

# Kemijski sastav lješnjaka iz sezone 2020.

---

Čvrljak, Marko

Master's thesis / Diplomski rad

2022

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:159:662715>

Rights / Prava: [Attribution-NoDerivatives 4.0 International](#)/[Imenovanje-Bez prerada 4.0 međunarodna](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-28**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
PREHRAMBENO-BIOTEHNOLOŠKI FAKULTET

# DIPLOMSKI RAD

Zagreb, ožujak 2022.

Marko Čvrljak

**KEMIJSKI SASTAV LJEŠNJAKA  
IZ SEZONE 2020.**

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 prof. dr. sc. Nade Vahčić.

## **ZAHVALA**

*Zahvaljujem se mentorici prof. dr. sc. Nadi Vahčić na prenesenom znanju, savjetima i pomoći tijekom izrade diplomskog rada. Također, zahvaljujem se gospođi Valentini Hohnjec i ing. Renati Petrović na strpljenju, sugestijama i podršci za vrijeme izrade eksperimentalnog dijela rada.*

*Zahvaljujem se obitelji i prijateljima na strpljenju i podršci za vrijeme mog školovanja, uz posebnu zahvalu majci, sestri i strini bez kojih ovo postignuće ne bi bilo moguće.*

# 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

Diplomski sveučilišni studij: Upravljanje sigurnošću hrane

## KEMIJSKI SASTAV LJEŠNJAKA IZ SEZONE 2020.

*Marko Čvrljak, univ. bacc. nutr. 00582079189*

**Sažetak:** U ovom radu određen je kemijski sastav 21 sorte lješnjaka uzgajanih u Hrvatskoj te su dobiveni rezultati uspoređeni s rezultatima drugih znanstvenih radova. Dobiveni rezultati su: maseni udio vode od 1,99 % do 3,06 %, maseni udio pepela od 2,0 % do 2,74 %, maseni udio masti od 59,0 % do 74,36 %, maseni udio proteina od 10,28 % do 15,91 % te udio ugljikohidrata od 9,45 % do 21,48 %. Utvrđena su podudaranja u odnosu na rezultate drugih radova, ali i razlike koje se mogu obrazložiti brojnim faktorima poput geografskog podrijetla, različite sorte, klime, poljoprivredne tehnike uzgoja, vrste tla, smještaja voćnjaka, načina upravljanja i skladištenja plodova i slično.

**Ključne riječi:** lješnjak, kemijski sastav

**Rad sadrži:** 43 stranice, 7 slika, 8 tablica, 46 literaturna navoda

**Jezik izvornika:** hrvatski

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

**Mentor:** prof. dr. sc. Nada Vahčić

Stručno povjerenstvo za ocjenu i obranu:

1. prof. dr. sc. Branka Levaj (predsjednik)
2. prof. dr. sc. Nada Vahčić (mentor)
3. doc. dr. sc. Maja Repajić (član)
4. prof. dr. sc. Ksenija Marković (zamjenski član)

**Datum obrane:** 18.03.2022.

## 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

**Graduate university study programme:** Food Safety Management

### CHEMICAL COMPOSITION OF HAZELNUTS FROM SEASON 2020.

*Marko Čvrljak, univ. bacc. nutr. 00582079189*

**Abstract:** In this paper, the chemical composition of 21 hazelnut cultivars grown in Croatia was determined and the obtained results were compared with the results from other scientific papers. The results were: moisture content from 1,99 % to 3,06 %, ash content from 2,0 % to 2,74 %, fat content from 59,0 % to 74,36 %, protein content from 10,28 % to 15,91 % and carbohydrates content from 9,45 % to 21,48 %. Similarities were found in relation to the results from other scientific papers but also differences that can be explained by numerous factors such as geographical origin, different varieties, climate, agricultural cultivation techniques, soil type, orchard location, methods of fruit management and storage, etc.

**Keywords:** hazelnut, chemical composition

**Thesis contains:** 43 pages, 7 figures, 8 tables, 46 references

**Original in:** Croatian

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

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

Reviewers:

1. Branka, Levaj, PhD, Full professor (president)
2. Nada, Vahčić, PhD, Full professor (mentor)
3. Maja, Repajić, PhD, Assistant professor (member)
4. Ksenija, Marković, PhD, Full professor (substitute)

**Thesis defended:** 18.03.2022.

# SADRŽAJ

1.	UVOD .....	1
2.	TEORIJSKI DIO .....	2
2.1.	PODRIJETLO I POVIJEST KULTURE LJEŠNJAKA.....	2
2.2.	SORTE LJEŠNJAKA.....	6
2.2.1.	Sorta Butler.....	7
2.2.2.	Sorta Cosford.....	7
2.2.3.	Sorta Corabel.....	7
2.2.4.	Sorta Daria.....	8
2.2.5.	Sorta Ennis .....	8
2.2.6.	Sorta Fertile de Coutard.....	8
2.2.7.	Sorta Gunslebert .....	9
2.2.8.	Sorta Merveille de Bollwiler .....	9
2.2.10.	Sorta Istarski okruglasti .....	10
2.2.11.	Sorta Negret.....	10
2.2.12.	Sorta Pautet.....	11
2.2.13.	Sorta Riccia di Talanico .....	11
2.2.14.	Sorta Rimski .....	11
2.2.15.	Sorta Segorbe .....	12
2.2.16.	Sorta Tonda di Giffoni.....	12
2.2.17.	Sorta Tonda Gentile delle Langhe .....	13
2.2.18.	Sorta Tonda Gentile Romana .....	13
2.3.	KEMIJSKA I NUTRITIVNA VRIJEDNOST JEZGRE LJEŠNJAKA .....	14
3.	EKSPERIMENTALNI DIO .....	23
3.1.	MATERIJALI RADA .....	23
3.2.	METODE RADA .....	24
3.2.1.	Priprema uzorka.....	24
3.2.2.	Određivanje udjela vode.....	24
3.2.3.	Određivanje udjela pepela (mineralnog ostatka) .....	25
3.2.4.	Određivanje udjela masti .....	26
3.2.5.	Određivanje udjela proteina .....	27
3.2.6.	Određivanje udjela ugljikohidrata .....	29
3.3.	OBRADA PODATAKA .....	30
4.	REZULTATI I RASPRAVA .....	31
5.	ZAKLJUČCI .....	38
6.	LITERATURA .....	39



## 1. UVOD

*Corylus Avellana* L., jedno je od najpopularnijih stabala orašastih plodova na svjetskoj razini. Glavni proizvod *Corylus Avellana* su sjemenke odnosno jezgre lješnjaka, koje se koriste u prehrambenoj industriji kao sastojak različitih proizvoda prvenstveno u konditorskoj i pekarskoj industriji, ali se konzumiraju i sirove (skupa sa kožicom) ili pržene (bez kožice) (Bottone i sur., 2019).

Lješnjak je energetski bogata i nutritivno visokovrijedna namirnica, zbog čega ima važnu ulogu u prehrani i održavanju zdravlja čovjeka. Zahvaljujući povoljnom profilu masnih kiselina od kojih prednjači mononezasićena oleinska masna kiselina, visokom udjelu prehrambenih vlakana, sadržaju raznovrsnih fitokemikalija poput fenola, fitosterola, vitamina, skvalena i drugih, smatraju se funkcionalnom hranom te se dovode u vezu s prevencijom krvožilnih bolesti, inhibicijom razvoja tumora i poboljšanjem imunosnog odgovora (Jiand i sur., 2021; Negrillo i sur., 2021; Bottone i sur., 2019; Bachetta, 2013). Također, različite fitokemikalije prisutne u jezgri lješnjaka pokazuju antikancerogena, protuupalna i antioksidacijska svojstva (Shataer i sur., 2021; Krol i sur., 2020).

Nutritivna vrijednost i kemijski sastav lješnjaka variraju od sorte do sorte te uvelike ovise i o faktorima poput geografskog podrijetla, klime, poljoprivredne tehnike uzgoja, smještaja voćnjaka, kao i načina upravljanja i skladištenja plodova nakon berbe (Miljković, 2018; Granata i sur., 2017).

Cilj ovog istraživanja je odrediti kemijski sastav odnosno masene udjele vode, pepela, masti, proteina i ugljikohidrata u 21 različitoj sorti lješnjaka te usporediti dobivene rezultate s rezultatima sličnih istraživanja na području RH, kao i s rezultatima svjetskih istraživanja.

## 2. TEORIJSKI DIO

### 2.1. PODRIJETLO I POVIJEST KULTURE LJEŠNJAKA

Lješnjak odnosno obična lijeska (*Corylus Avellana*) (slika 1) poznat i pod nazivima europska lijeska, sivosmeđa lijeska te šumska lijeska je listopadni grm ili niže stablo iz porodice brezovka (*Betulaceae*) (anonymus 1, 2015). Rod *Corylus* obuhvaća velik broj vrsta listopadnoga grmlja, a rjeđe drveća. Zajednička im je značajka da imaju najčešće okruglaste i dlakave pupove. Izbojci su im žljezdasto dlakavi, lišće okruglasto i u bazi srcoliko urezano, debelih i odozdo hrapavih i dlakavih žilica. Cvatu prije listanja, s tim da se muški cvatovi pojavljuju već na jesen, za razliku od ženskih koji postaju vidljivi tek u prosincu ili siječnju. Plod je oraščić odnosno lješnjak, smješten u ovoju, omotaču ili kupoli, koji može varirati u dužini te biti jače ili slabije izrezuckan. Vrsta *Corylus Avellana* razvija grmove visine 3 do 8 m, promjera skeletnih grana ili debla od 2 do 7 cm, dok pri povoljnim uvjetima grmovi mogu doseći i visinu do 10-12 m, s promjerom debla i do 15 cm (Miljković, 2018). Kora je tanka i glatka, crvenkastosive do tamnosmeđe boje s velikim brojem plitkih pukotina, lenticela. Pupovi su naizmjenični i jajolika oblika lagano zaoštreni ili tupi, veličine do 3 mm zelene ili sive boje, često pomalo spljoštene i prekriveni malim dlačicama, širokim 2 mm i dugima 3 mm. Listovi su naizmjenični, jajolika oblika, ovalni ili okrugli sa šiljastim vrhom, ali mogu biti i srcoliki te nesimetrični s dužinom od 6 do 12 cm te širinom 4 do 10 cm. Na rubovima su dvostruko nazubljeni i nalaze se na žljezdasto dlakavim peteljka dugim 0,5-2 cm (anonymus 1, 2015). S obzirom da je lijeska jednodomna, na istoj biljci razlikujemo muške i ženske cvjetove. Muški cvjetovi (slika 2) su u obliku rese, grupirani su po dvije do četiri rese, svaka dužine 5-7 cm, no u fazi punog cvjetanja dostižu i dužinu do 20 cm. Ženski cvjetovi (slika 3) su značajno manji, veliki oko 0,5 cm te se razvijaju na jednogodišnjim izbojima u tamnocrvenom cvatu u obliku zbijenih pupova (anonymus 1, 2015). Nakon uspješnog oprašivanja vjetrom, razvija se plod odnosno orah, a nazivamo ga lješnjak. Plod je različitog oblika, veličine i boje ljuske. Ovoj ploda je cjelovit, svijetlozelen, razrezan s jedne ili dvije strane, različite dužine i oblika. Ljuska ploda je smeđe do tamnosmeđe boje, glatka te jako tvrda (Miljković, 2018).



**Slika 1.** *Corylus avellana* (Anonymus 1, 2015)



**Slika 2.** Muški cvijet (Anonymus 1, 2015)



**Slika 3.** Ženski cvijet (Anonymus 2, 2015)

Porijeklo i povijest europske lijeske i dalje nisu u potpunosti razjašnjeni. Međutim, na osnovi paleontoloških istraživanja ustanovljeno je da su u davnoj prošlosti u razdoblju od 8000 do 5000 tisuća godina prije Krista različite vrste lijeske bile proširene diljem sjeverne Europe i to 27 vrsta roda *Corylus*, među kojima i *Corylus Avellana* i to na različitim područjima sjeverne hemisfere (Europa, Azija, Sjeverna Amerika) (Miljković, 2018). Trenutno postoje dvije vodeće teorije o podrijetlu današnje vrste roda *Corylus* (Miljković, 2018). Prema Smoljaninovu postoje dva centra od kuda vode podrijetlo današnje vrste roda *Corylus*, Mala Azija i istočna Azija. Evreinoff smatra da vrsta *Corylus avellana* nije prenesena u Europu iz Azije, već da je nastala od vrste *Corylus Mac Querri*, čiji fosilni ostatci potvrđuju da je nastala s područja Grenlanda. Što se tiče samog imena, naziv roda *Corylus* nastao je u Italiji iz grčke riječi za kacigu “koqucy“, “kquov“ ili “koquycv“ zbog tvrde ljuske koja obavija plod, a sam naziv koristili su i poznati Rimljani poput Vergilija, Ovidija, Catona i drugih. Među starim rimskim literaturnim zapisima, pronađena je upotreba imena Avellino za lijesku što je dovelo do mišljenja da je lijeska dobila ime po gradu Avella, međutim ta tvrdnja je opovrgnuta jer je zapaženo da je naziv bio sklon promjenama te je tako varirao od prvotno Abellinum i Abella do Avellinum i Avella. Botaničar Karl Line je naposljetku lijeski dodijelio ime Avellana i to upravo prema starim antičkim izvorima (Miljković, 2018).

