

# Kemijski sastav maruna s lokacije Učka-Liganj

---

Žunić, Vesna

Master's thesis / Diplomski rad

2020

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:159:606171>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-06-30**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
PREHRAMBENO-BIOTEHNOLOŠKI FAKULTET

# DIPLOMSKI RAD

Zagreb, rujan 2020.

Vesna Žunić  
1297/USH

**KEMIJSKI SASTAV MARUNA S  
LOKACIJE UČKA - LIGANJ**

Rad je izrađen u Laboratoriju za kontrolu kvalitete u prehrambenoj industriji na Zavodu za poznavanje i kontrolu sirovina i prehrambenih proizvoda Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu pod mentorstvom prof. dr. sc. Nade Vahčić te uz pomoć Valentine Hohnjec, tehničkog suradnika i ing. Renate Petrović, višeg tehničkog suradnika Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

*Izuzetno zadovoljstvo mi je zahvaliti se svima koji su pomogli u izradi ovog rada, a posebno:*

*mentorici, dr. sc. Nadi Vahčić, red. prof., na razumijevanju, nesebičnoj pomoći i stručnom vodstvu tijekom izrade ovog rada,*

*teh. suradnici Valentini Hohnjec i ing. Renati Petrović na strpljenju, korisnim savjetima i dragocjenoj pomoći prilikom eksperimentalnog dijela ovog rada,*

*svim kolegama, prijateljima i mojim dragim ljudima koji su bili uz mene na ovom „putovanju“ i učinili ga nezaboravnim iskustvom te lijepom uspomenom,*

*od srca se zahvaljujem mom Dariju na ogromnoj ljubavi i neizmjernoj podršci. Beskrajno ti hvala što si imao čvrstu vjeru u mene čak i kad ja nisam. Uz tebe je sve ljepše i lakše. Hvala ti na svemu i za sve što jesi,*

*veliku zahvalnost dugujem svojoj obitelji, posebno sestri i bratu na motivaciji i pravoj riječi u pravom trenutku. Hvala vam za potporu i svaku toplu riječ,*

*konačno, željela bih izraziti ljubav i duboku zahvalnost mojim roditeljima bez kojih ovaj rad nikada ne bi nastao. Neopisivo vam hvala za sve što činite za mene. Bez vašeg odgoja, podrške, ohrabrenja i ljubavi ne bih bila tu gdje jesam. Vi nosite zaslugu za sve što sam postigla i ostvarila. Dragi mama i tata, ovaj rad posvećujem vama.*

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Diplomski rad

Sveučilište u Zagrebu  
Prehrambeno-biotehnološki fakultet  
Zavod za poznavanje i kontrolu sirovina i prehrambenih proizvoda  
Laboratorij za kontrolu kvalitete u prehrambenoj industriji

**Znanstveno područje:** Biotehničke znanosti

**Znanstveno polje:** Prehrambena tehnologija

### KEMIJSKI SASTAV MARUNA S LOKACIJE UČKA - LIGANJ

Vesna Žunić, 1297 /USH

**Sažetak:** Cilj ovog eksperimentalnog rada bio je odrediti kemijski sastav 35 uzoraka maruna s područja Učke – Liganj. Dobiveni rezultati su uspoređeni s podacima drugih istraživanja zbog razlike u klimi, tlu i načinu uzgoja maruna. Određen je osnovni kemijski sastav: udio vode, udio pepela, udio ukupnih proteina, udio reducirajućih šećera, udio saharoze, udio škroba te udio masti. Rezultatima istraživanja dobiveni su sljedeći podaci: udio vode je u rasponu od 48,01 % do 56,53 %, udio pepela od 0,85 % do 1,33 %, udio proteina u rasponu od 4,71 % do 6,13 %, udio reducirajućih šećera je u intervalu od 0,45 % do 1,07 %, udio saharoze od 7,17 % do 14,42 %, udio škroba u rasponu od 22,70 % do 38,95% te udio masti u rasponu od 1,43 % do 2,75 %. Najveća odstupanja od ostalih istraživanja primjećena su kod udjela reducirajućih šećera i udjela škroba. Zaključeno je da postoji razlika u kemijskom sastavu s obzirom na geografski položaj.

**Ključne riječi:** kesten, kemijski sastav, marun, Učka

**Rad sadrži:** 45 stranica, 15 slika, 8 tablica, 58 literaturnih navoda, 0 priloga

**Jezik izvornika:** hrvatski

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

**Mentor:** prof.dr.sc. Nada Vahčić

**Pomoć pri izradi:** Valentina Hohnjec, tehnički suradnik i ing. Renata Petrović, viši tehnički suradnik

**Stručno povjerenstvo za ocjenu i obranu:**

1. Prof.dr.sc. Branka Levaj
2. Prof.dr.sc. Nada Vahčić
3. Doc.dr.sc. Martina Bituh
4. Prof.dr.sc. Ksenija Marković (zamjena)

**Datum obrane:** 28. rujna, 2020.

## BASIC DOCUMENTATION CARD

Graduate Thesis

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

**Scientific area:** Biotechnical Sciences

**Scientific field:** Food Technology

### CHEMICAL COMPOSITION OF MARRONS UČKA - LIGANJ

*Vesna Žunić, 1297/USH*

**Abstract:** *This experimental study aimed to determine the chemical composition of 35 marron samples from Učka - Liganj location. The results were compared with data from other studies due to the difference in climate, soil and cultivation methods of chestnuts. The content of water, ash, total proteins, reducing sugars, sucrose, starch, and fat were determined. By conducting the research, the following results were obtained: water content range from 48.01 % to 56.53 %, ash content range from 0.85 % to 1.33 %, total proteins content range from 4.71 % to 6.13 %, reducing sugars content range from 0.45 % to 1.07 %, sucrose content range from 7.17 % to 14.42 %, starch content range from 22.70 % to 38.95%, and fat content range from 1.43 % to 2.75 %. It was concluded that there is a difference in chemical composition concerning geographical location.*

**Keywords:** chestnut, chemical composition, marron, Učka

**Thesis contains:** 45 pages, 15 figures, 8 tables, 58 references, 0 supplements

**Original in:** Croatian

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

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

**Technical support and assistance:** Valentina Hohnjec, Technical Associate and Ing. Renata Petrović, Senior Tehnical Associate

**Reviewers:**

1. PhD. Branka Levaj, Full professor
2. PhD. Nada Vahčić, Full professor
3. PhD. Martina Bituh, Assistant professor
4. PhD. Ksenija Marković, Full professor (substitute)

**Thesis defended:** 28. September, 2020

# Sadržaj

<b>1. UVOD</b> .....	<b>1</b>
<b>2. TEORIJSKI DIO</b> .....	<b>2</b>
2.1 POVIJEST KESTENA.....	2
2.2 VRSTE KESTENA .....	3
2.2.1 Europski kesten ( <i>Castanea sativa Mill.</i> ) .....	4
2.2.2 Japanski kesten ( <i>Castanea crenata</i> ).....	5
2.2.3 Kineski kesten ( <i>Castanea mollissima</i> ) .....	6
2.2.4 Američki kesten ( <i>Castanea dentata</i> ).....	7
2.3 KESTEN NA PODRUČJU REPUBLIKE HRVATSKE .....	8
2.4. RAK KESTENOVE KORE .....	10
2.5. KEMIJSKI SASTAV KESTENA .....	11
<b>3. EKSPERIMENTALNI DIO</b> .....	<b>19</b>
3.1 MATERIJALI .....	19
3.2 METODE RADA .....	19
3.2.1. Priprema uzorka .....	19
3.2.2. Određivanje udjela vode.....	20
3.2.3. Određivanje udjela mineralnog ostatka (pepela).....	21
3.2.4. Određivanje udjela ukupnih proteina .....	22
3.2.5. Određivanje udjela ugljikohidrata .....	23
3.2.6. Određivanje udjela škroba.....	26
3.2.7. Određivanje udjela masti po Soxhletu .....	27
<b>4. REZULTATI I RASPRAVA</b> .....	<b>29</b>
<b>5. ZAKLJUČCI</b> .....	<b>40</b>
<b>LITERATURA</b> .....	<b>41</b>



# 1. UVOD

Kesten je višegodišnja biljka koja pripada skupini listopadnog drveća, a dijeli se u dvije grupe. Jednoj grupi pripada pitomi kesten dok drugoj grupi pripada divlji kesten. Pitomi kesten (*Castanea sativa Mill.*) može doseći visinu od 30 metara te starost i preko 500 godina. Pitomi kesten je voćka koja raste u šumi te se ubraja u šumsko drveće. Odgovara mu mediteranska i umjereno-kontinentalna klima s temperaturom između 11 i 15 °C. Također, rasprostranjenost mu je vrlo široka, sve od juga i jugozapada Europe, preko Male Azije, dijela Kavkaza te do teritorija u sjeverozapadnoj Africi. Što se tiče područja Republike Hrvatske, Sisačko-moslavačka županija se može pohvaliti s više od 50 % prostora prekrivenog pitomim kestenom dok se u ostatku države prostire na oko 15000 hektara površine. Karakterizira ga kasni cvat. Kestenov med potiče cirkulaciju, jača imunitet te ima pogodna svojstva za probavni sustav. Pečeni kesten ima nutritivnu vrijednost 245 kcal na 100 grama. Osim škroba kojeg u svom sastavu ima najviše, zanimljiv je jer ne sadrži gluten, a također ima i mali udio masti. Velika prednost mu je što je jedini orašasti plod koji sadrži vitamin C te vitamin B koji se inače nalazi u lisnatom povrću. Kesten je bogat i mineralnim tvarima poput kalija, magnezija i fosfora te je time pogodan za osobe koje pate od artritisa i reume (Car, 2018). Iako je prehrambena vrijednost kestena poznata odavno, sve je veća potražnja za njim u posljednje vrijeme. U prošlosti se koristio kao jedan od glavnih izvora hrane u ruralnim područjima, a danas se njegova proizvodnja procjenjuje na 1,1 milijun tona. Ono najvažnije svakako jest njegov kemijski sastav, a potrošači su prepoznali njegovu prehrambenu kvalitetu i povoljne zdravstvene utjecaje među kojima su prednosti omega-3 i omega-6 masnih kiselina (Barreira i sur., 2012).

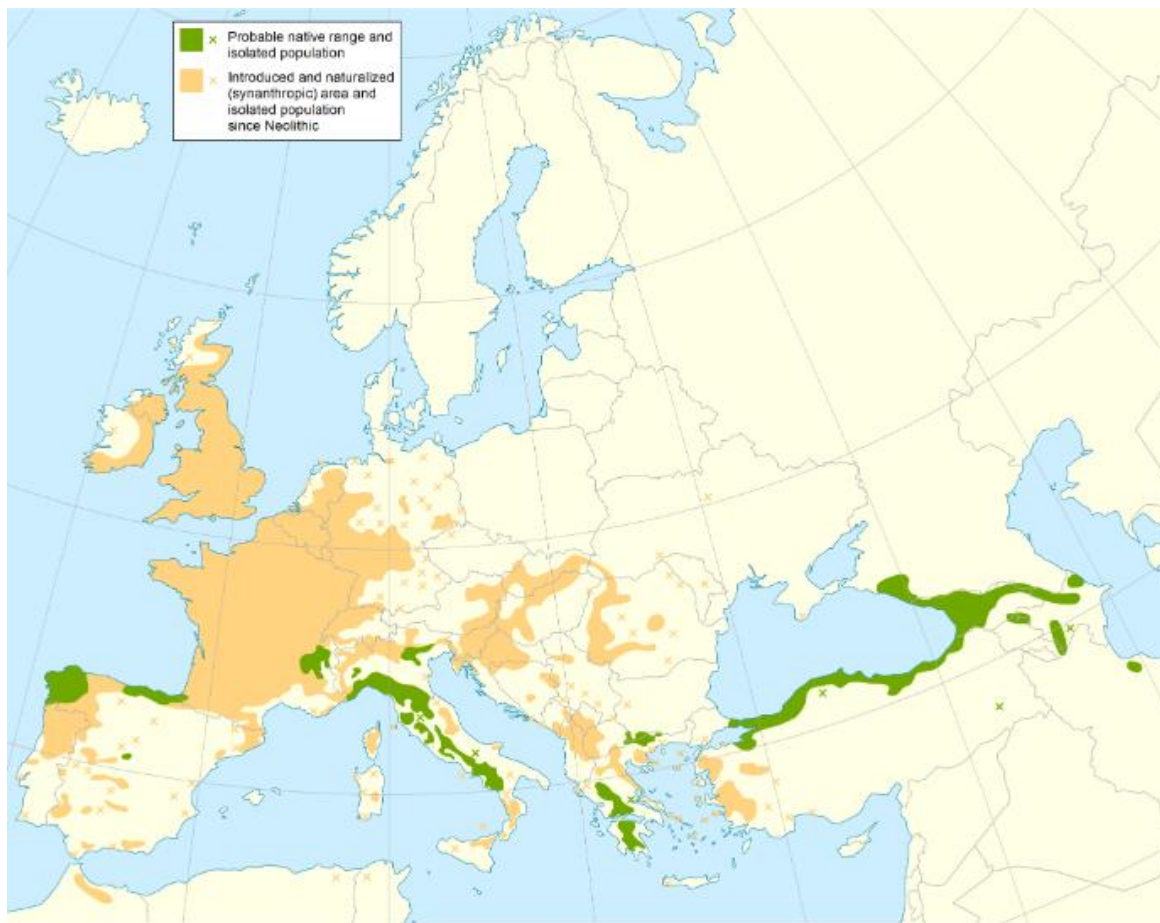
Jedna od sorti europskog pitomog kestena koji su dobiveni selekcijom jesu maruni (maroni). Glavni razlog njihovog uzgoja su vrlo kvalitetni plodovi. Na prostorima Republike Hrvatske mogu se pronaći na nekoliko lokacija među kojima je i područje Učke. Do sada nisu provedena znanstvena istraživanja kemijskog sastava maruna s područja Učke, općine Liganj te je cilj ovoga rada odrediti i kemijski sastav maruna s tog područja te usporediti dobivene rezultate s drugim istraživanjima.

## 2. TEORIJSKI DIO

### 2.1 POVIJEST KESTENA

Prvi dokazi o uzgoju kestena datiraju još od 2100-2050. godina pr. Kr. na nekoliko regija među kojima su Anatolijski polutok, sjeveroistočna Grčka i jugoistočna Bugarska. Osim toga, brojni pisani zapisi o uzgoju kestena su s područja Stare Grčke, a mogu se naći i u latinskoj literaturi. Smatra se kako su drevni Grci donijeli kesten u latinski svijet i tako pridonijeli razvoju njegovog uzgoja iako je tamo imao sporednu ulogu (Conedera i Krebs, 2007). Iz Male Azije, koja se smatra domovinom pitomog kestena, širio se prvo u Grčku, a potom u Italiju i Španjolsku. Podaci koji datiraju od prije 9000 godina govore kako su prvi postglacijalni fosili nađeni u Španjolskoj i Grčkoj, a podaci iz tercijara govore o fosilima s prostora Skandinavije (Huntley i Birks, 1983). Nagađa se da su kesten zbog njegove ekonomske važnosti uveli Rimljani preko Male Azije. Koristio se kao drvo, ogrjev, stočna hrana i hrana za ljude. U jednom trenutku je zanimanje za njegovu uporabu bilo smanjeno, no ono se ponovno vratilo i dovelo do oživljavanja uzgoja kestena u Europi zbog ekonomskog značaja njegovog ploda. Danas se kesten uzgaja na plantažama diljem Europe (Heiniger i Rigling, 1994). Kesten je s vremenom postao jedan od osnovnih izvora hrane u mnogim planinskim regijama, koristio za različitu uporabu, a proširila mu se i rasprostranjenost. Na plantažama u Toskani uzgajali su se visokokvalitetne sorte kestena koje su se prodavale čak na međunarodnom tržištu (Conedera i Krebs, 2007).

