

# Kemijski sastav maruna s otoka Cresa

---

**Barišić, Katarina**

**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:159:277541>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-14**



*Repository / Repozitorij:*

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
PREHRAMBENO-BIOTEHNOLOŠKI FAKULTET

# DIPLOMSKI RAD

Zagreb, srpanj 2020.

Katarina Barišić

1247/PI

**KEMIJSKI SASTAV MARUNA S  
OTOKA CRESA**

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 Prehrambeno - biotehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu te uz pomoć Renate Petrović, ing. i Valentine Hohnjec, teh. sur. Uzorci maruna osigurani su od strane Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

## 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 OTOKA CRESA

Katarina Barišić, 1247/PI

**Sažetak:** Cilj ovog istraživanja bio je odrediti kemijski sastav 35 uzoraka maruna sa područja Cresa te dobivene rezultate usporediti s rezultatima iz drugih literaturnih navoda. Analizom kemijskog sastava dobiveni su sljedeći rezultati: za udio vode raspon se kreće od 43,53 % do 58,97 %, udio pepela u iznosu od 0,93 % do 1,39 %, udio ukupnih proteina od 5 % do 6,50 %, udio reducirajućih šećera od 0,52 % do 1,6 %, udio saharoze kreće se u rasponu od 7,16 % do 13,09 %, udio škroba od 22,16 % do 38,38 % te udio masti u rasponu od 0,97 % do 2,94 %.

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

**Rad sadrži:** 46 stranica, 20 slika, 11 tablica, 55 literaturnih navoda, 0 priloga

**Jezik izvornika:** hrvatski

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

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

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

*Valentina Hohnjec*, teh. sur.

**Stručno povjerenstvo za ocjenu i obranu:**

1. Prof. dr. sc. *Branka Levaj*
2. Prof. dr. dc. *Nada Vahčić*
3. Prof. dr. sc. *Ines Panjkota Krbavčić*
4. Doc. dr. sc. *Martina Bituh* (zamjena)

**Datum obrane:** 13. srpnja 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 FROM CRES ISLAND

Katarina Barišić, 1247/PI

**Abstract:** The aim of this study was to determine the chemical composition in 35 marron samples from Cres (Croatia) and compare the results with the results from different literature sources. These are the results from the chemical composition analysis: the moisture content ranged from 43,53 % to 58,97 %, the ash content ranged from 0,93 % to 1,39 %, the total protein content from 5,00 % to 6,50 %, the reducing sugars content from 7,8 % to 13,95 %, the sucrose content ranged from 7,16 % to 13,09 %, the starch content from 22,16 % to 38,38 % and the fat content ranged from 0,97 % to 2,94 %.

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

**Thesis contains:** 46 pages, 20 figures, 11 tables, 55 references, 0 supplements

**Original in:** Croatian

**Graduate Thesis is printed and electronic (pdf format) version is deposited in:** Library of the Faculty of Food Technology and Biotechnology, University of Zagreb, Kačićeva 23, 10 000 Zagreb

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

**Technical support and assistance:** *Renata Petrović*, ing.

*Valentina Hohnjec*, tech. assist.

#### Reviewers:

1. PhD. *Branka Levaj*, Full Professor
2. PhD. *Nada Vahčić*, Full Professor
3. PhD. *Ines Panjkota Krbavčić*, Full Professor
4. PhD. *Martina Bituh*, Associated professor (substitute)

**Thesis defended:** July 13<sup>th</sup>, 2020

## Sadržaj:

|   |    |
|---|----|
| <b>1. UVOD</b> .....  | 1  |
| <b>2. TEORIJSKI DIO</b> .....   | 2  |
| 2.1. Povijest uzgoja.....   | 2  |
| 2.1.1. Kesten u Hrvatskoj.....  | 2  |
| 2.2. Pitomi kesten.....   | 3  |
| 2.2.1. Rasprostranjenost pitomog kestena.....   | 3  |
| 2.3. Karakteristike maruna.....   | 4  |
| 2.4. Karakteristike kestena.....  | 5  |
| 2.5. Vrste kestena.....   | 8  |
| 2.5.1. Europski kesten ( <i>Castanea sativa</i> ).....  | 8  |
| 2.5.2. Američki kesten ( <i>Castanea dentata</i> ).....   | 8  |
| 2.5.3. Japanski kesten ( <i>Castanea crenata</i> ).....   | 9  |
| 2.5.4. Kineski kesten ( <i>Castanea mollissima</i> ).....   | 10 |
| 2.6. Uvjeti uzgoja.....   | 10 |
| 2.7. Kemijski sastav kestena i maruna.....  | 11 |
| 2.8. Ljekovitost pitomog kestena.....   | 16 |
| <b>3. EKSPERIMENTALNI DIO</b> .....   | 17 |
| 3.1. Materijali.....  | 17 |
| 3.2. Priprema uzoraka.....  | 18 |
| 3.3. Metode rada.....   | 18 |
| 3.3.1. Određivanje udjela vode postupkom sušenja.....   | 18 |
| 3.3.2. Određivanje udjela mineralnog ostatka (pepela).....  | 20 |
| 3.3.3. Određivanje udjela ukupnih proteina Kjeldahovim postupkom.....                               | 22 |
| 3.3.4. Određivanje udjela reducirajućih šećera prije i nakon inverzije gravimetrijskom metodom..... | 25 |
| 3.3.5. Određivanje udjela škroba Ewersovim postupkom.....   | 29 |
| 3.3.6. Određivanje udjela masti Soxhletovim postupkom.....  | 31 |
| <b>4. REZULTATI I RASPRAVA</b> .....  | 33 |
| <b>5. ZAKLJUČCI</b> .....   | 40 |
| <b>6. LITERATURA</b> .....  | 41 |

# 1. UVOD

Pitomi kesten se smatra izuzetno važnom vrstom s biološkog, sociološkog i ekonomskog gledišta (Hadžiabulić i sur., 2018). Drvo je lako, cjepko, tehnološki se lako obrađuje. Visoke je kvalitete i trajno zbog visokog sadržaja tanina. U drvnoj industriji koristi se za izradu namještaja, parketa, dok se tehnički neiskoristivo drvo koristi za ogrjev.

Daje plodove koji u mnogim zemljama predstavljaju temeljni resurs ruralne ekonomije (Hadžiabulić i sur., 2018). Primjer toga bila je upotreba kestena kao primarne komponente u prehrani među stanovništvom Portugala u razdoblju kada žitarice i krumpir nisu bili dostupni. Smatra se da je plod kestena jedna od prvih namirnica koje je čovjek konzumirao, a za to postoje i arheološki nalazi.

Imajući u vidu veliku hranljivu vrijednost njegovog ploda, kao i sve veće potrebe ljudi za hranom biljnog porijekla, pitomi kesten je vrlo značajna jezgričava vrsta voća, stoga se posljednjih godina sve više pažnje posvećuje uzgoju pitomog kestena i njegovom bržem širenju na površinama na kojima druge voćne vrste ne bi mogle biti tako isplative (Hadžiabulić i sur., 2018). S obzirom na to da se pitomi kesten kao jedna od naših najugroženijih vrsta plemenitih listača nalazi na listi prioriteta za očuvanje genofonda (Poljak i sur., 2012). Na postojeću varijabilnost kestena negativno utječu rak kestenove kore i negativni antropogeni učinci.

Glavnu komponentu kemijskog sastava kestena čine ugljikohidrati. Većinski udio zauzima škrob, pa ga se često uspoređuje i s krumpirom. Potom slijedi saharoza čiji je udio važan u komercijalne svrhe jer potrošači preferiraju slatke sorte kestena. Osim ugljikohidrata sadrži i vitamine, minerale, proteine, fenolne spojeve te masti.

Kemijski sastav kestena se mijenja ovisno o vrsti, klimatskim uvjetima, primijenjenim agrotehničkim mjerama, načinu pripreme (kuhan, pečen) te o tome da li je za analizu korišten svježi ili tzv. tretirani kesten. Tretirani kesten dobiva se potapanjem kestena u hladnoj ili vrućoj vodi (nekoliko dan). Upotreba ove metode započela je u Italiji 1930. godine u svrhu produljenja roka trajanja.

Cilj ovog rada bio je odrediti kemijski sastav 35 uzoraka maruna s područja Cresa (Tramuntana) te usporediti dobivene rezultate s rezultatima sličnih istraživanja različitih izvora.



## 2. TEORIJSKI DIO

### 2.1. POVIJEST UZGOJA

Smatra se da je domovina pitomog kestena Mala Azija, odakle je još u V. stoljeću pr. n. e. prenesen u Europu, prvo u Grčku te Italiju i Španjolsku. Prvi fosilni postglacijalni podaci o ovoj vrsti su pronađeni u Španjolskoj i Grčkoj prije 9.000 godina, dok se prema fosilnim podacima iz tercijara, javlja i u području Skandinavije (Šahinović, 2018).

Za vrijeme Rimskog carstva legije su proširile uzgoj pitomog kestena na cijeli Apeninski poluotok, ali i na druge europske zemlje. Tako je već u Srednjem vijeku kesten postao dominantna vrsta drveća u mnogim talijanskim pokrajinama te je ljudima značio život, jer je osiguravao hranu i drvo (Idžojić i sur., 2012).

Rasprostranjen je i na području Sjeverne Amerike te Azije. Japanski kesten se još od XI. stoljeća kultivira u Aziji, a kineski još 6.000 godina prije. U Ameriku je prenesen u XVIII. stoljeću, a raste i u sjevernim i zapadnim dijelovima Afrike, u Maloj Aziji, na jugu Kavkaza i Iranu (Šahinović, 2018).

Drvo europskog pitomog kestena je element tercijarne flore, koji se očuvao kroz ledeno doba do danas (Šahinović, 2018).

#### 2.1.1. Kesten u Hrvatskoj

U Hrvatskoj je istraživanja šuma pitomog kestena započeo još Ivo Horvat 1938. godine na području sjeverozapadne Hrvatske (Medvednica, Samoborsko gorje, Hrvatsko zagorje), kada je prvi put opisao šumu hrasta kitnjaka i pitomog kestena (Medak, 2011).

Iz panjača nižih ophodnji (2 - 8 godina) dobivao se sitni materijal za obruče i košare, sitno kolje te štapove i držalice za poljoprivredne alatke, kao i za kišobrane, koje su još u 19. stoljeću proizvodile Tvornice štapova 296 u Zagrebu, Glini, Pakracu i Samoboru, kao i poznati "špencir štapovi" iz Karlovca (Idžojić i sur., 2010).