S obzirom da Europska lijeska za svoj rast zahtijeva hladna ljeta, blage zime i dovoljne količine padalina, pretežno se uzgaja u umjerenim klimatskim uvjetima na području Crnog i

Sredozemnog mora i na sjeverozapadnom Pacifiku od čega valja izdvojiti crnomorsku obalu Turske, brdoviti dio Italije, sjeverni dio Španjolske i dolinu Willamette u Oregonu, SAD (Ghisoni i sur., 2020; Frary i sur., 2019). Prema podacima prikupljenim iz 2016. godine, Turska je najveći proizvođač lješnjaka s čak 56 % ukupne svjetske proizvodnje. Zatim ju prati Italija sa 16 % svjetske proizvodnje, dok Gruzija, Sjedinjene Američke Države, Azerbajdžan, Kina i Iran imaju svaka po 3-5 % udjela u svjetskoj proizvodnji (FAOSTAT, 2018). Unatoč tome što je lješnjak po proizvodnji i uzgoju tek šestorangirani orašasti plod (iza indijskog oraha, oraha, kestena, badema i pistacija), u razdoblju od 2006. do 2016. proizvodnja i uzgoj lješnjaka su postigli porast od značajnih 10% (FAOSTAT, 2018). S dugom poviješću uporabe lješnjaka koja seže od mezolitika, utvrđeno je postojanje više od 400 vrsta lješnjaka, od čega je trenutno tek 20 sorti komercijalno značajno (Mehlenbacher, 2009).

## 2.2.   SORTE LJEŠNJAKA

Zbog prirode križanja, među sortama lješnjaka prevladava genetička raznolikost što rezultira nizom sorti od kojih svaka ima svoje karakteristike i zahtjeve za uzgoj. Mehlenbacher (2009) je naveo 400 sorti lješnjaka uzgajanih u različitim zemljama, međutim često neke od sorti navedenih pod različitim nazivima imaju identične genetske markere što dovodi do zabune i pogrešnog označavanja sorti prilikom proizvodnog procesa (Krol i Gantner, 2020). Na morfološke, kemijske i fizikalne karakteristike sorti osim genotipa još utječu i poljoprivredne tehnike uzgoja, upravljanje i skladištenje plodova nakon berbe te položaj voćnjaka što sve skupa određuje manje ili više preferirane sorte na određenim područjima (Miljković 2018; Balta i sur., 2006). Također, različite sorte imaju i različite genetičke predispozicije prema važnim biološkim i gospodarskim značajkama poput bujnosti, mogućnosti interpolinacije, rodnosti, kakvoći plodova, osjetljivosti na bolesti i štetnike, otpornosti na niske temperature i suše (Miljković, 2018). Prema Miljkoviću (2018) s obzirom na kvalitetu plodova i njihovu namjenu, dijele se u tri skupine: stolne sorte za potrošnju u svježem stanju, sorte kombiniranih svojstava za industrijsku i stolnu upotrebu te sorte za konditorsku industriju. Sorte koje se primjenjuju u prvom redu za prehrambenu industriju daju sitnije i srednje velike plodove, okrugla do ovalna oblika, srednje do tanke ljuske s visokim randmanom jezgre s kožicom koja se lako odvaja od jezgre prilikom prženja. Sorte čiji su plodovi namijenjeni za potrošnju u svježem stanju (svježi i prženi lješnjaci, voćne salate) daju velike plodove s atraktivnijim oblikom i bojom ljuske. Najpopularnije i najčešće korištene sorte za potrebe prehrambene industrije su Tonda Gentile delle Langhe, Tonda di Giffoni, S. Giovanni, Mortarella i Riccia di Talanico, uzgajane u Italiji; Tombul, Sivri, Palaz i Fosa uzgajani u Turskoj te sorte Negret i Pautet kultivirane u Španjolskoj. Nadalje, sortama Tonda Gentile delle Langhe i Tonda di Giffoni dodijeljena je i zaštićena oznaka za zemljopisno podrijetlo (eng. *Protected Geographical indication, PGI*). Navedena oznaka odnosi se na proizvod podrijetlom iz određenog mjesta, regije ili zemlje, čija se kvaliteta, ugled ili druge karakteristike u osnovi mogu pripisati njegovom zemljopisnom podrijetlu i barem se jedan od proizvodnih koraka odvija u definiranom mjestu geografskog područja (Uredba EU 1151/2012). U Hrvatskoj su u proizvodnji najviše zastupljene sorte Istarski duguljasti, Rimski i Merveille de Bollwiller (Miljković, 2018).

### 2.2.1. Sorta Butler

Izdvojio ju je J. Butler u Oregonu te su od 1970. godine proučavana njena biološka i gospodarska svojstva, nakon čega je puštena u proizvodnju. Razvija vrlo bujna stabla s poluuspravnim rastom krošanja. Rano ulazi u produktivnu dob te vrlo dobro rađa u kontinentalnim klimatskim uvjetima. Ovoj joj je dlakav te gotovo jednake dužine kao i plod. Zreli plodovi ispadaju iz ovoja što olakšava izvedbu berbe. Plod je jednoličnog okruglasto valjkastog oblika, debljine 20 do 22 mm s prosječnom masom od 3,3 do 3,8 g. Ljuska je srednje debela (1,3 mm), havana boje, lagano prugasta i lijepog izgleda. Prilikom prženja kožica se lako odvaja. Randman jezgre je u rasponu od 43 do 47 %. Vrlo je rodna sorta te se pokazala izrazito uspješnom za sjevernije područje Francuske, gdje je glavna sorta (Miljković, 2018).

### 2.2.2. Sorta Cosford

Sorta Cosford, poznata još i pod sinonimima Coford, Cosforder, Zellernuss, Prolifique a Coque Tendre, dolazi iz Engleske. Razvija grmove/stabla bujnog do srednje bujnog prijelaznog rasta s prijelaznim habitusom krošnje. Odlikuje se relativno dobrom rodnošću. Ovoj je dulji od ploda, a u vrhu je skupljen i pilast. Plod je srednje veličine, duguljast, prema vrhu se postupno sužava te završava sa slabo izraženim sivim dlačicama. Ljuska je tanka, svijetlo kestenaste boje. Prosječna masa ploda je 2,5 g, a jezgre 1,3 g pri čemu randman iznosi 52 %, s tim da prema nekim literaturnim navodima randman može ići i do čak 63 %. Jezgra je velika, čvrsta, hrskava, slatka, dobre kvalitete te se može dobro i dugo skladištiti. Kožica se pri prženju slabo odvaja. Plodovi su namijenjeni pretežno za stolnu potrošnju. Sorta je osjetljiva na grinje (Miljković, 2018).

### 2.2.3. Sorta Corabel

Nova sorta, porijeklom iz Francuske. Nastala je od sjemenjaka sorte Fertile de Coutard u Bordeauxu. Od 1992. godine glavna je stolna sorta u Francuskoj. Razvija vrlo bujne grmove/stabla s krošnjama poluuspravnog habitusa rasta. Rađa vrlo dobro te u produktivnu dob ulazi rano. Ovoj je dlakav, vrlo izražene nervature, malo dulji i pri vrhu je slabo pilast. Zreli plodovi bez problema ispadaju iz ovojnice. Plod je okruglast, prosječne mase od 3,6 do 4,5 g. Ljuska je havana boje, debljine 1,2 do 1,3 mm. Jezgra je velika, ujednačena, okruglastog oblika, prosječne mase 1,6 do 2 g. Randman se kreće od 43 do 48 %. Prilikom prženja kožica se lagano odvaja. Vrlo je dobra stolna sorta zbog dobre rodnosti i visoke kvalitete plodova. Nedostatak

joj je kasno zrenje pa se berba obavlja za vrijeme kišnog razdoblja. Osjetljiva je na bakterioze i antraknosis te srednje osjetljiva prema pepelnici (Miljković, 2018).

#### 2.2.4. Sorta Daria

Talijanska sorta nastala križanjem sorte Tonda Gentile delle Langhe x Cosford od strane P. Romisonda. Razvija grmove/stabla slabe bujnosti poluuspravnog habitusa rasta pa je vrlo prikladna za uzgoj u gustom sklopu. Rano ulazi u produktivnu dob, a dobro i redovito rađa. Ovoj je jednake dužine kao i plod pa zreli plodovi lagano ispadaju. Ovoj je polukružno izrezan i srednje nazubljen te su na njemu vidljivi nervi. Prosječna masa ploda iznosi 2 g. Ljuska je tanka i dobro popunjena tako da randman varira od 51 do 55,2 %. Jezgra je okruglastog oblika, vrlo dobrih organoleptičkih svojstava. Prilikom prženja kožice se lako odvajaju. Sorta je osjetljiva na grinje i ljeskotoču (Miljković, 2018).

#### 2.2.5. Sorta Ennis

Sorta potječe iz države Washington (SAD) otkuda je uvedena u državu Oregon. U SAD-u je glavna stolna sorta, no i van SAD-a se sve više širi uzgoj Ennisa kao stolne sorta, posebice u Francuskoj. Razvija grmove/stabla srednje bujnog rasta s krošnjama prijelaznog habitusa rasta od poluširokih do poluuspravnih. Ovoj joj je podjednako dug kao i plod. Zreli plodovi lako ispadaju iz ovoja što olakšava berbu. Plod je lagano ovalan jednolične veličine, prosječne mase od 3,8 do 4,2 g. Ljuska je debljine 1,3-1,4 mm, svjetlacava i svijetlosmeđe boje. Jezgra je nejednolikog oblika, prosječne mase 1,5 do 2 g, vrlo dobre kakvoće i ugodnog mirisa. Kod prženja se kožica lagano odvajaju od jezgre. Randman je u rasponu od 42 do 46 %. Dobro rodi te ima atraktivan izgled ploda. Osjetljiva je prema bakteriozama, pepelnici i osobito prema antraknosi (Miljković, 2018).

#### 2.2.6. Sorta Fertile de Coutard

Poznata još i pod nazivom Barcelona, čije podrijetlo nije u potpunosti utvrđeno, no pretpostavlja se da dolazi iz jugozapadnog dijela Francuske. Trenutno je dobro zastupljena u jugozapadnoj Francuskoj te na području Oregona u SAD-u gdje je vodeća sorta lješnjaka. Karakterizira ju vrlo bujan rast, poluuspravnog habitusa, sa simetričnim širokim krošnjama. Grmovi mogu dostići visinu i do 6 m. Ovoj ploda je tvrd, mesnat i dlakav, jednako dug ili malo duži od ploda. U vrijeme dozrelosti ploda ovoj je lagano otvoren. Plod je okruglast do



poluokruglast, bočno malo spljošten s debelom tamno kestenastom ljuskom srednje tvrdoće, koja na vrhu ima sive dlačice. Prosječna masa ploda znatno varira od 2,95 do 4 g što uvelike ovisi o količini oborina odnosno o suhim ili kišnim godinama. Prosječna masa jezgre iznosi od 1,5 do 1,6 g s relativno niskim randmanom jezgre od 39 do 46 %. Osjetljiva je prema bakteriozama. Riječ je o stolnoj sorti koja se u novije vrijeme unatoč dobroj rodnosti postupno zamjenjuje američkom sortom Ennis te novom francuskom sortom Fercoril-Corabel (Miljković, 2018).

#### 2.2.7. Sorta Gunslebert

Stara sorta nastala vrlo vjerojatno u Njemačkoj, poznata i pod nazivima Gunsleben, Gunsebenmski, Cob, Gunslebener Zellernuss. Razvija grmove/stabla dobre bujnosti s krošnjom uspravnog rasta, prijelaznog habitusa. Ovoj ploda dug je kao i sam plod. Zreli plodovi ispadaju iz ovoja. Plod je srednje veličine, duguljast i blago valjkast. Ljuska je srednje tanka, blago prugasta i svijetle duhanske boje. Prosječna masa ploda je 2,7 g, a jezgre 1,4 g s randmanom od 45,1 do 49 %. Kožica se pri prženju slabo odvaja. Osjetljiva prema grinjama. Uglavnom se koristi kao stolna sorta (Miljković, 2018).

#### 2.2.8. Sorta Merveille de Bollwiller

Njemačka sorta poznata još i pod nazivima Hallski, Hallesche Zellernuss, Hallesche Riesennuss, Wunder aus Bollwiller, Haleški div. Proširena je u više država Europe (najviše u Njemačkoj, Češkoj i Rusiji), a u Hrvatskoj je zanimljiva kao oprašivač za sortu Istarski duguljasti. Razvija bujne grmove/stabla s poluuspravnim habitusom rasta krošnje eliptična oblika. Rano ulazi u produktivnu dob, a rodi vrlo dobro. Posebno joj odgovara sjeverno kontinentalno klimatsko područje. Ovoj je dlakav i malo duži od ploda te pri vrhu urezan i pilast. Plod je velik, okruglasto loptasto oblika s ožiljkom u bazalnom dijelu. Ljuska je svijetlo kestenjaste boje s tamnijim uskim linijama, debljine 1,5 mm. Prosječna masa ploda varira od 3,5 do 4,2 g. Jezgra je prosječne mase od oko 1,4 g, s randmanom koji se kreće od 36 do 44,9 %. Sorta je osjetljiva na bakterioze, grinje i ljeskotoč, a otporna na pepelnicu. Primarno je stolna sorta, umjereno dobre rodnosti te joj je svakako jedna od prednosti to što je otporna na niske zimske temperature (Miljković, 2018).