Najveći proizvođači kestena u svijetu su Kina, Turska, Italija, Portugal i Španjolska, a proizvede se oko 490000 tona kestena godišnje (Zavišić i sur., 2014). Danas je u Europi 2,53 milijuna hektara površine na kojoj raste kesten. Od toga je 2,22 milijuna hektara kestenove šume odnosno šume u kojoj je kesten dominantno drvo. Ostatak od 0,31 milijun hektara čine miješane šume s kestenom. Države koje prednjače u uzgoju kestena na području Europe su Francuska i Italija koje zajedno čine 79,3 % cjelokupne šume kestena dok su iza njih Španjolska, Portugal i Švicarska s 9,7 %, a preostalih 11 % čine druge zemlje (Conedera i Krebs, 2007). Najstarije stablo kestena koje je živo još i danas nalazi se na Siciliji u okolini Etne. Njegova starost se procjenjuje na oko 4000 godina, opsega 50 metara. U narodu se naziva *Castagno dei cento cavalli* što u prijevodu znači kesten za stotinu konja (Zelić, 1998). Na slici 1 je prikazana karta raspodjele pitomog kestena u Europu. Zeleno je obojen izvorni asortiman, a narančaste boje površina na koju je uveden i uzgojen još od neolitika.



Slika 1. Karta raspodjele pitomog kestena u Europu (Europska Komisija, 2020)

## 2.2 VRSTE KESTENA

Kesten je član porodice *Fagaceae* i prirodno se pojavljuje u listopadnim šumama istočnog dijela Sjeverne Amerike, Europe i Azije (Barakat i sur., 2009). Iako se kesten najčešće dijeli na pitomi kesten (*Castanea sativa*) i divlji kesten (*Aesculus hippocastanum*), njegova glavna podjela je botanička. U tom smislu glavne sorte kestena su europski kesten (*Castanea sativa*), japanski kesten (*Castanea crenata*), kineski kesten (*Castanea mollissima*) i američki kesten (*Castanea dentata*) kako je prikazano u tablici 1 (Vossen, 2000).

Tablica 1. Sorte kestena i njegove karakteristike (Vossen, 2000)

Sorta	Naziv	Visina stabla (cm)	Težina ploda (g)	Veličina ploda
<i>C. sativa</i>	Europski kesten	18-24	10-25	Krupan
<i>C. crenata</i>	Japanski kesten	12-18	30	Varira
<i>C. mollissima</i>	Kineski kesten	9-15	10-30	Srednji
<i>C. denata</i>	Američki kesten	18-30	3-12	Mali

### 2.2.1 Europski kesten (*Castanea sativa* Mill.)

Europski pitomi kesten (*Castanea sativa* Mill.), koji je prikazan na slici 2, nalazi se u umjerenom pojasu planinskog područja zapadne Azije, Europe i sjeverne Afrike. Kesten koji raste u takvom području lakše raste u uvjetima koji nisu idealni. Karakterizira ga drvo koje daje mnogo veće plodove od američke vrste, a kvaliteta plodova ovisi najviše o njegovoj sorti (Vossen, 2000). Pogoduje mu mediteransko područje koje se proteže od Kaspijskog jezera do Atlantskog oceana. Zadnjih desetljeća ga ugrožava rak kestenove kore izazvan gljivicom *Cryphonectria parasitica* zbog koje stablo propada. Prvi puta je zabilježena u Italiji 1938. godine dok se kod nas pojavila u blizini Opatije 1955.godine (Poljak, 2012). Stablo može doseći visinu od 30 m visine s gustom krošnjom i starost od 500 godina. Na mladom stablu kora je svijetla, glatka, crvenosmeđe boje dok sa starosti boja postaje sivocrna i ispucala. Listovi, koji se nalaze na kratkim peteljčkama, dosežu širinu od 4 do 8 cm i dužinu od 8 do 25 cm. Specifični su po ranom opadanju. Muški i ženski cvjetovi se nalaze odvojeni na istom stablu, a plod koji dozrijeva krajem listopada nalazi se bodljikavoj kupoli. Plod je smeđe boje, glatke površine, poluokrugao ili plosnat. Masa ploda koju može dati jedno stablo doseže i do 200 kg godišnje. Mediteranska i umjerenokontinentalna klima najviše pogoduju ovoj vrsti s temperaturom između 11 i 15 °C (Jovanovac, 2018).



Slika 2. Europski kesten (Anonymous 1, 2006)

### 2.2.2 Japanski kesten (*Castanea crenata*)

Japanski kesten je podrijetlom iz Kine i Japana. Karakterizira ga gusto stablo koje je vrlo otporno na većinu poznatih bolesti, a njegova visina može doseći do 15 metara (Vossen, 2000). Za razliku od ostalih kestena, japanski kesten ima nešto manje listove koji su dužine oko 20 cm. Duguljasta ili srcolika lisna plojka sadrži oko tri, a ponekad i pet do sedam plodova koji su veći, a debljina im je oko 2 do 3 cm. Podnosi temperaturu do -15 °C. Križanci japanskog i drugog kestena daju plod manje kvalitete u odnosu na drugu vrstu ovog roda, a nasad japanskog kestena u našem području se nalazi u blizini Petrinje (Ivančić, 2017). Na slici 3 prikazan je plod i list japanskog kestena.



Slika 3. Japanski kesten (Tanabe, 2017)

### 2.2.3 Kineski kesten (*Castanea mollissima*)

Kineski kesten, koji je prikazan na slici 4, potječe s prostora sjeverne i zapadne Kine i karakterizira ga visina od oko 12 metara, a plodove daje relativno rano, već u trećoj godini (Vossen, 2000). Njegova povijest je u Kini je duža od 2000 godina i doprinosi njihovoj ekonomskoj slici. Najvrjedniji dio je svakako plod koji ima visoku hranjivu vrijednost te se u Kini dugi niz godina upotrebljavao u zdravstvenoj zaštiti. Osim u Kini, plod se koristi kao namirnica u prehrani ljudi diljem Europe, Amerike i Azije. Kemijski sastav kineskog kestena zaokuplja sve veću pažnju javnosti te se sve češće konzumira (Liu i sur., 2015). Oblik stabla je listopadno drvo do 20 m visine, smeđe ili sivo smeđe boje s raširenim grančicama. Listovi su jednostavni, dužine od 8 do 17 cm, mogu biti eliptičnog oblika ili pak duguljasti i široki s oštrim vrhovima (Nelson, 2010).



Slika 4. Kineski kesten (Ying, 2019)

#### 2.2.4 Američki kesten (*Castanea dentata*)

Američki kesten porijeklom je s obronaka planine Appalachian u Sjedinjenim Američkim Državama. Stabla su vrlo visoka, ravna i stupasta dok su plodovi mali. Oko 1900. godine, ova vrsta je bila vrlo ugrožena napadom gljivica *Cryphonectria parasitica* koja je uzrokovala katastrofe u šumi (Vossen, 2000). Navedena gljivica inficira matična tkiva i uzrokuje propast drveća te se donedavno vodila borba protiv ove bolesti. Nekoć je 45 % šuma u SAD-u činila upravo ova vrsta kestena osiguravajući ekonomski značaj, središnju ulogu šumskog ekosustava, ali i prehrane (Barakat i sur., 2009). Listovi američkog kestena su dugi od 9 do 30 cm, a širina im je 10 cm. Rubovi listova su grubi i nazubljeni, a listovi su kraći od lišća japanskog i kineskog kestena (Nelson, 2010). Na slici 5 prikazan je plod i list američkog kestena.

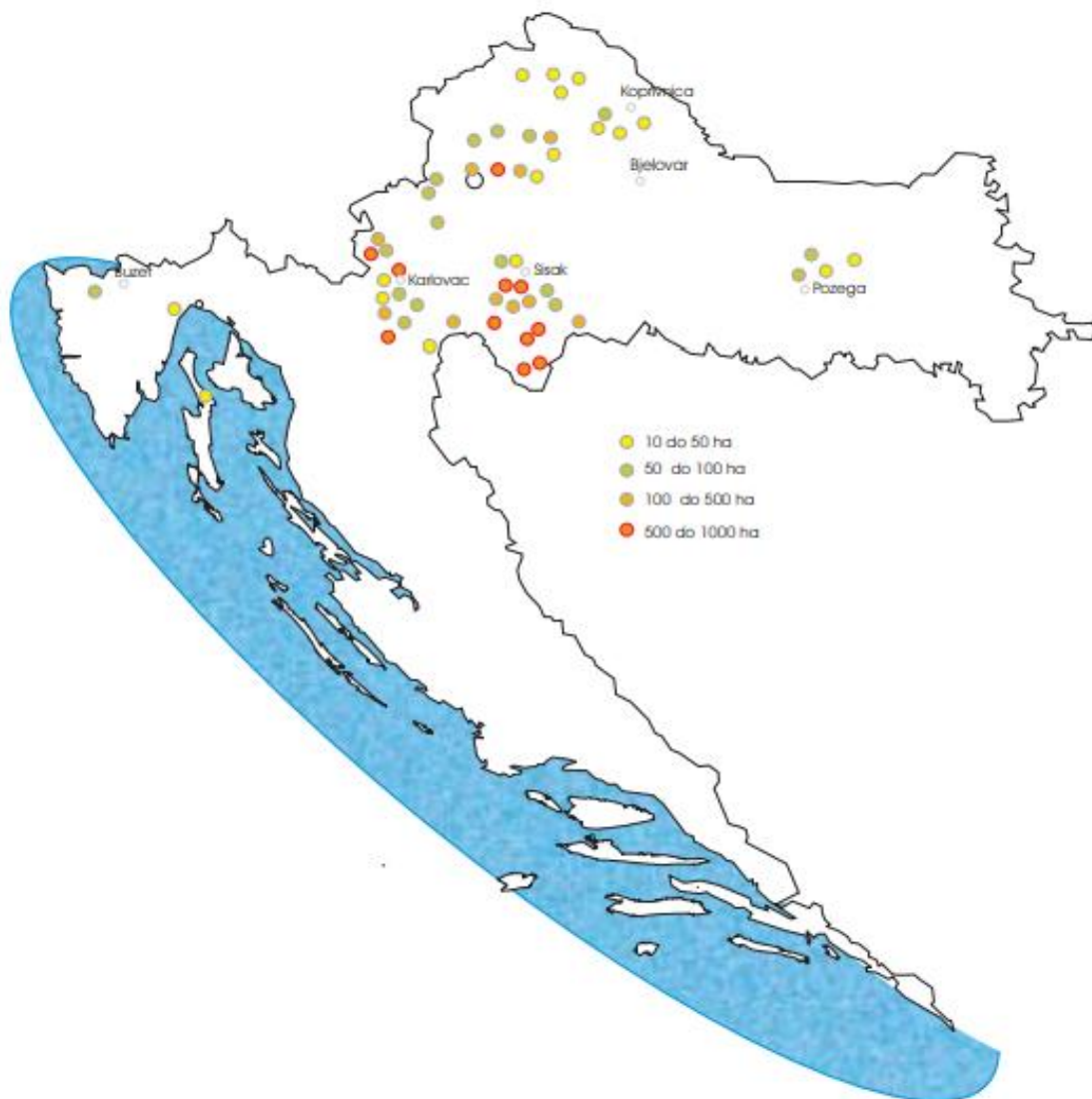


Slika 5. List i plod Američkog kestena (Van Vliet, 2004)

## 2.3 KESTEN NA PODRUČJU REPUBLIKE HRVATSKE

Istraživanje šume pitomog kestena u Hrvatskoj započeo je 1938. godine Ivo Horvat. Tada je prvi puta opisana šuma hrasta kitnjaka i pitomog kestena na području sjeverozapadne Hrvatske (Medak, 2011). Od 2009. godine na području Republike Hrvatske započelo se s plantažnim uzgojem na površinama u Istri, a kasnije se proširilo i na područje Sisačko-moslavačke županije (Kovačec, 2015). Danas se šuma pitomog kestena na teritoriju Hrvatske proteže na oko 15000 ha na području Siska, Karlovca, Zagreba, Koprivnice, Požege, Bjelovara i Buzeta. Za razvoj mu pogoduju toplija mjesta s dubokim, svježim i plodnim tlom dok mu tlo s više od 8 % vapna ne odgovara. Također, biljci ne odgovaraju kasni mrazovi u svibnju koji joj nanose štetu. Do cvata dolazi pri temperaturi od 15 do 20 °C. Pri velikim razlikama dnevne i noćne temperature dolazi do puknuća debla. Kestenu je potrebna umjerena vlaga zraka i tla te velika količina svjetla zbog koje spada u heliofilne vrste. Kako bi se dobili najbolji plodovi, preporučuje se uzgoj kestena u razmaku od 10 m između stabala. Tako se dobiva krošnja zaobljenog oblika s dobro osvijetljenim rubovima (Glavaš, 2004). Pitomi kesten ne podnosi pH vrijednost tla veću od 5,5. Zahtjeva položaj u zavjetrinama na tlu koje daje kiselu ili neutralnu reakciju kao što su graniti, pješčenjaci i andeziti. Takvo tlo se može naći na Požeškom gorju gdje se nalaze nasadi pitomog kestena. Ključni čimbenik za rast pitomog kestena je temperatura odnosno toplina. Ona ne bi smjela biti ispod -26 °C niti iznad 37 °C premda je najpovoljnija temperatura između 11 i 15 °C. Pod utjecajem dovoljno svjetla, vlage i temperature dolazi do mineralizacije tla djelovanjem mikroorganizama što tlo čini pogodnim za rast i razvoj pitomog kestena (Zelić, 1998). Karta rasprostranjenosti pitomog kestena u Republici Hrvatskoj može se vidjeti na slici 6.





Slika 6. Rasprostranjenost pitomog kestena u Hrvatskoj (Novak-Agbaba i sur., 2000)

Maruni ili maroni su kesteni koji su dobiveni selekcijom, a spadaju u sortu europskog pitomog kestena (*Castanea sativa Mill.*). Na području Republike Hrvatske nalaze se na istočnoj padine Učke, u šumama brežuljkasto-brdskog područja kontinentalnog dijela, na otoku Krku, a manji nasadi su na otoku Cresu te u Istri. Najstariji nasadi nalaze se na prostoru Lovrana prema kojima je tamošnji plod dobio ime. Njihova uloga je višenamjenska, imaju značajnu ekonomsku, ali i prehrambenu važnost (med, tanini, očuvanje ekoloških vrijednosti, drvo). Podaci govore da izvoz datira još iz 17. stoljeća dok je vrhunac proizvodnje i izvoza bio u 19. stoljeću. Potom je došlo do zapaštanja nasada. Prema standardima u Italiji, maruni su samo one sorte europskog pitomog kestena koje imaju najkvalitetniji, krupni plod. Oblik je duguljast, njegova boja je svijetlo smeđa s uzdužnim tamnim prugama i lako se ljušte, a zanimljivo je što rijetko imaju dvostruko sjeme. Danas se kesten u većem postotku

konzumira svjež - oko 75 %, dok se u ostali dio prerađuje (Idžojić i sur., 2012). U Hrvatskoj postoje četiri sorte maruna:

**Precoce Migoule** – stablo srednjeg rasta, otvorene krošnje i dobrom rodnošću. U ježincu su dva do tri normalno razvijena ploda, svijetlo mahagonijeve boje, koja dozrijevaju nakon 15. rujna.

**Bouche de Betizac** – stablo srednjeg rasta s dobrom rodnošću. U ježincu se nalaze dva debela ploda tamno crvenkaste kestenjaste boje koja dozrijeva krajem rujna.

**Marsol** – stablo s bujnim rastom dobre rodnošću. U ježincu se nalaze dva do tri ploda srednje debela do debela te sjajno-crvenkaste boje koja dozrijevaju početkom listopada.