Od ogrjevnog drva i panjeva proizvodio se ugljen koji je služio za kovačke vatre. Krupnije kestenovo drvo koristilo se za motke, kolje za vinograde, bačve za vino i pivo, stupove, letve, rudničko drvo, tanje građevno drvo, uske daske, tanin i dr. U prošlom stoljeću radile su tri tvornice tanina za koje je kesten bio najvažnija sirovina, u Sisku, Belišću i Đurđenovcu, ali su sada sve zatvorene (Idžojić i sur., 2010).

Kestenov listinac koristio se za steljarenje, a plod od davnina za prehranu ljudi i stoke. Plodovi kestena sakupljali su se za otkup u prehrambenoj industriji, za preradu u pire, brašno i konzerviranje. Na području Zrinske gore 1980-ih godina sakupilo se godišnje 2.000 do 4.000 t ploda za potrebe prehrambeno - prerađivačke industrije. Ovakvo intenzivno korištenje kroz povijest ostavilo je trajne posljedice na fizionomiju kestenovih šuma. Uzgajanje kestena u čistim panjačama degradiralo je stanište i narušilo stabilnost ekosustava, a biološku raznolikost znatno smanjilo (Idžojić i sur., 2010).

## 2.2. PITOMI KESTEN

Pitomi kesten (*Castanea sativa* Mill.) listopadna je vrsta koja se ubraja u porodicu *Fagaceae*. Porodica *Fagaceae* sastoji se od sedam rodova i oko 1.000 vrsta koje su rasprostranjene cijelom sjevernom hemisferom (od tropskih zona do borealnih regija). Među najznačajnijim rodovima ove porodice su *Fagus*, *Quercus* i *Castanea* (Bećirspahić, 2018). Kesten je u srodstvu s bukvom i hrastom. Može doseći visinu od 25 m te starost preko 500 godina. Botaničari kesten ubrajaju u voćke, ali i u šumsko drveće zbog načina i mjesta rasta.

Vrsta je rasprostranjena od Španjolske i Francuske preko Italije, Balkanskog poluotoka i Male Azije, sve do Kaspijskog mora. Kesten se smatra autohtonom vrstom na području Europe te je upravo danas najviše rasprostranjen na ovom području kao samoniklo šumsko drvo ili kao kultivirana vrsta.

Za kesten postoji više naziva u slavenskim jezicima i to kesten, koštanj, kostan, kljesten, ćesten, kastan, a u romanskim jezicima poznat je kao chatagnier (u prijevodu drvo), cataigne (u prijevodu plod) na francuskom jeziku, na talijanskom je castagno, na španjolskom kastano i na rumunjskom castan (Pehadžić i sur., 2013).

### 2.2.1. Rasprostranjenost pitomog kestena

Pitomi kesten u Hrvatskoj je rasprostranjen u dva glavna, rascjepkana areala, u različitim klimatskim područjima, na površini većoj od 135.000 ha. Veći dio areala pruža se središnjom Hrvatskom, od slovenske granice do granice s BiH. Kesten nalazimo na svim masivima ovoga područja, a najveće i najljepše sastojine su na Zrinskoj i Petrovoj gori te na Medvednici (slika 1). Tu kesten najčešće nalazimo u mješovitim hrastovim, bukovim ili grabovim šumama. Čiste kestenove panjače na ovome području zauzimaju oko 15.000 ha. Drugi dio kestenovog areala pripada submediteranskom području, a obuhvaća Istru te otoke

Cres i Krk. Osim šumskih sastojina, na području Učke i Cresa nalaze se i nasadi maruna za uzgoj ploda (Idžojtić i sur., 2010).



Slika 1. Rasprostranjenost pitomog kestena na području Republike Hrvatske (prema Krstin i sur., 2008)

Godišnje se u kestenicima može sakupiti od 1-2 t/ha plodova, što prosječno po stablu iznosi od 20 - 30 kg (Zečić i Vusić, 2013). Problem uzgoja pitomog kestena je rak kore (Režek, 2016). Izaziva ga gljivica *Cryphonectria parasitica* (Murr.) Barr. Rak kore dolazi u tri oblika: aktivni rak, površinski rak i kalusirajući rak. Na cijelu populacija kestena u Hrvatskoj se proširio 1955. godine. Posljedično tomu došlo je do sušenja kore te propadanja stabla. Sušenje kestena te smanjeni interes za kestenovim drvetom sve slabije kvalitete, rezultiralo je smanjenjem površina šuma ove plemenite vrste (Idžojtić i sur., 2010). Nova invazivna vrsta kestenova osa šiškarića zabilježena je u Hrvatskoj 2010. godine na području Lovrana.

### 2.3. KARAKTERISTIKE MARUNA

Maruni (maroni) su sorte europskog pitomog kestena (*Castanea sativa* Mill.) dobivene selekcijom, koje se od davnina uzgajaju radi proizvodnje krupnih i kvalitetnih plodova. U Hrvatskoj su sađeni na privatnim posjedima istočnih padina Učke, u okolici Lovrana, gdje su najstariji nasadi stari više stotina godina. Maruni iz toga područja poznati su pod nazivom

"lovranski marun". Manji nasadi maruna nalaze se u Istri i na Cresu. Maruni su se izvozili još u 17. stoljeću te su uz masline, vinovu lozu i trešnje bili jedna od kultura od kojih je stanovništvo toga kraja stoljećima živjelo. Proizvodnja i izvoz doživjeli su vrhunac u 19. stoljeću, dok u 20. stoljeću slijedi stagnacija te potom i zapuštanje nasada (Idžojtić i sur., 2012).

Zbog veće otpornosti i boljih karakteristika znanstvenici su proizveli brojne križance među kojima su u Hrvatskoj najzastupljeniji europsko - japanski križanci poput 'Bouche de Betizac', 'Marsol', 'Marigoule', 'Maraval' i 'Precoce Miguéle' (Drvodelić, 2019).

Maruni, odnosno maroni, prema talijanskim su standardima samo oni kultivari (sorte) europskog pitomog kestena s najkvalitetnijim, ukusnim, krupnim plodovima duguljastog oblika, s malim hilumom, svjetlije smeđe boje, s malo izbočenim, uzdužnim, tamnim prugama, koji se lako ljušte i rijetko imaju dvostruke sjemenke. Francuska definicija maruna slična je prethodnoj, a naznačeno je da moraju imati manje od 12 % plodova s dvije sjemenke. Među najbolje marune ubrajaju se talijanski kultivari: 'Chiusa Pesio', 'Luserna', 'Val Susa', 'Castel del Rio', 'Marradi' i 'Fiorentino', kao i francuski: 'Montagne', 'Sardonne' i 'Comballe' (Idžojtić i sur., 2012).

## **2.4. KARAKTERISTIKE KESTENA**

Kesten ima bujnu i veliku okruglastu krošnju, a kora mu je u mladosti glatka, maslinastosmeđa, sa svijetlim lenticelama, kasnije smeđesive boje, debela i uzdužno ispucana. Korijenski sustav je dubok, sa žilom srčanicom i jakim postranim dubokim žilama. Izbojci su srednje debeli, uzdužno bridasti, crvenkastosmeđi do sivosmeđi, pokriveni sitnim dlačicama i mnoštvom bijelih lenticela. Na starijim grančicama nalaze se brojni kratki izbojci. Pupovi su spiralno razmješteni, dugački oko 8 mm, jajasti, tupoga vrha, zbijeni, s 2-3 gole, sjajne i crvenkastosmeđe ljuskice. Vršni pup u jesen odumire, a zamjenjuje ga gornji, nešto veći postrani pup. Od izbojka su postrani pupovi koso otklonjeni (Tomić, 2010). Lišće je duguljasto, eliptično i nazubljeno, razvija se u svibnju, a opada u listopadu i u studenome (Prgomet i sur., 2011).

Kesten je jednodomna biljka (Medved, 2018). Muški i ženski cvjetovi (slika 2) nalaze se na istom stablu i međusobno su odvojeni. Cvate u lipnju i srpnju. Ženski cvjetovi su

zduženi po dva do tri u grozdove i nalaze se na kraju lisnih izdanaka. Muški cvjetovi zduženi su u kitice (dihazije, mačice) i razvijaju se pri osnovi ljetnih izdanaka (Hadrović, 1987). Oprašuje se vjetrom i kukcima. Radi međusobnog oprašivanja važno je da se posade razne vrste kestena.



Slika 2. Cvijet kestena (Beccaro, 2020)

Plod je najvažniji dio biljke pitomog kestena pri proučavanju kultivara i tipova ove vrste voćaka. Kvaliteta ploda je jedan od osnovnih kriterija pri izdvajanju pitomog kestena iz prirodnih, autohtonih populacija (Šahinović, 2018).

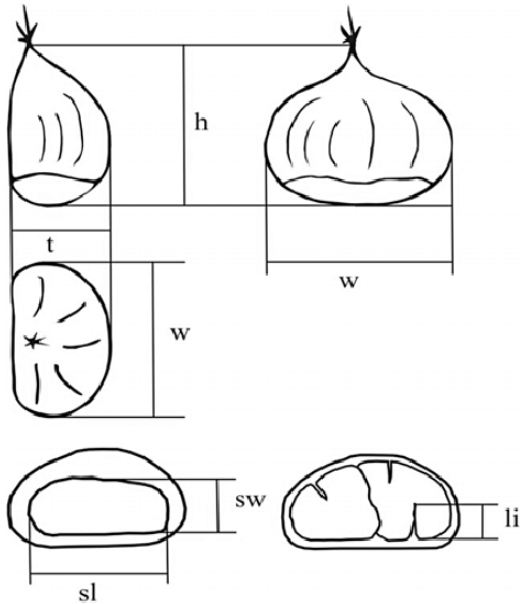
Plod je orah koji se sastoji od sjemenke i ljuske (perikarpa), pelikule (epiderma) i jezgre (mezokarpa). Obavijen je smeđom ljuskom te zaštićen bodljikavom ježicom koja tijekom sazrijevanja mijenja boju iz zelene u žuto - smeđu, puca na četiri jednaka dijela te se oslobađa plod (Delgado i sur., 2016). Plodovi dozrijevaju u listopadu i studenom.

Oblik ploda ovisi o broju razvijenih plodova. Broj plodova varira od jedan do tri. Ako se razvije jedan plod onda je on okrugao, a u slučaju razvoja tri ploda (slika 3) unutrašnji će biti spljošten, a vanjska dva polukuglasta.



Slika 3. Kesten s tri razvijena ploda (Anonymous 1, 2017)

Dimenzija ploda kestena je značajna morfološka osobina. Mjerenje značajki plodova kao što su dužina, širina i debljina ploda prikazani su na slici 4. Dimenzije ovise o krupnoći ploda. Ekološki uvjeti i tipološka svojstva su karakteristike koje utječu na težinu i krupnoću ploda. Težina ovisi od broja plodova koji se formiraju u ježici. Ako je veći broj plodova, laganiji su i sitniji, dok je jedan plod formiran u ježici krupniji i teži (Prgomet i sur., 2011).