### 2.2.9. Sorta Istarski Duguljasti

Stara hrvatska sorta porijeklom iz okolice grada Pazina u Istri, koja se u literaturnim zapisima može pronaći i pod sinonimima Istarski dugi, Istarski debeloplodni te Istarski krupni. Najviše se uzgaja na zapadnoj obali Istre, oko Vrsara, Barbana, Višnjana i Poreča. Međutim u novije vrijeme uzgoj ove sorte se širi i na druga područja Hrvatske, poglavito se to odnosi na Slavoniju, Podravinu, Posavinu i Zagorje. Zbog dobrih bioloških i gospodarskih karakteristika uvršten je u sortiment bivše Jugoslavije te je tako uzgoj značajno proširen i na područje Slovenije, Srbije, Bosne i Hercegovine te u manjoj mjeri i na područje Crne Gore. Sorta je okarakterizirana umjerenom bujnošću te dobrom i učestalom rodnošću. Ovoj je sastavljen od dva lista koji su s jedne strane spojeni te je duži od ploda zbog čega zreli plodovi ne ispadaju iz njega, što uvelike otežava berbu. Plod je velik, ovalno duguljast i pri vrhu malo spljošten. Prosječna masa ploda varira od 3 do 3,43 g, a jezgre 1,3 do 1,49 g. Prosječni randman jezgre se vrti oko 43 %. Ljuska ploda je dosta debela i dobro popunjena jezgrom, svijetlosmeđe boje s tamnim gustim i tankim crtama te je pri vrhu sivo dlakava. Kožica se prilikom prženja jako dobro odvaja od jezgre. Rana, redovita i obilna rodnost uz prinos plodova visoke kvalitete glavne su prednosti uzgoj ova sorte, dok otežana mehanizacija berbe zbog ne mogućnosti ispadanja zrelih plodova iz ovoja predstavlja najveću prepreku ka uzgoju ove sorte (Miljković, 2018).

### 2.2.10. Sorta Istarski okruglasti

Hrvatska sorta, porijeklom iz okolice grada Pazina u Istri. Razvija vrlo bujna stabla ili grmove okruglastog oblika krošnje. Redovito i dobro rađa s naglaskom na otpornost prema suši. Ovoj je neznatno duži od ploda, zbog čega zreli plodovi uspješno ispadaju iz ovoja što znatno olakšava i smanjuje troškove berbe. Plod je velik, okruglasta do okruglasto ovalna oblika te pomalo spljošten, prosječne težine 2,7 g. Ljuska je svijetlo kestenjaste boje i srednje debljine. Prosječna masa jezgre iznosi 1,15 g s randmanom od 42 do 45 %. Srednje otporna na grinje i ljeskotoču. Prednosti ove sorte su to što joj plodovi ispadaju iz omotača i što su po obliku prikladni za industriju i za stolnu potrošnju. Međutim, sorta Istarski okruglasti nije u potpunosti proučena te je neopravdano zapostavljena u uzgoju (Miljković, 2018).

### 2.2.11. Sorta Negret

Stara vodeća španjolska sorta visoke kvalitete ploda za potrebe prehrambene industrije. Razvija grmove/stabla srednje bujnog rasta s poluširokim krošnjama. Ovoj je malo duži od

ploda te je na rubovima izrazito pilast. Plod je pomalo dugaljast s prugastom ljuskom tamne havana boje. Prosječna masa jezgre iznosi 1,1 g, dok je randman jezgre 47,7 %. Prilikom prženja kožica se dobro odvaja od jezgre. Sorta Negret je optimalnih svojstava ploda za konditorsku industriju (Miljković, 2018).

#### 2.2.12. Sorta Pautet

Španjolska sorta podrijetlom iz Alcvuera u provinciji Tarragona. Razvija vrlo bujne grmove, a habitus krošnje je polu uspravan do uspravan. Rano ulazi u produktivnu dob i vrlo dobro rađa. Ovoj je vrlo dlakav, malo duži od ploda i u vrhu proširen i pilast. Zreli plodovi ispadaju iz ovoja što olakšava berbu. Plodovi su okruglasta oblika, ujednačene veličine, debljine 16 do 18 mm. Prosječna masa ploda iznosi 1,9 do 2,4 g. Ljuska je tanka, debljine 1,1 do 1,2 mm, tamne havana boje. Jezra je okruglastog oblika, prosječne težine 0,9 do 1,2 g s randmanom sjemenki u rasponu od 46 do 50 %. Pri prženju kožica se slabo odvaja. Sorta je osjetljiva na antraknosu, bakteriozu i srednje osjetljiva prema pepelnici. Pautet je vrlo dobra sorta, visoke kvalitete ploda glede okusa i arome te uvelike zadovoljava potrebe prehrambene industrije (Miljković, 2018).

#### 2.2.13. Sorta Riccia di Talanico

Talijanska sorta rasprostranjena u Campaniji. Razvija grmove/stabla bujnog rasta, prelaznog habitusa rasta s uspravnim do širokim krošnjama. Sorta je vrlo dobre rodnosti. Ovoj je dulji od ploda pa zreli plodovi bez problema ispadaju iz ovoja. Plod je malen, prosječne težine od 2 g. Ljuska je tanka, svjetlosmeđe boje. Prosječna masa jezgre iznosi 1,2 g, a randman je 51,4 %. Pri prženju se kožica dobro odvaja. Sortu odlikuju visoka rodnost, visoki randman jezgre i izvrsna organoleptička svojstva ploda (Miljković, 2018).

#### 2.2.14. Sorta Rimski

Radi se o sorti poznatoj i pod nazivima Romische Zellernuss i Romische Zeller, a pretpostavlja se da potječe iz južne Europe. Proširena je u uzgoju u Njemačkoj, Mađarskoj, Češkoj, Slovačkoj, Bugarskoj, Srbiji, Makedoniji, Sloveniji, Bosni i Hercegovini i Hrvatskoj. Razvija grmove ili stabla srednje bujnog do vrlo bujnog rasta, s pomalo spljoštenim krošnjama. Ovoj ploda jednake je dužine kao i plod, a sastoji se od dva lista u osnovi spojena i na rubovima pilasta. Ovoj je u gornjem dijelu širok pa plodovi lagano ispadaju iz njega. Plod je velik,

sploštenog oblika, širi nego duži. Ljuska je srednje debela i tvrda glatke površine i svijetlo smeđe boje s tamnim crtama. Prosječna masa ploda varira u rasponu od 2,03 do 4,0 g. Jezgra je nepravilnog pljosnatog oblika, prosječne težine od oko 1,4 g s randmanom u rasponu od 36,69 do 47 %. Kožica sjemenke se prilikom prženja osrednje odvaja. Sorta je otporna prema ljeskotoču i grinjama. Lješnjak ove sorte je slatkastog okusa, gotovo bez karakteristične lješnjakove arome. Prednosti ove sorte su dobra rodnost i uspješno ispadanje plodova iz ovoja, a mane su dosta velik broj praznih plodova i smežuranih jezgri kao i lošije ljuštenje kožice pri prženju (Miljković, 2018).

#### 2.2.15. Sorta Segorbe

Sorta porijeklom iz Francuske, razvija vrlo bujne grmove/stabla, uspravnoga do poluuspravnoga habitusa rasta. Rano ulazi u produktivnu dob, a rađa dobro do umjereno. Plod je okruglast, bočno malo uplošten, jednolike veličine i prosječne mase od 2,6 do 3,1 g. Ljuska je svijetlo duhanske boje. Jezgra je promjenjiva okruglasta oblika, a ujednačene veličine s prosječnom masom od 0,99 g. Kod prženja se kožica srednje odvaja. Randman jezgre iznosi 43 %. Sorta je osjetljiva na pepelnicu i grinje, a manje osjetljiva na bakterioze i antraknoze. Primarna namjena sorte Segorbe je za industrijsku potrošnju (Miljković, 2018).

#### 2.2.16. Sorta Tonda di Giffoni

Talijanska sorta podrijetlom iz Giffoni Valle Piana. Razvija grmove/stabla srednjeg rasta, a prijelaznog habitusa krošnje. Rano ulazi u produktivnu dob te redovito i vrlo dobro rađa. U Hrvatskoj se predlaže za uzgoj u skupini glavnih sorti. Ovoj joj je dulji od ploda, a u pri vrhu nešto šiti i jako pilast. Zreli plodovi ispadaju iz ovoja što olakšava berbu. Ljuska je srednje tanka, kestenjasto smeđe boje, s dvije tamnije kestenaste poprečne pruge. Plod je okruglasta oblika, prosječne mase od 2,4 g. Prosječna težina jezgre iznosi 1,2 g, a randman 46 %. Kod prženja se kožica dobro odvaja. Sorta Tonda di Giffoni daje dobre i stabilne plodove s optimalnim organoleptičkim svojstvima, a plodovi su vrlo cijenjeni i traženi u konditorskoj industriji. Osjetljiva je prema kasnom mrazu i grinjama (Miljković, 2018).

#### 2.2.17. Sorta Tonda Gentile delle Langhe

Talijanska sorta iz Piemonta (područje delle Langhe), poznata i pod nazivima Piemontski i Tonda Gentile Trilobata. Razvija grmove/stabla srednje bujnog rasta i sa širokim habitusom krošnje. Redovito i dobro rodi te rano ulazi u produktivnu dob. Plod je okruglasta oblika, prosječne mase 2,60 g. Ljuska je tanka, svijetlo kestenjaste boje i lagano prugasta. Jezgra je prosječne mase od 1,17 g, a randman jezgre varira od 45,5 do 47 %. Pri prženju kožica se dobro odvaja. Sorta je osjetljiva na grinje. Plodovi sorte Tonda Gentile delle Langhe su vrlo cijenjeni u konditorskoj industriji (Miljković, 2018).

#### 2.2.18. Sorta Tonda Gentile Romana

Talijanska sorta porijeklom iz okolice grada Viterba u provinciji Lazio, u literaturi se može naći i pod sinonimima Tonda Romana i Tonda Gentile di Viterbo. Razvija grmove/stabla srednje bujnog rasta. Rano ulazi u produktivnu dob te redovito i dobro rodi. Ovoj je duboku urezan, dulji od ploda, pri vrhu proširen i izrazito pilast. Dozreli plodovi ispadaju iz ovoja što olakšava mehanizam berbe. Plod je okruglasta oblika, ljuska je tanka, kestenaste boje s izduženim tamnim prugama. Prosječna masa ploda iznosi 2,70 g, a jezgre 1,22 do 1,40 g s randmanom od 45 %. Kožica se pri prženju srednje dobro odvaja. Malo je osjetljiva na grinje. Zahvaljujući vrlo dobrim organoleptičkim svojstvima od čega se ističu ugodan okus i izražena aroma, sorta Tonda Gentile Romana veoma je cijenjena u konditorskoj industriji (Miljković, 2018).

### 2.3. KEMIJSKA I NUTRITIVNA VRIJEDNOST JEZGRE LJEŠNJAKA

Zahvaljujući svojim organoleptičkim svojstvima, lješnjaci (slika 4) se smatraju jednom od najpopularnijih vrsta orašastih plodova te se konzumiraju diljem cijelog svijeta. Konzumiraju se kao plod (sirovi, pečeni ili nasjeckani), ali i kao sastojak prehrambenih proizvoda posebice u pekarskoj i konditorskoj industriji gdje primarno služe kao sirovina pri proizvodnji čokolade, peciva i kolača (Slatnar, 2014; Amaral, 2006). Nadalje, lješnjaci okusom i teksturom doprinose i različitim produktima poput proizvoda na bazi žitarica i raznih vrsta deserata. Također, u posljednje vrijeme služe i za proizvodnju biljnog ulja za kuhanje (Di Nunzio, 2019).



**Slika 4.** Jezgre lješnjaka (Anonymous 1, 2015)

Osim što ga krasi jako dobre senzorske karakteristike, lješnjak je i nutritivno vrlo vrijedna namirnica te kao takva doprinosi uravnoteženoj i pravilnoj prehrani (tablica 1). Također, zahvaljujući visokom udjelu masti, lješnjak je i energetski bogata namirnica s prosječnom vrijednošću od 2510-2719 kJ/600-650 kcal na 100 g lješnjaka (Koksal i sur., 2006). S obzirom da lješnjak sadrži nekoliko bioaktivnih i nutraceutičkih spojeva, smatra se i funkcionalnom hranom, koja doprinosi zdravlju te smanjuje rizik od pojave brojnih bolesti (Solar, 2011).

**Tablica 1.** Osnovni kemijski sastav jezgre lješnjaka prema raznim bazama podataka (DTU 2022; USDA 2019; CapNatura 2018; BDA 2015; Kaić-Rak 1990)

KOMPONENTA	Hrvatska baza podataka	Balkanska baza podataka	Talijanska baza podataka	Danska baza podataka	Američka baza podataka
Voda	6	/	4,5	4,6	5,31
Pepeo	/	/	3,4	2,2	2,29
Masti	69	49,3	64,1	60,6	60,8
Proteini	14	14,9	13,8	13,2	15
Ugljikohidrati	12,1	21,1	14,2	19,5	16,7

Lješnjaci sadrže izrazito visok udio masti (otprilike 60 %) pri čemu su u najvišoj koncentraciji prisutne oleinska, linolenska i palmitinska masna kiselina (Negrillo i sur., 2021; Di Nunzio, 2019; Matthaus i Ozcan, 2012). Profil masnih kiselina lješnjaka kojeg karakterizira visok udio mononezasićenih masnih kiselina te nizak udio zasićenih masnih kiselina, veoma je sličan profilu masnih kiselina maslinovog ulja, što lješnjake čini poželjnim sastojkom pravilne prehrane (Di Nunzio, 2019; Bacchetta, 2013).

Prosječne vrijednosti rezultata sastava masnih kiselina, količina zasićenih masnih kiselina, jednostruko nezasićenih masnih kiselina (MUFA), višestruko nezasićenih masnih kiselina (PUFA) ispitivanih uzoraka istih sorti lješnjaka dobivenih kroz četiri sezone (2014., 2015., 2016. i 2017.) u sklopu diplomskih radova na Prehrambeno-biotehnološkom fakultetu, prikazane su u tablici 2 (Presnec, 2017; Mitar, 2016).

**Tablica 2.** Sastav masnih kiselina za uzorke nekih sorti lješnjaka (Presnec, 2017; Mitar, 2016)

LJEŠNJAK	Butler	Corabel	Cosford	Daria	Ennis	Fertile de Coutard	Gunslebert
C14:0	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03
C16:0	6,64	6,49	6,06	6,28	6,51	6,21	6,33
C16:1-7 <i>cis</i>	0,02	0,02	0,04	0,03	0,04	0,03	0,03
C16:1-9 <i>cis</i>	0,24	0,22	0,19	0,23	0,23	0,24	0,19
C17:0	0,05	0,04	0,06	0,05	0,05	0,04	0,04
C17:1-10 <i>cis</i>	0,07	0,08	0,09	0,08	0,08	0,08	0,08
C18:0	3,57	2,68	2,98	2,92	2,87	2,46	2,81
C18:1-9 <i>trans</i>	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
C18:1-9 <i>cis</i>	76,42	73,66	75,00	76,79	76,77	76,82	77,56
C18:1-11 <i>cis</i>	1,11	1,11	1,03	1,18	1,10	1,18	1,03
C18:2-9,12 <i>cis</i>	11,36	15,18	14,00	11,91	11,82	12,45	11,44
C18:3-9,12,15 <i>trans</i>	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
C18:3-9,12,15 <i>cis</i>	0,1	0,13	0,13	0,11	0,12	0,11	0,13
C18:4-6,9,12,15 <i>cis</i>	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
C20:0	0,16	0,15	0,15	0,16	0,16	0,14	0,15
C20:1-9 <i>cis</i>	0,04	0,04	0,05	0,00	0,00	0,04	0,05
C20:1-11 <i>cis</i>	0,1	0,11	0,12	0,15	0,14	0,11	0,10
C20:2-11,14 <i>cis</i>	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
C23:0	0,1	0,05	0,08	0,06	0,09	0,10	0,04
ZASIĆENE MK (%)	10,54	9,45	9,50	9,51	9,71	8,96	9,40
MUFA (%)	78,00	75,23	76,13	78,46	78,36	78,48	79,03
PUFA (%)	11,47	15,32	14,38	12,03	11,93	12,56	11,57
OD ČEGA:							
OMEGA-6 (%)	11,55	16,66	15,65	13,22	12,79	13,65	12,24
OMEGA -3 (%)	0,10	0,14	0,13	0,13	0,12	0,10	0,14

MK-masne kiseline; MUFA-jednostruko nezasićene masne kiseline; PUFA-višestruko nezasićene masne kiseline



**Tablica 2.** Sastav masnih kiselina za uzorke nekih sorti lješnjaka (Presnec, 2017; Mitar, 2016)  
- nastavak

LJEŠNJAK	Haleški I	Istarski duguljasti	Istarski okrugli	Lange Landsberger	Merveille de Bollwiller	Negret	Pautet
C14:0	0,04	0,03	0,03	0,03	0,04	0,02	0,03
C16:0	5,82	6,06	5,94	5,63	5,87	6,00	6,09
C16:1-7 <i>cis</i>	0,03	0,03	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03
C16:1-9 <i>cis</i>	0,20	0,25	0,17	0,20	0,21	0,20	0,22
C17:0	0,05	0,04	0,05	0,05	0,04	0,05	0,05
C17:1-10 <i>cis</i>	0,09	0,09	0,07	0,10	0,09	0,09	0,08
C18:0	2,41	2,44	3,54	1,89	2,52	2,40	2,79
C18:1-9 <i>trans</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05
C18:1-9 <i>cis</i>	75,57	77,14	80,54	77,05	74,29	73,66	75,52
C18:1-11 <i>cis</i>	1,09	1,25	0,88	1,13	1,16	1,15	1,15
C18:2-9,12 <i>cis</i>	14,47	12,16	8,28	13,48	15,25	15,98	13,49
C18:3-9,12,15 <i>trans</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
C18:3-9,12,15 <i>cis</i>	0,12	0,11	0,09	0,11	0,12	0,12	0,09
C18:4-6,9,12,15 <i>cis</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
C20:0	0,14	0,14	0,17	0,12	0,14	0,14	0,15
C20:1-9 <i>cis</i>	0,05	0,04	0,04	0,06	0,00	0,05	0,05
C20:1-11 <i>cis</i>	0,13	0,12	0,10	0,10	0,16	0,11	0,12
C20:2-11,14 <i>cis</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
C23:0	0,00	0,11	0,09	0,00	0,10	0,00	0,06
ZASIĆENE MK (%)	8,54	8,76	9,82	7,72	8,71	8,63	9,16
MUFA (%)	77,16	80,01	81,81	78,67	75,92	75,28	77,21
PUFA (%)	14,29	11,24	8,37	13,59	15,37	16,09	13,62
OD ČEGA:							
OMEGA-6 (%)	14,51	11,56	9,01	14,70	15,55	18,56	15,05
OMEGA -3 (%)	0,12	0,11	0,10	0,12	0,12	0,12	0,11

MK-masne kiseline; MUFA-jednostruko nezasićene masne kiseline; PUFA-višestruko nezasićene masne kiseline

**Tablica 2.** Sastav masnih kiselina za uzorke nekih sorti lješnjaka (Presnec, 2017; Mitar, 2016)  
-nastavak

Uzorak	Riccia di Talanico	Rimski	Segorbe	Tonda di Giffoni	Tonda Gentile dele Langhe	Torino H
C14:0	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
C16:0	5,62	5,72	5,71	6,01	6,25	6,20
C16:1-7cis	0,04	0,02	0,03	0,02	0,04	0,04
C16:1-9cis	0,20	0,17	0,19	0,19	0,24	0,22
C17:0	0,03	0,05	0,05	0,05	0,03	0,05
C17:1-10cis	0,08	0,07	0,07	0,08	0,09	0,08
C18:0	2,42	3,50	2,70	2,86	2,57	2,82
C18:1-9trans	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
C18:1-9cis	75,62	80,29	80,78	79,15	77,28	76,88
C18:1-11cis	1,15	0,85	1,02	1,01	1,21	1,11
C18:2-9,12cis	14,32	8,81	8,96	10,16	11,77	12,09
C18:3-9,12,15trans	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
C18:3-9,12,15cis	0,13	0,10	0,10	0,09	0,12	0,08
C18:4-6,9,12,15cis	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03
C20:0	0,15	0,16	0,14	0,15	0,16	0,11
C20:1-9cis	0,05	0,04	0,04	0,05	0,05	0,09
C20:1-11cis	0,13	0,10	0,11	0,11	0,11	0,08
C20:2-11,14cis	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04
C23:0	0,06	0,11	0,09	0,06	0,08	0,08
ZASIĆENE MK (%)	8,29	9,56	8,70	9,14	9,07	9,29
MUFA (%)	77,26	81,53	82,23	80,60	79,01	78,49
PUFA (%)	14,45	8,91	9,06	10,25	11,92	12,22
OD ČEGA:						
OMEGA-6 (%)	15,18	9,73	9,26	11,36	13,55	13,19
OMEGA -3 (%)	0,13	0,10	0,10	0,09	0,12	0,11

MK-masne kiseline; MUFA-jednostruko nezasićene masne kiseline; PUFA-višestruko nezasićene masne kiseline

U 20 ispitivanih uzoraka lješnjaka (zbog manjka rezultata za sortu Tonda Gentile delle Langhe) pri čemu su analizirane sorte jednake kao u ovom radu, identificirano je 19 vrsta masnih kiselina od kojih u uvjerljivo najvećem udjelu prednjači oleinska kiselina (C18:1-9 cis)

i to u rasponu od 73,66 % (sorte Corabel i Negret) do 80,54 % (sorta Istarski okrugli). Linolna kiselina (C18:2-9,12 cis) s rasponom od 8,28 % u sorti Haleški I do 15,98 % u sorti Negret, druga je najzastupljenija masna kiselina. Oleinsku i linolnu po zastupljenosti zatim slijede palmitinska (C16:0), stearinska (C18:0) i vakcenska masna kiselina (C18:1-11cis). Palmitinska kiselina varira u rasponu od 5,62 % kod sorte Riccia di Talanico do 6,64 % u sorti Butler, dok se stearinska i vakcenska kiselina kreću u rasponu od 1,89 % u sorti Lange Landsberger do 3,57 % u sorti Butler odnosno u rasponu od 0,85 % u sorti Rimski do 1,25 % u sorti Istarski duguljasti.

Uspoređujući rezultate ranijih istraživanja na PBF-u s istraživanjem provedenim od strane Bacchetta i sur. (2013) u uzorcima 75 sorti lješnjaka prikupljenim diljem Europe dobiveni su približno jednaki rezultati, oleinska masna kiselina izdvojena je kao dominantna i to u rasponu od 73,31 % do 84,56 %. Te ju zatim slijede linolna s prosjekom od 10,57 %, palmitinska s prosjekom od 5,95 % i stearinska s prosjekom od 2,48 %. Negrillo i sur. (2021) odredili su sastav masnih kiselina u uzorcima lokalnih i komercijalnih sorti lješnjaka s područja Španjolske te su dobili približno jednake vrijednosti, oleinsku kiselinu kao vodeću s prosjekom od 76,97 % za lokalne i 78,16 % za komercijalne sorte te linolnu kao drugu najzastupljeniju s prosjekom od 11,34 % za lokalne i 10,63 % za komercijalne sorte. Od ostalih masnih kiselina izdvojili su palmitinsku s prosjekom od 7,23 % za lokalne i 7,03 % za komercijalne sorte, stearinsku s prosjekom od 2,64 % za lokalne i 2,32 % za komercijalne sorte te vakcensku s prosjekom od 1,50 % i 1,54 % za lokalne odnosno komercijalne sorte. Nešto niže vrijednosti zabilježili su Muller i sur. (2020) u uzorcima lješnjaka iz Njemačke, gdje su oleinska i linolenska kiselina varirale u rasponu od 65,1 % u sorti Corabel do 81,7 % u sorti Tonda di Giffoni odnosno u rasponu od 10,30 % u sorti Tonda di Giffoni do 26,80 % u sorti Corabel. Koksai i sur. (2006) dobili su nešto više vrijednosti sadržaja oleinske i linolne masne kiseline s prosjekom od 79,4 % i 13,0 %, dok prosječna vrijednosti sadržaja palmitinske masne kiseline iznosi 5,4 % što je slično rezultatima dobivenim u sklopu ranijih istraživanja na PBF-u. Rezaei i sur. (2014) su u uzorcima prikupljenim u Iranu dobili nešto niže vrijednosti za oleinsku kiselinu s prosjekom od 71,02 % te nešto više za linolnu s prosječnim udjelom od 14,45 %. Kanbur i sur. (2006) u uzorcima lješnjaka s područja Turske zabilježili su znatno veći udio oleinske kiseline, znatno manji udio linolne kiseline te približno jednak udio palmitinske kiseline u odnosu na radove s Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta. Oleinska kiselina prisutna je u rasponu od 84,27 % do 87,38 %, linolna u rasponu od 6,65 % do 10,09 % te palmitinska u rasponu od 4,52 % do 5,70 %. Približno jednak udio oleinske, palmitinske i

stearinske masne kiseline, ali nešto manji udio linolne masne kiseline dobili su Amaral i sur. (2006) u uzorcima iz Portugala. Oleinska masna kiselina kretala se u rasponu od 76,70 % u sorti Campanica do 82,80 % u sorti Gunslebert, dok su prosječne vrijednosti za linolnu, palmitinsku i stearinsku 9,2 %, 5,6 % i 2,7 %. Slične vrijednosti udjela oleinske i linolne masne kiseline u rasponu od 78,61 % u sorti Nottingham do 82,01 % u sorti Barcelona odnosno u rasponu od 10,29 % u sorti Cosford do 12,67 % u sorti Nottingham, zabilježile su Krol i sur. (2019). U istom radu uočene su i slične vrijednosti za palmitinsku kiselinu u rasponu od 4,66 % (sorta Barcelona) do 5,47 % (sorta Nottingham) te stearinsku u rasponu od 1,65 % (sorta Webba Cenny) do 2,27 % (sorta Cosford).

Također, prikazan je i sastav masnih kiselina po grupama iz čega je vidljivo da su jednostruko nezasićene masne kiseline glavna skupina masnih kiselina, dok su višestruko nezasićene i zasićene masne kiseline prisutne u nižim koncentracijama (tablica 2). Raspon jednostruko nezasićenih masnih kiselina kretao se od 76,13 % u sorti Cosford do 81,81 % u sorti Istarski Okrugli. Višestruko nezasićene zabilježene su u rasponu od 8,37 % u sorti Istarski Okrugli do 16,09 % u sorti Negret. Najniži udio zasićenih masnih kiselina sadržavala je sorta Riccia di Talanico (8,29 %), a najviši sorta Butler (10,54 %). Udio omega-6 u analiziranim uzorcima lješnjaka, varirao je od 9,01 % u sorti Istarski okrugli do 18,56% u sorti Negret. Udio omega-3 masnih kiselina znatno je niži u odnosu na omega-6 masne kiseline te izosi u rasponu od 0,09 % u sorti Tonda di Giffoni do 0,14 % u sortama Corabel i Gunslebert.

Bacchetta i sur. (2013) dobili su nešto viši sadržaj jednostruko nezasićenih masnih kiselina s prosjekom od 80,85 % te nešto niži udio zasićenih masnih kiselina s prosjekom od 8,43 %, dok su višestruko nezasićene masne kiseline prisutne u prosjeku od 10,7 % što je približno jednako rezultatima ranijih istraživanja na PBF-u. Nešto više vrijednosti za jednostruko nezasićene masne kiseline u uzorcima u Portugalu u rasponu od 78,65 % u sorti Gunslebert do 84,59 % u sorti Campanica, zabilježili su Amaral i sur. (2006), dok je udio višestruko nezasićenih masnih kiselina bio nešto manji te je varirao je od 7,30 % u sorti Grossal do 11,48 % u sorti Fertile de Coutard. Udio zasićenih masnih kiselina kretao u rasponu od 7,54 % u sorti L. Espagna do 9,97 % u sorti Gunslebert što odgovara vrijednostima dobivenima na PBF-u. U analiziranim uzorcima u Španjolskoj, Negrillo i sur. (2021) dobili su nešto niže vrijednosti udjela jednostruko nezasićenih masnih kiselina u rasponu od 66,9 % u sorti Corabel do 83,0 % u sorti Tonda di Giffoni. Višestruko nezasićene masne kiseline kretale su se u nešto većem udjelu u rasponu od 10,7 % u sortama Tonda di Giffoni i Juningia do 27,0 % u sorti Corabel. Ukupan udio zasićenih masnih kiselina bio je znatno niži i nije prelazio 7,2 %. Reza

i sur. (2014) u uzorcima s područja Irana dobili su također nešto niže vrijednosti za jednostruko nezasićene masne kiseline u rasponu od 66,4 % u sorti Zakatala do 83,1 % u sorti Fertile de Coutard te nešto više vrijednosti za višestruko nezasićene masne kiseline u rasponu od 10,0 % u sorti Pashmineh do 23,1 % u sorti Zakatala. Udio zasićenih masnih kiselina znatno je varirao i to u rasponu od 1,74 % u sorti Fertile de Coutard do 13,93 % u sorti Rondedupimont. Rezultate slične rezultatima ranijih istraživanja s PBF-a, dobili su i Krol i sur. (2019) koji su u uzorcima iz Poljske dobili slične vrijednosti jednostruko nezasićenih i višestruko nezasićenih masnih kiselina u rasponu od 78,82 % u sorti Nottingham do 82,15 % u sorti Cosford odnosno u rasponu od 10,42 % u sorti Cosford do 13,83 % u sorti Olbrzym z Halle te nešto niže vrijednosti zasićenih masnih kiselina u rasponu od 6,79 % u sorti Olbrzym z Halle do 8,37 % u sorti Nottingham.

Jezgra lješnjaka sadrži i druge makronutrijente u značajnim količinama, proteine i prehrambena vlakna. Udio proteina u lješnjaku varira između 10 i 24 % (Koksal i sur., 2006). Proteini lješnjaka bogati su esencijalnim aminokiselinama poput leucina i arginina te neesencijalnim aminokiselinama poput glutaminske i asparaginske kiseline (Koksal i sur., 2006). Lješnjaci se smatraju dobrim izvorom prehrambenih vlakana te je u radu provedenom od strane Schlormanna i sur. (2015) utvrđen prosječni udio vlakana od 8,7 %, varirajući među sortama od 8.05 do 12.07 %. Što se tiče mikronutrijenata, od vitamina u lješnjaku prevladavaju vitamin E i vitamini B skupine poput vitamina B1 (tiamin), B2 (riboflavin), B3 (niacin), B6 (piridoskin) i B9 (folna kiselina), askorbinska kiselina ili vitamin C te retinol ili vitamin A, pri čemu je tokoferol kao forma vitamina E prisutan u najvišoj koncentraciji (Negrillo i sur., 2021; Muller i sur., 2020; Koksal i sur., 2006). Nadalje, u lješnjacima su prisutne značajne količine minerala, i to kalija, fosfora, kalcija i magnezija te u tragovima minerale poput bakra, željeza, mangana i selen (Negrillo i sur., 2021; Muller i sur., 2020; Di Nunzio, 2019; Bacchetta i sur., 2013; Koksal i sur., 2006). Lješnjaci sadrže i raznovrsne fitokemikalije, sekundarne metabolite koji nisu nužni za rast biljke, ali posjeduju značajnu biološku aktivnost uključujući sterole, fenole, flavonoide, tanine, proantocijanidine, diarilheptanoide, lignane i taksane (Shataer, 2021; Negrillo i sur., 2019; Bottone i sur., 2019; Oliveira, 2008). Fitosteroli (posebice  $\beta$  sitosterol), skvalen, fenoli, ciklički diarilheptanoidi te indol-3-octena kiselina su neke od fitokemikalija prisutnih u jezgri lješnjaka kojima su utvrđena antioksidativna, antikancerogena i protuupalna svojstva (Shataer, 2021; Krol i sur., 2020). Od svih fitokemikalija u lješnjaku su u najvišim koncentracijama prisutni fenoli, koji su posebno zanimljivi na znanstvenom polju zbog svoje izrazito visoke antioksidacijske sposobnosti (Bottone i sur., 2019; Slatnar i sur., 2014).

Zahvaljujući visokovrijednom nutritivnom i kemijskom profilu, uspostavljena je povezanost između konzumacije lješnjaka i prevencije kardiovaskularnih bolesti (Negrillo i sur., 2021). Također, konzumacija lješnjaka u pozitivnom se kontekstu povezuje i s prevencijom određenih vrsta malignih oboljenja poput raka debelog crijeva, raka gušterače i raka endometrija, ali i prevencijom bolesti koje se javljaju kod starije populacije poput Alzheimer demencije (Jiang i sur., 2021; Gorji i sur., 2017). Prehrambeni unos lješnjakovog ulja pokazao se uspješnim u tretmanu sindroma policističkog ovarija jer je rezultirao regulacijom gonadotropina, steroida i serumskih lipida te je također pokazao antioksidacijsko djelovanje (Demirel i sur., 2016). Također, konzumacija lješnjaka može dovesti do antiaterogenog učinka na način da pospješuje endotelnu funkciju, sprječava oksidaciju LDL kolesterola i aktivira upalni odgovor (Jiang i sur., 2021).

### **3. EKSPERIMENTALNI DIO**

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

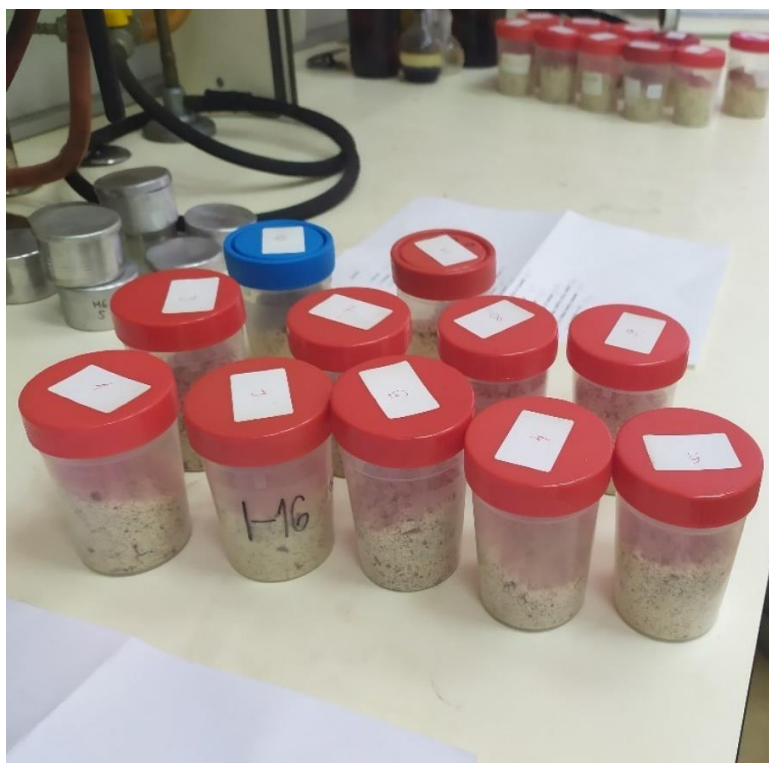
Prikupljen je 21 uzorak lješnjaka različitih sorti (masa pojedinog uzorka iznosila je oko 50 g) iz pokusnog voćnjaka Zavoda za voćarstvo Hrvatskog centra za poljoprivredu hranu i selo u okolici Zagreba, Donjoj Zelini. Analizom dobivenih uzoraka utvrđeni su maseni udjeli vode, pepela, masti, proteina i ugljikohidrata. Uzorcima odnosno pojedinačnim sortama dodijeljeni su redni brojevi:

1. Butler
2. Corabel
3. Cosford
4. Daria
5. Ennis
6. Fertile de Coutard
7. Gunslebert
8. Haleški I
9. Istarski duguljasti
10. Istarski okrugli
11. Lange Landsberger
12. Merveille de Bollwiller
13. Negret
14. Pautet
15. Riccia di Talanico
16. Rimski
17. Segorbe
18. Tonda di Giffoni
19. Tonda Gentile dele Langhe
20. Tonda Gentile Romana
21. Torino H

## 3.2. METODE RADA

### 3.2.1. Priprema uzorka

Jezgre lješnjaka su prvotno očišćene, zatim su usitnjene pomoću ručnog mlina. Prije usitnjavanja svakog novog uzorka, mlin je očišćen kako ne bi došlo do miješanja uzoraka. Nakon mehaničkog usitnjavanja, svaki uzorak je spremljen u odgovarajuću sterilnu, hermetički zatvorenu posudu (slika 5). Posudama su dodijeljeni odgovarajući brojevi te su uzorci u njima bili uskladišteni na sobnoj temperaturi do analize.



**Slika 5.** Usitnjeni uzorci lješnjaka (*vlastita fotografija*)

### 3.2.2. Određivanje udjela vode

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

Princip: Uzorak se suši do konstantne mase, a gubitak u masi izražava se kao udio vode. Razlika u masi prije i poslije sušenja odgovara količini vode u uzorku.

Posude i uređaji:

alumijska posudica

eksikator

analitička vaga tip 2615 (Tehtnica, Železniki, Slovenija)



zračna sušnica tip ST-01/02 (Instrumentaria, Zagreb, Hrvatska)

Postupak: U označene aluminijske posudice stavljen je kvarcni pijesak i stakleni štapić s ciljem bolje homogenizacije uzorka. Aluminijske su zdjelice skupa s poklopcem stavljene u sušionik u vremenu od 30 minuta pri temperaturi 100-130 °C. Nakon što su zdjelice ohlađene i izvagane, odvučeno je 3 g prethodno usitnjenog i homogeniziranog uzorka ( $\pm 0,2$ ). Nepokrivena posudica s uzorkom i poklopac stavljeni su u sušionik na 5 sati pri temperaturi 100-130 °C. Nakon sušenja, zdjelice su podvrgnute hlađenju u eksikatoru. Nakon što su poprimile sobnu temperaturu, odrađeno je vaganje (AOAC 950.49, 1995).

Račun:

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

gdje je :

m1 - masa prazne aluminijske posudice (g)

m2 - masa aluminijske posudice s uzorkom prije sušenja (g)

m3 - masa aluminijske posudice s uzorkom nakon sušenja (g)

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

Princip: Uzorak se prvo karbonizira na plameniku, zatim se mineralizira (suhim putem) pri određenoj temperaturi u mufolnoj peći sve dok uzorak ne postane jednoličan pepeo svijetlo sive boje ili do pepela konstantne mase.

Reagensi: Dušična kiselina 65%, p.a. (PanReac AppliChem, Darmstadt, Njemačka)

Posuđe i uređaji:

porculanska zdjelica

plamenik

eksikator

analitička vaga tip 2615 (Tehtnica, Železniki, Slovenija)

mufolna peć tip Heraeus KR-170 (W.C. Heraeus GmbH, Hanau, Njemačka)

sušnica tip ST-01/02 (Instrumentaria, Zagreb, Hrvatska)

Postupak: Označene porculanske zdjelice se ožare, zatim se ohlade i izvažuju. Nakon tog dodaje se 3 g ( $\pm 0,2$ ) dobro usitnjenog homogeniziranog uzorka. Uzorak je skupa sa zdjelicom zagrijavan na plameniku, sve dok nije pougljenio te je zatim prebačen u mufolnu peć na temperaturu od oko 550 °C. Nakon što je postignut jednoličan svijetlo sivi pepeo bez crnih čestica, zdjelice s uzorcima prebace se u eksikator na hlađenje. U slučaju da su u pepelu prisutne crne čestice, dodaje se nekoliko kapi koncentrirane dušične kiseline. Čim su zdjelice ohlađene, provedeno je vaganje, koje je potrebno što prije obaviti 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:

$m_1$  – 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

Udio masti određen je prema Soxhletovom postupku.

Princip: Višekratna kontinuirana ekstrakcija masti u Soxhletovoj aparaturi.

Reagensi: Medicinski benzin (Gram-Mol d.o.o., Zagreb, Hrvatska)

Posude i uređaji:

analitička vaga tip 2615 (Tehtnica, Železniki, Slovenija)

papirnata čahura

Soxhletova aparatura

pješčana kupelj 1304 (Inko, Zagreb, Hrvatska)

zračna sušnica tip ST - 01/02 (Instrumentaria, Zagreb, Hrvatska)

staklene kuglice

eksikator

Postupak: Odvagano je oko 2 g ( $\pm 0,1$ ) usitnjenog uzorka u prethodno izvaganu, odmašćenu papirnatu čahuru te je čahura s uzorkom prebačena u zračnu sušnici na sušenje 1 sat pri temperaturi 100-105°C. Nakon sušenja, čahura se pokrije slojem odmašćene suhe vate te se postavi u srednji dio Soxhlet aparature (ekstraktor) koji se zatim spoji sa hladilom i tikvicom koja je prethodno skupa s nekoliko staklenih kuglica suštena pri 105°C, ohlađena i izvagana. Kroz hladilo se pomoću lijevka dodaje količina otapala potrebna da se ekstraktor napuni i preko kapilarne cjevčice isprazni u tikvicu. Zatim se dodaje još toliko otapala da se ekstraktor napuni do otprilike polovice. Ukupni volumen otapala ne smije prijeći  $\frac{3}{4}$  volumena tikvice. Nakon toga kroz hladilo se pušta jaki mlaz vode te se započinje za zagrijavanjem tikvice s otapalom, koje se vrši u pješčanoj kupelji zbog zapaljivosti otapala. Zagrijavanje se vrši na temperaturi pri kojoj kondezirane kapljice padaju toliko brzinom da se jedva mogu brojati. Ekstrakcija traje 12 sati, a prekida se u onom trenutku kad se otapalo iz ekstraktora prelije u tikvicu. Rastavi se uređaj, izvadi se čahura s uzorkom, uređaj se ponovno sastavi i otapalo se predestilira iz tikvice u prazan ekstraktor iz kojeg se nakon završetka destilacije odlije. Tikvica s ekstraktom je sušena do konstantne mase pri temperaturi 100-101 °C, ohlađena u eksikatoru i naposljetku 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)

### 3.2.5. Određivanje udjela proteina

Udio ukupnih proteina određen je indirektnom Kjeldahlovom metodom iz udjela dušika.

Princip: Organske tvari iz uzorka razore se zagrijavanjem sa sumpornom kiselinom i katalizatorom (Kjeldahlove tablete) koji povisuje vrelište 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 amonijevog sulfata oslobađa se amonijak koji se predestilira u bornu kiselinu. Nastali amonijev borat titrira se s klorovodičnom kiselinom.

#### Reagensi:

sumporna kiselina 96%, p.a. (PanReac AppliChem, Darmstadt, Njemačka)

Kjeldahl-ove tablete ( $K_2SO_4 + CuSO_4$ ) (Merck KGaA, Darmstadt, Njemačka)

natrijev hidroksid 40%, p.a. (NaOH) (Kemika, Zagreb, Hrvatska)

vodikov peroksid 30% p.a. (Kemika, Zagreb, Hrvatska)

borna kiselina 4%, p.a. (Fischer Scientific, Geel, Belgija)

klorovodična kiselina ( $0,1000 \text{ mol L}^{-1}$ )

#### Posuđe i uređaji:

analitička vaga tip 2615 (Tehtnica, Železniki, Slovenija)

kivete za Kjeltrec sustav (500 mL)

blok za spaljivanje Kjeldahl Tecator DS-6 1007 (Foss, Hillerod, Danska)

Erlenmeyerova tikvica (250 mL)

pipeta (25 mL)

bireta (50 mL)

destilacijska jedinica Foss Kjeltrec sustava 8100 (Foss, Hillerod, Danska)

#### Postupak:

Odvagano je 0,7 g ( $\pm 0,1$ ) dobro usitnjenog homogeniziranog uzorka i preko folije pažljivo prebačeno u kivetu na način da grlo kivete ostane čisto. Zatim se u kivetu doda po 15 mL koncentrirane sumporne kiseline i po jednu Kjeldahl-ovu tabletu. Kiveta se protrese radi boljeg mješanja uzorka s kiselinom. Kiveta se u digestoru u bloku za spaljivanje prvo laganije zagrijava dok se reakcije unutar kivete ne smire, tad se pojača zagrijavanje. Nakon što u kiveti zaostane bistra plavo-zelena tekućina bez neizgorelih crnih komadića uzorka, spaljivanje je gotovo. Kad se sadržaj u kiveti ohladi, kiveta se prebaci u destilacijsku jedinicu Foss Kjeltrec 8100 sustava te slijedi postupak destilacije tako da se prethodno na postolje destilacijske

jedinice postavi Erlenmeyerova tikvica u koju je dodano 25 mL borne kiseline te se uređaj postavi na program koji dodaje 80 mL vode i 50 mL lužine. Nakon što je destilacija gotova, sadržaj tikvice je zelene boje te se titrira s 0,1 M HCl dok ne dođe do promjene boje u ružičastu (AOCS Ba 4b-87, AOAC 950.48).

Račun:

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

$$\% \text{ proteina} = \% \text{N} \times 6,25$$

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)

### 3.2.6. Određivanje udjela ugljikohidrata

Udio ukupnih ugljikohidrata određen je indirektnom metodom, oduzimanjem ukupnog udjela svih ostalih sastojaka, izraženih u postotcima, od 100%

Princip: Zbroje se maseni udjeli vode, pepela, masti i proteina, izraženi u postotcima te se zatim njihov ukupan zbroj oduzme od 100% i dobije se maseni udio ukupnih ugljikohidrata u uzorku (Vujević i sur., 2010).

Račun:

$$\% \text{ ukupnih ugljikohidrata} = 100 - (\% \text{ vode} + \% \text{ masti} + \% \text{ proteina} + \% \text{ pepela}) \quad [5]$$

$$\% \text{ ukupnih ugljikohidrata na s.tv.} = (a \times 100) / (100 - b)$$

gdje je:

a= % ukupnih ugljikohidrata na vlažni uzorak

b = % vlage u zraku

### **3.3. OBRADA PODATAKA**

Statistička obrada podataka provedena je u Microsoft Excelu. Obrađeni su podatci poput prosječne vrijednosti, raspona vrijednosti, standardne devijacije i koeficijenta varijacije (CV) za dobivene masene udjele vode, pepela, masti, proteina i ugljikohidrata u analiziranim uzorcima lješnjaka.

## **4. REZULTATI I RASPRAVA**

Cilj ovog rada je odrediti kemijski sastav ploda lješnjaka različitih sorti uzgojenih u pokusnom voćnjaku u okolici Zagreba te usporediti dobivene rezultate s rezultatima radova iz Hrvatske, ali i drugih zemalja. Analiza uzoraka provedena je prema standardnim AOAC metodama. U analiziranim uzorcima lješnjaka određeni su maseni udjeli vode, pepela, masti, proteina i ugljikohidrata. Rezultati su prikazani u tablici 3 te grafikonima 6 i 7, a dobivene vrijednosti su prikazane masenim udjelom izraženim kao g/100 g uzorka (%) te predstavljaju prosjek od dva paralelna određivanja.

**Tablica 3.** Kemijski sastav različitih sorti lješnjaka

<b>UZORAK</b>	<b>Voda (%)</b>	<b>Pepeo (%)</b>	<b>Masti (%)</b>	<b>Proteini (%)</b>	<b>Ugljikohidrati (%)</b>
<b>1. Butler</b>	2,73	2,46	59,00	14,33	21,48
<b>2. Corabel</b>	2,45	2,23	69,26	13,75	12,31
<b>3. Cosford</b>	2,86	2,60	65,68	15,91	12,95
<b>4. Daria</b>	2,35	2,28	71,77	14,15	9,45
<b>5. Ennis</b>	2,53	2,51	67,87	12,16	14,93
<b>6. Fertile de coutard</b>	2,53	2,25	67,94	13,10	14,18
<b>7. Gunslebert</b>	2,46	2,31	66,30	15,24	13,69
<b>8. Haleški i</b>	2,94	2,60	64,50	15,00	14,96
<b>9. Istarski duguljasti</b>	2,66	2,31	65,21	13,95	15,87
<b>10. Istarski okrugli</b>	2,24	2,28	69,86	10,35	15,27
<b>11. Lange landsberger</b>	2,50	2,74	62,48	13,39	18,99
<b>12. Merveille de bollwiller</b>	3,06	2,65	62,85	15,07	16,37
<b>13. Negret</b>	2,17	2,16	69,70	11,73	14,24
<b>14. Pautet</b>	2,23	2,30	67,83	13,37	14,27
<b>15. Riccia di talanico</b>	2,19	2,36	69,48	11,09	14,88
<b>16. Rimski</b>	2,25	2,28	71,80	10,28	13,39
<b>17. Segorbe</b>	2,32	2,38	69,60	13,05	12,65
<b>18. Tonda di giffoni</b>	2,05	2,14	72,61	10,91	12,29
<b>19. Tonda gentile delle langhe</b>	2,40	2,16	69,13	13,92	12,39
<b>20. Tonda gentile romana</b>	1,99	2,00	74,36	10,89	10,76
<b>21. Torino h</b>	2,43	2,41	68,01	12,71	14,44
<b>PROSJEK</b>	2,44	2,35	67,87	13,06	14,27
<b>RASPON</b>	1,99- 3,06	2,00- 2,74	59,00- 74,36	10,28- 15,91	9,45- 21,48
<b>STANDARDNA DEVIJACIJA</b>	0,28	0,19	3,67	1,68	2,61
<b>CV (%)</b>	11,48	8,09	5,41	12,86	18,29



Maseni udjeli vode, pepela, masti, proteina i ugljikohidrata u analiziranim uzorcima različitih sorti lješnjaka navedeni su u tablici 3. Statistički obrađeni podatci poput prosječne vrijednosti, raspona vrijednosti, standardne devijacije i koeficijenta varijacije (CV) za sve proučavane parametre, također su prikazani u istoj tablici.

Maseni udio vode u ovom radu kreće se u rasponu od 1,99 % do 3,06 % s prosječnom vrijednošću od 2,44 % što pokazuje nešto niže vrijednosti od onih dobivenih u prethodnim istraživanjima. U istraživanjima provedenima od strane Mitar (2016) i Presnec (2017), maseni udio vode u prosjeku je iznosio 3,81 % odnosno 5,09 %, dok su Vujević i sur. (2010) također dobili više vrijednosti udjela vode varirajući u rasponu od 2.87 % do 3.21 %. Negrillo i sur. (2021) dobili su znatno više vrijednosti masenog udjela vode s prosjekom od 4,22 % za lokalne i 4,18 % za komercijalne sorte. Muller i sur. (2020) u uzorcima lješnjaka iz Njemačke zabilježili su također veće vrijednosti masenog udjela vode i to u rasponu od 3,3 % do 4,5 %. Povišene vrijednosti sadržaja vode zabilježene su i u uzorcima prikupljenim u Turskoj, s prosjekom od 4,29 % (Koksal i sur., 2006). Amaral i sur. (2006) utvrdili su u uzorcima lješnjaka u Portugalu prosječnu vrijednost masenog udjela vode od 4,87 %. Hosseinpour i sur. (2013) zabilježili su u Iranu znatno više vrijednosti masenog udjela vode u rasponu od 4,10 % do 8,75 %.

Vrijednost masenog udjela pepela kreće se od 2,00 % do 2,74 % s prosjekom od 2,35 % te je približno jednaka vrijednostima dobivenima u radovima od strane Presnec (2017) i Mitar (2016) čije prosječne vrijednosti iznose 2,45 % odnosno 2,93 %. U istraživanju u Poljskoj (Krol i sur., 2019) maseni udio pepela kretao se u rasponu od 2,32 % do 2,81 %. Negrillo i sur. (2021) u uzorcima lokalnih i komercijalnih sorti prikupljenih u Španjolskoj, dobili su prosječne vrijednosti masenog udjela pepela 2.14 % za lokalne i 2,35 % za komercijalne sorte. Nadalje, Amaral i sur. (2006) su također dobili približno jednake vrijednosti kao i u ovom radu, s prosjekom od 2,69 %. Hosseinpour i sur. (2013) te Rezai i sur. (2014) dobili su znatno više vrijednosti masenog udjela pepela u uzorcima lješnjaka s područja Irana, koje su se kretale u rasponu od 2,62 % do 4,13 % odnosno u rasponu od 2,5 % do 3,5 %. U uzorcima prikupljenim u Turskoj, Kanbur i sur. (2006) dobili su nešto niže vrijednosti sadržaja pepela i to u rasponu od 0,89 % do 2,44 %.

Vrijednosti masenog udjela masti u ovom radu kreću se u rasponu od 59,00 % do 74,36 % s prosjekom od 67,87% te su približno jednake vrijednostima dobivenim u radu Presnec (2017). Međutim, vrijednosti zabilježene u drugim radovima u Hrvatskoj, kretale su se u nešto nižem rasponu od 52,49 % do 70,15 % u radu Mitar (2016) s prosjekom od 59,84 % te u rasponu od 64,79 % do 67,50 % u istraživanju Vujević i sur. (2010). Uspoređujući rezultate ukupnog

sadržaja masti u ovom radu s onima dobivenim u međunarodnim istraživanjima, vidljivo je da su vrijednosti masenog udjela masti značajno više u odnosu na one utvrđene od strane Muller i sur. (2020), Krol i Gantner (2020), Krol i sur. (2019) Rezai i sur., (2014), Baccheta i sur. (2013), Hosseinpour i sur., (2013), Koksai i sur. (2006). S druge strane, vrijednosti ukupnog sadržaja masti u ovom radu približno su jednake s vrijednostima dobivenima u radovima od strane Negrillo i sur. (2021), Kanbur i sur. (2013) te Amaral i sur. (2006).