**Maraval** – stablo srednjeg i bujnog rasta. U ježincu se nalaze jedan do dva ploda sjajne, tamne smeđe-crvenkaste boje koja dozrijevaju sredinom listopada (Kušan, 2014). Prema podacima istraživanja (Prgomet i sur., 2015), sorta Bouche de Betizac se istaknula najranijim sazrijevanjem ploda kao i najvećom otpornošću prema bolesti kestenove ose šiškariče (*Dryocosmus kuriphilus*) dok je kod sorte Marsol sazrijevanje ploda bilo najkasnije. Sorte Marsol i Bouche de Betizac su imale najveće plodove, a sorta Precoce Migoule najmanje plodove.

## 2.4. RAK KESTENOVE KORE

Najveća bolest ikad zabilježena u povijesti šumarstva je rak kore pitomog kestena. Susret s ovom bolesti je najgori scenarij za kesten jer uzrokuje propadanje stabala i čitavih njegovih sastojaka. Bolest uzrokuje gljiva *Cryphonectria parasitica* koja na području Hrvatske ugrožava sve vrste kestena. Bolest se prvi puta javila u istočnoj Aziji i Japanu te se danas ta područja smatraju domovinom ove bolesti. Tamo je bolest uspostavila ravnotežu te ne pravi nikakvu štetu. Na području Republike Hrvatske prvi puta je zabilježena 1955. godine u Istri. Hladni zimski dani olakšavaju kestenovo preživljavanje jer jedino tada gljiva nije aktivna. Ako je stablo mlađe i njegova kora glatka, ono će prilikom oboljenja postati crvenkasto i uzdužno raspucalo sve do kore. Nastaju pukotine, a gljiva prodire do kambija te mu nanosi oštećenja do uvenuća. Dolazi do sušenja kore te odljepljivanja kore od stabla. Na starijim stablima je teže uočiti promjene jer su ona već debela i ispucala. Bolest se najčešće vidi kada se kora u potpunosti odvoji od debla i otpadne te ostane golo drvo. Kako bi se kesten zaštitio važna je obrambena reakcija stabla, ali i ljudski faktor. Stabla se trebaju obrezivati zimi pri temperaturi ispod 7 °C jer gljiva tada nije aktivna te ne može više izazvati zarazu (Glavaš, 2004).

## 2.5. KEMIJSKI SASTAV KESTENA

Kesten je vrlo zanimljiv s tehnološkog i prehranbenog gledišta zbog svog kemijskog sastava. Zapažena je namirnica zbog visokog udjela škroba, šećera i celuloze dok se ostale vrste orašastih plodova ističu visokom količinom masti i bjelančevina (Glushkova i sur., 2010). Kesten je važan izvor škroba (do 70 %). Također sadrži mineralne tvari, vitamine, vlakna, male količine proteina (2 – 4 %) i masti (2 – 5 %) (Cruz i sur., 2013). Tablica 2 prikazuje kemijski sastav različitih botaničkih vrsta kestena iz Europe, Kine, Japana i Hrvatske.

Tablica 2. Kemijski sastav različitih botaničkih vrsta kestena (Kaić-Rak i Antonić, 1990; Živko, 2011)

Sastav	Mjerna jedinica	Europa ( <i>C. sativa</i> )	Kina ( <i>C. mollissima</i> )	Japan ( <i>C. crenata</i> )	Hrvatska
Voda	g	52	43,95	61,41	52
Energija	kcal	196	224	154	170
Energija	kJ	820	937	644	711
Proteini	g	1,63	4,20	2,25	2,0
Masti	g	1,25	1,11	0,53	2,7
Pepeo	g	0,96	1,67	0,91	-*
Ugljikohidrati	g	44,17	49,07	34,91	36,6

\*Vrijednost za koju nema podataka označena je s „-“

Istodobno, kesten je izvor esencijalnih masnih kiselina, a najveća značajnost se pridaje linolnoj kiselini zbog njene uloge u prevenciji krvožilnih bolesti (Barreira i sur., 2009). Kesten je značajan zbog svojih zdravstvenih učinaka, ali i kao dio bezglutenske prehrane. Kako prevladavaju nezasićene masne kiseline u njegovom sastavu one, u kombinaciji s visokim udjelom vlakna, djeluju povoljno na zdravlje i dobar su izvor energije. Podaci o udjelu masnih kiselina u različitim botaničkim vrstama kestena nalaze se u tablici 3. Vrijednosti za koje nema podataka označene su s „-“ u tablici.

Tablica 3. Udio masnih kiselina u različitim botaničkim vrstama kestena (Kaić-Rak i Antičić, 1990; Živko, 2011)

Lipidi	Mjerna jedinica	Europa ( <i>C. sativa</i> )	Kina ( <i>C. mollissima</i> )	Japan ( <i>C. crenata</i> )	Hrvatska
Zasićene MK	g	0,235	0,164	0,078	0,5
14:0	g	0,005	0	0	-*
16:0	g	0,212	0,151	0,072	-*
18:0	g	0,012	0,011	0,005	-*
Mononezasićene MK	g	0,430	0,581	0,278	1,1
16:1	g	0,012	0,008	0,004	-*
18:1	g	0,413	0,559	0,268	-*
20:1	g	0,005	0,010	0,005	-*
Polinezasićene MK	g	0,493	0,288	0,138	1,1
18:2	g	0,440	0,258	0,123	-*
18:3	g	0,053	0,028	0,013	-*
Kolesterol	mg	0	0	0	0

\*Vrijednosti za koje nema podataka označene su s „-“

Ujedno, sadrže veliku količinu vitamina C. Kesten ne sadrži kolesterol, a plod kestena sadrži polifenole i tanine (Gonçalves i sur., 2010). Kesteni sadrže šećere, najviše monosaharide i disaharide poput saharoze, glukoze i fruktoze (Botond i sur., 2009). Budući da ne sadrži gluten, proizvodi od kestena i kestenovo brašno služe kao zamjena pšenici ili žitaricama (De Vasconcelos i sur., 2010). Također, koriste se u prehrani kod bolesti, primjerice celijakije, kada se gluten ne smije konzumirati (Borges i sur., 2007). Što se tiče mineralnog sastava, kesteni su dobar izvor K, Mg, Fe, Cu i Mn (Glushkova i sur., 2010). Preciznije, u kesteni se nalaze makroelementi (Ca, P, K, Mg i S) i važni mikroelementi (Fe, Cu, Zn i Mn) (De Vasconcelos i sur., 2010). U tablici 4 se nalaze podaci o udjelu mineralnih tvari u različitim botaničkim vrstama kestena dok se u tablici 5 nalaze podaci o njihovom

vitaminskom udjelu. Vrijednosti za koje nema podataka označe su s „-“ u tablicama. Od vitamina veliku pažnju zauzima vitamin E koji ima antioksidacijsku aktivnost te se pokazalo da jača imunološki sustav i smanjuje rizik oboljenja od raka (Barreira i sur., 2012) te vitamin C (De Vasconcelos i sur., 2010). Od aminokiselina prevladava L-asparaginska kiselina, a ostale su L-glutaminska kiselina, leucin, L-alanin i arginin. Kesten ima nisku energijsku vrijednost za razliku od drugih orašastih plodova zbog niskog udjela masti koju sadrži (Borges i sur., 2007). Prema Ministarstvu poljoprivrede Sjedinjenih Američkih Država (eng. United States Department of Agriculture – USDA) 100 g kuhanog kestena sadrži 131 kcal dok ista količina pečenog sadrži 224 kcal (USDA, 2019).

Tablica 4. Udio mineralnih tvari u različitim botaničkim vrstama kestena (Kaić-Rak i Antonić, 1990; Živko, 2011)

Mineralne tvari	Mjerna jedinica	Europa ( <i>C. sativa</i> )	Kina ( <i>C. mollisima</i> )	Japan ( <i>C. crenata</i> )	Hrvatska
Kalcij, Ca	mg	19	18	31	46
Željezo, Fe	mg	0,94	1,41	1,45	0,9
Magnezij, Mg	mg	30	84	49	33
Fosfor, P	mg	38	96	72	74
Kalij, K	mg	484	447	329	500
Natrij, Na	mg	2	3	14	11
Cink, Zn	mg	0,49	0,87	1,10	-*
Bakar, Cu	mg	0,418	0,363	0,562	0,23
Mangan, Mn	mg	0,336	1,601	1,591	-*

\*Vrijednosti za koje nema podataka označene su s „-“

Tablica 5. Udio vitamina u različitim botaničkim vrstama kestena (Kaić-Rak i Antonić, 1990; Živko 2011).

Vitamins	Mjerna jedinica	Europa ( <i>C. sativa</i> )	Kina ( <i>C. mollissima</i> )	Japan ( <i>C. crenata</i> )	Hrvatska
Vitamin C	mg	40,2	36,0	26,3	-*
Tiamin (B1)	mg	0,144	0,160	0,344	0,20
Riboflavin (B2)	mg	0,016	0,180	0,163	0,22
Niacin (B3)	mg	1,102	0,800	1,500	0,2
Pantotenska kis. (B5)	mg	0,475	0,555	0,206	-*
Piridoksin (B6)	mg	0,352	0,410	0,283	0,33
Folat	µg	58	68	47	-*
Folna kis. (B9)	µg	0	0	0	0
Folati, hrana	µg	58	68	47	-*
Folati, DFE	µg DFE	58	68	47	-*
Kobalamin (B12)	µg	0,00	0,00	0,00	-*
Vitamin A, IU	IU	26	202	37	-*
Vitamin A, RAE	µg RAE	1	10	2	-*
Retinol	µg	0	0	0	0

\*Vrijednosti za koje nema podataka označene su s „-“

Najčešći način konzumacije kestena je u svježem stanju, nakon kuhanja ili pečenja no također može biti u smrznutom stanju što ga čini dostupnim na tržištu tijekom cijele godine (Cruz i sur., 2013). U industriji se smrznuti kesten čuva na temperaturi -40 °C. Osim toga, on može biti steriliziran u aluminijskim vrećicama (na temperaturi 116 °C u trajanju od 30 minuta), može se konzervirati ili čuvati u staklenkama u salamuri za konzerviranje. Njegova obrada može biti kućna ili industrijska. Obrada u industriji se koristi za poboljšanje njegovih svojstva ili produženje roka trajanja, a rijetko se konzumira sirov (De Vasconcelos i sur., 2010). Međutim, rezultati istraživanja na kesteni pokazali su i to da industrijska prerada može imati negativne strane, npr. snižavanje sadržaja aminokiselina u kesteni (Do Carmo Barbosa

Mendes de Vasconcelos i sur., 2009). Osim što se može naći u različitim stanjima, može se naći i u različitim oblicima pa se tako primjerice mljevenjem sušenog kestena dobije brašno od kestena koji se dalje koristi za proizvodnju džemova i deserta (Cruz i sur., 2013). Danas se na tržištu još mogu pronaći pečeni ili kandirani kesteni, kesten pire ili kesten krema, a najnoviji proizvodi koji su predstavljeni jesu liker, aperitivi, pivo, tjestenina i mliječni proizvodi od kestena (Krist i sur., 2004), čips na bazi kestena i med od kestena. Od kestena niže kvalitete (na primjer lomljenog kestena), dobivaju se proizvodi poput kaše, kestenove kreme, juhe ili jogurta (De Vasconcelos i sur., 2010). Oguljeni kesten ima bržu pokvarljivost od svježeg voća stoga je najveći izazov održati njegovu svježinu prilikom skladištenja, odnosno produžiti njegovu trajnost kako ne bi došlo do velikih gubitaka. Osim tradicionalnih metoda, za pohranu kestena se koriste i hladna skladišta, zamrzavanje i sušenje, a sam način sušenja utječe na kvalitetu dehidriranog proizvoda. Tako se sušenjem na zraku ili toplinskom obradom uništava kvaliteta kestena dok se njegova kvaliteta slabije mijenja prilikom zamrzavanja koja najviše održava strukturu samog voća (Gounga i sur., 2008). Proces sušenja na zraku je najstarija metoda očuvanja kestena. Na taj način se postiže stabilnost proizvoda jer se snižava aktivitet vode to jest voda isparava (Sacchetti i sur., 2004). Kesten zbog raznolikosti svojih proizvoda predstavlja multifunkcionalni model šumarstva. Brojne pozitivne karakteristike su upravo ono što ga ističe od ostalih namirnica. Zahvaljujući njegovoj nutritivnoj i prehranbenoj vrijednosti sve mu je veća popularnost među potrošačima. U marketinškom smislu, kesten je namirnica koja ne zahtijeva puno brige, njegovi finalni proizvodi su širokog raspona i ima visoku prehranbenu vrijednost. Međutim, potrebno je određeno vrijeme kako bi se dobila čista jezgra ploda, valjane veličine i kvalitete. Također, izazov predstavlja svježi plod koji zahtijeva pravilno čuvanje kako bi mu se očuvala kvaliteta. Osim troškova berbe, postoji opasnost od gljivične infekcije i napada insekata. Prema tome, proizvodnja kestena i proizvoda od kestena je vrlo složena djelatnost koja zahtijeva određeno znanje u sustavu obrade, skladištenja, distribucije i prodaje (Pettenella, 2001).

Termička obrada utječe na promjenu sastava kestena, a one također mogu biti povezane i sa želatinizacijom škroba. Primjerice, kuhanjem kestena dolazi do promjene strukture škrobnog materijala (Cruz i sur., 2013), ali i njegove probavljivosti. Provedena su istraživanja na kestenu po pitanju njegove prehranbene vrijednosti pri različitim toplinskim obradama. Dobivenim rezultatima je utvrđeno da kuhani kesten gubi 25 % svoje energijske vrijednosti, ali dobiva na vlažnosti. Prženjem kestena povećava se udio njegovih šećera za 25 % i raste

mu energijska vrijednost. Pečeni kesten ima povećan udio proteina i prehrambenih vlakana za razliku od kuhanog kestena koji ima niži udio proteina, ali veći udio masti (De Vasconcelos i sur., 2010). Pečeni kesten sadrži 260-350 g kg<sup>-1</sup> škroba, 50-102 g kg<sup>-1</sup> saharoze, 0,5-4,4 g kg<sup>-1</sup> fruktoze, glukozu u tragovima i 9-15 g kg<sup>-1</sup> ukupnih masnih kiselina. Potrebno je najmanje 90 g kg<sup>-1</sup> saharoze kako bi kesten bio dobrog okusa, a za aromu kestena su zaslužni furfurali, stireni,  $\gamma$ -butirolakton i p-cimen. Najčešća konzumacija kestena je u pečenom stanju. Upravo ta termička obrada rezultira Maillardovim reakcijama između šećera i aminokiselina koje uzrokuju promjenu boje i nastajanje akrilamida (Krist i sur., 2004). Prema Međunarodnoj agenciji za istraživanje raka, IARC-u (International Agency for Research on Cancer) akrilamid (2-propenamid) je klasificiran kao potencijalno kancerogen za ljude. Osim toga, Svjetska zdravstvena organizacija ga je svrstala u neurotoksine te je zbog toga izražena velika zabrinutost. Posebice je usmjerena pažnja prema onima koji su prženi i pečeni. S obzirom na to, određene količine akrilamida mogu se naći u kestenu i proizvodima od kestena. Iako količina akrilamida može biti visoka u pečenom kestenu, istraživanja su pokazala kako on nema značajan utjecaj kod ljudi prilikom unosa proizvoda na bazi kestena (Karasek i sur., 2009). Termička obrada kestena utječe čak i na različit udio vitamina C, ovisno o sorti. Kuhanjem kestena smanjuje se količina vitamina C za 25 – 54 % dok se prilikom pečenja smanji udio za 2 – 77 %. Ipak, takvi proizvodi mogu biti dobar izvor vitamina C jer predstavljaju 22,4 - 16,2 % preporučenog dnevnog unosa za muškarce odnosno 26,8 - 19,4 % za žene (Barros i sur., 2011). Uočene su razlike u podacima iz istraživanja koja se bave određivanjem kemijskog sastava kestena. Postoji više razloga koji objašnjavaju ovu razliku, a to su:

- Dio podataka se odnosi na kestene, a dio podataka na marune koji imaju različite morfološke i tehnološke karakteristike
- Određene sorte imaju različite ekotipove s različitim kemijskim svojstvima ovisno na kojem okolišu rastu
- Ista vrsta može pokazati različit kemijski sastav za različite klonove
- Podaci se mogu razlikovati zbog promjene interakcije godine berbe i vrste

Druga vrsta razlike u podacima je zbog toga što se određeni podaci iz literature odnose na svjež plodove, a ostali na procesirani plod kojem je produžena trajnost. Procesiranje može utjecati na kemijski sastav kestena, ali i na njegovo skladištenje (Neri i sur., 2010). Tablica 6 prikazuje podatke za kemijske sastave sirovog kestena izražene na 100 g uzorka.