Slika 4. Mjerene značajke plodova: visina ploda (h), širina ploda (w), debljina ploda (t), udaljenost od osnove do najšireg dijela ploda (dfb), duljina hiluma (sl), širina hiluma (sw), duljina najdužeg ureza endokarpa u sjemenku (li) (Poljak i sur., 2016)

Prema masi plodove kestena možemo podijeliti na: jako velike, velike, srednje, male i jako male. Plodovi se razlikuju između pojedinih vrsta kestena po izgledu (slika 5), masi, veličini, boji i okusu. Dijametar ploda se kreće od 2,5 - 7,5 cm, s tim da su plodovi s istoka (Kina) uvijek veći (Prgomet i sur., 2011).



Slika 5. Izgled vrha i bočne strane kestena (s lijeva: *C. dentata*, *C. mollissima*, *C. crenata* i *C. sativa*) (Prgomet i sur., 2011)

## 2.5. VRSTE KESTENA

U tablici 1 navedene su botaničke vrste kestena. Četiri od njih imaju značajnu ekonomsku važnost, a to su europski pitomi, američki, kineski i japanski kesten.

Tablica 1. Botaničke vrste kestena (prema Mencarelli, 2001)

| Vrste  |                                       |                                    |
|--|---------------------------------------|------------------------------------|
| Europske                                     | Azijske                               | Sjeverno Američke                  |
| <i>C. sativa</i><br>(europski pitomi kesten) | <i>C. crenata</i> (japanski kesten)   | <i>C. dentata</i> (istočne države) |
|  | <i>C. mollissima</i> (kineski kesten) | <i>C. pumila</i> (istočne države)  |
|  | <i>C. seguinii</i>                    | <i>C. ashei</i> (južne države)     |
|  | <i>C. davidii</i>                     | <i>C. floridan</i> (južne države)  |
|  | <i>C. henryi</i>                      | <i>C. alnifolia</i> (južne države) |
|  |                                       | <i>C. paupispin</i> (južne države) |

### 2.5.1. Europski kesten (*Castanea sativa*)

Europski kesten (slika 6) rasprostranjen je na području zapadne Azije, Europe i sjeverne Afrike. Prilagođeni su rastu pri nepovoljnim klimatskim uvjetima. Plodovi europskog kestena su veći od plodova američkog kestena. Kvaliteta plodova varira ovisno o varijetetu.



Slika 6. Europski kesten (Anonymous 2, 2019)

### 2.5.2. Američki kesten (*Castanea dentata*)

Američki kesten (slika 7) bio je dominantno drvo na području Amerike. Imao je značajnu ulogu kao dobar izvor tanina, plodova, a trupci su se obrađivali i koristili u razne

svrhe. Plod američkog kestena (tablica 2) je manje veličine u odnosu na plod europskog kestena, ali zato ima bolja senzorska svojstva. Vrlo brzo raste i lako se razmnožava, pa nema potrebe za dodatnim nasađivanjem. Danas se ulažu veliki naponi u obnavljanju uzgoja američkog kestena koji je bio uništen u 20. stoljeću zbog pojave gljivice *Cryphonectria parasitica* (Murr.) Barr.



Slika 7. Američki kesten (Anonymous 3, 2006)

Tablica 2. Razlika između pojedinih vrsta kestena uzgajanih na području Sjeverne Amerike (prema Vossen, 2000)

| Sorta               | Naziv    | Visina stabla (m) | Težina pojedinačnog ploda (g) | Veličina ploda | Brašno   | Otpornost prema kvarenju |
|---------------------|----------|-------------------|-------------------------------|----------------|----------|--------------------------|
| <i>C.sativa</i>     | europski | 18-24             | 10-25                         | krupan         | dobro    | vrlo malo                |
| <i>C.dentata</i>    | američki | 18-30             | 3-12                          | mali           | odlično  | ništa                    |
| <i>C.crenata</i>    | japanski | 12-18             | 30                            | varira         | svijetlo | nešto                    |
| <i>C.mollissima</i> | kineski  | 9-15              | 10-30                         | srednji        | dobro    | vrlo otporan             |

### 2.5.3. Japanski kesten (*Castanea crenata*)

Japanski kesten (slika 8) rasprostranjen je na području Japana. U odnosu na američki i kineski kesten slabo je otporan na hladnoću. Rano cvjeta, pa mrazovi u kasno proljeće mogu imati nepovoljno djelovanje. Kvaliteta plodova razlikuje se od drveta do drveta, pa tako neki mogu doseći masu do 30 g (Mellano i sur., 2012). Pelikula se teško uklanja.

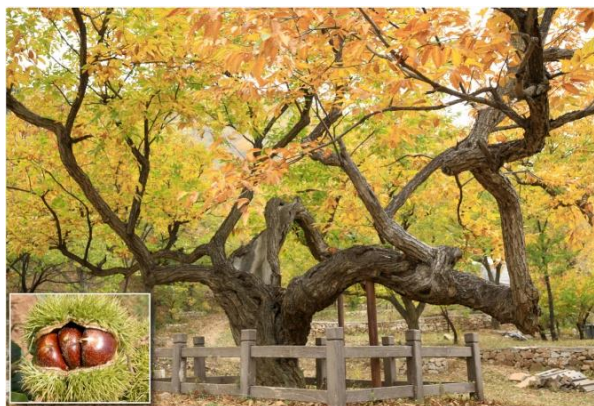




Slika 8. Japanski kesten (Anonymous 4, 2007)

#### 2.5.4. Kineski kesten (*Castanea mollissima*)

Kineski kesten (slika 9) porijeklom je iz sjeverne Kine i Koreje. Prvi podatci datiraju iz 1853. godine. Plod je visoke kvalitete, a pelikula se lako može ukloniti. Bogatiji je na proteinima od japanskog i europskog kestena. Otporan je na veliki broj bolesti te se lako prilagođava uzgoju u neprikladnim uvjetima.



Slika 9. Kineski kesten (Xing i sur., 2009)

## 2.6. UVJETI UZGOJA

Za uzgoj kestena potrebno je osigurati odgovarajuće uvjete. Najpogodnija tla za uzgoj kestena su ilovasto - pjeskovita zemljišta. Budući da razvija žilu srčanicu dubina tla bogatog hranjivima važnija je od podloge. Ne podnosi tlo u kojem je više od 8 % vapna (Glavaš, 2004). Vrijednost pH zemljišta mora biti niska između 4,0 i 6,0.

Kesten je heliofilna biljka te mu je za rast potrebno osigurati veliku količinu svjetlosti. Nasadi se moraju redovito navodnjavati posebice tijekom razvoja cvjetnih pupoljaka, cvjetanja, zamatanja ploda te njegova rasta.

Pitomi kesten je biljka umjereno tople klime. Kasni mrazovi (u svibnju) prilikom listanja nanose mu veliku štetu. Na vjetar je osjetljiv, bura mu je ograničavajući čimbenik pri dolasku u Primorje. U koliko padne snijeg prije otpadanja lišća pitomi kesten trpi velike štete (Glavaš, 2004).

## 2.7. KEMIJSKI SASTAV KESTENA I MARUNA

Ugljikohidrati (30 – 40 g/100 g), poglavito škrob i saharoza glavni su sastojci kemijskog sastava kestena. U odnosu na pšenicu, orah i krumpir sadrži veću količinu saharoze (5 – 10 g/100 g). Za razliku od drugih orašastih plodova kesten karakterizira visoki udio škroba (25 – 30 g/100 g). Bogat je na vlaknima (7 – 8 g/100 g) koja su vrlo bitna sa stajališta konzistencije i kvalitete ploda. Sadrži više od 50 % vode (tablica 3).

Tablica 3. Udio osnovnih sastojaka europskog pitomog, japanskog i kineskog kestena (prema USDA, 2019)

| Osnovni sastojci      | Jedinica | Europski kesten | Japanski kesten | Kineski kesten |
|-----------------------|----------|-----------------|-----------------|----------------|
| <b>Voda</b>           | g        | 52              | 61.41           | 43.95          |
| <b>Energija</b>       | kcal     | 196             | 154             | 224            |
| <b>Energija</b>       | kJ       | 820             | 644             | 937            |
| <b>Proteini</b>       | g        | 1.63            | 2.25            | 4.2            |
| <b>Masti</b>          | g        | 1.25            | 0.53            | 1.11           |
| <b>Pepeo</b>          | g        | 0.96            | 0.91            | 1.67           |
| <b>Ugljikohidrati</b> | g        | 44.17           | 34.91           | 49.07          |

Obiluje velikim brojem makroelemenata i mikroelemenata (tablica 4) poput kalcija, željeza, magnezija, fosfora, kalija, natrija, cinka, bakra te mangana. Najveći udio zauzima kalij kojega u najvećem udjelu sadržava europski kesten. Kineski kesten obiluje magnezijem, fosforom te manganom, a japanski kalcijem, željezom, natrijem, cinkom te bakrom.

Tablica 4. Udio minerala europskog pitomog, japanskog i kineskog kestena (prema USDA, 2019)

| Minerali        | Jedinica | Europski kesten | Japanski kesten | Kineski kesten |
|-----------------|----------|-----------------|-----------------|----------------|
| <b>Kalcij</b>   | mg       | 19              | 31              | 18             |
| <b>Željezo</b>  | mg       | 0.94            | 1.45            | 1.41           |
| <b>Magnezij</b> | mg       | 30              | 49              | 84             |
| <b>Fosfor</b>   | mg       | 38              | 72              | 96             |
| <b>Kalij</b>    | mg       | 484             | 329             | 447            |
| <b>Natrij</b>   | mg       | 2               | 14              | 3              |
| <b>Cink</b>     | mg       | 0.49            | 1.1             | 0.87           |
| <b>Bakar</b>    | mg       | 0.418           | 0.562           | 0.363          |
| <b>Mangan</b>   | mg       | 0.336           | 1.591           | 1.601          |

Kesten sadrži niz vitamina (tablica 5) poput askorbinske kiseline, vitamina B-kompleksa (tiamin, riboflavin, niacin, pantotenska kiselina, vitamin B6, vitamin B12) te vitamina A. Europski kesten obiluje vitaminom C dok kineski obiluje vitaminom A.

