

Kemijski sastav lješnjaka

Jadrejčić, Erik

Undergraduate thesis / Završni rad

2018

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:159:855271>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-27**



Repository / Repozitorij:

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



Sveučilište u Zagrebu
Prehrambeno-biotehnološki fakultet
Preddiplomski studij Prehrambena tehnologija

Erik Jadrejčić
6875/PT

KEMIJSKI SASTAV LJEŠNJAKA

ZAVRŠNI RAD

Predmet: Analitika prehrambenih proizvoda

Mentor: Prof. dr. sc. *Nada Vahčić*

Zagreb, 2018.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Završni rad

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

Erik Jadrečić, 0058204456

Sažetak: Cilj ovog rada bio je određivanje kemijskog sastava lješnjaka i usporedba dobivenih rezultata s rezultatima istraživanja drugih autora. Analizirani su uzorci 13 različitih sorti lješnjaka. Dobiveni rezultati su sljedeći: udio vode 2,53 - 3,49 %; udio pepela 2,18 - 2,85 %; udio masti 58,56 - 69,55 %; udio proteina 16,88 - 24,50 %; udio ugljikohidrata 5,10 - 10,85 %.

Ključne riječi: lješnjak, kemijski sastav

Rad sadrži: 28 stranica, 12 slika, 4 tablice, 33 literaturna navoda

Jezik izvornika: hrvatski

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

Mentor: Prof. dr. sc. *Nada Vahčić*

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

Datum obrane:

BASIC DOCUMENTATION CARD

Bachelor thesis

University of Zagreb
Faculty of Food Technology and Biotechnology
University undergraduate study Food Technology
Department of Food Quality Control and Nutrition
Laboratory for Food Quality Control
Scientific area: Biotechnical Sciences
Scientific field: Food Technology

Chemical composition of hazelnuts

Erik Jadrejčić, 0058204456

Abstract: The aim of this study was to determine the chemical composition of hazelnut and compare the results obtained with the results of other authors' research. Samples of 13 different varieties of hazelnuts were analyzed. The results were: moisture content 2,53 - 3,49 %; ash content 2,18 - 2,85 %; fat content 58,56 - 69,55 %; protein content 16,88 - 24,50 %; carbohydrate content 5,10 - 10,85 %.

Keywords: hazelnut, chemical composition

Thesis contains: 28 pages, 12 figures, 4 tables, 33 references

Original in: Croatian

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

Mentor: PhD. *Nada Vahčić*, full professor

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

Defence date:

Sadržaj

1. UVOD.....	1
2. TEORIJSKI DIO.....	2
2.1. Porijeklo i botanika lješnjaka.....	2
2.2. Sorte lješnjaka.....	4
2.3. Proizvodnja lješnjaka.....	8
2.4. Kemijske i nutritivne karakteristike lješnjaka.....	10
2.5. Upotreba lješnjaka.....	11
3. MATERIJALI I METODE.....	12
3.1. Materijali.....	12
3.2. Metode.....	13
3.2.1. Priprema uzorka.....	13
3.2.2. Određivanje udjela vode.....	13
3.2.3. Određivanje udjela pepela.....	14
3.2.4. Određivanje udjela masti.....	15
3.2.5. Određivanje udjela proteina.....	16
3.2.6. Određivanje udjela ugljikohidrata.....	17
4. REZULTATI I RASPRAVA.....	18
5. ZAKLJUČAK.....	23
6. POPIS LITERATURE.....	24

1. UVOD

Lješnjaci su nutritivno vrijedna namirnica. Sadrže veće količine minerala, vitamina te omega -3 masnih kiselina. Prisutne su i veće količine proteina i vlakana. Energetski su bogata hrana.

Dokazano je kako redovna konzumacija lješnjaka smanjuje rizik od nastanka raznih bolesti. Lješnjaci značajno smanjuju rizik od nastanka krvožilnih bolesti i nekih vrsta raka (Richardson, 1997). Konzumacija lješnjaka smanjuje razinu ukupnog kolesterola i koncentraciju lipoproteina niske gustoće (LDL) (Orem i sur., 2013). Imaju i pozitivan utjecaj na zdravlje mozga pa tako smanjuju rizik od nastanka Alzheimerove bolesti i demencije (Gorji i sur., 2018). Preporučeno je konzumirati 30 do 60 grama orašastih plodova dnevno kako bi se maksimalno iskoristila njihova pozitivna svojstva na zdravlje. Preporuča ih se konzumirati sirove jer se prženjem umanjuje njihovo blagotvorno djelovanje.

Cilj ovog istraživanja je odrediti kemijski sastav lješnjaka i usporediti dobivene rezultate s podacima iz ostalih znanstvenih studija. U istraživanju se određivao udio vode, pepela, masti, proteina i ugljikohidrata u različitim sortama lješnjaka.

2. TEORIJSKI DIO

2.1. Porijeklo i botanika lješnjaka

Za lješnjak (*Corylus avellana* L.), poznat i kao europski lješnjak, se smatra da vuče porijeklo iz Male Azije. Grci i Rimljani su ga proširili po Europi. Vjeruje se da je sadašnja *Corylus avellana* nastala od *Corylus Mac-Quarri* koja potječe sa Grenlanda. Točna starost biljke nije poznata, ali po pronađenim ostacima peludi je procijenjeno da je biljka postojala 8000 do 5500 godina prije nove ere. Lješnjak je raširen po cijelom svijetu, ali samo kao drvo. Za industrijske potrebe se uzgaja u četiri velika područja koja se odlikuju svježim ljetima i blagim zimama, te se nalaze u blizini i pod utjecajem su velikih vodenih površina.

Postoje brojne vrste lješnjaka roda *Corylus*, poput *C. americana*, *C. avellana*, *C. heterophylla* i dr., koje su rasprostranjene u više dijelova svijeta. U Europi su najzastupljenije vrste *Corylus avellana* i *Corylus colurna*. Ne postoji usuglašenost o podijeli roda *Corylus* pa tako neki botaničari razlikuju 25 vrsta, a neki samo 15.



Slika 1. Obična lješka (*Corylus avellana*) (Anonymous 1, 2014)

Obična lijeska je listopadni grm ili niže stablo iz porodice brezovki. Prirodno raste u umjerenom pojasu Europe i jugozapadne Azije. Raste na rubovima šuma, u šikarama, na vlažnim dubokim humusnim zemljištima. Životni vijek joj je do 100 godina, a plod počinje davati u trećoj ili četvrtoj godini. Raste najčešće kao grm do 4 m visine, a kao stablo naraste i do 15 m. Kora je glatka, tanka, crvenkastosiva do smeđa. Korijen je plitak, no široko i duboko razgranat. Listovi su tamno zelene boje, dugi 5-13 cm, a široki 5-9 cm. Ljeska cvate vrlo rano, obično u veljači i ožujku, a može i u siječnju uz povoljne uvjete, što ju razlikuje od ostalih voćki. Ljeska je jednodomna biljka. To znači da se muški i ženski cvjetovi nalaze na istoj biljci. Ženski cvjetovi su jedva vidljivi, veliki oko 0,5 cm. Tučak je jedan. Ocvijeće im je sraslo s plodnicom. Muški cvjetovi su u obliku resa koje se formiraju već tijekom jeseni i u rano proljeće se otvaraju. Grupirane su po dvije do četiri rese, svaka dužine 5-7 cm, no u fazi punog cvjetanja duge su i do 20 cm. Cvjetovi su bez ocvijeća, a imaju 4 prašnika koji su razdijeljeni u gornjem dijelu te broje 8 prašnica koje na vrhu nose čuperak dlaka. Nakon oprašivanja vjetrom razvijaju se plodovi - lješnjaci. Do 4 ploda smještena su zajedno, a u svakom plodu se nalazi jedna sjemenka. Plod je dug 1,5-2,5 cm, okružen jednostrukim ovojem. U početku su zeleni, a kasnije postaju smeđi. Dozrijevaju u kolovozu i rujnu.



Slika 2. Rese lijeske (Anonymous 2, 2016)

2.2. Sorte lješnjaka

Istarski okrugli je sorta koja vuče porijeklo iz Istre. Plod je krupan, okruglastog oblika, mase oko 3 g. Plodovi teško ispadaju iz omotača, što se smatra nedostatkom. Stablo je veoma bujno, osrednje rodnosti. Kvaliteta ploda je izvrsna, pogodan je za razne namjene. Ima randman oko 45%. Otporan je na bolesti, ali je potrebna zaštita od ljeskotoča (Anonymous 3, 2012).



Slika 3. Plodovi istarskog okruglog lješnjaka (Anonymous 3, 2012)

Istarski duguljasti je populacija od *Corylus maxima*. To je najmasovnija sorta lješnjaka u Hrvatskoj. Zastupljena je sa otprilike 80% u svim plantažama. Široka rasprostranjenost je uvjetovana dobrim osobinama. U usporedbi sa nekim drugim sortama daje redovitiju i obilniju berbu, a manje strada od ljeskotoča jer ima tvrdi ljusku. Ljuska ploda je tamno smeđa s tamnijim prugama. Prosječni randman je dobar i iznosi 43,49%. Jezgra lješnjaka prosječno sadrži 64,38% sirovih masti, 16,62 % bjelančevina i 3,34% invertnog šećera (Anonymous 4, 2012). Ovojnica je dulja od ploda. Vrh mu je nazubljen, sužen i savijen tako da se plod ne vidi. Ne ispada sam iz ovojnice pa je potrebno dodatno čišćenje od ovojnice. Plod je velik, ovalno duguljastog oblika, na vrhu malo spljošten. Prosječna masa se kreće od 3 do 3,5 g. Okus je vrlo ugodan s izrazitom lješnjakovom aromom. Plodovi su pogodni za stolnu upotrebu i za prehrambenu industriju (Anonymous 5, 2018).



Slika 4. Istarski duguljasti lješnjak (Anonymous 4, 2012)

Rimski je sorta lješnjaka nastala od *Corylus avellane*. Vuče porijeklo iz Italije. Ima vrlo bujno stablo te, iako je grm, raste uspravno. Plodovi su okruglastog oblika i malo izduženi. Prosječna im je masa oko 3,12 g. Ljuska je debela i teško lomljiva. Zreli plodovi lako ispadaju iz omotača. Jezgra ploda sadrži 64% masti, 17% bjelančevina i 5,7 mg nezasićenih masnih kiselina. Ova sorta ponekad prerodi, pa alternativno rađa. Dobrom agrotehnikom i pomotehnikom može se umanjiti alternativnost rađanja ove sorte, što joj je inače značajniji nedostatak (Anonymous 4, 2012).



Slika 5. Rimski lješnjak (Anonymous 6, 2013)

Haleški lješnjak je sorta porijeklom iz Njemačke. Razvija bujna stabla ili grmove s naglašenim uspravnim rastom. Stvara mnogo resa. Cvate srednje kasno. Dosta je otporan prema ljeskotoču. Plod je velik, okruglastog oblika s naglašenim bridovima i brazdama po dužini. Prosječna masa ploda je od 3 do 4 g, a randman 45%. Plodovi lagano ispadaju iz omotača. Jezgra je plemenitog i ugodnog okusa. Koristi se kao oprašivač za različite sorte (Anonymous 7, 2018).

Tonda Gentile delle Langhe je talijanska sorta lješnjaka. Odlikuje se velikom bujnošću i obilnom i redovitom rodnošću. Cvate vrlo rano. Plodovi dozrijevaju vrlo rano, već u kolovozu. Košuljica prekriva gotovo čitavi plod i duboko je nazubljena. Dozreli plodovi lako ispadaju. Plod je veoma malen, okruglastog oblika, prosječne mase 2 do 2,5 g. Randman jezgre iznosi 49 do 54%. Plodovi su prvenstveno namijenjeni konditorskoj industriji, ali i za stolnu upotrebu. Smatra se da je Tonda Gentile delle Langhe jedna od najkvalitetnijih sorata lješnjaka na svijetu (Anonymous 8, 2018).



Slika 6. Plodovi Tonde Gentile delle Langhe (Anonymous 8, 2018)

Tonda di Giffoni je talijanska sorta lješnjaka. Tipična je za mediteransko područje. Razvija srednje bujna stabla. Dobre je rodnosti. Cvate srednje rano. Plod je okruglastog oblika, prosječne mase 2-2,5 g. Ovojnica je duža od ploda, ali plod lako ispada kada dozrije. Randman iznosi 43-47%. Plod je odlične kakvoće. Ova je sorta cijenjena u konditorskoj industriji. Dobro se prilagođava i na područja koja nisu tipična za uzgoj lijeske (Anonymous 9, 2018).

Ennis je sorta lješnjaka američkog porijekla. Dobre je i redovite rodnosti. Ima slabi do srednje bujni rast. Kasno cvate. Plod je krupan, ovalno-okruglog oblika. Randman jezgre iznosi 43-45% (Pavlović,2010).

Fertile de Coutard je francuska sorta lješnjaka koja je raširena i izvan Francuske, poglavito u SAD-u. Stablo se odlikuje velikom bujnošću. Rano cvate. Omotač je za 1/3 duži od ploda. Kasno sazrijeva. Plod je okruglastog oblika, prosječne mase 3-4,2 g. Randman iznosi 39-44% (Pavlović, 2010).



Slika 7. Fertile de Coutard (Anonymous 10, 2000)

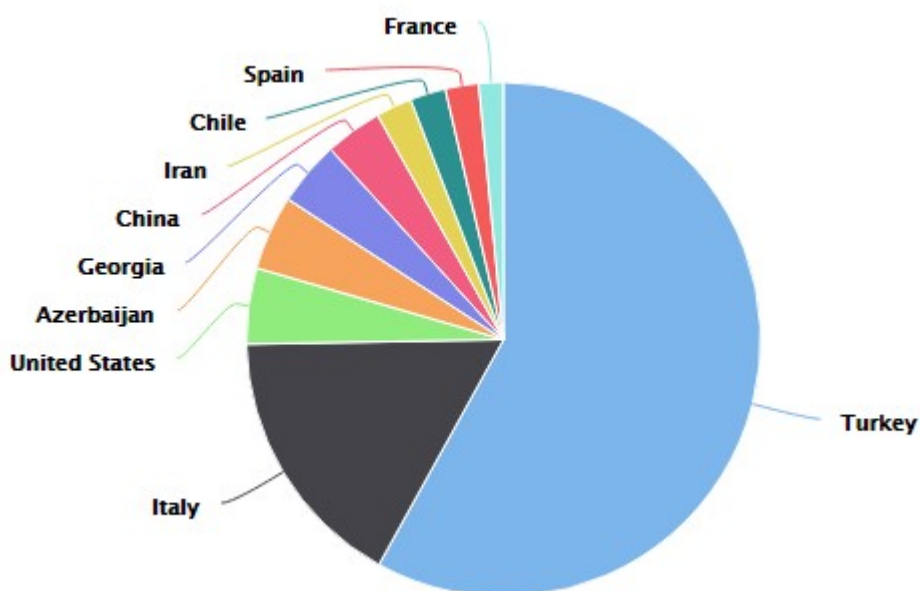
Gunslebert je sorta s vrlo bujnim grmom s naglašenim uspravnim rastom. Cvate srednje kasno. Razvija mnogo resa s puno peludi. Plod je duguljast, prosječne mase 3,5 g. Randman jezgre iznosi 45 do 49%. Zreli plodovi vrlo lako ispadaju. Dozrijevaju u drugoj polovici kolovoza ili u rujnu (Pavlović, 2010).

Negret je najznačajnija španjolska sorta lješnjaka. Grm je srednje bujnosti i uspravno raste. Rano cvate. Plod je okruglast, srednje veličine, prosječne mase 3 g. Omotač je malo duži od ploda. Zreli plodovi lako ispadaju. Jezgra je dobrog okusa. Ima randman 47,7%. Cijenjen je u čokoladnoj industriji (Pavlović, 2010).

Furfulak je vodeća sorta lješnjaka u Turskoj, ali se širi i u drugim zemljama, posebno Francuskoj. Raste srednje bujno. Rano cvate. Plodovi su okrugli, malo spljošteni na vrhu, srednje mase 3 g. Omotač je dug i potpuno prekriva plod. Jezgra je dobre kvalitete i vrlo je cijenjena. Randman je od 44 do 46% (Pavlović, 2010).

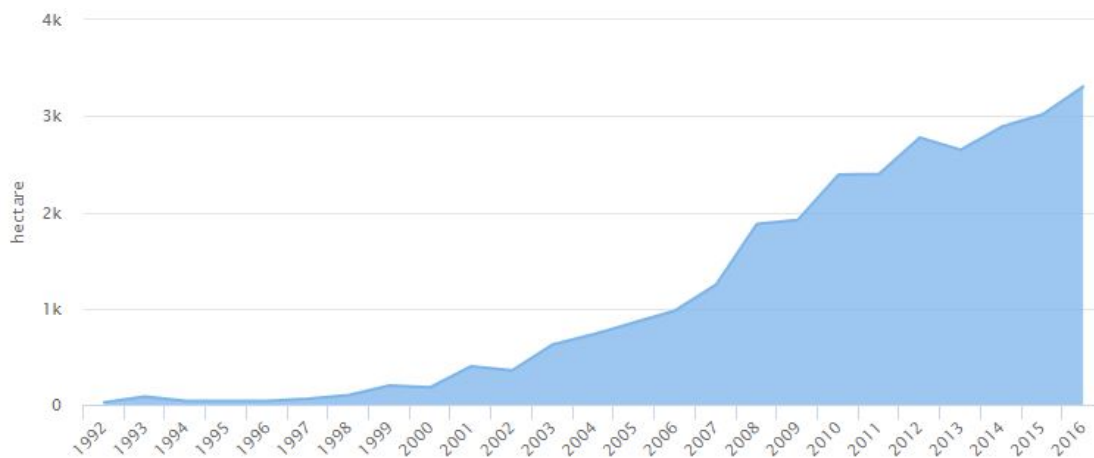
2.3. Proizvodnja lješnjaka

Proizvodnja lješnjaka je najraširenija u mediteranskim zemljama te u SAD-u, ali se on uzgaja i u drugim dijelovima svijeta. Glavni svetski proizvođač lješnjaka je Turska. Prema podacima UN-ove Organizacije za prehranu i poljoprivredu (FAO) 2016. godine je sveukupno u svijetu proizvedeno 743455 tona lješnjaka. U Turskoj je proizvedeno 420 tisuća tona lješnjaka, što čini više od polovine svjetske proizvodnje. Slijedi ju Italija, koja je jedina zemlja uz Tursku u kojoj je proizvedeno više od 100 tisuća tona lješnjaka u 2016. Od ostalih većih proizvođača još se izdvajaju SAD, Azerbajdžan, Gruzija te Kina.

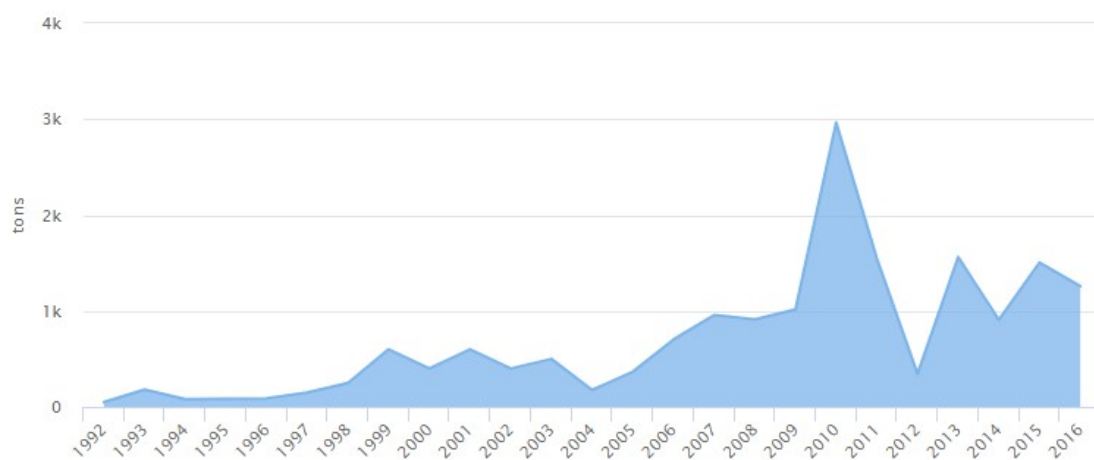


Slika 8. Svjetska proizvodnja lješnjaka (FAOSTAT, 2016)

Hrvatska je na petnaestom mjestu u svijetu po proizvodnji lješnjaka, a šesta je među mediteranskim zemljama. Po FAO-vim podacima u 2016. godini u Hrvatskoj je proizvedeno 1259 tona lješnjaka, a 3304 hektara zemljišta je pod lijeskom. Poljoprivredno poduzeće Orahovica je najveći hrvatski proizvođač lješnjaka. Godišnja proizvodnja PP Orahovice iznosi više od 600 tona lješnjaka, od čega više od 50% ide u izvoz.



Slika 9. Zemlja pod lijeskom u Hrvatskoj (FAOSTAT, 2016)



Slika 10. Proizvodnja lješnjaka u Hrvatskoj (FAOSTAT, 2016)

2.4. Kemijske i nutritivne karakteristike lješnjaka

Lješnjak je biološki visoko vrijedna namirnica. Cijeni se zbog zastupljenosti pojedinih sastojaka značajnih za organizam. Lješnjaci su bogati proteinima, dijetalnim vlaknima, mineralima i vitaminima. Dobar su izvor vitamina B1, B2, B6 i poglavito vitamina E, koji je dobar antioksidans, esencijalan za normalno funkcioniranje mišićnog tkiva i reproduktivnog sustava te smanjuje rizik od raka (Alphan i sur., 1997).

U lješnjaku su prisutni razni makro i mikroelementi, poput željeza, cinka, kalcija i kalija. Primjetna je vrlo velika koncentracija mangana u lješnjaku (100 g lješnjaka pokriva 308% dnevne potrebe za manganom) za kojeg je dokazano da ima značajnu ulogu u funkcioniranju mozga (Takeda, 2003).

Lješnak sadrži veliki udio masti, oko 60%. Glavninu masnih kiselina čine mononezasićene masne kiseline koje pomažu redukciju LDL kolesterola (Grundy, 1989). Najzastupljenija masna kiselina je oleinska.

Lješnjak se smatra namirnicom bogatom proteinima, koji su prisutni u količini od oko 15%. Sadrži razne esencijalne aminokiseline, a najzastupljenije su arginin i leucin (Ilhami Koksali i sur., 2006).

Tablica 1. Kemijski sastav određenih sorti lješnjaka (Silva i sur., 2007)

Sorta	Proteini (g 100 g ⁻¹)	Masti (g 100 g ⁻¹)	Škrob (g 100 g ⁻¹)	Vlakna (g 100 g ⁻¹)	Voda (%)	Pepeo (g 100 g ⁻¹)
Butler	14.53±0.6	49.90±1.5	2.38±0.2	12.07±1.3	4.03±0.1	2.82±0.2
Ennis	12.30±0.3	54.44±1.6	1.90±0.2	14.33±0.9	6.59±0.2	2.93±0.5
Fertile de Coutard	13.59±0.5	61.15±3.1	2.00±0.8	9.60±0.9	6.30±0.1	2.55±0.5
Grossal	12.52±0.2	55.00±2.5	1.14±0.2	11.10±0.9	5.52±0.2	2.38±0.2
Merveille de Bollwiller	17.08±0.9	56.18±2.3	2.16±0.3	8.05±2.0	4.58±0.2	3.30±0.3
Segorbe	14.68±0.9	53.75±1.7	1.00±0.0	9.96±1.9	4.88±0.2	2.67±0.5

2.5. Upotreba lješnjaka

Jezgra lješnjaka se koristi za jelo i kao sirovina za razne industrije. Vrlo je cijenjena u industriji čokolade i raznih krema. Vezano uz industriju čokolade, zanimljivo je da je talijanska tvrtka Ferrero, proizvođač Nutelle i drugih lješnjakovih proizvoda, najveći svjetski kupac lješnjaka te je u posjedu čak 25% svjetske zalihe lješnjaka. U industriji sapuna, strojnog ulja, farmaceutske industriji i u parfumerijama koristi se jezgra lješnjaka te čak i neki produkti koji pri preradi otpadaju. Od lješnjaka se proizvodi i specijalna boja koja se upotrebljava u slikarstvu. Lješnjakov korijen je jako žilast, pa se uspješno koristi za povezivanje erozivnog zemljišta, odnosno kao antierozivna biološka mjera. Cvijet lješnjaka je prva pčelinja paša tamo gdje temperatura omogućuje pčelin let (Pavlović, 2010).

Od lješnjaka se hladnim prešanjem dobiva jestivo ulje. Cijenjeno je u parafinskoj i farmaceutske industriji te u kozmetici. Ima odlike brzog upijanja i reguliranja lučenja masnoće, pa je pogodno za njegu masne kože. Također nalazi primjenu u tretiranju potkožnog tkiva zaposjednutog celulitom i strijama.

Beru se i rese od kojih je moguće raditi brašno i miješati ga s pšeničnim brašnom za izradu kruha. Od kore se mogu raditi oblozi za proširene vene. Izboji lijeske se lako savijaju te su pogodni za izradu košara, obruča i sl. Drvo lijeske je pogodno za obradu i iskoristivo u razne tehničke svrhe (Anonymous 2, 2016).

3. MATERIJALI I METODE

3.1. Materijali

Istraživanje je obuhvatilo analizu uzoraka 13 različitih sorti lješnjaka u kojima se određivao udio vode, pepela, masti, proteina te ugljikohidrata. Oznake i sorte uzoraka su bile sljedeće:

Tablica 2. Uzorci obuhvaćeni u istraživanju

Redni broj	Naziv sorte
1	Istarski okrugli
2	Haleški
3	Istarski duguljasti 4
4	Tonda Gentile delle Langhe
5	Istarski okrugli P1
6	Istarski duguljasti P3
7	Istarski duguljasti P1
8	Daruvar 16
9	Ennis
10	Fertile de Coutard
11	Gunslebert
12	Daria
13	Corabel

3.2. Metode

3.2.1. Priprema uzorka

Uzorci lješnjaka su samljeni mikserom. Usitnjeni uzorci su prebačeni u zatvorene plastične posudice u kojima su se čuvali na sobnoj temperaturi do početka analize njihovog kemijskog sastava.

3.2.2. Određivanje udjela vode

Princip: Korištena je najčešća metoda za određivanje vode u namirnicama - određivanje vode sušenjem do konstantne mase. To je indirektna fizikalna metoda koja se bazira na razlici u masi uzorka prije i nakon sušenja.

Postupak: 3 g (s točnošću $\pm 0,2$) dobro usitnjenog uzorka lješnjaka odvagano je u prethodno osušene, ohlađene i izvagane aluminijske posudice. Nepokrivena posudica s uzorkom i poklopac se suše do konstantne mase u zračnoj sušnici pri $105\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$. Nakon sušenja posudice s uzorkom se pokriju s poklopcima, prebace u eksikator na hlađenje i važu se čim su se ohladile. (AOAC 925.40, 1995)

Račun:

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

Gdje je:

m_1 - masa aluminijske posudice s uzorkom prije sušenja (g)

m_2 - masa aluminijske posudice s uzorkom poslije sušenja (g)

u - masa uzorka (g)

3.2.3. Određivanje udjela pepela

Princip: Određivanje udjela pepela u namirnicama se temelji na karbonizaciji uzorka. Mineralni ostatak namirnice nakon spaljivanja predstavlja udio pepela. Pepeo je zapravo anorganski dio namirnice koji je zaostao nakon što je sva organska tvar spaljena.

Postupak: 3 g (s točnošću $\pm 0,2$) uzorka odvagano je u prethodno izžarenu, u eksikatoru ohlađenu i izvaganu porculansku zdjelicu. Uzorak se u zdjelici zagrijava na plameniku dok potpuno ne pougljeni. Zatim se uzorak prebacuje u Mufolnu peć zagrijanu na oko 550 °C i ostavi u peći dok se ne postigne jednolično svijetlo sivi pepeo bez crnih čestica. Ako je pepeo tamne boje može se navlažiti malom količinom vode da se otope soli, osuši se u sušnici i nastavlja se proces mineralizacije. Nakon što se izvadi iz peći, zdjelica s pepelom se hladi u eksikatoru oko 30 minuta i važe kad postigne sobnu temperaturu. (AOAC 950.49, 1995)

Račun:

$$\% \text{ pepela} = \frac{m_3 - m_1}{m_2 - m_1} \times 100$$

Gdje je:

m_1 - masa prazne porculanske zdjelice (g)

m_2 - masa porculanske zdjelice i uzorka prije spaljivanja (g)

m_3 - masa porculanske zdjelice i pepela (g)

3.2.4. Određivanje udjela masti

Princip: Udio masti u uzorku je određen Soxhletovim postupkom. On se temelji na višekratnoj ekstrakciji masti organskim otapalom u Soxhletovoj aparaturi.

Postupak: Oko 3,5 g ($\pm 0,2$) uzorka odvagano je u odmašćenu papirnatu čahuru te je sušeno u zračnoj sušnici pri 100-105 °C. Čahura je pokrivena slojem odmašćene suhe vate i stavljena u ekstraktor (srednji dio Soxhletove aparature) koji se potom spojio s hladilom i tikvicom. Tikvica je s nekoliko staklenih kuglica prethodno sušena pri 105 °C, ohlađena i izvagana. Zatim se kroz hladilo ulilo toliko otapala (medicinski benzin) da se ekstraktor napuni i pomoću kapilarne cjevčice isprazni u tikvicu. Potom se dodalo još toliko otapala da se napuni do otprilike polovice ekstraktora. Ukupni volumen otapala ne smije prijeći $\frac{3}{4}$ volumena tikvice. Tada se kroz hladilo pustio jaki mlaz vode te se počelo sa zagrijavanjem. Zagrijavanje tikvice s otapalom se izvodilo u pješčanoj kupelji. Temperatura zagrijavanja je regulirana tako da kondenzirane kapljice otapala padaju tolikom brzinom da se jedva mogu brojati. Ekstrakcija je trajala oko 15 sati. Prekinuta je u onom trenutku kad se otapalo iz ekstraktora baš prelilo u tikvicu, a čahura u ekstraktoru je bila bez otapala. Zatim se rastavila aparatura i izvadila čahura s uzorkom, pa se aparatura ponovno sastavila i otapalo se predistiliralo iz tikvice u prazan ekstraktor iz kojega se odlilo nakon završene ekstrakcije. Tikvica s ekstraktom se sušila pri 100-101 °C do konstantne mase (1,5-2 sata), hladila u eksikatoru do sobne temperature i izvagala. (AOAC 948.22, 1995)

Račun:

$$\% \text{ masti} = \frac{b - a}{u} \times 100$$

Gdje je:

a - masa prazne tikvice (g)

b - masa tikvice i ekstrahirane masti (g)

u - masa uzorka (g)

3.2.5. Određivanje udjela proteina

Princip: Organske tvari iz uzorka razore se zagrijavanjem sa sumpornom kiselinom, uz $\text{CuSO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O}$ kao katalizator (ili neki drugi, npr. Se) i K_2SO_4 koji povisuje vrelište te kiseline, uz oslobađanje proteinskog i neproteinskog dušika (osim dušika vezanog uz nitrate i nitrite) koji zaostaje u obliku amonijevih soli (amonijev sulfat). Dodatkom natrijeva hidroksida, iz amonijeva sulfata oslobađa se amonijak koji se predestilira u bornu kiselinu, a nastali amonijev borat titrira se klorovodičnom kiselinom.

Postupak: Odvagane se 1,0 g (s točnošću $\pm 0,1$) homogeniziranog uzorka (ovisno o %N) i prebaci u kivetu od 500 mL (pomoću Al-folije), tako da grlo kivete ostane čisto. Zatim se u kivetu stavi 10 mL koncentrirane H_2SO_4 i 5 mL 30% H_2O_2 te 2 Kjeldahlove tablete ($\text{K}_2\text{SO}_4 + \text{CuSO}_4$). Kiveta se u digestoru lagano zagrijava u bloku za spaljivanje. Kad se reakcija u kiveti smiri, grije se jače. Spaljivanje je završeno kada zaostane bistra plavo-zelena tekućina bez neizgorelih crnih komadića uzorka. Kada se sadržaj u kiveti ohladi slijedi destilacija. Kiveta se prebaci u destilacijsku jedinicu Kjeltex sustava. Na odgovarajuće postolje destilacijske jedinice postavi se Erlenmeyerova tikvica sa 25 mL 4%-tne borne kiseline na način da je destilacijska cjevčica uronjena u otopinu borne kiseline. U Kjeldahlovu kivetu dozira se 80 mL destilirane vode i 50 mL 40% NaOH. Destilacija se odvija 5 minuta, a nakon toga slijedi titracija sadržaja Erlenmeyerove tikvice s 0,1 M klorovodičnom kiselinom do promjene boje u blijedoružičastu. Isti postupak provede se za slijepu probu. (AOAC 950.48, 1995)

Račun:

$$\% \text{ ukupnog } \text{N}_2 = \frac{(T - B) \times N \times 14.007 \times 100}{u}$$

$$\% \text{ proteina} = \% \text{N}_2 \times F$$

Gdje je:

T - utrošak HCl za titraciju (mL)

B - utrošak HCl za titraciju slijepe probe (mL)

N - faktor otopine HCl

u - masa uzorka

F - faktor za preračunavanje % dušika u proteine (za lješnjake 5,30)

3.2.6. Određivanje udjela ugljikohidrata

Princip: Udio ugljikohidrata u uzorku lješnjaka nije određen eksperimentalnom metodom, već indirektno oduzimanjem svih ostalih sastojaka, izraženih u postocima, od 100%. (Oliveira i sur., 2008)

Račun:

$$\% \text{ ugljikohidrata} = 100 - (\% \text{ vode} + \% \text{ pepela} + \% \text{ masti} + \% \text{ proteina})$$

4. REZULTATI I RASPRAVA

Cilj istraživanja je odrediti kemijski sastav lješnjaka različitih sorti te usporediti dobivene rezultate s rezultatima istraživanja drugih autora. Rezultati su prikazani u vidu tablica (3-4) i slika (11-12). Dobivene su vrijednosti prikazane kao maseni udio, izražene u g/100g uzorka (%). Sve su analize provedene prema standardnim AOAC metodama.

Tablica 3. Rezultati analize kemijskog sastava lješnjaka

Uzorci	Voda (%)	Pepeo (%)	Masti (%)	Proteini (%)	Ugljikohidrati (%)
1. Istarski okrugli	2,99	2,43	68,34	21,14	5,10
2. Haleški	3,33	2,85	61,02	22,31	10,49
3. Istarski duguljasti 4	3,41	2,73	58,56	24,50	10,80
4. Tonda Gentile delle Langhe	3,49	2,31	66,12	18,50	9,58
5. Istarski okrugli P1	2,60	2,55	66,37	21,25	7,23
6. Istarski duguljasti P3	3,03	2,43	62,86	22,19	9,49
7. Istarski duguljasti P1	2,98	2,53	61,50	22,94	10,05
8. Daruvar 16	2,53	2,18	69,55	16,88	8,86
9. Ennis	2,87	2,66	64,24	22,44	7,79
10. Fertile de Coutard	3,02	2,56	64,26	22,25	7,91
11. Gunslebert	3,17	2,82	61,73	23,94	8,34
12. Daria	3,12	2,48	62,23	23,69	8,48
13. Corabel	3,26	2,59	60,49	22,81	10,85

Tablica 4. Prosječne vrijednosti kemijskog sastava svih analiziranih sorti lješnjaka

	Voda (%)	Pepeo (%)	Masti (%)	Proteini (%)	Ugljikohidrati (%)
prosjeak	3,06	2,55	63,64	21,91	8,84
standardna devijacija	0,29	0,19	3,22	2,13	1,63
c.v. (%)	9,33	7,50	5,51	9,72	18,45

U tablici 3 su prikazani rezultati analize kemijskog sastava lješnjaka. U tablici 4 su prikazane standardna devijacija, koeficijent varijacije (c.v.) te prosječne vrijednosti masenih udjela vode, pepela, masti, proteina i ugljikohidrata. Standardna devijacija označava prosječno odstupanje od prosjeka, odnosno mjeru raspršenosti rezultata. Koeficijent varijacije je relativna mjera disperzije, a označava omjer standardne devijacije i aritmetičke sredine.

Prosječni udio vode u našem istraživanju je iznosio 3,06 %, a raspon se kretao od 2,53 do 3,49 %. To je rezultat usporediv s istraživanjem provedenim u Hrvatskoj (Vujević i sur., 2010), gdje se udio vode kretao između 2,87 i 3,21 %. Udio vode u našem istraživanju je manji nego udio vode kod istraživanja provedenih u Turskoj (Ilhami Koksall i sur., 2006), gdje je prosječni udio iznosio 4,29 %, te na Novom Zelandu (Savage i McNeil, 1998) gdje je udio vode iznosio 4,6 - 6,0 %.

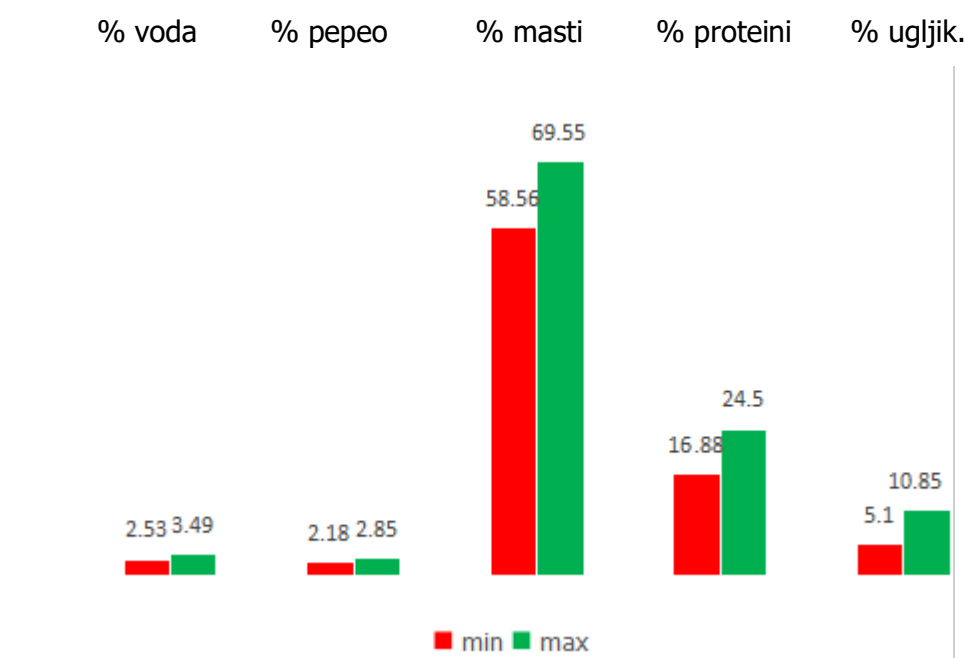
Udio pepela u našem istraživanju se kretao između 2,18 i 2,85 %. Taj je udio pepela niži od onog u iranskom istraživanju (Rezaei i sur., 2014), gdje se kretao između 2,5 i 3,5 %. Udio pepela kod istraživanja provedenih u Hrvatskoj (Vujević i sur., 2010) i Portugalu (Amaral i sur., 2006) su usporedivi s rezultatima našeg istraživanja. Kod Vujevića se udio pepela kretao između 2,51 i 2,85 %, a prosječni udio pepela u Amaralovom je istraživanju iznosio 2,69 %.

Masti su uvjerljivo najzastupljenija komponenta s prosječnim masenim udjelom od 63,64 %. Udio masti u našem istraživanju je varirao od 58,56 do 69,55 %. To je u skladu s rezultatom hrvatskog istraživanja (Vujević i sur., 2010), gdje je udio masti iznosio 61,60 - 67,59 %. Također, naš je rezultat vrlo sličan portugalskom istraživanju (Amaral i sur., 2006) u kojem je prosječni udio iznosio 63,97 %. Udio masti u drugom portugalskom istraživanju (Oliveira i sur., 2008) je značajno manji i iznosi između 56,3 i 61,6 %.

Proteini su druga najprisutnija komponenta. Udio im se kreće od 16,88 do 24,50 %, s prosječnim udiom od 21,91 %. To je veći rezultat nego onaj iz hrvatskog (Vujević i sur., 2010), turskog (Ilhami Koksali i sur., 2006) i američkog (Venkatachalam i Sathe, 2006) istraživanja, gdje su prosječni udjeli redom iznosili: 11,33 %, 17,4 % i 14,08 %. U istraživanju Rezaei i sur. (2014) prosječni udio proteina je iznosio 20,15 %, što je najbliže rezultatu ovog istraživanja.

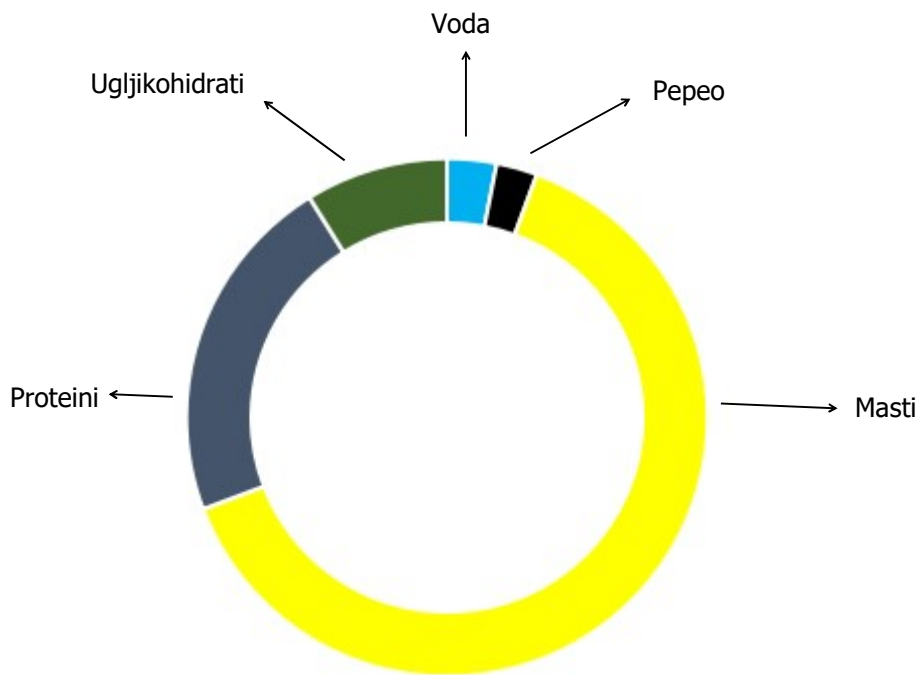
Prosječni udio ugljikohidrata u našem je istraživanju iznosio 8,84 %. U istraživanju Vujevića i sur. (2014) taj je udio puno veći - kretao se između 15,75 i 20,58 %. Također su viši udjeli ugljikohidrata zabilježeni u istraživanju Alasalvara i sur. (2003) te Oliveire i sur. (2008). Tu su prosječni udjeli iznosili 17,30, odnosno 16,63 %.

U odnosu na lješnjake uzgajane u Hrvatskoj naši su uzorci imali veći udio proteina te manji udio ugljikohidrata. Isto je primjećeno i pri usporedbi s lješnjacima uzgajanima u Portugalu, Turskoj te Iranu.



Slika 11. Raspon (min i max) analiziranih sastojaka

Na slici 11. prikazane su minimalne i maksimalne vrijednosti analiziranih kemijskih komponenti. Primjetno je kako je najveća razlika dviju vrijednosti prisutna kod masti. Sorta Daruvar 16 ima najmanje vrijednosti udjela vode (2,53 %), pepela (2,18 %) i proteina (16,88 %). S druge strane, Daruvar 16 sadrži najveću koncentraciju masti (69,55 %). Najmanju vrijednost udjela ugljikohidrata ima sorta Istarski okrugli. Sorta Tonda Gentile delle Langhe ima maksimalnu vrijednost udjela vode. Najveći udio pepela ima sorta Haleški, a ugljikohidrata sorta Corabel. Sorta Istarski duguljasti ima minimalnu vrijednost udjela masti (58,56 %) te maksimalnu vrijednost udjela proteina (24,5 %).



Slika 12. Prosječni kemijski sastav analliziranih uzoraka

Na gornjoj je slici grafički prikazan prosječni kemijski sastav analiziranih uzoraka 13 različitih sorti lješnjaka. Primjetno je da je mast najprisutnija komponenta, dok vode i pepela ima najmanje. To je u skladu s rezultatima istraživanja drugih autora.

5. ZAKLJUČAK

Iz dobivenih rezultata može se zaključiti:

1. U analiziranim uzorcima 13 različitih sorti lješnjaka udio vode kretao se od 2,53 do 3,49 %, udio pepela kretao se od 2,18 do 2,85 %, udio masti kretao se između 58,56 i 69,55 %, udio proteina kretao se u rasponu od 16,88 do 24,50 %, te, konačno, udio ugljikohidrata se kretao od 5,10 do 10,85 %.
2. Mast je uvjerljivo najdominantnija komponenta u svim istraživanim sortama lješnjaka. Slijede proteini i ugljikohidrati. Voda i pepeo su prisutni u najmanjem udjelu.

6. POPIS LITERATURE

Alasalvar C., Shahidi F., Liyanapathirana C.M., Ohshima T. (2003) Turkish Tombul Hazelnut (*Corylus avelana* L.). Compositional Characteristics. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **51**: 3790-3796.

Alphan E., Pala M., Ackurt F., Yilmaz T. (1997) Nutritional composition of hazelnuts and its effects on glucose and lipid metabolism. *Acta Horticulturae* **445**: 305-310.

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 sterol composition. *European Food Research and Technology* **222**: 274-280.

Anonymous 1 (2014) Obična lijeska (*Corylus avellana*)
<<https://www.woodlandtrust.org.uk/visiting-woods/trees-woods-and-wildlife/british-trees/native-trees/hazel/>> Pristupljeno 19. ožujka 2018.

Anonymous 2 (2016) Rese lijeske <<https://www.plantea.com.hr/lijeska/>> Pristupljeno 19. ožujka 2018.

Anonymous 3, (2012)
<<http://www.agroportal.hr/agro-baza/sortne-liste/voce/ljesnjak/8211>> Pristupljeno 20. ožujka 2018.

Anonymous 4, (2012) <<http://www.corylus-hr.com/o%20ljesnjaku.html>> Pristupljeno 20. ožujka 2018.

Anonymous 5, (2018) <<http://moulis.hr/1/istarski-duguljasti>> Pristupljeno 20. ožujka 2018.

Anonymous 6 (2013) Rimski lješnjak
<<https://malchevi.com/de/asortiment/bademi.html>> Pristupljeno 20. ožujka 2018.

Anonymous 7, (2018) <<http://moulis.hr/1/halski-div/>> Pristupljeno 20. ožujka 2018.

Anonymous 8 (2018) <<http://moulis.hr/1/tonda-gentile-delle-langhe/>> Pristupljeno 20. ožujka 2018.

Anonymous 9 (2018) <<http://moulis.hr/1/tonda-di-giffoni/>> Pristupljeno 20. ožujka 2018.

Anonymous 10 (2010) Fertile de Coutard
<<http://www.pommiers.com/noisetier/noisette.htm>> Pristupljeno 20. ožujka 2018.

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

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

FAOSTAT (2016) Food and Agriculture Organization Statistical Databases,
<<http://www.factfish.com/statistic/hazelnuts%2C%20production%20quantity>>
Pristupljeno 21. ožujka 2018.

FAOSTAT (2016) Food and Agriculture Organization Statistical Databases,
<<http://www.factfish.com/statistic-country/croatia/hazelnuts%2C%20production%20quantity>>
Pristupljeno 21. ožujka 2018.

FAOSTAT (2016) Food and Agriculture Organization Statistical Databases,
<<http://www.factfish.com/statistic-country/croatia/hazelnuts%2C%20area%20harvested>>
Pristupljeno 21. ožujka 2018.

Gorji N., Moeini R., Memariani Z. (2018) Almond, hazelnut and walnut, three nuts for neuroprotection in Alzheimer's disease: A neuropharmacological review of their bioactive constituents. *Pharmacological Research* **129**: 115-127.

Grundy S.M. (1989) Monounsaturated Fatty Acids and Cholesterol Metabolism: Implications for Dietary Recommendations. *The Journal of Nutrition* **119**: 529-533.

Ilhami Koksal A., Artik N., Simsek A., Gunes N. (2006) Nutrient composition of hazelnut (*Corylus avellana* L.) varieties cultivated in Turkey. *Food Chemistry* **99**: 509-515.

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

Orem A., Balaban Yucean F., Orem C., Akcan B., Vanizor Kural B., Alasalvar C., Shahidi F. (2013) Hazelnut-enriched diet improves cardiovascular risk biomarkers beyond a lipid-lowering effect in hypercholesterolemic subjects. *Journal of Clinical Lipidology* **7**: 123-131.

Pavlović D. (2010) Priručnik za uzgoj lješnjaka

Rezaei F., Bakhshi D., Fotouhi Ghazvini R., Javadi Majd D., Pourghayoumi M. (2014) Evaluation of fatty acid content and nutritional properties of selected native and imported hazelnut (*Corylus avellana* L.) varieties grown in Iran. *Journal of Applied Botany and Food Quality* **87**: 104-107.

Richardson D.G. (1997) The health benefits of eating hazelnuts: Implications for blood lipid profiles, coronary heart disease, and cancer risks. *Acta Horticulturae* **445**: 295-300.

Savage G., McNeil D.L. (1998) Chemical composition of hazelnuts (*Corylus avellana* L.) grown in New Zealand. *International Journal of Food Sciences and Nutrition* **49**: 199-203.

Silva A.P., Santos A., Cavalheiro J., Ribeiro C., Santos F., Goncalves B. (2007) Fruit chemical composition of hazelnut cultivars grown in Portugal. *Journal of Applied Horticulture* **9**: 157-161.

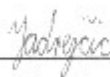
Takeda A. (2003) Manganese action in brain function. *Brain Research Reviews* **41**: 79-87.

Venkatachalam M., Sathe S.K. (2006) Chemical Composition of Selected Edible Nut Seeds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **54**: 4705-4714.

Vujević P., Vahčić N., Milinović B., Jelačić T., Halapija Kazija D., Čmelik Z. (2010) Pomological traits and proximate chemical composition of hazelnut (*Corylus avellana* L.) varieties grown in Croatia. *African Journal of Agricultural Research* **5**: 2023-2029.

Izjava o izvornosti

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



Ime i prezime studenta