Tablica 6. Kemijski sastav sirovog kestena (USDA, 2019)

Sastav	Mjerna jedinica	Vrijednost na 100 g
Voda	g	43,95
Energija	kcal	224
Energija	kJ	937
Proteini	g	4,2
Masti	g	1,11
Pepeo	g	1,67
Ugljikohidrati	g	49,07
Mineralne tvari	Mjerna jedinica	Vrijednost na 100 g
Kalcij, Ca	mg	18
Željezo, Fe	mg	1,41
Magnezij, Mg	mg	84
Fosfor, P	mg	96
Kalij, K	mg	447
Natrij, Na	mg	3
Cink, Zn	mg	0,87
Bakar, Cu	mg	0,363
Mangan, Mn	mg	1,601
Vitamini	Mjerna jedinica	Vrijednost na 100 g
Vitamin C	mg	36
Tiamin	mg	0,16
Riboflavin	mg	0,18
Niacin	mg	0,8
Pantotenska kiselina	mg	0,555
Vitamin B6	mg	0,41
Folna kiselina	μg	0
Folati, hrana	μg	68
Vitamin B12	μg	0
Vitamin A, RAE	μg	0
Retinol	μg	0
Vitamin A, IU	IU	202
Vitamin D	μg	0
Vitamin D (D2 + D3)	IU	0

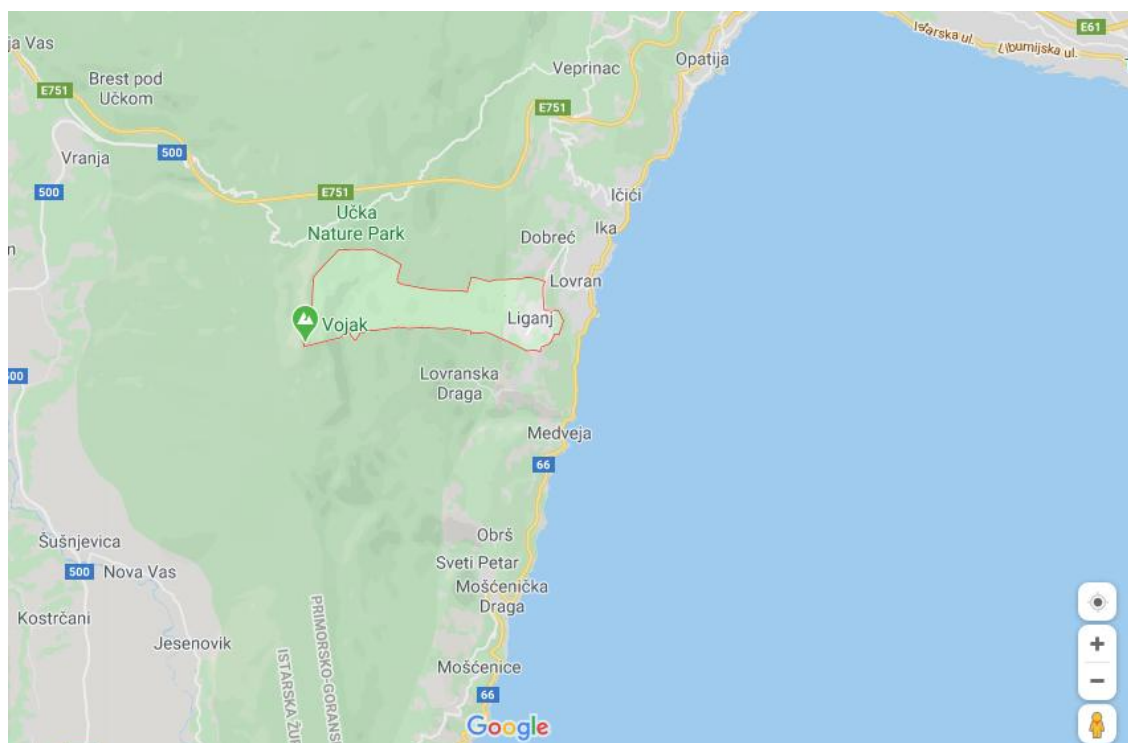
Tablica 6. Kemijski sastav sirovog kestena (USDA, 2019) - nastavak

<b>Lipidi</b>	<b>Mjerna jedinica</b>	<b>Vrijednost na 100 g</b>
Zasićene MK	g	0,164
16:0	g	0,151
18:0	g	0,011
Monozasićene MK	g	0,581
16:1	g	0,008
18:1	g	0,559
20:1	g	0,01
Polinezasićene MK	g	0,288
18:2	g	0,258
18:3	g	0,028
Kolesterol	mg	0
<b>Aminokiseline</b>	<b>Mjerna jedinica</b>	<b>Vrijednost na 100 g</b>
Triptofan	g	0,049
Treonin	g	0,167
Izoleucin	g	0,157
Leucin	g	0,259
Lizin	g	0,228
Metionin	g	0,101
Cistein	g	0,11
Fenilalanin	g	0,19
Tirozin	g	0,125
Valin	g	0,22
Arginin	g	0,43
Histidin	g	0,121
Alanin	g	0,2
Asparaginska kiselina	g	0,852
Glutaminska kiselina	g	0,537
Glicin	g	0,184
Prolin	g	0,162
Serin	g	0,1

### 3. EKSPERIMENTALNI DIO

#### 3.1 MATERIJALI

Uzorci kestena maruna, koji su korišteni za analizu, prikupljeni su na području Republike Hrvatske s lokacije Učka – Liganj iz njihovih prirodnih staništa koje je prikazano na slici 7. Ukupno je prikupljeno 35 uzoraka maruna s tog prostora tijekom listopada 2019. godine. Oznake uzoraka se nalaze u tablici 7, a oznaka uzorka odgovara oznaci stabla određenog geolokaliteta.



Slika 7. Lokacija mjesta prikupljanja uzoraka kestena maruna Učka – Liganj (Google, 2020)

#### 3.2 METODE RADA

##### 3.2.1. Priprema uzorka

Plod kestena se oguli tako da mu se prvo očisti i nožem ukloni vanjska tvrda ljuska. Nakon toga se skida tanka unutrašnja ovojnica te ostaje samo jestivi dio ploda. Očišćeni plod se usitnjava pomoću miksera. Kako uzorak ne bi gubio vlagu i druge sastojke, sprema se u hermetički zatvorene posude i skladišti u hladnjak (AOAC 935.52, 1995).

### 3.2.2. Određivanje udjela vode

#### *Princip:*

Najčešći način određivanja udjela vode je postupak sušenja. Tom fizikalnom metodom se udio vode određuje indirektno. Mjeri se ostatak koji zaostaje nakon sušenja u zračnoj sušnici, a razlika u masi uzorka prije i nakon sušenja daje udio vode, odnosno hlapljivih komponenata čiji se većinski dio odnosi na vodu.

#### *Posuđe i uređaji:*

- eksikator
- aluminijska posudica
- zračna sušnica tip SP-01/02, Instrumentaria, Zagreb
- analitička vaga tip 2615, Tehtnica, Železniki

#### *Postupak:*

Oko 2 g (s točnošću  $\pm 0,0001$ ) dobro usitnjenog homogeniziranog uzorka odvagano je u prethodno osušene, izvagane i ohlađene aluminijske posudice. Nepokrivena aluminijska posudica s uzorkom i poklopac se suše do konstantne mase (oko 5 sati) pri temperaturi 100 °C - 130 °C. Potom slijedi hlađenje zatvorene aluminijske posudice u eksikatoru do sobne temperature i vaganje (AOAC 925.40, 1995).

#### *Račun:*

$$\% \text{ vode} = \frac{(a-b) \times 100}{m} \quad [1]$$

gdje je:

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

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

m – masa uzorka

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

#### *Princip:*

Udio pepela je anorganski ostatak zaostao nakon spaljivanja organske tvari neke namirnice. Uzorak se prvo karbonizira na plameniku. Zatim slijedi spaljivanje u Mufolnoj peći dok se ne postigne svijetlo siva boja pepela ili dok ne dođe do konstantne mase pepela.

#### *Reagens:*

- destilirana voda

#### *Posuđe i uređaji:*

- porculanska zdjelica
- plamenik
- eksikator
- analitička vaga tip 2615, Tehtnica, Železniki
- mufolna peć tip Heraeus KR-170, W.C. Heraeus GmbH, Hanau
- sušnica tip ST-01/02, Instrumentaria, Zagreb

#### *Postupak:*

Porculanska zdjelica se nakon žarenja hladi i važe te se u nju mjeri masa 2 g uzorka. Uzorak se potom karbonizira na plameniku, a zatim se stavlja u Mufolnu peć na spaljivanje koja je prethodno zagrijana na oko 550 °C. Slijedi vađenje uzorka nakon što se postigne jednolični svijetlo sivi pepeo ili pepeo konstantne mase. Nakon spaljivanja, porculanska zdjelica se hladi u eksikatoru dok ne postigne sobnu temperaturu (oko 30 min) te se važe (AOAC 950.49, 1995).

#### *Račun:*

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

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 ukupnih proteina

#### *Princip:*

Organske tvari se razore iz uzorka zagrijavanjem sa sumpornom kiselinom uz dodatak katalizatora  $\text{CuSO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O}$  i  $\text{K}_2\text{SO}_4$  koji povisuje vrelište kiseline te oslobađa dušik (osim dušika koji je vezan uz nitrata i nitrite) koji zaostaje u obliku amonijevih soli (amonijev sulfat). Iz amonijeva sulfata se nakon dodatka natrijeva hidroksida oslobađa amonijak koji se potom predestilira u bornu kiselinu, a nastali amonijev borat titrira se klorovodičnom kiselinom.

#### *Reagensi:*

- 96 % - tna sumporna kiselina (za analize), Carlo Erba Reagents, Francuska
- 30 % - tni vodikov peroksid (za analize), Gram-Mol d.o.o., Hrvatska
- Kjeldahl-ove tablete ( $\text{K}_2\text{SO}_4 + \text{CuSO}_4$ ) (za analize), Merck, Njemačka
- 40 % - tni natrijev hidroksid (za analize), T.T.T. d.o.o. – Sveta Nedjelja, Hrvatska
- 4 % - tna borna kiselina (za analize), Fisher Bio Reagents, Kina
- klorovodična kiselina ( $0,1000 \text{ mol L}^{-1}$ ) (za analize), Carlo Erba Reagents, Francuska

#### *Posuđe i uređaji:*

- analitička vaga tip 2615, Tehtnica, Železniki
- kivete za Kjeltrec sustav (500 mL)
- blok za spaljivanje
- Erlenmeyerova tikvica (250 mL)
- pipeta (25 mL)
- bireta (50 mL)
- destilacijska jedinica Kjeltrec sustava

#### *Postupak:*

1 g uzorka kestena (s točnošću  $\pm 0,0001$ ) se izvaže i prenese u kivetu od 500 mL. U nju se potom dodaju Kjeldahove tablete koje djeluju kao katalizator. Potom se dodaje 10 mL koncentrirane sumporne kiseline i 5 mL vodikovog peroksida. Slijedi spaljivanje do zaostatka zelenkasto – plave tekućine bez crnih komadića uzorka. Prilikom spaljivanja organski dušik prelazi u amonij-sulfat. Potom slijedi destilacija. 25 mL borne kiseline se pipetira u

Erlenmayerovu tikvicu, a tikvica s kiselinom i kiveta s uzorkom se postave u uređaj za destilaciju. Nakon toga slijedi destilacija koja traje oko 8 minuta. Alkalizacijom s NaOH nastaje amonijak, natrij-sulfat i voda. Amonijak se destilira u bornu kiselinu u suvišku i nastaje amonijev borat koji se titrira s HCl-om do promjene ružičaste boje u početnu zelenu (AOAC 950.48, 1995).

*Račun:*

$$\% \text{ ukupnog N} = \frac{(T-B) \times N \times 14,007 \times 100}{m} [3]$$

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

gdje je:

T – volumen HCl utrošen za titraciju uzorka (mL)

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

N – molaritet kiseline

m – masa uzorka (mg)

F – faktor za preračunavanje % dušika u proteine (5,3)

### 3.2.5. Određivanje udjela ugljikohidrata

*Princip:*

Izravno reducirajući šećeri (glukoza i fruktoza), određuju se na osnovu reducirajućih svojstava tih monosaharida. Oni reduciraju bakrov sulfat ( $\text{CuSO}_4$ ), odnosno Fehlingovu otopinu u bakrov (I) oksid ( $\text{Cu}_2\text{O}$ ) koji se određuje gravimetrijski (vaganjem). Potom se iz empirijskih tablica očita pripadajući udio šećera.

Nereducirajući disaharidi (saharoza) moraju se prvo invertirati odnosno hidrolizirati na reducirajuće šećere monosaharide pomoću kiseline ili odgovarajućih enzima. Tako se dobivaju podaci o ukupnoj količini šećera u uzorku – ukupni invert.

Razlika ukupnog i prirodnog inverta daje udio reducirajućih šećera koji su nastali inverzijom saharoze.

*Reagensi:*

- kalcijev karbonat (za analize), T.T.T. d.o.o. – Sveta Nedjelja, Hrvatska
- 50 % - tni etanol (za analize), Gram-Mol d.o.o., Hrvatska

- 96 % - tni etanol (za analize), Gram-Mol d.o.o., Hrvatska
- anhidrid natrijevog karbonata (za analize), Gram-Mol d.o.o., Hrvatska
- destilirana voda
- zasićena otopina neutralnog olovnog acetata (za analize), Carlo Erba Reagents, Francuska
- 20 % - tna klorovodična kiselina (za analize), Carlo Erba Reagents, Francuska
- 20 % - tni natrijev hidroksid (za analize), T.T.T. d.o.o. – Sveta Nedjelja, Hrvatska
- $\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \times 4\text{H}_2\text{O}$  (za analize), Gram-Mol d.o.o., Hrvatska
- $\text{CuSO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O}$  (za analize), Gram-Mol d.o.o., Hrvatska

*Pribor i posuđe:*

- tehnička vaga tipa 1111, Tehtnica, Železniki
- odmjerna tikvica (100 mL, 250 mL)
- pješćana kupelj
- vodena kupelj
- laboratorijska čaša (300 mL)
- plamenik
- stakleni lijevak
- azbestna mrežica
- pipeta (2 mL, 5 mL, 10 mL)
- filter papir
- stakleni štapić
- laboratorijska špatula
- Erlenmeyerova tikvica (100 mL, 300 mL)
- menzura (25 mL, 50 mL)
- porculanski filter
- odsisna boca
- sisaljka uz vodeni mlaz
- zračna sušnica ST - 01/02, Instrumentaria, Zagreb
- eksikator

*Postupak:*

10 g uzorka (s točnošću  $\pm 0,01$ ) odvagane se u odmjernu tikvicu od 250 mL. Potom se doda kalcijev karbonat te 125 mL 50 % - tnog etanola. Slijedi zagrijavanje u vodenoj kupelji 1



sat na temperaturi 85 °C. Nakon hlađenja i miješanja ostavi se stajati još nekoliko sati. Potom se etanolom puni do oznake te filtrira. 200 mL supernatanta se odmjeri u čašu te se evaporira u pješčanoj kupelji. Nakon smanjenja volumena prebacuje se u odmjernu tikvicu uz dodatak 2 mL olovnog acetata i destilirane vode. Dodatkom anhidrid natrijeva karbonata se istaloži višak olova te slijedi filtriranje (AOAC 950.51, 1950).

Kako bi se odredio udio ukupnih šećera, 50 mL filtrata se prebaci u odmjernu tikvicu od 100 mL. Nakon toga se dodaje 10 mL klorovodične kiseline i 20 mL destilirane vode te se prebacuje u vodenu kupelj 10 minuta na 60 °C. Slijedi hlađenje i neutralizacija natrijevim hidroksidom. U Erlenmayerovu tikvicu se prebaci 25 mL Fehlingove otopine I, Fehlingove otopine II, destilirane vode i uzorka te se zagrijava na plameniku pokriveno satnim stakalcem. Otopina se potom filtrira pomoću odsisne boce kroz porculanski filter (prethodno osušen, ohlađen i izvagan). Slijedi sušenje taloga 30 minuta pri 100 °C u zračnoj sušnici, hlađenje i vaganje. Udio invertnog šećera se očitava iz Hammondovih tablica.

Kako bi se odredili prirodni šećeri, u Erlenmayerovu tikvicu se prebacuje 25 mL filtrata, Fehlingove otopine I, Fehlingove otopine II i destilirana voda. Slijedi zagrijavanje na plameniku pokrivenim satnim stakalcem. Otopina se potom filtrira pomoću odsisne boce kroz porculanski filter (prethodno osušen, ohlađen i izvagan). Talog se suši 30 minuta pri 100 °C u zračnoj sušnici te se hladi i važe, a potom se očitava udio invertnog šećera iz Hammondovih tablica.

*Račun:*

$$\% \text{ šećera} = \frac{a \times 100}{b \times 100} \quad [4]$$

gdje je:

a – očitani udio šećera iz Hammondovih tablica (mg)

b – masa uzorka u alikvotnom dijelu filtrata uzetom u konačni postupak (g)

*Račun udjela saharoze:*

$$\% \text{ saharoze} = (b - a) \times 0,95 \quad [5]$$

gdje je:

a – udio reducirajućih šećera prije inverzije (%)

b – udio reducirajućih šećera nakon inverzije (%)

1 g invertnog šećera odgovara 0,95 g saharoze

### 3.2.6. Određivanje udjela škroba

#### *Princip:*

Određivanje udjela škroba Ewersovim postupkom. Škrob prelazi u topljivo stanje nakon hidrolize s kiselinom. Zbog visoke optičke aktivnosti škroba, moguće ga je odrediti polarimetrijski.

#### *Reagensi:*

- 1, 124 % - tna klorovodična kiselina (za analize), Carlo Erba Reagents, Francuska
- $K_4Fe(CN)_6 \times 3H_2O$  (za analize), Gram-Mol d.o.o., Hrvatska
- $Zn(CH_3COO)_2 \times 2H_2O$  (za analize), Fisher Scientific, Velika Britanija

#### *Posuđe i uređaji:*

- tehnička vaga tip 1111, Tehtnica, Železniki
- odmjerna tikvica (100 mL)
- pipete (5 mL, 10 mL)
- menzura (25 mL)
- laboratorijska čaša (250 mL)
- stakleni štapić
- stakleni lijevak
- filter papir
- vodena kupelj
- polarimetar tip 32-G 580C, Carl Zeiss, Jena

#### *Postupak:*

5 g uzorka (s točnošću  $\pm 0,01$ ) se odvagne i prenese u odmjernu tikvicu od 100 mL, a čaša i lijevak se isperu s 25 mL klorovodične kiseline. Postupak se ponovi još jednom kako bi se spriječilo stvaranje grudica. Potom se tikvica stavlja u vodenu kupelj na 15 minuta. Nakon toga slijedi dodavanje 20 mL hladne destilirane vode i hlađenje tikvice na 20 °C. Sadržaj iz tikvice se prenese u laboratorijsku čašu od 250 mL te se doda 5 mL  $K_4Fe(CN)_6 \times 3H_2O$  i 5 mL  $Zn(CH_3COO)_2 \times 2H_2O$  kako bi se istaložili otopljeni proteini. Osim toga, doda se destilirana voda do oznake i 10 minuta se čeka kako bi se sadržaj slegnuo te se filtrira kroz

suhi filter papir. Potom se polarizacijska cijev puni s dobivenim bistrim filtratom i očita se kut zakretanja  $\alpha$  (Ewers, 1908).

*Račun:*

$$\% \text{ škroba} = \frac{100 \times \alpha \times 100}{[\alpha]^{20D} \times l \times m} \text{ [6]}$$

gdje je:

$\alpha$  – specifični kut zakretanja

$[\alpha]^{20D}$  – specifični kut zakretanja škroba

l – dužina polarizacijske cijevi

m – masa uzorka (g)

### 3.2.7. Određivanje udjela masti po Soxhletu

*Princip:*

Višekratna kontinuirana ekstrakcija masti organskim otapalom u Soxletovoj aparaturi. Metodom po Soxhletu određuju se slobodne masti.

*Reagensi:*

- medicinski benzin (za analize), Gram-Mol d.o.o., Hrvatska

*Posuđe i uređaji:*

- analitička vaga tip 2615, Tehtnica, Železniki
- papirnata čahura
- Soxhletova aparatura
- Zračna sušnica tip ST – 01/02, Instrumentaria, Zagreb
- staklene kuglice
- eksikator

*Postupak:*

5 g uzorka (s točnošću  $\pm 0,0001$ ) odvaži se u papirnatu čahuru te se suši 1 sat na 100 – 105 °C u zračnoj sušnici. U srednji dio Soxhletove aparature se stavi suha vata, a aparatura se spoji s hladilom i tikvicom koja je prethodno sušena, ohlađena i izvagana s nekoliko staklenih kuglica. Potom se kroz hladilo dodaje otapalo dok se ekstraktor ne napuni i isprazni u tikvicu. Ukupni volumen otapala treba biti  $\frac{3}{4}$  tikvice. Zatim se započinje sa zagrijavanjem tikvice koja

se nalazi na pješčanoj kupelji uz puštanje vode kroz hladilo. Ekstrakcija traje 16 sati, a završava kada se otapalo iz ekstraktora prelije u tikvicu te čahura ostane bez otapala. Potom se čahura s uzorkom vadi, a otapalo se predestilira u prazni ekstraktor. Tikvica s ekstraktom se suši pri 100 – 105 C do konstantne mase, slijedi hlađenje i vaganje (AOAC 948.22, 1995).

*Račun:*

$$\% \text{ masti} = \frac{(b-a)}{m} \times 100 [7]$$

gdje je:

a – masa prazne tikvice (g)

b – masa tikvice i ekstrahirane masti (g)

m – masa uzorka (g)

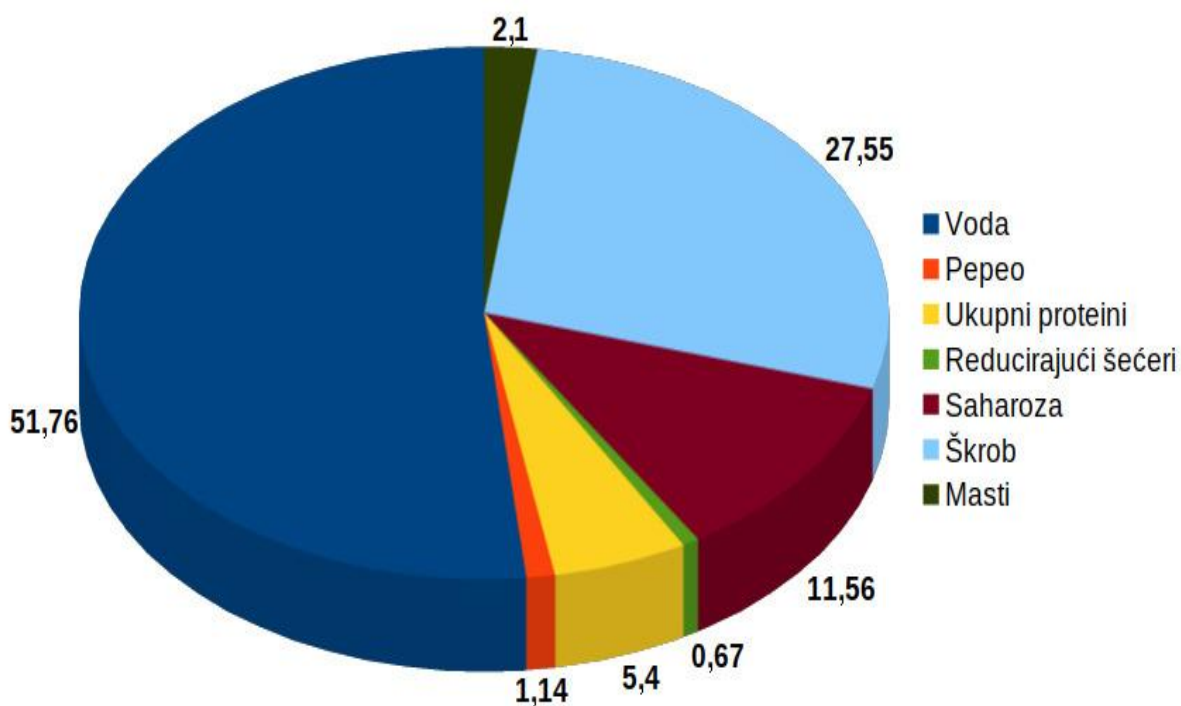
## 4. REZULTATI I RASPRAVA

Cilj ovog istraživanja bio je odrediti kemijski sastav maruna te dobivene rezultate usporediti s podacima ostalih sličnih istraživanja. Prikazan je kemijski sastav 35 uzoraka maruna s područja Učke, općine Liganj iz sezone 2019. Udjeli vode, pepela, ukupnih proteina, reducirajućih šećera, saharoze i škroba provedenih su na 35 uzoraka maruna, a maseni udio masti proveden je na 25 uzoraka maruna kako je prikazano u tablici 7. Vrijednosti su izražene u g/100 g (%) uzorka. Također, u tablici 7 su prikazane minimalne i maksimalne vrijednosti svakog pojedinog sastojka, standardna devijacija (st. dev.) te koeficijent varijacije (cv). Na slici 8 prikazana je prosječna vrijednost (%) pojedinih sastojaka ispitivanih maruna dok su na slikama 9 – 15 prikazane usporedbe prosječne vrijednosti pojedinih sastojaka učkih maruna i prosječne vrijednosti sastojaka kestena iz drugih istraživanja. Na temelju dobivenih udjela kemijskog sastava maruna iz tablice 7 provedena je jednofaktorska analiza varijance (ANOVA) u tablici 8 s ciljem utvrđivanja rezultata između uzoraka po svakom od ispitivanih parametara.

Tablica 7. Kemijski sastav maruna

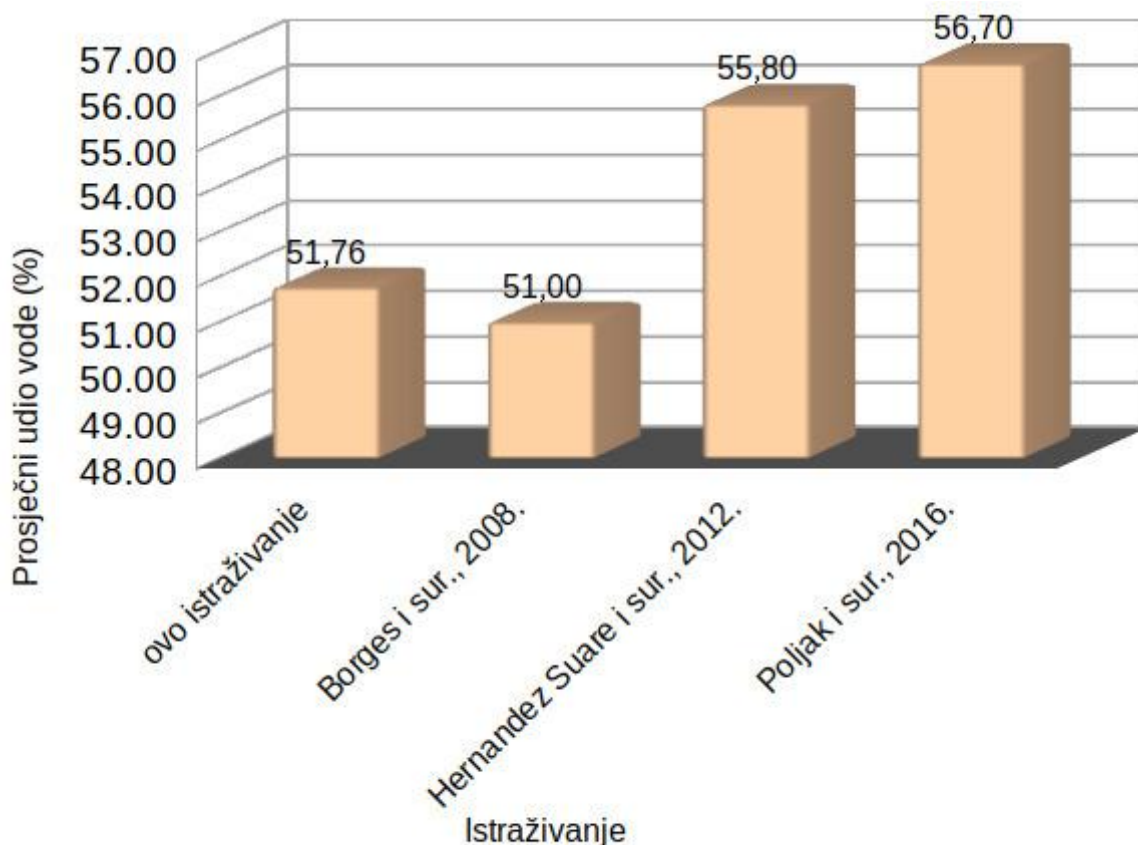
Uzorak	Voda (%)	Pepeo (%)	Ukupni proteini (%)	Reducirajući šećeri (%)	Saharoza (%)	Škrob (%)	Masti (%)
121	51,65	1,06	5,68	0,69	13,48	24,32	2,51
122	53,66	1,17	5,46	0,70	10,95	25,41	2,14
123	51	0,85	5,27	0,82	12,54	27,57	2,1
124	52	1,13	5,64	0,90	11,97	25,68	2,08
125	52,18	1,11	5,99	0,79	10,91	25,41	2,28
126	50,2	1,05	5,55	0,57	13,06	28,38	2,26
127	51,05	1,03	5,49	0,55	13,08	27,30	2,08
128	53,95	1,30	5,78	0,90	9,87	25,68	1,52
129	51,17	1,10	5,45	0,45	13,10	27,03	2,37
130	50,47	1,33	5,31	0,55	13,33	28,65	1,43
131	51,35	1,10	5,24	0,52	12,93	28,65	2,07
132	50,62	1,08	5,27	0,52	14,42	26,49	2,05
133	49,8	1,12	5,68	0,75	12,51	27,57	2,57
134	51,05	1,31	5,35	0,82	10,89	28,65	2,51
135	51,38	1,09	4,88	0,80	9,81	30,00	2,75
136	56,53	0,98	5,62	0,63	11,01	23,51	1,49
137	52,25	1,10	5,37	0,72	10,54	27,84	2,36
138	53,61	1,20	5,55	0,73	8,46	28,11	2,19
140	53,78	1,15	5,26	0,64	8,97	27,84	2,12
141	48,23	1,16	4,71	0,71	10,18	35,95	1,49
142	52,68	1,09	4,96	0,60	8,36	31,08	2,31
144	53,25	1,23	5,35	1,07	7,17	28,38	2,09
145	50,15	1,15	5,03	0,70	9,40	32,43	2,25
146	53,34	1,26	5,41	0,63	10,01	23,78	1,53
148	50,58	1,08	5,05	0,61	11,00	31,08	1,85
149	55,25	0,98	5,21	0,64	12,42	23,78	/
150	48,91	1,22	5,05	0,74	12,57	30,54	/
151	55,21	1,23	5,17	0,53	12,86	22,70	/
152	50,88	1,22	5,28	0,64	13,77	27,84	/
153	48,01	1,16	5,53	0,52	13,09	30,27	/
154	50,2	1,22	5,92	0,54	11,90	29,46	/
155	52,4	1,27	5,93	0,72	12,59	25,14	/
158	52,54	1,16	5,3	0,62	12,86	24,59	/
159	50,97	1,18	5,13	0,74	11,08	27,84	/
156	51,27	1,09	6,13	0,55	13,52	25,14	/
min	48,01	0,85	4,71	0,45	7,17	22,70	1,43
max	56,53	1,33	6,13	1,07	14,42	35,95	2,75
st. dev.	1,91	0,10	0,32	0,13	1,77	2,81	0,36
cv (%)	3,69	8,77	5,93	19,40	15,31	10,19	17,14

Na slici 8 vidljivo je kako ispitivani uzorci maruna sadrže u najvećem postotku vodu s prosječnom vrijednosti 51,76 %. Ove vrijednosti su u skladu s vrijednostima Kaić – Rak i Antić (1990) za Hrvatsku prema kojima je udio vode 52 g na 100 g (tablica 2). Ministarstvo poljoprivrede Sjedinjenih Američkih Država, USDA (United States Department of Agriculture, 2019) također je u svojim istraživanjima došlo do nižih vrijednosti od 43,59 g na 100 g (tablica 6) u odnosu na ovo istraživanje. Osim toga, prosječna vrijednost masti koju navode (1,11 g na 100 g) niža je od rezultata dobivenih u ovom istraživanju (2,10 %) dok Kaić – Rak i Antić (1990) navode veće vrijednosti udjela masti od 2,7 g na 100 g (tablica 6). Prosječna vrijednost udjela ukupnih proteina u uzorcima maruna iznosi 5,40 % (slika 8) što je veća vrijednost u odnosu na zabilježene vrijednosti Ministarstva poljoprivrede Sjedinjenih Američkih Država, USDA (United States Department of Agriculture, 2019) od 4,2 g na 100 g, a Kaić – Rak i Antić (1990) su zabilježili još niže vrijednosti za Hrvatsku (2,0 g na 100 g).



Slika 8. Grafički prikaz prosječne vrijednosti (%) pojedinih sastojaka ispitivanih maruna

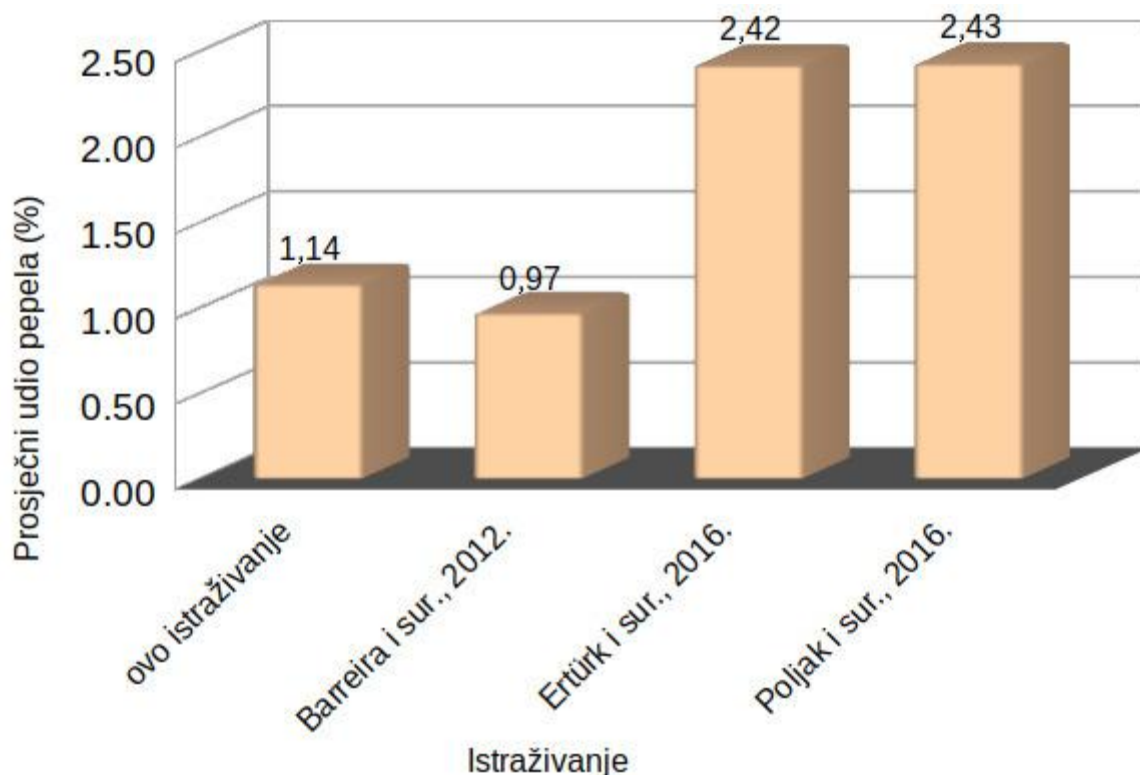
Iz tablice 7 može se vidjeti da je udio vode u ispitivanim uzorcima maruna od 48,01 % do 56,53 % s prosječnom vrijednosti 51,76 %. Ove vrijednosti su nešto veće nego vrijednosti Ministarstva poljoprivrede Sjedinjenih Američkih Država, USDA (United States Department of Agriculture, 2019) prema kojima je udio vode 43,59 g na 100 g (tablica 6). Ispitivani uzorci kestena iz Portugala sadrže udio vode od 51 % (slika 9) što je blisko prosječnoj vrijednosti ovih ispitivanja (51,76 %) (Borges i sur., 2008). Rezultati istraživanja Barišić (2020) na 35 uzoraka maruna s područja Cresa navodi vrijednosti od 43,53 % do 58,97 % Istraživanja uzoraka španjolskih kultivara s područja Galicije navode prosječni udio vode s rasponom od 48,37 % do 59,35 % (Pereira-Lorenzo i sur., 2006) dok prema Hernández Suare i sur. (2012) rezultati 21 varijeteta kestena s područja Španjolske (Tenerifi) ukazuju na povećani udio vode, s rasponom od 49,6 % do 62 %, u odnosu na dobivene vrijednosti u ovom radu. Slika 9 prikazuje njihovu prosječnu vrijednost od 55,80 %. Maseni udio vode lovranskog maruna prikazuje nešto više vrijednosti, 56,7 g na 100 g (Poljak i sur., 2016) u odnosu na rezultate dobivene u ovom radu kako je prikazano na slici 9. Prema istraživanjima Breisch i sur. (1995) utvrđeni udio vode u kestenu je u rasponu između 49 % i 60 % što pokazuje kako su rezultati ovog istraživanja u prikladnim granicama.



Slika 9. Grafički prikaz prosječnog udjela vode (%) prema istraživanjima

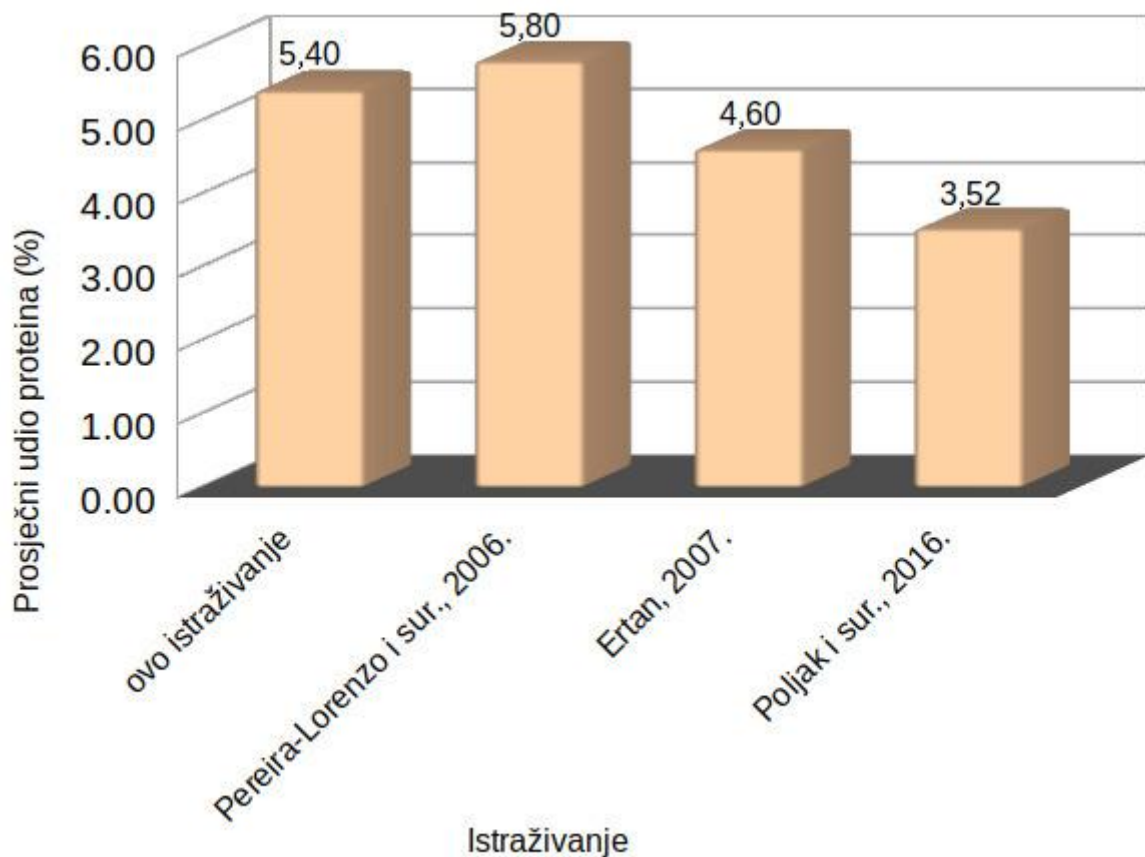


Maseni udio pepela u ispitivanim uzorcima maruna s područja Učke iznosi od 0,85 % do 1,33 %. Prosječna vrijednost je 1,14 % što je nešto manje u odnosu na rezultate istraživanja maruna s područja Lovrana koji iznosi 2,43 g na 100 g (Poljak i sur., 2016) što prikazuje slika 10. Na području Anatolije u Turskoj, koja slovi za jedno od najstarijih područja uzgoja kestena, rezultati istraživanja Ertürk i sur. (2006) pokazuju da je udio pepela između 1,02 - 3,22 g na 100 g uzorka. Njihova prosječna vrijednost je 2,42 % (slika 10). Istraživanja provedena na prostoru regije Verin u Španjolskoj na 15 varijeteta kestena također pokazuju da uzorci sadrže veći udio pepela u rasponu od 1,8 % do 3 % (De La Montana Miguelez i sur., 2004). Barreira i sur. (2009) su proučavali 4 kultivara portugalskog kestena: *Aveleira*, *Boa Ventura*, *Judia* i *Longal*, a rezultati istraživanja bili su nešto niži u odnosu na ovo istraživanje, u rasponu između 0,68 % i 0,90 % dok su kasnije Barreira i sur. (2012) na istim kultivarima prema dobivenim rezultatima istraživanja uočili da je udio pepela kojeg su istraživali 2006.godine bio niži nego kasnijih godina, a iznosio je između 0,80 % i 1,10 % od kojih su kultivari *Judia* i *Longal* imali najveći udio pepela 1,10 %. Njihovu prosječnu vrijednost 0,97 % prikazuje slika 10.



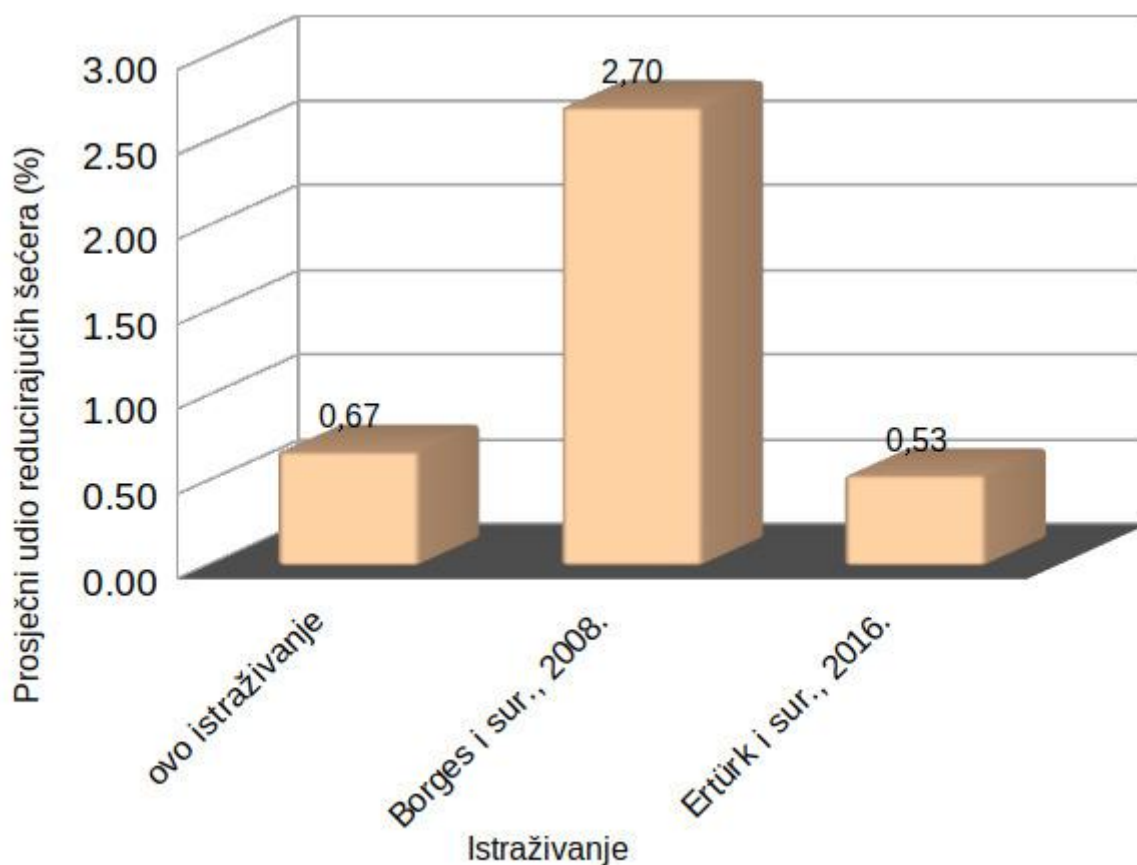
Slika 10. Grafički prikaz prosječnog udjela pepela (%) prema istraživanjima

Prosječna vrijednost udjela ukupnih proteina u uzorcima maruna iznosi 5,40 % kako prikazuje slika 11. Najmanja određena vrijednost ovog istraživanja iznosi 4,71 % dok je iznos najveće vrijednosti 6,13 %. Najveći udio proteina u creskom marunu iznosi 6,50 %, a najmanja zabilježena vrijednost je 5,00 % (Barišić, 2020) što je blisko rezultatima ovog rada. Slika 11 prikazuje rezultate istraživanja lovranskog maruna (Poljak i sur., 2016) s prosječnom vrijednosti 3,52 % što je nešto niže od rezultata ovog istraživanja. Veću prosječnu vrijednost pokazuju rezultati istraživanja Ertana (2007) na kultivarima kestena na području Turske u gradu Nazilli (4,6 %) (slika 11). Prema podacima istraživanju Pereira-Lorenzo i sur. (2006) može se primijetiti kako je udio proteina u uzorcima kestena španjolskih kultivara još veći u odnosu na prethodne vrijednosti (5,8 %) (slika 11). Najveći udio proteina u odnosu na sva navedena istraživanja prikazuju rezultati istraživanja De La Montaña Miguelez i sur. (2004) na marunima s područja Španjolske (Galicia) u vrijednosti 6,0 % - 8,6 %.



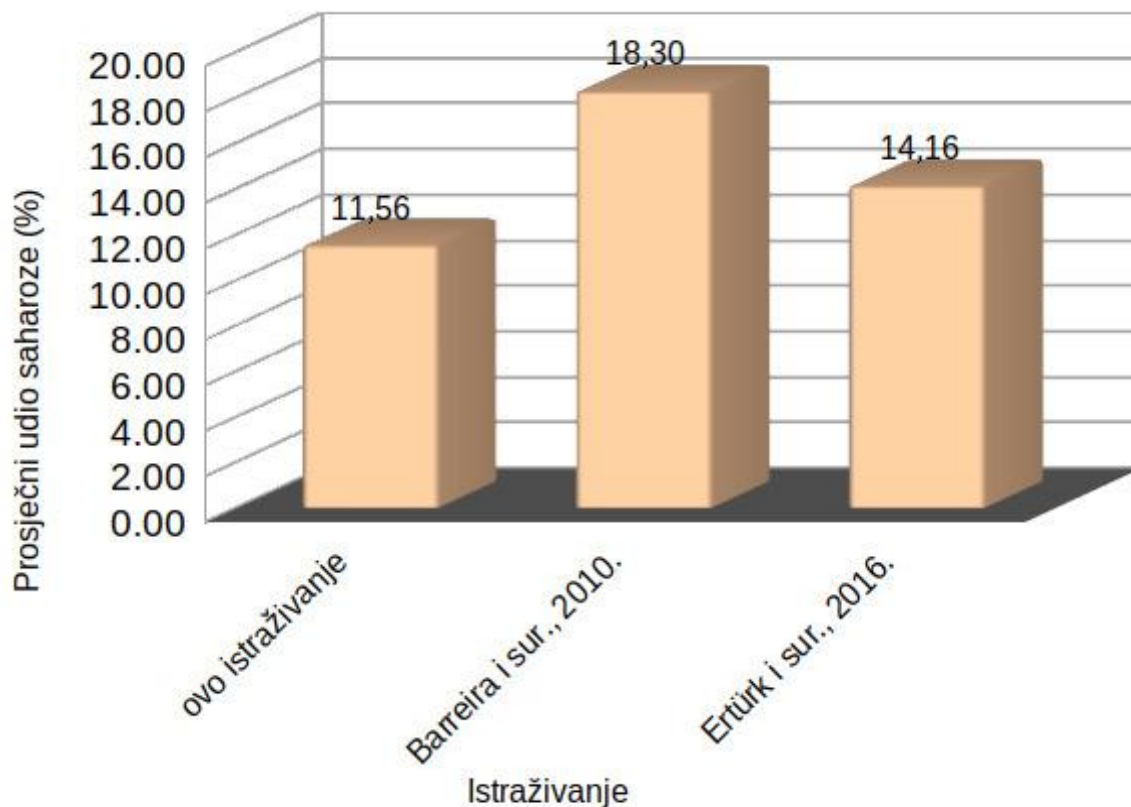
Slika 11. Grafički prikaz prosječnog udjela ukupnih proteina (%) prema istraživanjima

Prosječna vrijednost reducirajućih šećera u ispitivanim uzorcima maruna iznosi 0,67 % s vrijednostima u rasponu od 0,45 % do 1,07 %. Prema rezultatima istraživanja Borges i sur. (2008) zabilježen je veći udio reducirajućih šećera s područja Portugala u rasponu od 1,77 % do 3,27 % s prosječnom vrijednosti od 2,7 % kako prikazuje slika 12. Mert i Ertürk (2017) su zabilježili rezultate istraživanja 17 kultivara uzgajanih u regiji Marmara na području Turske koji su imali udio reducirajućih šećera od 2,41 % do 3,41 % što čini velika odstupanja u odnosu na ovo istraživanje. Međutim, najbliži rezultati ovom istraživanju su rezultati Ertürk i sur. (2006) nekoliko godina ranije prema kojima udio reducirajućih šećera s područja Turske iznosi od 0,08 % do 1,25 %. Na slici 12 prikazan je njihova prosječna vrijednost od 0,53 %.



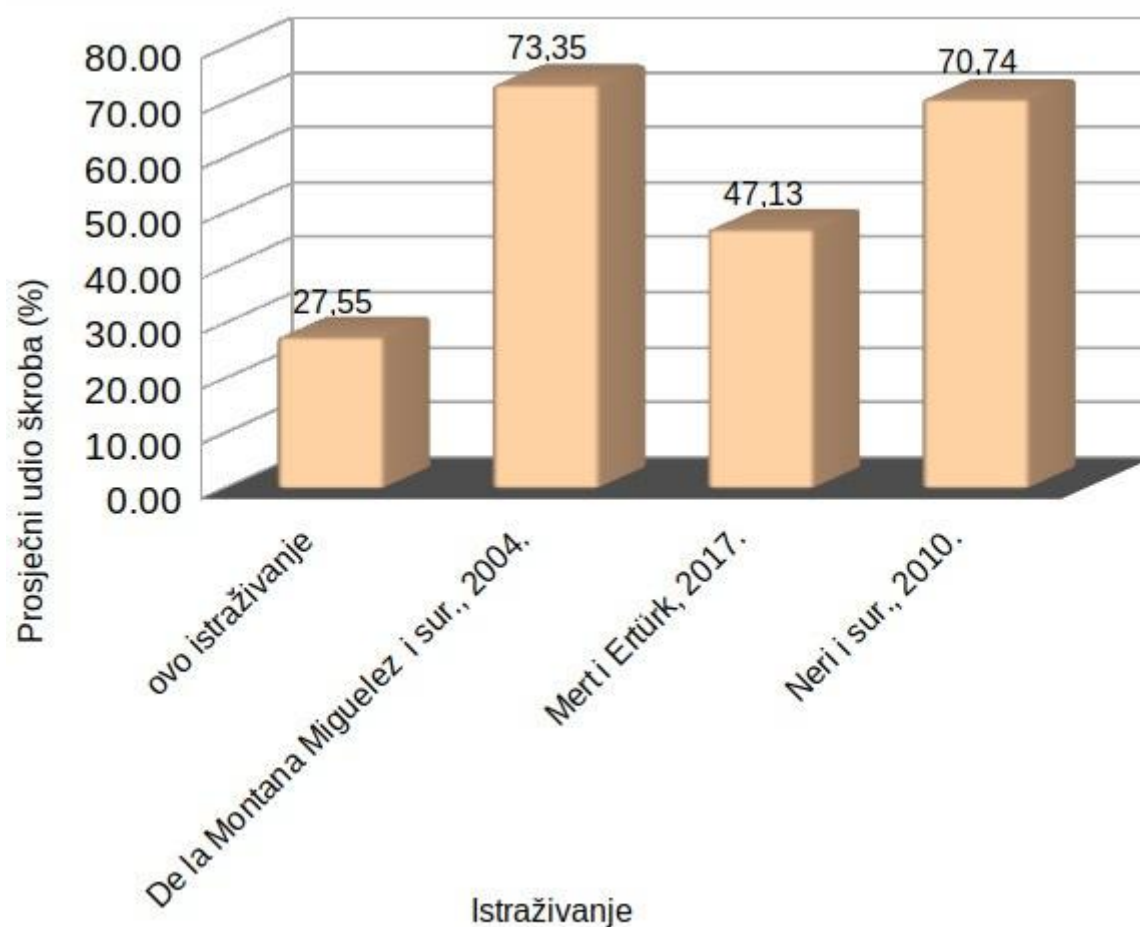
Slika 12. Grafički prikaz prosječnog udjela reducirajućih šećera (%) prema istraživanjima

Vrijednosti masenog udjela saharoze su u rasponu od 7,17 % do 14,42 %. Slika 13 prikazuje prosječni udio saharoze u istraživanim uzorcima maruna koji iznosi 11,56 %. Ove vrijednosti su niže u odnosu na vrijednosti istraživanja Ertürk i sur. (2006) čiji su rezultati između 8,86 % do 21,28 %, a njihova prosječna vrijednost je 14,16 % kako prikazuje slika 13. Svojim istraživanjem su zaključili kako kemijski sastav kestena može biti različit između varijeteta zbog razlike u ekološkom uzgoju, ali i zbog različitog geografskog položaja. U kasnijem istraživanju 17 kultivara na području Turske, Mert i Ertürk (2017) došli su do rezultata masenog udjela saharoze od 6,82 % do 17,40 % što je blisko rezultatima ovog istraživanja s nešto višom gornjom granicom. Nadalje, u svom radu navode kultivar *Tepeköysarisi* kao sortu s najvećim sadržajem saharoze dok se kultivar *Sarikestane* ističe najmanjim udjelom saharoze. Međutim, Barreira i sur. (2010) u svome radu došli su do puno većeg masenog udjela saharoze s obzirom na ovo istraživanje. S najvećim udjelom saharoze navode kultivar *Judia* od 23,30 %, slijedi ga kultivar *Aveleira* s udjelom od 22,05 % dok kultivar *Longal* za razliku od prethodna dva ima najmanji udio od 9,56 % što je najbližnije rezultatima u ovom radu. Njihov prosječni udio od 18,30 % prikazuje slika 13. Također, u istraživanju se ističe kako je, s tržišnog aspekta, korisna razlika u udjelu šećera zbog autentičnog razlikovanja kultivara jednih od drugih.



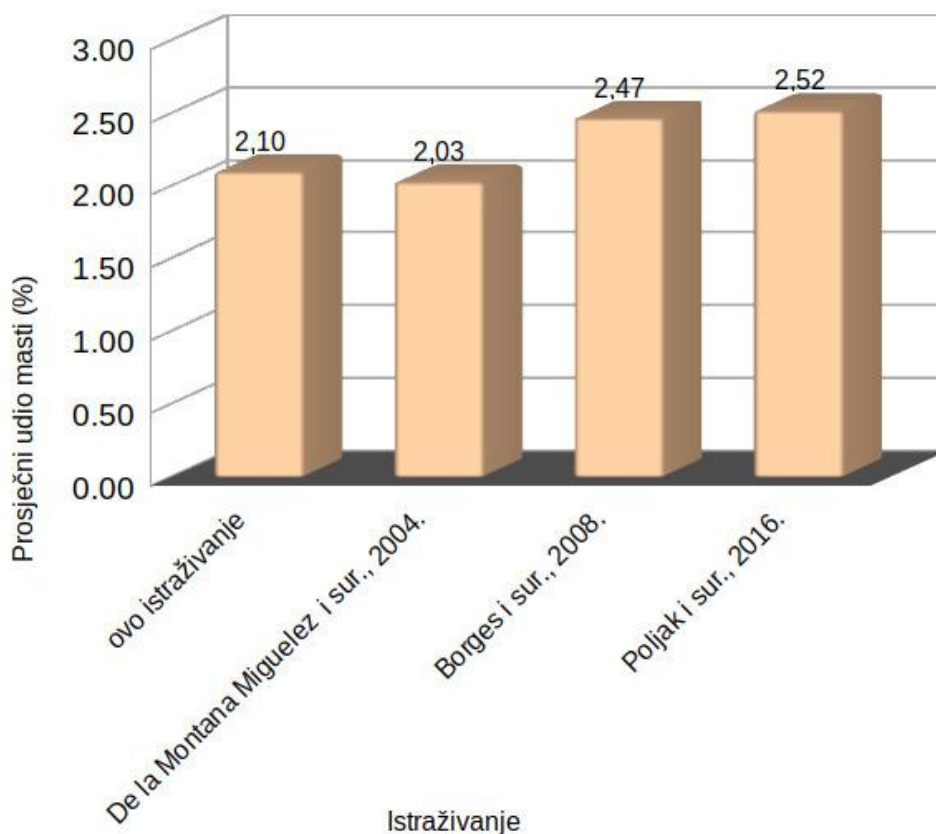
Slika 13. Grafički prikaz prosječnog udjela saharoze (%) prema istraživanjima

U tablici 7 navedene su vrijednosti za maseni udio škroba. Prosječni udio škroba iznosi 27,55 % s minimalnim udjelom od 22,70 %, dok njegova maksimalna vrijednost iznosi 35,95 %. Mert i Ertürk (2017) su u svome radu na uzorcima maruna s područja Turske uočili veće vrijednosti udjela škroba u odnosu na ovo istraživanje od 40,99 % - 53,16 %. Prosječni udio od 47,13 % prikazuje slika 14. Nekoliko godina ranije Ertürk i sur. (2006) dobili su nešto više udjele škroba u svome istraživanju kestena na području Turske s rasponom od 54,45 % do 69,70 %. Rezultati dobiveni u ovom istraživanju su približno jednaki rezultatima istraživanja De La Montana Miguelez i sur. (2004) na 15 kultivara iz Španjolske gdje je raspon masenog udjela škroba od 56,74 % - 81,70 % dok prosječni udio iznosi 73,35 % kako prikazuje slika 14. Neri i sur. (2010) su na svojim ispitivanim uzorcima maruna s područja Italije dobili rezultate udjela s najvećim minimalnim udjelom od 63,97 % do 78,52 % dok je njihov prosječni udio 70,74 % (slika 14) što su također veće dobivene vrijednosti u odnosu na ovaj rad. Navodi se kako razlike u udjelu škroba ovise o razlikama u njegovim ekološkim uvjetima uzgoja.



Slika 14. Grafički prikaz prosječnog udjela škroba (%) prema istraživanjima

Prosječni udio masti u ovom radu iznosi 2,10 %. Minimalna dobivena vrijednost udjela masti je 1,43 % dok maksimalna vrijednost doseže 2,47 %. Prosječna vrijednost ovih rezultata nešto je viša u odnosu na podatke za europski kesten Ministarstva poljoprivrede Sjedinjenih Američkih Država, USDA (United States Department of Agriculture, 2019) prema kojima je udio masti 1,11 g na 100 g (tablica 6). Poljak i sur. (2016) u svome istraživanju lovranskog maruna navode prosječnu vrijednost od 2,55 % (slika 15) što je blisko dobivenim rezultatima ovog rada, a također se izvještava da je kesten namirnica koja ima nizak udio masti u usporedbi s drugim orašastim plodovima. Vrijednosti ovog istraživanja su u skladu s dobivenim rezultatima udjela masti kestena s područja Portugala. Borges i sur. (2008) u svome radu navode njihove raspone od 1,7 % do 3,1 % s prosječnom vrijednosti od 2,47 % kako prikazuje slika 15. Osim toga, naglašavaju kako je kesten upravo zbog niskog udjela masti izrazito nutritivno vrijedna i zdrava namirnica. Ovi rezultati istraživanja su unutar raspona rezultata na 15 kultivara kestena s područja Španjolske (Galicia) koji su istraživanjem zabilježili De La Montana Miguelez i sur. (2004). Prosječni udio masti u njihovom radu je 2,03 % kako prikazuje slika 15. Minimalni udio masti u njihovom radu je 1,3 % dok je maksimalni udio 3 % čime potvrđuju prethodne teorije kako sadržaj masti u kestenu ima nizak udio.



Slika 15. Grafički prikaz prosječnog udjela masti (%) prema istraživanjima

Jednofaktorska analiza varijance ukazuje da nema statistički značajne razlike između uzoraka unutar svakog od ispitivanih sastojaka što prikazuje tablica 8. Korištena razina statističke značajnosti (nivo signifikantnosti) je  $\alpha = 0,05$ .

Tablica 8. Jednofaktorska analiza varijance (ANOVA) podataka iz tablice 7.

Izvor varijacija	SS	df	MS	F	P-vrijednost	F krit
Između grupa	197,8302	34	5,818534	0,015555	1	1,488357
Unutar grupa	74810,55	200	374,0528			
Ukupno	75008,3	234				

## 5. ZAKLJUČCI

Iz dobivenih rezultata istraživanja maruna s područja Učke – Liganj i rasprave o njihovom kemijskom sastavu mogu se izvesti sljedeći zaključci:

1. udio vode u ispitivanim uzorcima nalazi se u rasponu od 48,01 % do 56,53 %, udio pepela je od 0,85 % do 1,33 %, udio ukupnih proteina iznosi od 4,71 % do 6,13 %, udio reducirajućih šećera nalazi se u rasponu od 0,45 % do 1,07 %, udio saharoze od 7,17 % do 14,42 %, udio škroba iznosi od 22,70 % do 39,95 %, a udio masti je u rasponu od 1,43 % do 2,75 %;
2. uzorci ispitivanih maruna sadrže u najvećem postotku vodu, potom slijedi škrob, zatim šećeri, prate ih proteini i masti, a najmanji postotak udjela maruna čini pepeo;
3. maruni s područja Učke u odnosu na kesten s područja Španjolske (Tenerifi) sadrže manji udio vode, a također sadrže i manji udio vode od kestena sa španjolskog područja Verin;
4. ispitivani uzorci sadrže približno jednak udio reducirajućih šećera u odnosu na kesten s područja Turske. Međutim, kesten s područja Učke ima veći udio proteina dok kesten s područja Turske ima veći udio masti, saharoze i škroba;
5. maruni u ovom radu imaju približno jednak udio masti s nešto većim udjelom proteina, a manjim udjelom pepela i vode u odnosu na kesten s područja Portugala;
6. maruni s područja Učke imaju niži udio vode od lovranskog maruna i niži udio pepela, ali veći udio proteina. Obje vrste maruna imaju bliske udjele masti;
7. učki marun karakterizira puno manji udio škroba u odnosu na talijanski kesten;
8. analizom statističke značajnosti pomoću jednofaktorske analize varijance (ANOVA) utvrđeno je da nema statistički značajne razlike između uzoraka unutar svakog od ispitivanih sastojaka.



## LITERATURA

Anonymous 1 (2006) *Castanea sativa* <[https://en.wikipedia.org/wiki/Castanea\\_sativa](https://en.wikipedia.org/wiki/Castanea_sativa)>. Pristupljeno 23. travnja 2020.

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.

AOAC 950.51, 1950, Nuts and nut products – Sucrose in nuts and nut products.

Barakat, A., DiLoreto, D. S., Zhang, Y., Smith, C., Baier, K., Powell, W. A., Carlson, J. E. (2009) Comparison of the transcriptomes of American chestnut (*Castanea dentata*) and Chinese chestnut (*Castanea mollissima*) in response to the chestnut blight infection. *BMC plant biol.* **9**, 51.

Barišić, K. (2020). Kemijski sastav maruna s otoka Cresa. Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu. Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Zagreb

Barreira, J. C., Casal, S., Ferreira, I. C., Peres, A. M., Pereira, J. A., Oliveira, M. B. P. (2012) Chemical characterization of chestnut cultivars from three consecutive years: Chemometrics and contribution for authentication. *Food Chem. Toxicol.* **50**, 2311-2317.

Barreira, J. C., Casal, S., Ferreira, I. C., Oliveira, M. B. P., Pereira, J. A. (2009) Nutritional, fatty acid and triacylglycerol profiles of *Castanea sativa* Mill. cultivars: A compositional and chemometric approach. *J. Arg. Food Chem.* **57**, 2836-2842.

Barreira, J. C., Pereira, J. A., Oliveira, M. B. P., Ferreira, I. C. (2010) Sugars profiles of different chestnut (*Castanea sativa* Mill.) and almond (*Prunus dulcis*) cultivars by HPLC-RI. *Plant Food Hum. Nutr.* **65**, 38-43.

Barros, A. I., Nunes, F. M., Gonçalves, B., Bennett, R. N., Silva, A. P. (2011) Effect of cooking on total vitamin C contents and antioxidant activity of sweet chestnuts (*Castanea sativa* Mill.). *Food chem.* **128**, 165-172.

- Borges, O. P., Carvalho, J. S., Correia, P. R., Silva, A. P. (2007) Lipid and fatty acid profiles of *Castanea sativa* Mill. Chestnuts of 17 native Portuguese cultivars. *J. Food Compos. Anal.* **20**, 80-89.
- Borges, O., Gonçalves, B., de Carvalho, J. L. S., Correia, P., Silva, A. P. (2008). Nutritional quality of chestnut (*Castanea sativa* Mill.) cultivars from Portugal. *Food Chem.* **106**, 976-984.
- Botondi, R., Vailati, M., Bellincontro, A., Massantini, R., Forniti, R., Mencarelli, F. (2009) Technological parameters of water curing affect postharvest physiology and storage of marrons (*Castanea sativa* Mill., Marrone fiorentino). *Postharvest Biol. Tec.* **51**, 97-103.
- Breisch, H., Boutitie, A., Reyne, J., Salesses, G., Vaysse, P. (1995). Châtaignes et marrons, CTIFL Centre Technique des Fruits et Légumes, Rungin Complexe
- Car, H. (2018) Pitomi kesten – zanemareni ljepotan naših šuma. *Matka: časopis za mlade matematičare.* **26**, 158-159.
- Conedera, M., Krebs, P. (2007) History, present situation and perspective of chestnut cultivation in Europe, *In II Iberian Congress on Chestnut.* **784**, 23-28.
- Cruz, B. R., Abraão, A. S., Lemos, A. M., Nunes, F. M. (2013) Chemical composition and functional properties of native chestnut starch (*Castanea sativa* Mill). *Carbohydr. Polym.* **94**, 594-602.
- De La Montana Miguelez, J., Míguez Bernárdez, M., Garcia Queijeiro, J. M. (2004) Composition of varieties of chestnuts from Galicia (Spain). *Food Chem.* **84**, 401-404.
- De Vasconcelos, M. C., Bennett, R. N., Rosa, E. A., & Ferreira-Cardoso, J. V. (2010) Composition of European chestnut (*Castanea sativa* Mill.) and association with health effects: fresh and processed products. *J. Sci. Food Agr.* **90**, 1578-1589.
- Do Carmo Barbosa Mendes de Vasconcelos, M., Bennett, R. N., Rosa, E. A., Ferreira-Cardoso, J. V. (2009) Industrial processing effects on chestnut fruits (*Castanea sativa* Mill.). 2. Crude protein, free amino acids and phenolic phytochemicals. *J. Food Sci. Tech.* **44**, 2613-2619.
- Ertan, E. (2007) Variability in leaf and fruit morphology and in fruit composition of chestnuts (*Castanea sativa* Mill.) in the Nazilli region of Turkey. *Genet. Resour. Crop. Ev.* **54**, 691-699.

Ertürk, Ü., Mert, C., Soyulu, A. (2006) Chemical composition of fruits of some important chestnut cultivars. *Braz. Arch. Biol. Techn.* **49**, 183-188.

European Commission (2020) – Europska komisija, Sweet Chestnut, <<https://ec.europa.eu/jrc/en/research-topic/forestry/qr-tree-project/sweet-chestnut>>.

Pristupljeno 16. travnja, 2020.

Ewers, E. (1908) Über die Bestimmung des Stärkegehaltes auf polarimetrischem Wege. *Z. Öffentl. Chem.* **14**, 150-157.

Glavaš, M. (2004). Pitomi kesten i njegova bolest (*Castanea sativa Mill.*). *Glasnik Zaštite Bilja.* **27**, 97-102.

Glushkova, M., Zhyanski, M., Velinova, K. (2010) Nut quality assessment of chestnut cultivars from 'Ivanik' clone collection. *Forest Sci.* **1**, 3-14.

Gonçalves, B., Borges, O., Costa, H. S., Bennett, R., Santos, M., Silva, A. P. (2010) Metabolite composition of chestnut (*Castanea sativa Mill.*) upon cooking: Proximate analysis, fibre, organic acids and phenolics. *Food Chem.* **122**, 154-160.

Google (2020) – Google Karte, <<https://goo.gl/maps/KJqFLYMGowWepNSbA>>.

Pristupljeno 5. Svibnja 2020

Gounga, M. E., Xu, S. Y., Wang, Z., Yang, W. G. (2008) Effect of whey protein isolate–pullulan edible coatings on the quality and shelf life of freshly roasted and freeze-dried chinese chestnut, *J. Food Sci.* **73**, E155-E161.

Heiniger, U., & Rigling, D. (1994) Biological control of chestnut blight in Europe. *Annu. Rev. Phytopathol.* **32**, 581-599.

Hernández Suare, M., Rodríguez Goldón, B., Rios Mesa, D., Díaz Romero, C. (2012) Sugars, Organic Acids and Total Phenols in Varieties of Chestnut Fruits from Tenerife (Spain), *Food Nutr. Sci.* **3**, 705 – 715.

Huntley, B., Birks, H. J. B. (1983) An atlas of past and present pollen maps for Europe: 0- 13 000 Years Ago, Cambridge University Press, Cambridge.

Idžojtić, M., Zebec, M., Poljak, I., Šatović, Z., Liber, Z. (2012). Analiza genetske raznolikosti "lovranskog maruna" (*Castanea sativa Mill.*) korištenjem mikrosatelitnih biljega, *Šumarski list.* **136**, 577-584.

- Ivančić, N. (2017). Kemijski sastav kestena s područja Karlovačke i Zagrebačke Županije. Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu. Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Zagreb.
- Jovanovac, M. (2018) Bolesti i štetnici pitomog kestena (*Castanea sativa Mill.*). Diplomski rad, Sveučilište Josip Juraj Strossmayer u Osijeku. Prehrambeno-tehnološki fakultet, Osijek.
- Kaić-Rak, A., Antonić, K. (1990) Tablice o sastavu namirnica i pića. Zavod za zaštitu zdravlja SR Hrvatske, Zagreb.
- Karasek, L., Wenzl, T., Anklam, E. (2009) Determination of acrylamide in roasted chestnuts and chestnut-based foods by isotope dilution HPLC-MS/MS. *Food Chem.* **114**, 1555-1558.
- Kovačec, K. (2015). Određivanje kupnih ugljikohidrata u plodu kestena. Završni rad, Sveučilište u Zagrebu. Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Zagreb.
- Krist, S., Unterweger, H., Bandion, F., Buchbauer, G. (2004) Volatile compound analysis of SPME headspace and extract samples from roasted Italian chestnuts (*Castanea sativa Mill.*) using GC-MS. *Eur. Food Res. Technol.* **219**, 470-473.
- Kušan, J. (2014). Kemijski sastav maruna. Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu. Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Zagreb.
- Liu, C., Wang, S., Chang, X., & Wang, S. (2015) Structural and functional properties of starches from Chinese chestnuts. *Food hydrocolloid.* **43**, 568-576.
- Medak, J. (2011). Šume pitomog kestena s prasećim zeljem (*Aposeri foetidae-Castanetum sativae ass. nova*) u Hrvatskoj. *Šumarski list.* **135**, 5-23.
- Mert, C., Ertürk, Ü. (2017). Chemical compositions and sugar profiles of consumed chestnut cultivars in the Marmara Region, Turkey. *Not. Bot. Horti. Arobo* **45**, 203-207.
- Nelson, G. (2010) The trees of Florida: a reference and field guide, 2. izd., Pineapple Press Inc., Florida.
- Neri, L., Dimitri, G., Sacchetti, G. (2010) Chemical composition and antioxidant activity of cured chestnuts from three sweet chestnut (*Castanea sativa Mill.*) ecotypes from Italy. *J. Food Compos. Anal.* **23**, 23-29.
- Novak-Agbaba, S., Liović, B., Pernek, M. (2000) Prikaz sastojina pitomog kestena (*Castanea sativa Mill.*) u Hrvatskoj i zastupljenost hipovirulentnih sojeva gljive *Cryphonectria parasitica* (Murr.) Barr. *Radovi Šumarskog instituta Jastrebarsko.* **35**, 91-110.

Pettenella, D. (2001). Marketing perspectives and instruments for chestnut products and services. *Forest Snow and Landscape Research*. **76**, 511-517.

Pereira-Lorenzo, S., Ramos-Cabrer, A. M., Díaz-Hernández, M. B., Ciordia-Ara, M., Ríos-Mesa, D. (2006). Chemical composition of chestnut cultivars from Spain. *Sci. Hort.* **107**, 306-314

Poljak, I., Idžojić, M., Zebec, M., Perković, N. (2012) Varijabilnost europskog pitomog kestena (*Castanea sativa Mill.*) na području sjeverozapadne Hrvatske prema morfološkim obilježjima plodova. *Šumarski list*. **136**, 479-488

Poljak, I., Vahčić, N., Gačić, M., Idžojić, M. (2016). Morphological characterization and chemical composition of fruits of the traditional Croatian chestnut variety 'Lovran Marron'. *Food Technol. Biotech.* **54**, 189-199.

Prgomet, I., Donno, D., Prgomet, Ž. (2015) Study of adaptation of five introduced varieties of sweet chestnut in Istria County (Croatia). *Third Balkan Symposium on Fruit Growing*. 60.

Sacchetti, G., Pittia, P., Mastrocola, D., Pinnavaia, G. G. (2004) Stability and quality of traditional and innovative chestnut based products. *III International Chestnut Congress*. **693**, 63-70.

Tanabe, Y. (2017) Fruits you should eat in Japan: Kuri (chestnut) <<http://cupidojapan.com/fruits-you-should-eat-in-japan-kuri-chestnuts/>>. Pristupljeno 20. kolovoza 2020.

U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service (2019) Nuts, chestnuts, chinese, raw. <<https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/170164/nutrients>>. Pristupljeno 21. travnja 2020.

Van Vliet, T (2004) American chestnut, <[https://en.wikipedia.org/wiki/American\\_chestnut](https://en.wikipedia.org/wiki/American_chestnut)>. Pristupljeno 23. travnja 2020.

Vossen, P. (2000). Chestnut culture in California. *UCANR Publications*. **8010**, California

Zavišić, N., Rosić, Ž., & Trubajić, T. (2014) Utjecaj tipa tla na morfološka svojstva sijanaca pitomog kestena (*Castanea sativa Mill.*). *Zbornik radova*. **49**, 740-744.

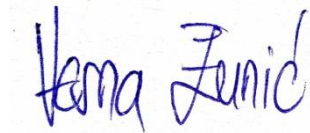
Zelić, J. (1998). Pitanje autohtonosti i dalji uzgoj pitomog kestena (*Castanea sativa Mill.*) u Požeškom gorju. *Šumarski list, Zagreb*. 11-12.

Živko, M. (2011). Kemijski sastav kestena iz nekoliko prirodnih staništa u Hrvatskoj i zemljama okruženja. Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu. Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Zagreb.

Ying, Z. (2019) China's Flora Tour: Where do delicious chestnuts come from? <<https://news.cgtn.com/news/2019-07-02/China-s-Flora-Tour-Where-do-delicious-chestnuts-come-from--HZDAkb06ek/index.html>>. Pristupljeno 20. Kolovoza 2020.

## IZJAVA O IZVORNOSTI

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.



---

Vesna Žunić