U sklopu istraživanja provedenog na 15 sorti lješnjaka uzgojenih na području Njemačke, Muller i sur. (2020) dobili su vrijednosti masenog udjela masti u rasponu od 47,9 % do 64,8 %, gdje je sorta Corabel zabilježila najnižu te sorta Red Lambert najvišu vrijednost. Baccheta i sur. (2013) proučavali su 75 sorti lješnjaka uzgojenih diljem Europe te su zabilježili vrijednosti masenog udjela masti u rasponu od 41,96 % (sorta Gunslebert) do 63,73 % (sorta Locale di Piazza Armerinad), s prosjekom od 56,95 %. Također, došli su do zaključka da su nešto viši prosječni udio masti sadržavale sorte uzgajane na području Italije (60,8 %), Slovenije (59,3 %) i Portugala (58,2 %) u odnosu na sorte uzgajane na području Grčke (56,8 %), Španjolske (55,9 %) i Francuske (51,5 %). Krol i Gantner (2020.) u preglednom su radu proučavale morfološke karakteristike i kemijski sastav 22 različite sorte uzgojene na različitim geografskim područjima (Čile, Hrvatska, SAD, Poljska, Portugal, Srbija, Španjolska i Turska). Maseni udio masti u promatranim sortama varirao je u rasponu od 50,81 % do 66,29 %, gdje je najniža vrijednost zabilježena u Iranu u sorti Pashmine, a najviša u sorti Pautet u Španjolskoj. Kanbur i sur. (2013) prikupili su osam različitih sorti lješnjaka na području crnomorske regije Turske te su odredili vrijednosti udjela ukupnih masti koje su se kretale između 65 % (sorta Palas) i 71 % (sorta Ham), što predstavlja značajno više vrijednosti u odnosu na one dobivene u ranijem istraživanju provedenom od strane Koksai i sur. (2006) na 17 različitih sorti uzgojenim na istom području gdje su vrijednosti masenog udjela varirale između 56,07 % (sorta Cavcava) i 68,52 % (sorta Kalinkara). Negrillo i sur. (2021) u svom su radu analizirali morfološke karakteristike i nutritivni sastav 47 lokalnih sorti, uzgojenih na području sjeverne Španjolske te 17 referentnih odnosno komercijalnih sorti. Što se tiče ukupnog udjela masti, rezultati su približno jednaki te je prosječna vrijednost masti kod domaćih sorti iznosila 64,54 % odnosno 64,89 % kod komercijalnih sorti. Vrijednost masenog udjela ukupne masti u 19 sorti lješnjaka uzgojenih u Portugalu bila je u rasponu od 59,3 % do 69,0 % s prosjekom od 64 % pri čemu je sorta Merveille de Bollwiller pokazala najniže te sorta Negret najviše vrijednosti (Amaral i sur., 2006). Hosseinpour i sur. (2013) istraživali su morfološke i nutritivne značajke 12 sorti lješnjaka, uključujući lokalne, komercijalne te novouvedene sorte u Iranu. Udio masti u

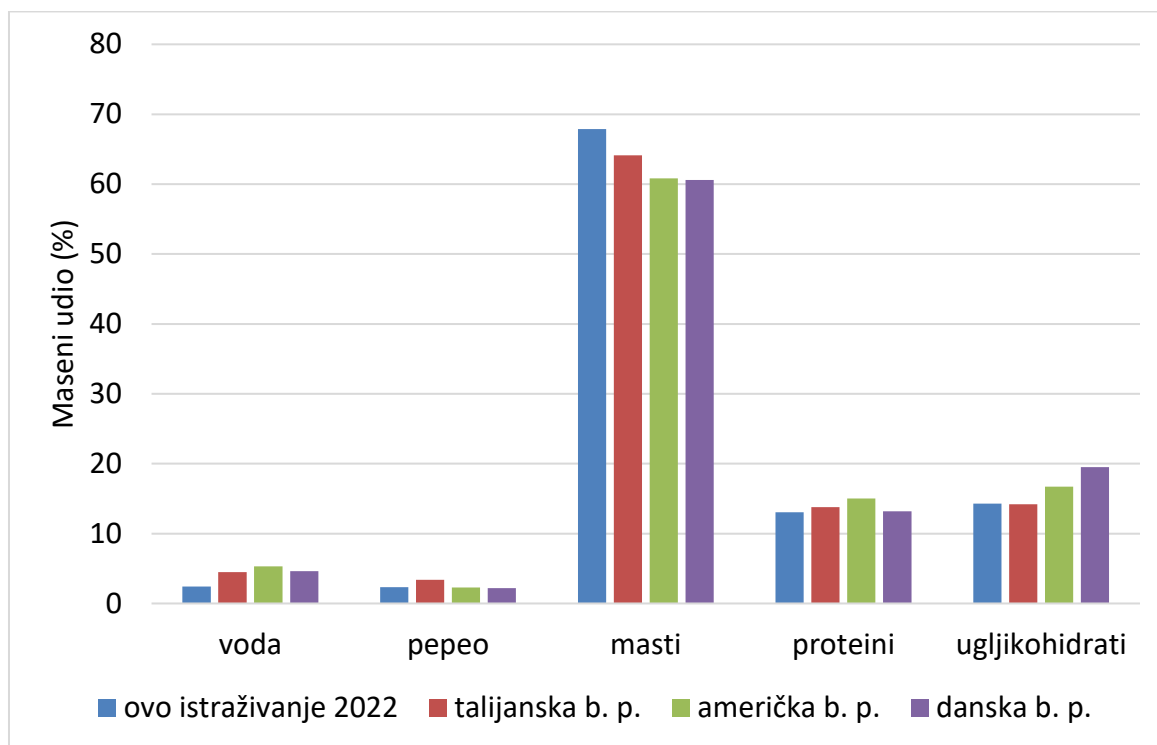
navedenom istraživanju kretao se u rasponu od 43.22 % do 68.44 %, dok su najniži i najviši udio masti sadržavale tada novouvedene sorte, Daviana i Proones. Nadalje, Rezai i sur. (2014) analizirali su 8 sorti lješnjaka također uzgajanih na području Irana gdje je prosječan sadržaj masti bio slične vrijednosti s onima u radu od Hosseinpour i sur. (2013), ali nešto raznolikijeg raspona vrijednosti od 53,40 % (sorta Pashimenh) do 63,5 % (sorta Fertile de Coutard). Krol i sur. (2019) zabilježile su vrijednosti masenog udjela masti u uzorcima prikupljenim u Poljskoj u rasponu od 58.91 % do 63.83 %, gdje najnižu vrijednost ima sorta Webba Cenny te najvišu vrijednost sorta Nottinghamski.

U analiziranim uzorcima vrijednost masenog udjela proteina kretala se između 10,28 % i 15,91 %, s prosjekom od 13,06 %. Gledajući druge rezultate unutar Hrvatske, dobivene vrijednosti slične su vrijednostima u istraživanju Vujević i sur. (2010) gdje je prosječni udio proteina 11,32 %, dok su znatno niže od vrijednosti zabilježenih u radovima 15,31 % od strane Presnec (2017) i 17,40 % Mitar (2016), s prosjecima od 15,31 % odnosno 17,40 %.

Uspoređivajući lokalne i komercijalne sorte na području Španjolske, Negrillo i sur. (2021) dobili su prosječnu vrijednost masenog udjela proteina od 11,80 % za lokalne i 13,03 % za komercijalne sorte, što je u oba slučaja približno jednako vrijednostima dobivenima u ovom radu. Amaral i sur. (2006) u uzorcima lješnjaka uzgojenih u Portugalu, dobili su nešto nižu prosječnu vrijednost masenog udjela proteina koja je iznosila 10,86 %. Koksai i sur. (2006) zabilježili su značajno više vrijednosti masenog udjela proteina u uzorcima lješnjaka s područja Turske s prosjekom od 17,40 %. Također, Hosseinpour i sur. (2013) te Rezai i sur. (2014) zabilježili su visoke vrijednosti sadržaja proteina u uzorcima prikupljenima s područja Irana u rasponu od 14,64 % do 24,61 % odnosno u rasponu od 16,00 % do 23,20 %.

Vrijednosti masenog udjela ugljikohidrata u ovom istraživanju varirale su u rasponu od 9,45 % do 21,48 %, s prosjekom od 14,27 %, što je približno jednako vrijednostima dobivenima u radu od strane Presnec (2017) gdje je prosjek 15,31 %. Vujević i sur. (2010) te Mitar (2016) dobili su nešto više vrijednosti ukupnih ugljikohidrata u rasponu od 15,70 % do 20,50 % odnosno u rasponu od 8,59 % do 18,27 % kod lješnjaka uzgajanih također na području Hrvatske. Negrillo i sur. (2021) dobili su znatno više prosječne vrijednosti masenog udjela ugljikohidrata i to od 17,30 % za lokalne i 15,54 % za komercijalne sorte uzgojene u Španjolskoj. Prosječni udio ugljikohidrata u uzorcima prikupljenim u Portugalu iznosio je 17,61 % (Amaral i sur., 2006). Vrijednosti masenog udjela ugljikohidrata u uzorcima prikupljenim u Iranu međusobno su se razlikovale na način da su u radu od strane Hosseinpoura i sur. (2013) bile približno jednake vrijednostima dobivenim u ovom radu, varirajući od 5,83 % (sorta

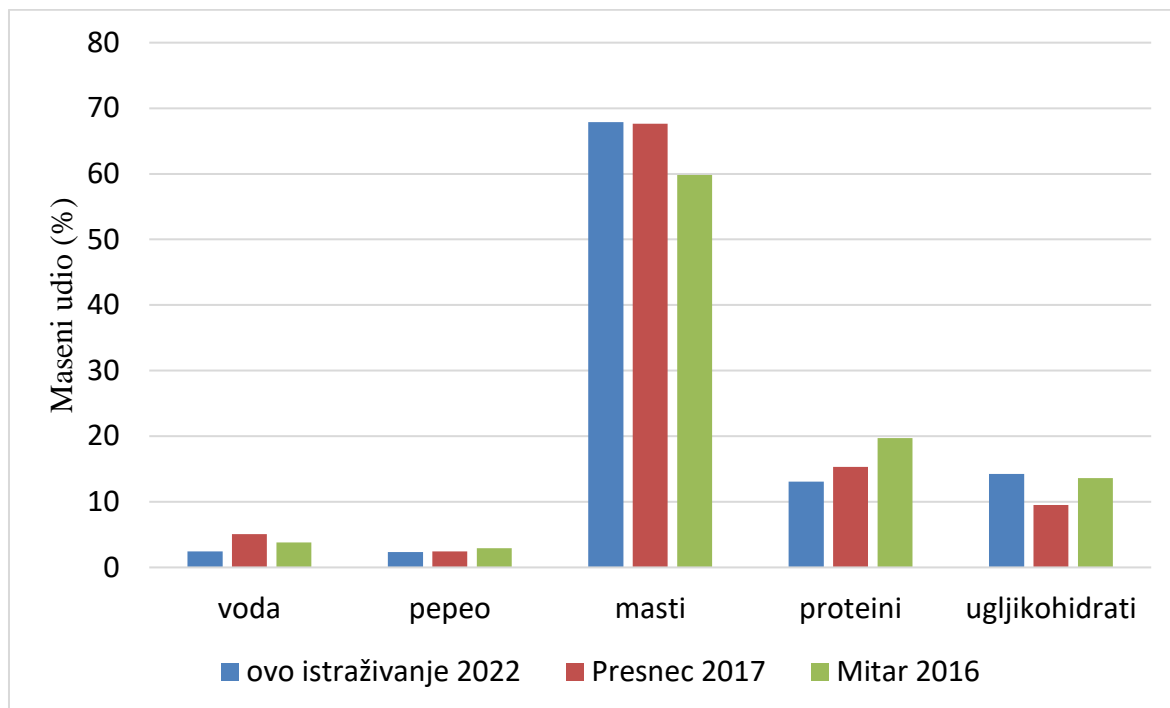
Segorbe) do 26.02 % (sorta Daviana) s prosjekom od 13,61 %, dok su u radu od strane Rezai i sur. (2014) iste vrijednosti bile znatno više te su varirale od 13.2 % (sorta Fertile de Coutard) do 20.1% (sorta Pashmineh). U uzorcima lješnjaka prikupljenih na području Poljske, Krol i sur. (2019) dobile su znatno više vrijednosti masenog udjela ugljikohidrata u odnosu na ovaj rad i to u rasponu od 15,14 % (sorta Nottinghamski) do 21,79 % (sorta Cosford).



**Slika 6.** Prosječne vrijednosti kemijskog sastava lješnjaka dobivene u ovom istraživanju u odnosu na kemijski sastav lješnjaka prema različitim nacionalnim bazama podataka (talijanska, američka i danska) (DTU 2022; USDA 2019; BDA 2015)

Na slici 6. uspoređene su prosječne vrijednosti masenih udjela dobivenih u ovom radu s vrijednostima masenih udjela izvedenih iz tablica kemijskog sastava lješnjaka triju nacionalnih baza podataka (DTU 2022; USDA 2019; BDA 2015). Maseni udio vode značajno je manji u ovom istraživanju u odnosu na vrijednosti svih triju baza podataka, dok je udio pepela u ovom istraživanju gotovo jednak udjelima pepela iz danskih i američkih tablica (DTU 2022; USDA 2019), ali nešto niži u odnosu na talijanske tablice (BDA 2015). Sadržaj masti u ovom radu donekle je sličan sadržaju masti u talijanskoj bazi podataka, ali značajno viši u odnosu na sadržaj masti u američkim i danskim bazama podataka. U američkim tablicama zabilježene su uvjerljivo najviše vrijednosti udjela proteina, dok su u ostalim tablicama vrijednosti udjela proteina približno jednake vrijednostima dobivenim u ovom radu. Ugljikohidrati su pak u

najvećem udjelu prisutni u danskoj bazi podataka te u nešto nižem udjelu u američkoj bazi podataka, dok su u ovom radu i u talijanskoj bazi podataka prisutni u znatno manjem udjelu.



**Slika 7.** Prosječne vrijednosti analiziranih sastojaka u ovom radu u odnosu na radove od strane Presnec (2017) i Mitar (2016)

Na slici 7. dan je grafički prikaz prosječnih vrijednosti masenih udjela vode, pepela, masti, proteina i ugljikohidrata ovog istraživanja i istraživanja iz diplomskih radova na Prehrambeno-biotehnološkom fakultetu. Maseni udio vode u ovom radu nešto je niži u odnosu na druga dva, dok je maseni udio pepela približno jednak u svim radovima. Sadržaj masti u ovom radu približno je jednak sadržaju masti u radu Presnec (2017), dok je udio masti u radu Mitar (2016) nešto niži. Sadržaj proteina u radu Presnec (2017) nešto je viši u odnosu na ovaj rad, ali i nešto niži u odnosu na rad (Mitar, 2016). Uvjerljivo najniži udio ugljikohidrata zabilježen je u radu Presnec (2017), dok se vrijednost masenog udjela u preostala dva rada ne razlikuje značajno.

## 5. ZAKLJUČCI

1. U analiziranim uzorcima 21 sorte lješnjaka prikupljenim iz okolice Zagreba, određeni su maseni udjeli vode, pepela, masti, proteina i ugljikohidrata. Maseni udio vode kretao se u rasponu od 1,99 % do 3,06 %, maseni udio pepela kretao se u rasponu od 2,0 % do 2,74 %, udio masti varirao je u rasponu od 59,0 % do 74,36 %, dok su maseni udjeli proteina i ugljikohidrata varirali u rasponu od 10,28 % do 15,91 % odnosno u rasponu od 9,45 % do 21,48 %.
2. Uspoređujući rezultate ovog s rezultatima drugih istraživanja provedenih također na uzorcima lješnjaka prikupljenim u okolici Zagreba, utvrđene su razlike u masenim udjelima vode, masti, proteina i ugljikohidrata do kojih je vjerojatno došlo zbog različitih faktora poput klime, poljoprivredne tehnike uzgoja, vrste tla, smještaja voćnjaka, načina upravljanja i skladištenja plodova i dr.
3. Gledajući rezultate kemijskog sastava lješnjaka međunarodnih istraživanja, kao i vrijednosti kemijskog sastava lješnjaka iz američkih, talijanskih i danskih baza podataka, uočena su podudaranja, ali i značajne razlike u odnosu na rezultate ovog rada, koje se osim prethodno navedenim čimbenicima, mogu obrazložiti i različitim geografskim podrijetlom te različitim sortama lješnjaka.

## 6. LITERATURA

Amaral JS, Casal S, Citova I, Santos A, Seabra RM, Oliveira BPP (2006) Characterization of several hazelnut (*Corylus avellana* L.) cultivars based in chemical, fatty acid and sterol composition. *Eur Food Res Technol.* **222**, 274–280. <https://doi.org/10.1007/s00217-005-0068-0>

Anonymous 1, (2015) <https://www.plantea.com.hr/>, Pristupljeno 15. studenog 2021.

Anonymous 2, (2015) [https://www.wikiwand.com/bs/Jednodomna\\_biljka](https://www.wikiwand.com/bs/Jednodomna_biljka), Pristupljeno 17. siječnja 2022.

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.

Bacchetta L, Aramini , Zini A, Di Giammatteo V, Spera D, Drogoudi P. i sur. (2013) Fatty acids and alpha-tocopherol composition in hazelnut (*Corylus avellana* L.): A chemometric approach to emphasize the quality of European germplasm. *Euphytica* **191**, 57–73. <https://doi.org/10.1007/s10681-013-0861-y>

Balta MF, Yarılgac T, Askin MA, Kucuk M, Balta F, Ozrenk K (2006) Determination of fatty acid compositions, oil contents and some quality traits of hazelnut genetic resources grown in eastern Anatolia of Turkey. *J Food Comp Anal* **19**, 681–686. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2005.10.007>

BDA, 2015. Banca dati di composizione degli alimenti per studi epidemiologici in Italia, [http://www.bda-ieo.it/wordpress/en/?page\\_id=23](http://www.bda-ieo.it/wordpress/en/?page_id=23), Pristupljeno 19. veljače 2022.

Bottone A, Cerulli A, D'Urso G, Masullo M, Montoro P, Napolitano A, i sur. (2019) Plant Specialized Metabolites in Hazelnut (*Corylus avellana*) Kernel and Byproducts: An Update on Chemistry, Biological Activity, and Analytical Aspects. *Planta Med* **85**, 840–855. <https://doi.org/10.1055/a-0947-5725>

CapNATURA, 2018, CapNATURA Food composition database, <http://104.155.19.23/capnutra/fcdb.php>, Pristupljeno 19. veljače 2022.

Demirel MA, Ilhan M, Suntar I, Keles H, Akkol EK (2016). Activity of *Corylus avellana* seed oil in letrozole-induced polycystic ovary syndrome model in rats. *Revist Bras Farmacogn* **26**, 83–88. <https://doi.org/10.1016/j.bjp.2015.09.009>

Di Nunzio M (2019) Hazelnuts as Source of Bioactive Compounds and Health Value Underestimated Food. *Curr res nutr food sci* **7**, 17-28. <http://dx.doi.org/10.12944/CRNFSJ.7.1.03>

DTU, 2022. Denmarks Tehniske Universitet Frida, <https://frida.fooddata.dk/food/302?lang=en>, Pristupljeno 19. veljače 2022.

FAOSTAT, 2018. Food and Agricultural Organization data, <https://www.fao.org/faostat/en/#data>, Pristupljeno 16. studenog 2021.

Frary A, Öztürk SC, Balık HI, Balık SK, Kızılcı G, Doğanlar S (2019) Analysis of European hazelnut (*Corylus avellana*) reveals loci for cultivar improvement and the effects of domestication and selection on nut and kernel traits. *Mol Genet Genomics* **294**, 519–527. <https://doi.org/10.1007/s00438-018-1527-1>

Ghisoni S, Lucini L, Rocchetti G, Chiodelli G, Farinelli D, Tombesi S i sur. (2020) Untargeted metabolomics with multivariate analysis to discriminate hazelnut (*Corylus avellana* L.) cultivars and their geographical origin. *J Sci Food* **100**, 500-508. <https://doi.org/10.1002/jsfa.9998>

Gorji N, Moeini R, Memariani Z (2017) Almond, hazelnut and walnut, three nuts for neuroprotection in Alzheimer's disease: a neuropharmacological review of their bioactive constituents. *Pharmacol Res* **129**, 115–127. <https://doi.org/10.1016/j.phrs.2017.12.003>

Granata MU, Bracco F, Gratani L, Catonib R, Coranac F, Mannuccic B (2017) Fatty acid content profile and main constituents of *Corylus avellana* kernel in wild type and cultivars growing in Italy. *Nat Prod Res* **31**, 204–209. <https://doi.org/10.1080/14786419.2016.1217204>



- Hosseinpour A, Seifia E, Javadi D, Ramezanzpour SS, Molnar TJ (2013) Nut and kernel characteristics of twelve hazelnut cultivars grown in Iran. *Sci Hortic-Amsterdam* **150**, 410–413. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2012.11.028>
- Jiang J, Liang L, Ma Q, Zhao T (2021) Kernel Nutrient Composition and Antioxidant Ability of *Corylus* spp. in China. *Front Plant Sci* **12**, <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.690966>,
- Kaić-Rak, A. (1990) Tablice o sastavu namirnica i pića, Zavod za zaštitu zdravlja SR Hrvatske, Zagreb.
- Kanbur G, Arslan D, Ozcan MM (2013) Some compositional and physical characteristics of some Turkish hazelnut (*Corylus avellana* L.) variety fruits and their corresponding oils. *Int Food Res J* **20**, 2161-2165.
- Koksal AI, Artik N, Simsek A, Gunes N (2006) Nutrient composition of hazelnut (*Corylus avellana* L.) varieties cultivated in Turkey. *Food Chem* **99**, 509–515. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.08.013>
- Krol K, Gantner M (2020) Morphological Traits and Chemical Composition of Hazelnut from Different Geographical Origins: A Review. *Agriculture-London* **10**, 375-391. <https://doi.org/10.3390/agriculture10090375>
- Krol K, Gantner M, Piotrowska A (2019) Morphological Traits, Kernel Composition and Sensory Evaluation of Hazelnut (*Corylus avellana* L.) Cultivars Grown in Poland. *Agronomy* **9**, 703-717. <https://doi.org/10.3390/agronomy9110703>
- Matthäus B, Özcan MM (2012a) The comparison of properties of the oil and kernels of various hazelnuts from Germany and Turkey. *Eur J Lipid Sci Tech* **114**, 801–806. <https://doi.org/10.1002/ejlt.201100299>
- Mehlenbacher SA (2009) Genetic resources for hazelnut: state of the art and future perspectives. *Acta Hortic* **845**, 33–38. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2009.845.1>
- Miljković I (2018) Lijeska, 1. izd., Hrvatska voćarska zajednica, Zagreb.
- Mitar, G. (2016) Kemijski sastav lješnjaka različitih sorti u Hrvatskoj (diplomski rad), Prehrambeni-biotehnološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb.

- Müller AK, Helms U, Rohrer C, Möhler M, Hellwig F, Glei M, i sur. (2020) Nutrient composition of different hazelnut cultivars grown in Germany. *Foods* **9**, 1596. <https://doi.org/10.3390/foods9111596>
- Negrillo AC, Madrera RR, Valles BS, Ferreira JJ (2021) Variation of Morphological, Agronomic and Chemical Composition Traits of Local Hazelnuts Collected in Northern Spain. *Front Plant Sci* **12**, <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.659510>
- Oliveira I, Sousa A, Morais JS, Ferreira ICFR, Bento A, Estevinho L, Pereira JA (2008) Chemical composition, and antioxidant and antimicrobial activities of three hazelnut (*Corylus avellana* L.) cultivars. *Food Chem Toxicol* **46**, 1801–1807. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2008.01.026>
- Presnec, T. (2017) Kemijski sastav lješnjaka (diplomski rad), Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb.
- Rezaei F, Bakhshi D, Ghazvini RF, Majd DJ, Pourghayoumi M (2014) Evaluation of fatty acid content and nutritional properties of selected native and imported hazelnut (*Corylus avellana* L.) varieties grown in Iran. *J App Bot Food Qual* **87**, 104 – 107. <https://doi.org/10.5073/JABFQ.2014.087.016>
- Schlörmann W, Birringer M, Böhm V, Löber K, Jahreis G, Lorkowski S, Müller AK, Schöne F, Glei M (2015) Influence of roasting conditions on health-related compounds in different nuts. *Food Chem* **180**, 77-85. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.02.017>
- Shataer D, Li J, Duan XM, Liu L, Xin XL, Aisa HA (2021) Chemical Composition of the Hazelnut Kernel (*Corylus avellana* L.) and Its Anti-inflammatory, Antimicrobial, and Antioxidant Activities. *J Agric Food Chem* **69**, 4111–4119. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.1c00297>
- Slatnar A, Mikulic-Petkovsek M, Stampar F, Veberic R, Solar A (2014) HPLC-MSn identification and quantification of phenolic compounds in hazelnut kernels, oil and bagasse pellets. *Food Res Int* **64**, 783–789. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.08.009>
- Solar A, Stampar F (2011) Characterisation of selected hazelnut cultivars: Phenology, growing and yielding capacity, market quality and nutraceutical value. *J Sci Food Agric* **91**, 1205–1212. <https://doi.org/10.1002/jsfa.4300>

Taş NG, Gökmen V (2015) Profiling triacylglycerols, fatty acids and tocopherols in hazelnut varieties grown in Turkey. *J Food Comp Anal* **44**, 115–121. <https://doi.org/10.1515/pjfns-2018-0002>

Uredba (EU) br. 1151/2012 Europskog parlamenta i Vijeća od 21. studenoga 2012. o sustavima kvalitete za poljoprivredne i prehrambene proizvode. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/ALL/?uri=CELEX:32012R1151>, Pristupljeno 20. studenog 2021.

USDA, 2019. U.S. Department of Agriculture FoodData Central, <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/170581/nutrients>, Pristupljeno 19. veljače 2022.

Vujević P, Petrović M, Vahčić N, Milinović B, 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, Halapija 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. <https://doi.org/10.5897/AJAR10.298>

## IZJAVA O IZVORNOSTI

Ja Marko Čvrljak izjavljujem da je ovaj diplomski rad izvorni rezultat mojeg rada te da se u njegovoj izradi nisam koristio/la drugim izvorima, osim onih koji su u njemu navedeni.

---

Vlastoručni potpis