Tablica 5. Udio vitamina europskog pitomog, japanskog i kineskog kestena (prema USDA, 2019)

| Vitaminski                  | Jedinica | Europski kesten | Japanski kesten | Kineski kesten |
|-----------------------------|----------|-----------------|-----------------|----------------|
| <b>Vitamin C</b>            | mg       | 40.2            | 26.3            | 36             |
| <b>Tiamin</b>               | mg       | 0.144           | 0.344           | 0.16           |
| <b>Riboflavin</b>           | mg       | 0.016           | 0.163           | 0.18           |
| <b>Niacin</b>               | mg       | 1.102           | 1.5             | 0.8            |
| <b>Pantotenska kiselina</b> | mg       | 0.476           | 0.206           | 0.555          |
| <b>Vitamin B6</b>           | mg       | 0.352           | 0.283           | 0.41           |
| <b>Folati, ukupni</b>       | µg       | 58              | 47              | 68             |
| <b>Folna kiselina</b>       | µg       | 0               | 0               | 0              |
| <b>Folati, hrana</b>        | µg       | 58              | 47              | 68             |
| <b>Folati, DFE</b>          | µg       | 58              | 47              | 68             |
| <b>Vitamin B12</b>          | µg       | 0               | 0               | 0              |
| <b>Vitamin A, RAE</b>       | µg       | 1               | 2               | 10             |
| <b>Retinol</b>              | µg       | 0               | 0               | 0              |
| <b>Vitamin D (D2 + D3)</b>  | IU       | 0               | 37              | 202            |
| <b>Vitamin D (D2 + D3)</b>  | µg       | 0               | 0               | 0              |

Kesten ne sadrži kolesterol (tablica 6), a udio lipida iznosi od 0,5 g/100 g do 2 g/100 g. Od masnih kiselina u kestenu su zastupljene palmitinska, stearinska, oleinska, linolna i  $\alpha$ -linolenska masna kiselina. Kemijski sastav razlikuje se između pojedinih vrsta kestena. Udio zasićenih (stearinska) i polinezasićenih (linolna) masnih kiselina je veći kod europskog nego

kod japanskog i kineskog kestena. Kineski kesten u odnosu na europski ima veći udio mononezasićenih masnih kiselina od kojih prevladava oleinska masna kiselina.

Tablica 6. Udio masnih kiselina europskog pitomog, japanskog i kineskog kestena (prema USDA, 2019)

| Masne kiseline                              | Jedinica | Europski kesten | Japanski kesten | Kineski kesten |
|---|----------|-----------------|-----------------|----------------|
| <b>Ukupne zasićene masne kiseline</b>       | g        | 0.235           | 0               | 0              |
| <b>14:0</b>                                 | g        | 0.005           | 0.078           | 0.164          |
| <b>16:0</b>                                 | g        | 0.212           | 0.072           | 0.151          |
| <b>18:0</b>                                 | g        | 0.012           | 0.005           | 0.011          |
| <b>Ukupne mononezasićene masne kiseline</b> | g        | 0.43            | 0.278           | 0.581          |
| <b>16:1</b>                                 | g        | 0.012           | 0.004           | 0.008          |
| <b>18:1</b>                                 | g        | 0.413           | 0.268           | 0.559          |
| <b>20:1</b>                                 | g        | 0.005           | 0.005           | 0.01           |
| <b>Ukupne polinezasićene masne kiseline</b> | g        | 0.493           | 0.138           | 0.288          |
| <b>18:2</b>                                 | g        | 0.44            | 0.123           | 0.258          |
| <b>18:3</b>                                 | g        | 0.053           | 0.013           | 0.028          |
| <b>Kolesterol</b>                           | mg       | 0               | 0               | 0              |

S obzirom na udio proteina (1,5 – 4,5 g/100 g) kesten se može usporediti s mlijekom. Karakterizira ga nedostatak prolamina (tablica 7) i glutenina. Sadrži mnogobrojne aminokiseline (alanin, arginin, asparaginska kiselina, cistein, glutaminska kiselina, glicin, histidin, izoleucin, leucin, lizin, metionin, fenilalanin, prolin, serin, treonin, triptofan, tirozin, valin) u najvećem udjelu lizin i treonin. Sadrži i značajnu količinu gama aminomaslačne kiseline (Gamma Aminobutyric Acid - GABA), a oskudan je metioninom. Glavninu proteina čine globulini, a sadrži i visoki udio albumina.

Tablica 7. Udio aminokiselina europskog pitomog, japanskog i kineskog kestena (prema USDA, 2019)

| Aminokiseline                | Jedinica | Europski kesten | Japanski kesten | Kineski kesten |
|------------------------------|----------|-----------------|-----------------|----------------|
| <b>Triptofan</b>             | g        | 0,018           | 0.032           | 0.049          |
| <b>Treonin</b>               | g        | 0.058           | 0.09            | 0.167          |
| <b>Izoleucin</b>             | g        | 0.064           | 0.111           | 0.157          |
| <b>Leucin</b>                | g        | 0.096           | 0.139           | 0.259          |
| <b>Lizin</b>                 | g        | 0.096           | 0.147           | 0.228          |
| <b>Metionin</b>              | g        | 0.038           | 0.054           | 0.101          |
| <b>Cistein</b>               | g        | 0.052           | 0.065           | 0.11           |
| <b>Fenilalanin</b>           | g        | 0.069           | 0.088           | 0.19           |
| <b>Tirozin</b>               | g        | 0.045           | 0.064           | 0.125          |
| <b>Valin</b>                 | g        | 0.091           | 0.134           | 0.22           |
| <b>Arginin</b>               | g        | 0.116           | 0.148           | 0.43           |
| <b>Histidin</b>              | g        | 0.045           | 0.056           | 0.121          |
| <b>Alanin</b>                | g        | 0.109           | 0.203           | 0.2            |
| <b>Asparaginska kiselina</b> | g        | 0.281           | 0.474           | 0.852          |
| <b>Glutaminska kiselina</b>  | g        | 0.21            | 0.429           | 0.537          |
| <b>Glicin</b>                | g        | 0.084           | 0.114           | 0.184          |
| <b>Prolin</b>                | g        | 0.086           | 0.141           | 0.162          |
| <b>Serin</b>                 | g        | 0.081           | 0.11            | 0.184          |

Od organskih kiselina zastupljene su oksalna, limunska, jabučna, kvininska te fumarna kiselina.

Kineski kesten sadrži 500 µg/100 g fenolnih kiselina od kojih prevladava galna kiselina. Kesten u niskim koncentracijama sadrži protokatehinsku, kafeinsku, hidroksibenzojevu i siringinsku kiselinu. Tanin je jedna od važnih bioaktivnih komponenti koju pronalazimo u kestenu. U najvećem udjelu ga sadržava unutarnja ljuska ploda. Karakterizira ga trpki, gorak okus.

Kesten u odnosu na marun ima veću energetska vrijednost (tablica 8). Kesten sadrži veći udio proteina i ugljikohidrata. Maruni su bogatiji mastima, vlaknima, željezom i natrijem dok za udio vitamina C ne postoje podatci.

Tablica 8. Kemijski sastav kestena i maruna (prema USDA, 2019)

|                       | Jedinice | Kesten | Marun |
|-----------------------|----------|--------|-------|
| <b>Energija</b>       | kcal     | 200    | 133   |
| <b>Proteini</b>       | g        | 4      | 3.33  |
| <b>Masti</b>          | g        | 1      | 2.17  |
| <b>Ugljikohidrati</b> | g        | 44     | 26.67 |
| <b>Vlakna</b>         | g        | 6      | 6.7   |
| <b>Željezo</b>        | mg       | 0,72   | 1.2   |
| <b>Natrij</b>         | mg       | 0      | 33    |
| <b>Vitamin C</b>      | mg       | 24     |       |

Kesten se podvrgava postupku pečenja u svrhu poboljšanja boje i okusa plodova (Wani i sur., 2017). Tretman toplinom uzrokuje promjene u kemijskom sastavu, povećanje antioksidacijske aktivnosti te smanjenje udjela tanina. Prema podacima prikazanim u tablici 9 vidljivo je da je najveći udio vode u kuhanom kestenu, a najmanji u sušenom. Udio proteina, masti, ugljikohidrata te kalorijska vrijednost su najveći u sušenom kestenu, a najmanji u kuhanom.

Tablica 9. Nutritivna vrijednost kestena ovisno o načinu pripreme (prema Ciesla, 2002)

| <b>Način pripreme</b> | <b>Voda (%)</b> | <b>Proteini (%)</b> | <b>Masti (%)</b> | <b>Ugljikohidrati (%)</b> | <b>Kalorije (po kg)</b> |
|-----------------------|-----------------|---------------------|------------------|---------------------------|-------------------------|
| <b>svježi</b>         | 44              | 4                   | 1                | 49                        | 2253                    |
| <b>sušeni</b>         | 9               | 7                   | 2                | 80                        | 3626                    |
| <b>kuhani</b>         | 62              | 3                   | 1                | 34                        | 1549                    |
| <b>pečeni</b>         | 40              | 4                   | 1                | 52                        | 2934                    |

## 2.8. LJEKOVITOST I UPORABA PITOMOG KESTENA

U 16. stoljeću na ulicama Rima mogao se kupiti pečeni kesten. To se zadržalo i danas gotovo u svim europskim gradovima. Osim plodova kestena, koristi se i njegova kora, listovi i cvjetovi, a i vrlo je popularan med od kestena.

Ekstrakt kore pitomog kestena ima antispazmatsko i antivirusno djelovanje. Pitomi kesten je sastavni dio čajeva protiv kašlja, protiv kojeg pomaže i ekstrakt lista pitomog kestena. Koristi se u obliku homeopatskih kapi koje pomažu kod mentalne iscrpljenosti, beznadnosti, tuge, depresije i sl. Za slične simptome se koriste i Bachove kapi napravljene od cvijeta pitomog kestena (Vidak, 2018).

Ekstrakt lista pitomog kestena se koristi u tradicionalnim terapijama za liječenje upale kože, za liječenje raznih respiratornih bolesti kao što su astma, kašalj i bronhitis (Vidak, 2018).

Krupniji plodovi imaju veću tržišnu vrijednost, a i prerada je brža i lakša u odnosu na sitnije plodove koji se uglavnom suše te koriste za proizvodnju brašna. Pri želučanim tegobama preporučuje se juha od kestenova brašna. Brašno se smatra idealnim za prehranu osoba intolerantnih na gluten (Kour i Pandit, 2013). Brašno pomiješano s brašnom žitarica daje punovrijedna peciva i kruh (Zečić i Vusić, 2013). Kestenova se tinktura nanosi npr. kod proširenih vena (Zečić i Vusić, 2013).

S obzirom na veliku nutritivnu vrijednost, u bogatom asortimanu nalazimo: sušene plodove, med, marmeladu, pahuljice, slatko i brašno od kestena, kesten-pire, kesten u sirupu te Korzika-pivo, likeri, bezalkoholno pivo pa i rakiju (Drvodelić, 2011). Razmatra se njegova upotreba kao alternativna hrana kod djece intolerantne na mlijeko ili laktozu.

### 3. EKSPERIMENTALNI DIO

#### 3.1. MATERIJALI

Uzorci maruna korišteni u ovoj analizi sakupljeni su na području Cresa (slika 10).



Slika 10. Karta Cresa (Tramuntana) (Google, 2020)

Uzorci su bili označeni na sljedeći način: 48, 50, 52, 53, 55, 60, 61, 64, 71, 72, 74, 77, 81, 83, 84, 88, 89, 90, 91, 92, 94, 97, 98, 99, 100, 104, 105, 106, 109, 110, 114, 115, 116, 118, 120. Oznaka uzorka odgovara oznaci stabla određenog geolokaliteta.



### 3.2. PRIPREMA UZORAKA

Plodove kestena potrebno je očistiti, ukloniti vanjsku ljusku i unutrašnju sjemenu ovojnicu (slika 11) pomoću noža. Jestivi dio ploda usitnjavanjavao se odgovarajućim uređajem za usitnjavanje. Kako uzorci ne bi gubili vlagu i druge sastojke, skladište se u hermetički zatvorenu ambalažu i zamrzavaju (AOAC 935.52, 1995).



Slika 11. Kesten s i bez vanjske ljuske i unutrašnje sjemene ovojnice (Miller i sur., 2014)

### 3.3. METODE RADA

#### 3.3.1. Određivanje udjela vode postupkom sušenja

Za određivanje udjela vode koristi se indirektna fizikalna metoda sušenja do konstantne mase.

*Princip:*

Mjeri se ostatak koji ostaje nakon sušenja, a iz razlike u masi prije i nakon sušenja namirnice izračunava se udio vode.

*Posuđe i uređaji:*

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

### *Postupak:*

Oko 2 g (s točnošću  $\pm 0,0001$ ) dobro usitnjenog homogeniziranog uzorka odvagano je u prethodno osušene, izvagane i ohlađene aluminijske posudice. Aluminijske posudice (nepokrivene) zajedno sa staklenim štapićima (za bolju homogenizaciju uzoraka) i kvarcnim pijeskom koji služi za pospješivanje sušenja, sušene su u zračnoj sušnici (slika 12) na temperaturi 100 °C - 130 °C u vremenu od 5 sati. Nakon sušenja posudice se prekriju poklopcima dok su još u sušnici te se prebace u eksikator na hlađenje. Potom se vrši vaganje uzoraka te se iz dobivenih rezultata računa udio vode u pojedinom uzorku (AOAC 925.40, 1995).

### *Račun:*

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

gdje je:

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

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

m – masa uzorka



Slika 12. Sušnica (vlastita fotografija)

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

Svaka namirnica bila ona biljnog ili životinjskog porjekla sadrži pepeo. Dozvoljena količina pepela u određenim namirnicama utvrđena je određenim propisima o hrani.

#### *Princip:*

Uzorak se karbonizira na plameniku, a zatim mineralizira (suhim putem) u Mufolnoj peći pri određenoj temperaturi do postizanja jednolično svijetlo sivog pepela ili pepela konstantne mase.

*Reagens:* destilirana voda

#### *Posuđe i uređaji:*

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

#### *Postupak:*

Oko 2 g (s točnošću  $\pm 0,0001$ ) dobro homogeniziranog uzorka izvagano je u prethodno izžarenoj, ohlađenoj i izvaganoj porculanskoj zdjelici. Uzorak se karbonizira na plameniku dok potpuno ne pougljeni, zatim se stavlja u Mufolnu peć (slika 13) zagrijanu pri oko 550 °C. Uzorak se mineralizira sve do postizanja jednolično svijetlo sivog pepela bez crnih čestica. Ako je mineralni ostatak tamne boje može se navlažiti malom količinom vode da se otope soli, osuši se u sušnici i nastavi proces spaljivanje (mineralizacije). Nakon spaljivanja porculanska zdjelica s pepelom se ohladi u eksikatoru i važe (AOAC 950.49, 1995).

*Račun:*

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

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)



Slika 13. Mufolna peć (vlastita fotografija)

### 3.3.3. Određivanje udjela ukupnih proteina Kjeldahovim postupkom

Bjelančevine predstavljaju veliku grupu strukturno vrlo kompleksnih spojeva. Proteini su građeni od aminokiselina međusobno povezanih peptidnim vezama. Postoji dvadesetak aminokiselina koje se međusobno razlikuju u bočnom lancu te imaju različita svojstva.

#### *Princip:*

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

#### *Reagensi:*

- 96 % - tna sumporna kiselina
- 40% - tni natrijev hidroksid (NaOH)
- 30% - tni vodikov peroksid
- 4 % - tna borna kiselina
- klorovodična kiselina (0,1000 mol/L)
- Kjeldahl-ove tablete ( $\text{K}_2\text{SO}_4 + \text{CuSO}_4$ )

#### *Posuđe i uređaji:*

- analitička vaga tip 2615, Tehnica, 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:*

Odvagne se 1,0 g (s točnošću  $\pm 0,0001$ ) uzorka kestena i prebaci u kivetu od 500 mL pomoću folije pazeći da grlo kivete ostane čisto. Zatim se u kivetu stavi 10 mL koncentrirane sumporne kiseline i 5 mL 30 % - tnog  $H_2O_2$  te 2 Kjeldahl - ove tablete ( $K_2SO_4 + CuSO_4$ ). Kiveta se u digestoru lagano zagrijava u bloku za spaljivanje (slika 14). Kad se reakcija u kiveti smiri, grije se jače. Spaljivanje je završeno kada zaostane bistra plavo - zelena tekućina bez neizgorenih crnih komadića uzorka. Kada se sadržaj u kiveti ohladi, slijedi postupak destilacije. Kiveta se prebaci u destilacijsku jedinicu Kjeltec sustava (slika 15). Na odgovarajuće postolje destilacijske jedinice postavi se Erlenmeyerova tikvica sa 25 mL borne kiseline na način da je destilacijska cjevčica uronjena u otopinu borne kiseline. Uređaj se postavi na program koji dodaje 80 mL vode i 50 mL lužine. Nakon završene destilacije koja traje 5 minuta vrši se titracija 0,1 M klorovodičnom kiselinom sve do pojave ružičaste boje (AOAC 950.48, 1995).

*Račun:*

$$(T - B) \times N \times 14,007 \times 100$$

$$\% \text{ ukupnog N} = \frac{\text{-----}}{m} \quad [3]$$

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

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



Slika 14. Blok za spaljivanje (vlastita fotografija)



Slika 15. Foss Kjeltac 8100 sustav za destilaciju (vlastita fotografija)

### 3.3.4. Određivanje udjela reducirajućih šećera prije i nakon inverzije gravimetrijskom metodom

Na osnovu strukture i broja C - atoma ugljikohidrati se mogu podijeliti na: monosaharide, disaharide i polisaharide. U svrhu nutritivnih deklaracija šećeri predstavljaju zbroj svih monosaharida (na primjer, D – glukoza i D – fruktoza) te disaharida (na primjer saharoza, laktoza, maltoza), a ostali ugljikohidrati šećerne alkohole (alditole, polihidroksialkohole, poliiole) kao što su sorbitol i ksilitol (Marković i sur., 2017).

#### *Princip:*

Izravno reducirajući šećeri (prirodni invert) - glukoza i fruktoza, određuju se na osnovu reducirajućih svojstava tih monosaharida. Pod određenim uvjetima oni reduciraju bakrov sulfat ( $\text{CuSO}_4$ ) odnosno Fehlingovu otopinu u bakrov (I) oksid ( $\text{Cu}_2\text{O}$ ) koji se odvaja te se određuje gravimetrijski (vaganjem). Nakon toga se iz empirijskih tablica očitaju pripadajući udjeli šećera.

Nereducirajući disaharidi (saharoza) moraju se prvo invertirati, tj. hidrolizirati na reducirajuće šećere monosaharide pomoću kiseline, a tek se onda određuju pomoću Fehlingove otopine. Na taj način dobiva se podatak o ukupnoj količini šećera u istraživanom uzorku (ukupni invert).

Razlika između dobivenog ukupnog i prirodnog inverta daje udjel reducirajućih šećera nastalih inverzijom saharoze.

#### *Reagensi:*

- kalcijev karbonat
- 50% - tni etanol
- 96% - tni etanol
- zasićena otopina neutralnog olovnog acetata
- anhidrid natrijeva karbonata
- 20%-tna klorovodična kiselina
- destilirana voda
- 20% - tni natrijev hidroksid
- $\text{CuSO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O}$
- $\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \times 4\text{H}_2\text{O}$



*Posuđe i uređaji:*

- tehnička vaga tip 1111, Tehnica, Železniki
- odmjerna tikvica (100 mL, 250 mL)
- vodena kupelj
- pješčana kupelj
- laboratorijska čaša (300 mL)
- plamenik
- azbestna mrežica
- stakleni lijevak
- pipeta (2 mL, 5 mL, 10 mL)
- filter papir
- laboratorijska špatula
- Erlenmeyerova tikvica (100 mL, 300 mL)
- satno staklo
- stakleni štapić
- porculanski filter (poroznosti B4 - 1P1)
- odsisna boca
- sisaljka uz vodeni mlaz
- zračna sušnica ST - 01/02, Instrumentaria, Zagreb
- eksikator
- menzura (25 mL, 50 mL)

*Postupak:*

Odvagne se 10 g (s točnošću  $\pm 0,01$ ) homogeniziranog uzorka te prebaci u odmjernu tikvicu od 250 mL. Doda se 1 - 3 g kalcijeva karbonata te 125 mL 50 % - tnog etanola. Promiješa se i zagrijava u kupelji 1h pri 85 °C uz lijevak. Ohladi, promiješa i ostavi stajati nekoliko sati. Nakon stajanja nadopuni se do oznake sa 96 % - tni etanolom te filtrira. Odmjeri se 200 mL supernatanta u čašu od 300 mL te evaporira na pješčanoj kupelji. 20 mL - 30 mL supernatanta kvantitativno se prebaci u odmjernu tikvicu od 100 mL, doda se 2 mL olovnog acetata i dopuni destiliranom vodom do oznake. U filtrat se doda anhidrid natrijeva karbonata (kako bi se istaložio višak olova korišten u procesu bistrenja) te filtrira (AOAC 950.51, 1950).

Za određivanje udjela ukupnih šećera 50 mL filtrata prebaci se u odmjernu tikvicu od 100 mL. Doda se 10 mL 20 % - tne klorovodične kiseline i 20 mL destilirane vode. Invertira u vodenoj kupelji 10 minuta pri 60 °C. Ohladi se i neutralizira s 20 % - tnim natrijevim hidroksidom. 25 ml Fehlingove otopine I, Fehlingove otopine II, destilirane vode i uzorka prebaci se u Erlenmeyerovu tikvicu (slika 16) te zagrijava na plameniku preko azbestne mrežice. Sadržaj vrije 2 minute te prilikom kuhanja Erlenmeyerova tikvica mora biti pokrivena satnim stakalcem. Filtrira se vruća otopina odjednom kroz porculanski filter (određene poroznosti, prethodno osušen, ohlađen i izvagan) pomoću odsisne boce i sisaljke uz vodeni mlaz. Kvantitativno prebačeni talog (Cu<sub>2</sub>O), ispere se vrućom destiliranom vodom. Talog se suši 30 minuta u zračnoj sušnici pri 100 °C, hladi u eksikatoru i važe. Iz Hammondovih tablica očita se udjel invertnog šećera ekvivalentan izvavanoj masi Cu<sub>2</sub>O.

Za određivanje udjela prirodnih šećera 25 mL filtrata, Fehlingove otopine I, Fehlingove otopine II i vode prebaci se u Erlenmeyerovu tikvicu te zagrijava na plameniku preko azbestne mrežice. Sadržaj treba vriti 2 minute te prilikom kuhanja Erlenmeyerova tikvica mora bit pokrivena satnim stakalcem. Filtrira se vruća otopina odjednom kroz porculanski filter (određene poroznosti, prethodno osušen, ohlađen i izvagan) pomoću odsisne boce i sisaljke uz vodeni mlaz. Kvantitativno prebačeni talog (Cu<sub>2</sub>O), ispere se vrućom destiliranom vodom. Talog se suši 30 minuta u zračnoj sušnici pri 100 °C, hladi u eksikatoru i važe. Iz Hammondovih tablica očita se udjel invertnog šećera ekvivalentan izvavanoj masi Cu<sub>2</sub>O.

*Račun:*

$$\% \text{ šećera} = \frac{ax100}{bx1000} [4]$$

gdje je:

- a- očitani udjel šećera iz Hammondovih tablica (mg)
- b- masa uzorka u alikvotnom dijelu filtrata uzetom u konačni postupak (g)

Izračunavanje udjela saharoze:

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

1 g invertnog šećera odgovara 0,95 g saharoze

gdje je:

- a- udjel reducirajućih šećera prije inverzije (%)
- b- udjel reducirajućih šećera nakon inverzije (%)



Slika 16. Priprema uzoraka za zagrijavanje (vlastita fotografija)

### 3.3.5. Određivanje udjela škroba Ewersovim postupkom

#### *Princip:*

Škrob se hidrolizom s kiselinom prevede u topljivo stanje, pa se potom određuje polarimetrijski. Polarimetrijsko određivanje je moguće jer škrob pokazuje visoku optičku aktivnost.

#### *Reagensi:*

- 1,124 % - tna klorovodična kiselina
- $K_4Fe(CN)_6 \times 3H_2O$
- $Zn(CH_3COO)_2 \times 2H_2O$

#### *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 lijevak
- stakleni štapić
- filter papir
- vodena kupelj
- polarimetar tip 32-G 580C, Caril Zeiss, Jena

#### *Postupak:*

Odvagne se 5 g (s točnošću  $\pm 0,01$ ) homogeniziranog uzorka te se uzorak na suho prenese preko staklenog lijevka u odmjernu tikvicu od 100 mL, a čaša i lijevak se isperu s 25 mL klorovodične kiseline. Sadržaj se dobro promiješa da se spriječi stvaranje grudica i zatim ponovo doda 25 mL klorovodične kiseline uz istovremeno ispiranje vrata tikvice. Tikvica se uz oprezno povremeno mućkanje drži 15 minuta u vrijućoj vodenoj kupelji. Vodena kupelj mora imati tako veliki kapacitet da kod unošenja tikvice voda ne prestane vriti, jer se u protivnom slučaju mora tih 15 minuta računati od onog vremena kada sadržaj tikvice postigne 95 °C što se kontrolira termometrom. Za vrijeme prve tri minute sadržaj tikvice se promućka, a da se tikvica ne vadi iz kupelji. Nakon 15 minuta izvadi se tikvica iz vodene kupelji i odmah

se doda 20 mL hladne destilirane vode. Sadržaj tikvice se potom ohladi na 20 °C pod vodovodnom vodom. Sadržaj se prenese u laboratorijsku čašu od 250 mL te se doda 5 mL  $K_4Fe(CN)_6 \times 3H_2O$  i 5 mL  $Zn(CH_3COO)_2 \times 2H_2O$  da bi se istaložili otopljeni proteini, nadopuni destiliranom vodom do oznake 100 mL, dobro promiješa, ostavi 10 minuta da se sadržaj slegne i profiltrira kroz suhi filter - papir. S bistrim filtratom napuni se polarizacijska cijev polarimetra (slika 17) i očita kut zakretanja  $\alpha$  (Ewers, 1908).

*Račun:*

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

gdje je:

$\alpha$ - specifični kut zakretanja

$[\alpha]^{20}_D$ - specifični kut zakretanja škroba

l- dužina polarizacijske cijevi (dm)

m- masa uzorka (g)



Slika 17. Polarimetar (vlastita fotografija)

### 3.3.6. Određivanje udjela masti Soxhletovim postupkom

Masti se nalaze u namirnicama biljnog i životinjskog podrijetla. Količina masti obavezan je sadržaj nutritivnih deklaracija. Kod većine namirnica prisutni sadržaj masti uvjetuje i njihovu kvalitetu (pozitivno svojstvo). Masti mogu djelovati nepovoljno (hidrolitičke i oksidacijske promjene) na kvalitetu i funkcionalnost proizvoda čak i u malim količinama.

#### *Princip:*

Višekratna kontinuirana ekstrakcija masti organskim otapalom u posebno načinjenoj Soxhletovoj aparaturi. Metodom po Soxhletu određuju se slobodne masti.

#### *Reagensi:*

- medicinski benzin

#### *Posuđe i uređaji:*

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

#### *Postupak:*

5 g (s točnošću  $\pm 0,0001$ ) uzorka maruna odvaži se u odmašćenju, papirnatu čahuru te se suši 1 sat u zračnoj sušnici pri 100 °C - 105 °C. Čahura se pokrije slojem odmašćene suhe vate i stavi u srednji dio Soxhletove aparature (ekstraktor) koji se zatim spoji s hladilom i tikvicom, koja je s nekoliko staklenih kuglica prethodno sušena pri 105 °C, ohlađena i izvagana. Kroz hladilo se zatim uz pomoć lijevka lijeva toliko otapala da se ekstraktor napuni i pomoću kapilarne cjevčice isprazni u tikvicu. Zatim se doda još toliko otapala da se napuni do otprilike polovice ekstraktora. Ukupni volumen otapala ne smije prijeći  $\frac{3}{4}$  volumena tikvice. Tada se kroz hladilo pusti vrlo jaki mlaz vode te se počinje sa zagrijavanjem. Zagrijavanje tikvice s otapalom izvodi se na pješčanoj kupelji (slika 18). Temperatura zagrijavanja

regulira se tako da kondenzirane kapljice otapala padaju tolikom brzinom da se jedva mogu brojati. Ekstrakcija traje 16 sati. Ekstrakciju treba prekinuti u onom trenutku kad se otapalo iz ekstraktora baš prelije u tikvicu, a čahura bude u ekstraktoru bez otapala. Rastavi se uređaj i izvadi čahura s uzorkom, uređaj se ponovo sastavi i otapalo predestilira iz tikvice u prazan ekstraktor iz kojeg se nakon završene destilacije odlije. Tikvica s ekstraktom se suši pri 100 °C – 105 °C do konstantne mase (1,5 - 2 sata), hladi u eksikatoru do sobne temperature i važe (AOAC 948.22, 1995).

*Račun:*

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

gdje je:

a – masa prazne tikvice (g)

b – masa tikvice i ekstrahirane masti (g)

m – masa uzorka (g)



Slika 18. Aparatura po Soxhletu (vlastita fotografija)

## 4. REZULTATI I RASPRAVA

Cilj ovog istraživanja bio je odrediti kemijski sastav maruna te dobivene rezultate usporediti s drugim sličnim istraživanjima. U sljedećem poglavlju bit će prikazan kemijski sastav 35 uzoraka maruna s područja Cresa (Tramuntana – sjeverni dio otoka Cresa) iz sezone 2019.

U tablici 10 prikazani su udjeli vode, pepela, ukupnih proteina, reducirajućih šećera, saharoze, škroba te masti u pojedinim uzorcima izraženim u g/100 g (%) uzorka. Na slici 19 prikazani su rasponi (min i max) pojedinih komponenti ispitivanih uzoraka maruna, a na slici 20 prosječan udio. Tablica 11 prikazuje analizu varijance (ANOVA) na temelju podataka iz tablice 10 za kemijski sastav maruna.



Tablica 10. Kemijski sastav maruna

| Uzorak  | Voda (%) | Pepeo (%) | Ukupni proteini (%) | Reducirajući šećeri (%) | Saharoza (%) | Škrob (%) | Masti (%) |
|---------|----------|-----------|---------------------|-------------------------|--------------|-----------|-----------|
| 48      | 46,95    | 1,15      | 5,10                | 1,05                    | 11,10        | 32,16     | 2,40      |
| 50      | 49,28    | 0,98      | 5,40                | 0,82                    | 9,19         | 31,89     | 2,30      |
| 52      | 52,47    | 0,93      | 5,41                | 0,96                    | 9,04         | 27,83     | 2,94      |
| 53      | 53,13    | 1,19      | 5,53                | 0,92                    | 9,64         | 27,57     | 1,53      |
| 55      | 53,12    | 1,18      | 5,94                | 0,99                    | 7,18         | 28,38     | 2,60      |
| 60      | 52,94    | 1,05      | 6,60                | 1,13                    | 8,15         | 30,81     | 2,38      |
| 61      | 47,00    | 1,14      | 5,84                | 1,09                    | 10,31        | 32,16     | 2,30      |
| 64      | 50,38    | 1,08      | 5,82                | 0,81                    | 8,55         | 31,08     | 2,10      |
| 71      | 49,21    | 1,02      | 5,41                | 1,60                    | 9,25         | 30,27     | 2,38      |
| 72      | 51,41    | 1,03      | 5,53                | 0,81                    | 10,10        | 28,38     | 2,21      |
| 74      | 47,07    | 1,14      | 5,15                | 0,96                    | 12,81        | 31,08     | 1,78      |
| 77      | 47,00    | 1,17      | 5,03                | 0,52                    | 11,49        | 33,24     | 1,9       |
| 81      | 50,90    | 1,20      | 5,53                | 0,72                    | 7,95         | 31,62     | 1,85      |
| 83      | 52,75    | 1,25      | 5,91                | 0,84                    | 7,87         | 28,92     | 1,86      |
| 84      | 48,84    | 1,15      | 5,58                | 0,80                    | 10,60        | 30,81     | 1,91      |
| 88      | 52,22    | 1,19      | 5,76                | 0,52                    | 8,41         | 29,73     | 1,84      |
| 89      | 58,97    | 1,34      | 5,63                | 0,52                    | 7,28         | 25,41     | 0,97      |
| 90      | 47,83    | 1,20      | 5,10                | 0,63                    | 11,10        | 32,16     | 2,30      |
| 91      | 47,50    | 1,17      | 5,40                | 0,56                    | 11,10        | 32,43     | 2,00      |
| 92      | 53,58    | 1,30      | 5,40                | 0,55                    | 8,89         | 27,57     | 2,40      |
| 94      | 53,81    | 1,29      | 5,97                | 0,52                    | 7,90         | 28,65     | 1,83      |
| 97      | 56,66    | 1,39      | 6,50                | 0,52                    | 7,83         | 25,41     | 1,30      |
| 98      | 47,54    | 1,10      | 5,10                | 0,52                    | 10,70        | 33,24     | 2,10      |
| 99      | 48,00    | 1,34      | 5,20                | 0,55                    | 7,98         | 35,14     | 2,20      |
| 100     | 46,01    | 1,33      | 5,80                | 0,52                    | 8,57         | 36,49     | 1,60      |
| 104     | 46,10    | 1,29      | 5,03                | 0,52                    | 10,15        | 35,68     | 1,65      |
| 105     | 43,53    | 1,24      | 5,00                | 0,55                    | 10,73        | 37,84     | 1,50      |
| 106     | 46,60    | 1,12      | 5,50                | 0,52                    | 10,71        | 34,59     | 1,40      |
| 109     | 44,90    | 1,11      | 5,00                | 0,62                    | 9,32         | 38,38     | 1,02      |
| 110     | 46,58    | 1,13      | 5,40                | 0,71                    | 10,36        | 34,05     | 2,00      |
| 114     | 55,61    | 1,14      | 5,84                | 1,14                    | 7,16         | 25,68     | 2,34      |
| 115     | 51,21    | 1,04      | 5,78                | 0,96                    | 10,23        | 27,03     | 2,90      |
| 116     | 53,00    | 1,25      | 6,20                | 0,86                    | 13,09        | 22,16     | 2,70      |
| 118     | 56,64    | 1,24      | 6,30                | 0,53                    | 8,53         | 23,78     | 2,50      |
| 120     | 55,87    | 1,16      | 6,50                | 0,70                    | 9,90         | 23,24     | 2,10      |
| st.dev. | 7,20     | 1,09      | 2,36                | 0,88                    | 3,13         | 5,59      | 1,44      |
| cv (%)  | 14,28    | 93,70     | 42,34               | 116,51                  | 32,88        | 18,39     | 71,19     |

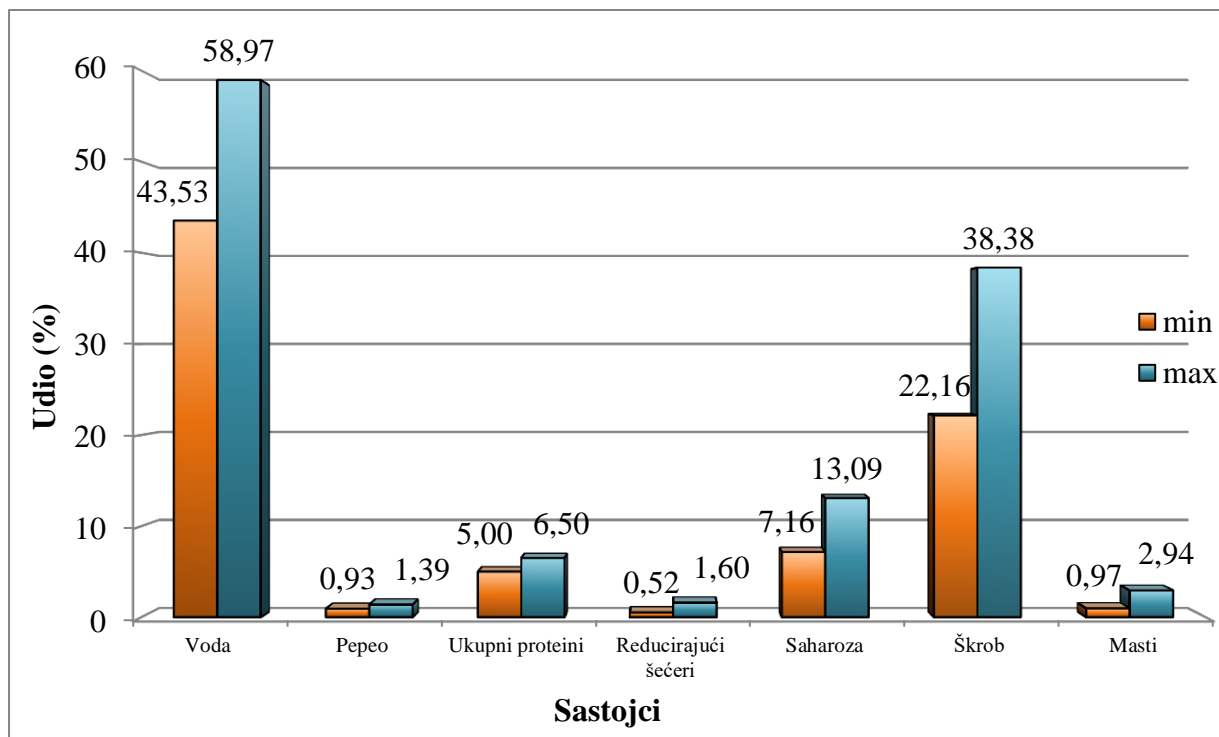
Maseni udio vode u ispitivanim uzorcima maruna iznosio je od 43,53 % do 58,97 % (tablica 10). Ispitivani uzorci maruna iz regije Marmara (Turska) sadrže udio vode veći od 50 % (Mert i Ertürk, 2017) što je veoma slično prosječnoj vrijednosti naših ispitivanih uzoraka (50,42 %). Rezultati dobiveni istraživanjem 21 varijeteta kestena (Hernández Suare i sur., 2012) na području Španjolske (Tenerifi) pokazuju veći udio vode (49,6 % - 62 %) u odnosu na rezultate dobivene našim istraživanjem. Prema Er i sur. (2013) ispitivani uzorci kestena s tri različite lokacije na području Turske (Aydin, Bursa, Kastamonu) sadrže manji udio vode uzoraka našega istraživanja (52,6 % - 56,9 %). Uzorci pitomog kestena uzgajanih na području Bosne i Hercegovine (Konjic, Kozarska Dubica te Srebrenica) pokazuju značajno niže rezultate u odnosu na sve prethodno navedene vrijednosti te iznose 9,77 % do 12,96 %. Daničić i sur. (2008) niski udio vode povezuju s lošim skladištenjem i čuvanjem ploda. Niski koeficijent varijabilnosti ukazuje na male varijacije udjela vode u ispitivanim uzorcima maruna.

Iz tablice 10 može se vidjeti da se udio pepela u uzorcima maruna kreće od 0,93 % do 1,39 %. Prema Borges i sur. (2008) maseni udio pepela u uzorcima maruna s područja Portugala nešto je veći te iznosi 1,53 % - 2,20 %. Istraživanje provedeno na području Indije (Kour i Pandit, 2013) također pokazuje da uzorci maruna sadrže veći udio pepela (1,0 % - 2,2 %). Prosječna vrijednost u ispitivanim uzorcima iznosila je 1,17 % što je približno jednako rezultatima dobivenim u ispitivanju Barreira i sur. (2012) gdje je ustanovljeno da se maseni udio pepela kretao ispod 1,2 %. U istraživanju Barreira i sur. (2012) ispitala su se četiri kultivara (*Aveleira*, *Boaventura*, *Judia* i *Longal*) tijekom tri godine (2006., 2007., 2008.). Prema dobivenim rezultatima uočeno je da je udio pepela 2006. bio manji u odnosu na druge dvije godine. Od kultivara *Judia* i *Longal* imali su najveći udio pepela. Udio pepela u ispitivanim uzorcima pitomoga kestena s područja Bosne i Hercegovine (Konjic, Kozarska Dubica te Srebrenica) iznosio je 0,52 % do 0,63 % (Daničić i sur., 2008) što je manje od rezultata našeg istraživanja. Koeficijent varijabilnosti u iznosu od 93,70 % ukazuje na manje varijacije rezultata dobivenih za udio pepela među ispitivanim uzorcima.

Maseni udio ukupnih proteina kretao se u rasponu od 5,00 % do 6,50 %. Prema podacima USDA (2019) prikazanim u tablici 4 prosječna vrijednost udjela proteina u iznosu od 3,33 % manja je od prosječne vrijednosti dobivene tijekom ispitivanja (5,77 %). Maruni ispitivani na području Španjolske (Galicia) sadrže veći udio ukupnih proteina te iznosi 6,0 % - 8,6 % (De La Montaña Míguez i sur., 2004) ujedno su De La Montaña Míguez i

sur. (2004) dokazali da je udio ukupnih proteina veći, ako su maruni uzgajani na tlu bogatom škrljavcem. Maseni udio ukupnih proteina maruna uzgajanih na području Portugala (Borges (2008) ) također je veći (4,87 % - 7,37 %) u odnosu na naše istraživanje. Borges je u svom istraživanju 2008. godine uočio značajne varijacije u masenom udjelu ukupnih proteina unutar osam ispitivanih kultivara. Prema podacima istraživanja provedenog od strane Er i sur. (2013) na području Turske (Aydin, Bursa, Kastamonu) može se vidjeti da je udio proteina u uzorcima kestena manji (4,4 % - 6,3 %) u odnosu na sve prethodno navedene vrijednosti. Vrijednost koeficijenta varijabilnosti za udio ukupnih proteina je nizak te ukazuje na malu varijaciju rezultata među ispitivanim uzorcima maruna.

Udio reducirajućih šećera u ispitivanim uzorcima maruna kreće se u rasponu od 0,52 % do 1,6 % (slika 19), dok prosječna vrijednost iznosi 0,76 %. Prema rezultatima dobivenim ispitivanjem uzoraka maruna s područja Turske (regija Marmara) vidimo da je udio reducirajućih šećera znatno veći te iznosi 2,41 % do 3,41 % (Mert i Ertürk, 2017). Među sedamnaest ispitivanih uzoraka zabilježena je značajna varijacija u udjelu reducirajućih šećera. Ispitivani uzorci uzgajani na području Portugala također sadrže značajno veći udio reducirajućih šećera u iznosu 1,77 % do 3,27 % (Borges i sur, 2008). Rezultati dobiveni istraživanjem Ertürk i sur. (2006) ukazuju da je udio reducirajućih šećera u uzorcima maruna sličan (0,08 % - 1,25 %) rezultatima našega istraživanja. Prema Choupina (2019) uzorci europskog kestena s područja sjeveroistočnog Portugala sadrže 0,64 % reducirajućih šećera što je manje od dobivene prosječne vrijednosti našega istraživanja. Koeficijent varijabilnosti u iznosu od 116,51 % ukazuje na velike varijacije udjela reducirajućih šećera među ispitivanim uzorcima.



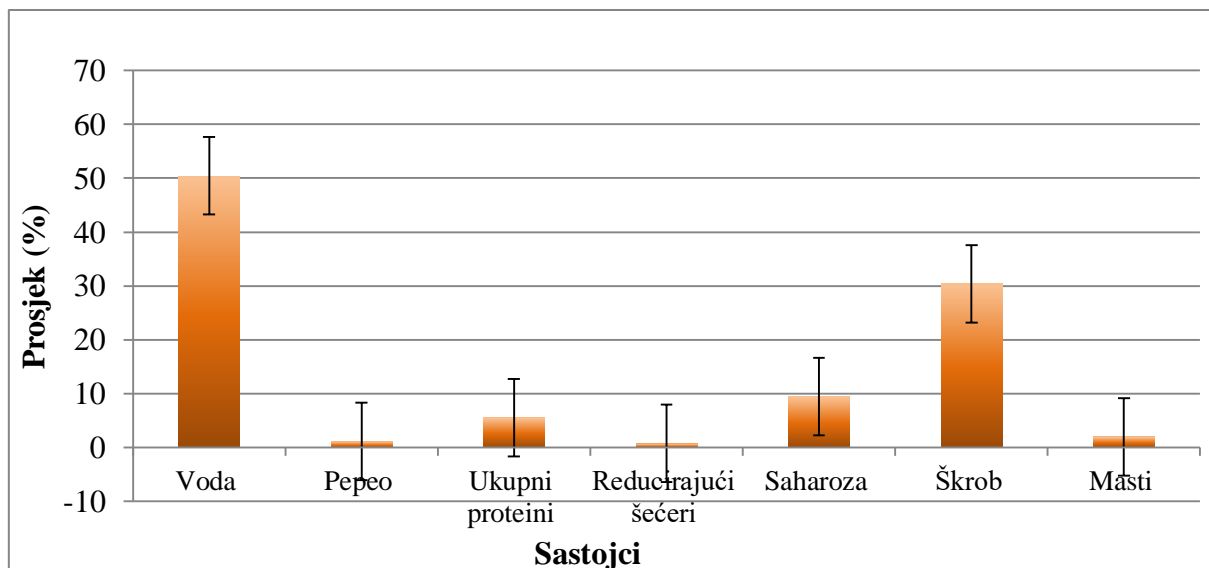
Slika 19. Grafički prikaz raspona (min i max) (%) pojedinih sastojaka u ispitivanim uzorcima maruna s otoka Cres

Vrijednost masenog udjela saharoze dobivenog ovim istraživanjem iznosi 7,16 % do 13,09 % (slika 19). Dobivene vrijednosti manje su od onih dobivene ispitivanjem uzoraka maruna od strane Mert i Ertürk (2017) gdje je maseni udio iznosio 10,77 % do 21,66 % odnosno 8,86 % - 21,28 % (Ertürk i sur., 2006). Studija Mert i Ertürk (2017) pokazala je kako kemijski sastav ispitivanih kultivara varira ovisno o genetskoj strukturi i ekološkim uvjetima uzgoja. Prema razlikama u nutritivnom sastavu te drugim parametrima kvalitete moguće je odrediti namjenu pojedinih kultivara. Tako kultivari poput „Alimolla“, „Demirci“ te „Hacribiş“ zbog visokog udjela škroba mogu poslužiti za proizvodnju brašna. Dok je kultivare poput „Inegölkestanesi“, „Tepeköysarisi“ te „Osmanoğlu“ zbog visokih udjela ukupnih šećera bolje konzumirati svježe. Niska vrijednost koeficijenta varijabilnosti ukazuje na malu varijaciju rezultata dobivenih za udio saharoze među ispitivanim uzorcima maruna.

Uzorci maruna s područja Turske (regija Marmara) sadrže veći maseni udio škroba od naših ispitivanih uzoraka (22,16 % - 38,38 %) te iznose 40,99 % - 53,16 % (Mert i Ertürk, 2017) odnosno manji udio škroba od maruna sa područja Španjolske (Galicia) u iznosu

25,41 % - 33,14 % (De La Montaña Míguez i sur., 2004). Uzorci sakupiti s tri različite regije na području Portugala (Borges i sur., 2008) ukazuju na značajnu varijaciju udjela škroba između prikupljenih osam kultivara. Analiza pokazuje da je udio škroba iznosio od 39 % do 48 % što je više nego u našem istraživanju te istraživanju provedenog od strane De La Montaña Míguez i sur. (2004), ali niže od istraživanja provedenog na području Turske. Smatra se da varijacija sa rezultatima potiče od različitih okolišnih uvjeta i uvjeta uzgoja. Svaka regija je imala različite karakteristike tla. Visoki udio vode i škroba predstavljaju veliki problem prilikom skladištenja zbog razvoja plijesni što umanjuje vijek skladištenja. Prema Daničić i sur. (2008) uzorci pitomog kestena uzgajanih na području Bosne i Hercegovine (Konjic, Kozarska Dubica te Srebrenica) sadrže značajno veće udjele škroba od ispitivanih uzoraka maruna te iznose 69,93 % do 73,13 %. Prosječna vrijednost udjela škroba dobivenih u istraživanju Choupina (2019) iznosi 23 % te je manja od rezultata našega istraživanja (30,42 %). Koeficijent varijabilnosti u iznosu od 18,39 % ukazuje na malu varijaciju udjela škroba među ispitivanim uzorcima maruna.

Maseni udio masti dobiven istraživanjem u rasponu od 0,97 % do 2,94 % manji je u odnosu na rezultate dobivene ispitivanjem kemijskog sastava kestena i maruna s područja Turske. Er i sur. (2013) dobili su rezultate u iznosu od 2,2 % do 3,5 %, dok su Mert i Ertürk (2017) dobili nešto niže rezultate (0,92 % - 2,25 %). Prosječna vrijednost (slika 20) masti u iznosu od 2,03 % manja je u odnosu na maseni udio masti u uzorcima kineskog kestena (2,17 %) u istraživanju Senter i sur. (1994). Zabilježena je značajna varijacija u udjelu masti između pojedinih vrsta kestena te među pojedinim uzorcima unutar vrste. Akbuluti i sur. (2017) ispitivali su kemijski sastav 12 genotipova kestena sakupitih 2016. godine na području sjeveroistočne Turske te su utvrdili da udio masti iznosi 0,87 % do 2,61 % što je blisko rezultatima dobivenim u našem istraživanju. Visoka vrijednost koeficijenta varijabilnosti u iznosu od 71,19 % ukazuje na velike varijacije udjela masti u ispitivanim uzorcima.



Slika 20. Grafički prikaz prosječne vrijednosti (%) ± standardna devijacija pojedinih sastojaka u ispitivanim uzorcima maruna

U tablici 11 prikazana je analiza varijance koja ukazuje da nema statistički značajne razlike između uzoraka s obzirom na svaki sastojak.

Tablica 11. Analiza varijance (ANOVA) podataka iz tablice 10 za kemijski sastav maruna

| <i>Izvori varijacija</i> | <i>SS</i> | <i>df</i> | <i>MS</i> | <i>F</i> | <i>P-vrijednost</i> | <i>F krit</i> |
|--------------------------|-----------|-----------|-----------|----------|---------------------|---------------|
| Uzorci                   | 12,18806  | 34        | 0,358472  | 0,070056 | 1                   | 1,479009      |
| Sastojci                 | 76410,06  | 7         | 10915,72  | 2133,249 | 8,7E-211            | 2,048189      |
| Pogreška                 | 1217,833  | 238       | 5,116946  |          |                     |               |
| Ukupno                   | 77640,08  | 279       |           |          |                     |               |

## 5. ZAKLJUČCI

Iz dobivenih rezultata i rasprave o ispitivanju kemijskog sastava 35 uzoraka maruna s područja Cresa može se zaključiti sljedeće:

1. Udio vode u ispitivanim uzorcima kreće se u rasponu od 43,53 % do 58,97 %, udio pepela u iznosu od 0,93 % do 1,39 %, udio ukupnih proteina od 5,00 % do 6,50 %, udio reducirajućih šećera od 0,52 % do 1,60 %, udio saharoze kreće se u rasponu od 7,16 % do 13,09 %, udio škroba od 22,16 % do 38,38 % te udio masti u rasponu od 0,97 % do 2,94 %.
2. Ispitivani uzorci maruna u najvećoj mjeri sadrže vodu, potom slijede škrob, šećeri, proteini te masti. U najmanjem udjelu sadrže pepeo.
3. Creski marun sadrži veći udio proteina i vode, a manji udio masti od uzoraka kestena s područja Turske (Aydin, Bursa, Kastamonu).
4. Ispitivani uzorci maruna sadrže veći udio vode, pepela te manji udio škroba u odnosu na kesten s područja Bosne i Hercegovine (Konjic, Kozarska Dubica te Srebrenica).
5. Uzorci maruna našega ispitivanja sadrže veći udio reducirajućih šećera te škroba od kestena s područja sjeveroistočnog Portugala.
6. Prema analizi varijance prikazanoj u tablici 11 nema statistički značajne razlike između uzoraka unutar svakog pojedinog sastojka.

## 6. LITERATURA

Akbulut, M., Bozhuyuk, M. R., Ercisli, S., Skender, A., Sorkheh, K. (2017) Chemical composition of Seed Propagated Chestnut Genotypes from Northeastern Turkey *Not. Bot. Horti Agrobi.* **45**, 425 – 430.

Anonymous 1 (2017) Slika kestena s tri razvijena ploda < <https://www.prelog.hr/poziv-na-izlet-dani-maruna-u-lovranu-i-tartufa-u-livadama/a4334>>. Pristupljeno 22. veljače 2020.

Anonymous 2 (2019) