prosjek 3,81 % u 2016. i raspon vrijednosti od 2,87 % do 3,21 % u 2010. primjećujemo malo povećanje vrijednosti u odnosu na prijašnje istraživanje (Vujević i sur., 2010, Mitar, 2016).

Maseni udio pepela kreće se u rasponu od 2,13 % do 3,12 %, a prosjek iznosi 2,45%. Dobivene vrijednosti su približno jednake kao vrijednosti u istraživanju 2016. gdje prosjek iznosi 2,93 % (Mitar, 2016).

U analiziranim uzorcima maseni udio masti je u rasponu od 59,79 % do 76,30 %, a prosječna vrijednost iznosi 67,64 %. Udio masti u lješnjacima Turskog podrijetla u istraživanju iznosio je u od 58,21 % do 62,90 % što je niža vrijednost od rezultata ovog rada (Ozdemir i Akinci, 2003). Prosječna vrijednost istraživanja Amaral i sur. (2006) iznosila je 64% je također manja. Vrijednosti masenog udjela u istraživanjima provedenim u Hrvatskoj su bile u rasponu od 64,79 % do 67,50 % u istraživanju Vujević i sur. (2010), te u u rasponu

od 52,49 % do 70,15 % u istraživanju Mitar (2016). Prosjek u ovom istraživanju je veći što se može objasniti različitim uvjetima u godini proizvodnje kao što su drugačiji klimatski uvjeti u odnosu na prethodne godine i upotreba izmijenjenih agrotehnika.

Maseni udio proteina se kretao u rasponu od 10,94 % do 20,25 %, a prosjek je iznosio 15,31 %. Rezultat prosječne vrijednosti proteina je manji u odnosu na prošlogodišnje istraživanje koje je iznosilo 19,76 % (Mitar, 2016). U istraživanju u Turskoj raspon se kretao od 11,7 % do 20,8 % s prosječnom vrijednosti 17,4 % što je blizu rezultata našeg istraživanja (Köksal i sur., 2005). Prema istraživanju Vujević i sur. (2010) prosječna vrijednost iznosi 11,32 % .

Iz rezultata istraživanja jezgra lješnjaka ima bogat kemijski sastav. Dominantni su sastojci masti i proteini. Najveći sadržaj masti imala je sorta Da 1 čija je vrijednost iznosila 76,30 %. To je sorta koja je ujedno imala i najmanji udio proteina od 24 analizirane sorte i iznosio je 10,94 %. Sorta Istarski dugoljasti I imala je najveću vrijednost udjela proteina 20,25 %, a sorta Merveille de Bollwiller najmanji udio masti 59,79 %. Haleški I je sorta s najvećim udjelom vode i pepela, a sorta Tonda Gentile delle Langhe s najmanjim udjelom vode.

**Tablica 6.** Sastav masnih kiselina za uzorke pod rednim brojem 1. do 12. iz tablice 4.

Lješnjak	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
<b>C16:0</b>	6,68	6,56	5,85	6,25	6,33	5,79	6,50	5,74	6,01	6,00	6,37	5,78
<b>C16:1-7cis</b>	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04
<b>C16:1-9cis</b>	0,24	0,23	0,19	0,24	0,22	0,21	0,19	0,20	0,24	0,27	0,18	0,22
<b>C17:0</b>	0,05	0,05	0,05	0,05	0,04	0,05	0,06	0,04	0,05	0,04	0,05	0,05
<b>C17:1-10cis</b>	0,06	0,08	0,08	0,10	0,08	0,07	0,07	0,09	0,10	0,08	0,06	0,11
<b>C18:0</b>	3,23	2,52	2,86	2,77	3,06	2,61	3,13	2,27	2,95	2,72	3,91	1,79
<b>C18:1-9cis</b>	79,77	75,87	75,78	75,68	77,92	76,05	78,83	76,00	75,51	79,86	82,08	78,69
<b>C18:1-11cis</b>	1,10	1,17	1,11	1,23	1,15	1,22	1,05	1,27	1,28	1,31	0,96	1,26
<b>C18:2-9,12cis</b>	8,47	13,07	13,61	13,18	10,76	13,54	9,75	13,91	13,39	9,28	5,98	11,70
<b>C18:3-9,12,15cis</b>	0,08	0,13	0,11	0,14	0,11	0,12	0,11	0,10	0,11	0,10	0,07	0,09
<b>C18:4-6,9,12,15cis</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>C20:0</b>	0,16	0,15	0,16	0,18	0,17	0,16	0,16	0,18	0,16	0,18	0,19	0,12
<b>C20:1-9cis</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>C20:1-11cis</b>	0,13	0,14	0,17	0,16	0,14	0,15	0,13	0,17	0,16	0,14	0,12	0,16
<b>C20:2-11,14cis</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

**Tablica 7.** Sastav masnih kiselina za uzorke pod rednim brojem 13. do 24. iz tablice 4.

Lješnjak	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.
<b>C16:0</b>	5,60	5,91	5,87	5,57	5,95	5,63	6,07	6,06	6,02	6,57	5,77	7,49
<b>C16:1-7cis</b>	0,03	0,03	0,04	0,03	0,02	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03	0,00
<b>C16:1-9cis</b>	0,20	0,21	0,21	0,22	0,17	0,20	0,18	0,22	0,24	0,21	0,19	0,33
<b>C17:0</b>	0,05	0,05	0,05	0,03	0,05	0,04	0,05	0,06	0,04	0,05	0,04	0,03
<b>C17:1-10cis</b>	0,09	0,09	0,07	0,08	0,06	0,07	0,06	0,07	0,11	0,08	0,07	0,08
<b>C18:0</b>	2,35	2,74	2,58	2,14	3,47	2,62	2,92	3,24	2,67	2,87	2,73	3,48
<b>C18:1-9cis</b>	75,57	76,21	75,98	77,89	82,45	81,26	82,22	80,52	73,77	82,71	82,28	79,91
<b>C18:1-11cis</b>	1,23	1,20	1,21	1,31	0,94	1,12	0,99	1,16	1,31	1,07	1,04	1,30
<b>C18:2-9,12cis</b>	14,46	13,14	13,53	12,28	6,46	8,63	7,11	8,22	15,36	5,99	7,45	6,95
<b>C18:3-9,12,15cis</b>	0,10	0,11	0,13	0,11	0,10	0,11	0,07	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>C18:4-6,9,12,15cis</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,10	0,10	0,11
<b>C20:0</b>	0,15	0,16	0,16	0,16	0,19	0,16	0,15	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>C20:1-9cis</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,18	0,18	0,16	0,19
<b>C20:1-11cis</b>	0,17	0,15	0,17	0,17	0,14	0,14	0,15	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>C20:2-11,14cis</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,16	0,14	0,14	0,14
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

**Tablica 8.** Sastav masnih kiselina po grupama za uzorke lješnjaka pod rednim brojem 1. do 12. iz tablice 4.

Lješnjak	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
	%											
<b>Zasićene mk</b>	10,12	9,28	8,92	9,24	9,59	8,60	9,85	8,22	9,17	8,94	10,51	7,74
<b>Jednostruko nmk</b>	81,33	77,52	77,36	77,43	79,54	77,73	80,30	77,76	77,33	81,68	83,43	80,48
<b>Višestruko nmk</b>	8,55	13,20	13,72	13,32	10,87	13,66	9,86	14,01	13,50	9,38	6,05	11,79
<b>Od toga:</b>												
<b>omega-6</b>	8,47	13,07	13,61	13,18	10,76	13,54	9,75	13,91	13,39	9,28	5,98	11,70
<b>omega-3</b>	0,08	0,13	0,11	0,14	0,11	0,12	0,11	0,10	0,11	0,10	0,07	0,09
	g/100g uzorka											
<b>Količina masti</b>	5,64	5,56	5,26	5,39	3,04	3,41	3,48	3,06	3,32	3,06	3,07	3,31
<b>Zasićene mk</b>	0,57	0,52	0,47	0,50	0,29	0,29	0,34	0,25	0,30	0,27	0,32	0,26
<b>Jednostruko nmk</b>	4,59	4,31	4,07	4,17	2,42	2,65	2,80	2,38	2,57	2,50	2,56	2,66
<b>Višestruko nmk</b>	0,48	0,73	0,72	0,72	0,33	0,47	0,34	0,43	0,45	0,29	0,19	0,39
<b>Od toga:</b>												
<b>omega-6</b>	0,48	0,73	0,72	0,71	0,33	0,46	0,34	0,43	0,45	0,28	0,18	0,39
<b>omega-3</b>	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

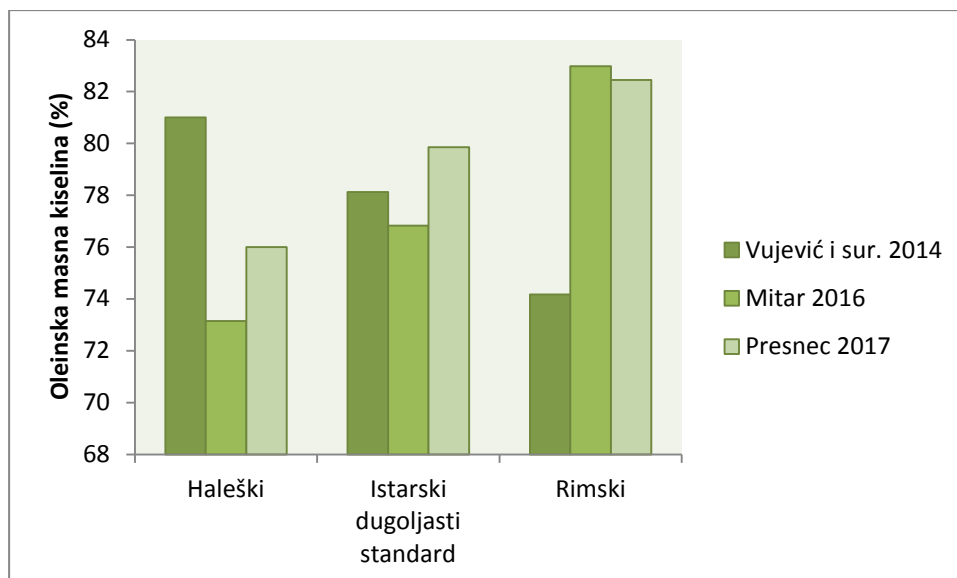
**Tablica 9.** Sastav masnih kiselina po grupama za uzorke lješnjaka pod rednim brojem 13. do 24. iz tablice 4.

Lješnjak	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.
	%											
<b>Zasićene mk</b>	8,14	8,86	8,66	7,90	9,66	8,44	9,18	9,54	8,73	9,49	8,53	11,00
<b>Jednostruko nmk</b>	77,29	77,89	77,68	79,71	83,78	82,82	83,64	82,13	75,64	84,28	83,78	81,80
<b>Viseštruko nmk</b>	14,56	13,25	13,66	12,39	6,56	8,74	7,18	8,33	15,63	6,23	7,69	7,20
<b>Od toga:</b>												
<b>omega-6</b>	14,46	13,14	13,53	12,28	6,46	8,63	7,11	8,22	15,52	6,13	7,59	7,09
<b>omega-3</b>	0,10	0,11	0,13	0,11	0,10	0,11	0,07	0,11	0,11	0,10	0,10	0,11
	g/100g uzorka											
<b>Količina masti</b>	3,10	3,17	2,94	3,17	3,23	3,33	3,04	3,05	3,16	3,17	3,33	3,03
<b>Zasićene mk</b>	0,25	0,28	0,25	0,25	0,31	0,28	0,28	0,29	0,28	0,30	0,28	0,33
<b>Jednostruko nmk</b>	2,40	2,47	2,28	2,53	2,71	2,76	2,54	2,50	2,39	2,67	2,79	2,48
<b>Višeštruko nmk</b>	0,45	0,42	0,40	0,39	0,21	0,29	0,22	0,25	0,49	0,20	0,26	0,22
<b>Od toga:</b>												
<b>omega-6</b>	0,45	0,42	0,40	0,39	0,21	0,29	0,22	0,25	0,49	0,19	0,25	0,22
<b>omega-3</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Rezultati sastava masnih kiselina, količina zasićenih masnih kiselina, jednostruko nezasićenih masnih kiselina (MUFA), višestruko nezasićenih masnih kiselina (PUFA) ispitivanih uzoraka lješnjaka prikazani su u tablicama 6, 7, 8 i 9. U 24 ispitivana uzorka identificirano je petnaest masnih kiselina od kojih je najzastupljenija oleinska kiselina (C18:1-9 cis) i njen raspon se kretao od 73,77 %, sorte Tonda Gentile Romana, do 82,71 %, sorte Torino H 119.

Nakon oleinske kiseline u značajnim količinama slijedi linolna kiselina (C18:2-9,12 cis) u rasponu od 5,98 % kod sorte Istarski okrugli do 15,36 % kod sorte Tonda Gentile Romana. Osim dvije najzastupljenije masne kiseline slijede palmitinska (C16:0) i stearinska kiselina (C18:0). Kod istraživane sorte Riccia di Talanico sadržaj palmitinske kiseline (C16:0) je najmanji i iznosi 5,57 %, a najveći iznos 7,49 % nalazi se u sorti Tonda Gentile della Langhe DA-24. Najveći udio stearinske kiseline (C18:0) je u sorti Istaraski okrugli i iznosi 3,91 %, a najmanji udio 1,79 % u sorti Lange Landsberger.

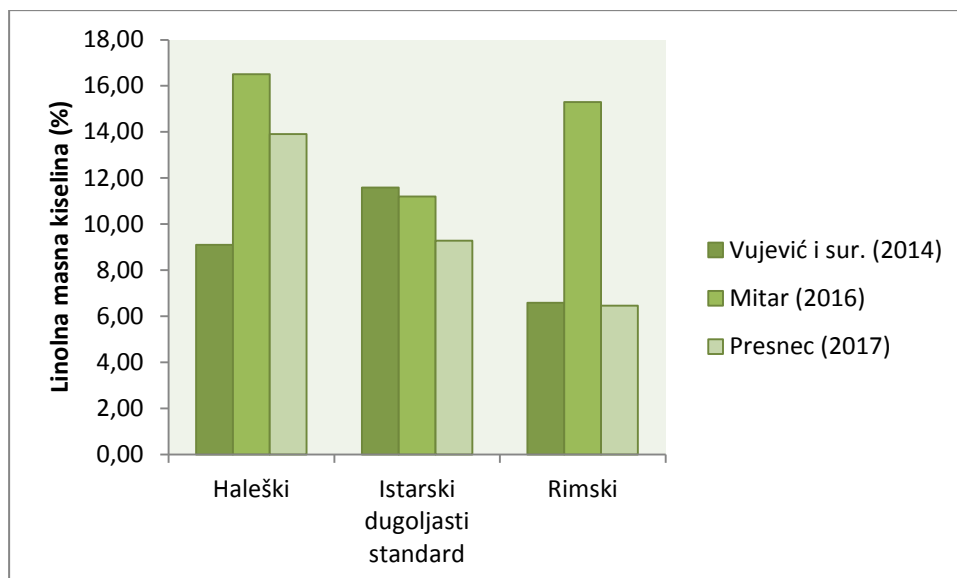
Uspoređujući rezultate s istraživanjem provedenim na uzorcima lješnjaka iz Hrvatske, Italije, Španjolske, Francuske i Turske 2005. najbliži sadržaj oleinske kiseline (C18:1) koji je prosječne vrijednosti u ovom radu od 78,45 % bila je vrijednost 80,3 % dobivena na sortama porijeklom iz Italije. Iznos oleinske kiseline na Hrvatskim sortama u spomenutom istraživanju iznosio je 82,6 %. Prosječna vrijednost linolne kiseline (C18:2) iznosi 10,67 % što je približno jednako iznosu od 10,1 % na sortama iz Španjolske, a prosjek Hrvatskih sorti iznosio je 8,7 %. 6,09 % srednja je vrijednost palmitinske kiseline (C16:0) u ovom istraživanju što je najbliže vrijednosti od 5,8 % dobivenom na sortama iz Italije. Prosjek stearinske kiseline (C18:0) iznosi 2,82 %, što je slično iznosu od 2,7 % u navedenom istraživanju na Hrvatskim sortama (Crews i sur., 2005).



Slika 12. Sadržaj oleinske kiseline (C18:1) u ovom istraživanju u odnosu na rezultate u istraživanju Mitar iz 2016. i Vujević i suradnici iz 2014.

Na slici 12 uspoređeni su rezultati sadržaja oleinske masne kiseline (C18:1) u tri najviše uzgajane sorte u Hrvatskoj, Haleški, Istarski dugoljasti standard i Rimski s rezultatima dobivenim u istraživanju od Mitar iz 2016. i Vujević i sur. iz 2014. Na slici je vidljivo da je sadržaj oleinske kiseline u sorti Istarski dugoljasti standard veći u ovom istraživanju i iznosi 79,86 % dok je u radu Mitar (2016) iznosio 76,83 % i u radu Vujević i sur. (2014) 78,13 %. Kod sorte Rimski su rezultati ovog istraživanja 82,45 % i slični kao u istraživanju Mitar (2016) gdje sadržaj oleinske kiseline iznosio 82,98 %. Sadržaj oleinske kiseline kod sorte Haleški znatno je veći u istraživanju Vujević i sur. (2014) u odnosu na ovo istraživanje gdje iznosi 76 %.





Slika 13. Sadržaj linolne kiseline (C18:2) u ovom istraživanju u odnosu na rezultate u istraživanju Mitar iz 2016. i Vujević i sur. iz 2014.

Sadržaj linolne masne kiseline (C18:2) u tri najčešće uzgajane sorte u Hrvatskoj uspoređen je s rezultatima u istraživanju Mitar iz 2016. i istraživanju Vujević i sur. iz 2014. što je prikazano na slici 13. Iz grafičkog prikaza vidljivo je da je sadržaj linolne kiseline kod sorte Rimski isti u ovom radu (6,46 %) i istraživanju Vujević i sur. (2014) gdje iznosi 6,59 %. Kod sorte Istarski dugoljasti standard vidljivo je da je iznos manji, 9,28 %, nego u dva spomenuta rada. Dok je iznos kod sorte Haleški u istraživanju Vujević i sur. (2014) manji i iznosi 9,10 % u odnosu na ovaj radi u kojem iznosi 13,91 % i u istraživanju Mitar (2016) gdje iznosi 16,5%.

Sastav masnih kiselina po grupama prikazan je u tablicama 7 i 8 gdje je prikazano da su glavna skupina masnih kiselina jednostruko nezasićene masne kiseline (MUFA), a višestruko nezasićene i zasićene masne kiseline su prisutne u nižim koncentracijama. Sastav jednostruko nezasićenih masnih kiselina kretao se od 75,64 % do 84,28 %. Najmanji udio 75,64 % pripada sorti Tonda Gentile Romana, a najveći 84,28 % sorti Torino H 119. U istraživanjima provedenim na Hrvatskim sortama Istarski dugoljasti i Rimski su imali najveći postotak jednostruko nezasićenih masnih kiselina. Istarski dugoljasti je sadržao 80,34 %, a Rimski 84,12 %. U ovom istraživanju Istarski dugoljasti je imao manji postotak od sorte Torino H 119 i iznosio je 81,68 % što je približno jednak rezultat spomenutim istraživanjima. Sorta Rimski u ovom istraživanju sadrži 83,78 % udio jednostruko nezasićenih masnih

kiselina što je približno kao u spomenutom istraživanju ali manje od sorte koja je imala najveću vrijednost (Vujević i sur., 2014; Mitar, 2016).

Udio višestruko nezasićenih masnih kiselina (PUFA) se kretao u rasponu od 6,05 % do 15,63 %. Najveći sadržaj pripada sorti Tonda Gentile Romana, a najmanji sorti Istarski okrugli. Raspon udjela zasićenih masnih kiselina kretao se u rasponu od 7,74 % sorte Lange Landsberger do 11 % sorte Tonda Gentile della Langhe Da-24.

Zbog visokog sadržaja zasićenih i nezasićenih masnih kiselina dodatkom lješnjaka u hranu poboljšava se prehrambena vrijednost proizvedene hrane. Velika koncentracija oleinske i linolne masne kiseline u jezgri lješnjaka štiti organizam od oksidativnog stresa pa se stoga preporuča uvođenje u prehranu kako bi se smanjio unos kolesterola i masti (Koksal i sur., 2006). Masne kiseline koje se nalaze u lješnjaku jednako su kvalitetne kao one koje se nalaze u često korištenim uljima sjemenki i žitarica (Sabate i sur., 1993). U istraživanju Sabate i sur. (1993) rezultati su pokazali da osobe koje su konzumirale orašaste plodove pet ili više puta tjedno imaju smanjenu mogućnost pojava infarkta miokarda.

Sadržaj omega-6 masnih kiselina u uzorcima lješnjaka kretao se u rasponu od 5,98 % kod sorte Istarski okrugli do 15,52 % kod sorte Tonda Gentile Romana. Omega-3 masne kiseline prisutne su u ispitivanim uzorcima u rasponu od 0,07 % kod sorata Istarski okrugli i Tonda di Giffoni do 0,14 % kod sorte Daria.

## 5. ZAKLJUČCI

1. Iz dobivenih rezultata može se zaključiti sljedeće:
  - udio vode kretao se od 2,79 % do 8,33 %,
  - maseni udio pepela izražen na suhu tvar kretao se od 2,13 % do 3,12 %,
  - udio masti kretao se od 59,79 % do 76,30 %
  - udio ukupnih proteina kretao se od 10,94 % do 20,25 %.
2. U odnosu na druga istraživanja uočene su razlike u udjelu vode, udjelu masti i udjelu proteina što se može pripisati klimatskim uvjetima uzgoja u godini u kojoj je istraživanje provedeno, vrsti tla, upotrebi drugačijih agrotehnika i drugim čimbenicima.
3. Analizom masti rezultati su pokazali da su najzastupljenije masne kiseline oleinska i linolna što se i očekivalo s obzirom na prijašnja istraživanja. Sadržaj oleinske masne kiseline je bio u rasponu od 73,77 % do 82,71 % s prosječnom vrijednosti 78,45 %, a sadržaj linolne masne kiseline bio je u rasponu od 5,98 % do 15,36% s prosječnom vrijednosti 10,67 %. Nisu uočene značajne razlike između uzoraka ovog istraživanja i istraživanja na istim sortama iz prethodnih godina.

## 6. LITERATURA

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

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., Santosa, A., Seabra, R.M., Oliveira, B.P.P., (2006) Characterization of several hazelnut (*Corylus avellana* L.) cultivars based in chemical, fatty acid and sterol composition. *Eur. Food Res. Technol.* **222**, 274-280.

Anonymous 1, (2012) Obična lijeska- *Corylus avellana* <corylus.hr> Pristupljeno 24. lipnja 2017.

Anonymous 2, (2015) <http://www.plantea.com.hr/lijeska/>, Pristupljeno 24. lipnja 2017.

Anonymous 3, <http://www.bvo.zadweb.biz.hr/pages/biljke/listopadno%20-%20lijeska.htm>, Pristupljeno 15. rujna 2017.

Anonymous 4, (2013), <https://mikrosvijet.wordpress.com/tag/lijeska/>, Pristupljeno 15. rujna 2017.

Anonymous 5, Sorte lješnjaka, <http://www.Corylus-hr.com/o%20ljesnjaku.html>, Pristupljeno 24. lipnja 2017.

Anonymous 6, (2014) <http://www.narodnilijek.com/web/ljesnjak-plod-mudrosti-i-znanja/>, Pristupljeno 24. lipnja 2017.

Anonymous 7, (2015) <http://www.plantagea.hr/aromaterapija/biljna-ulja-2/kemizam-biljnih-ulja-2/masne-kiseline-2/>, Pristupljeno 24. lipnja 2017.

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

AOAC 935.52:1995, Nuts and nut products – Preparation 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.

Brufau, G., Boatella, J., Rafeca, M. (2006) Nuts: source of energy and macronutrients. *British J. Nutr.* **96**, S24-S28.

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.

Cristofori, V., Ferramondo, S., Bertazza, G., Bignami, C. (2008) Nut and kernel traits and chemical composition of hazelnut (*Corylus avellana* L.) cultivars. *J. Sci. Food Agric.* **88**, 1091-1098.

De Salvador, F.R., Prioetti, G., Lolletti, D. (2009) Influence of Pedoclimate Conditions and Orchard Management on Fruit Quality Characteristics in Hazelnut Cultivars Tonda Gentile Romana and Tonda di Giffoni, Italy, 599-603.

Dimić, E. (2005) Hladno ceđena ulja. Tehnološki fakultet Novi Sad, 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., Braidly 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 25.lipnja 2017.

Fideghelli, C., De Salvador, F.R. (2009). World Hazelnut situation and perspectives. *Acta Hort.* **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. Hort. Sci.* **75**, 77- 84.

Kirbaslar, F. G., Erkmen, G., (2003) Investigation of the Effects of Roasting Temperature on the Nutritive Value of Hazelnuts. *Pl. Foods Hum. Nutr.* **58**, 1-10.

Köksal, 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.

Matin, A. (2012) Kvalitativne promjene lješnjaka u procesu kondicijskog sušenja, Doktorski rad, Agronomski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb.

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.

Mitar, G. (2016) Kemijski sastav lješnjaka raličitih sorti u Hrvatskoj, Diplomski rad, Prehrambeni-biotehnoški fakultet, Sveučilište u Zagrebu, 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.

Ozyardimci, B., Cetinkaya, N., Denli, E., Ic, E., Alabay, M. (2005) Inhibition of egg and larval development of the Indian meal moth *Plodia interpunctella* (Hübner) and almond moth *Ephestia cautella* (Walker) by gamma radiation in decorticated hazelnuts. *J. Stored Prod. Res.* **42**, 183-196.

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.

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 Hort.* **668**, 469-475.

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.

Wilkinson, J. (2005) Nut Growers Guide, Landlinks press, Australia, str. 125.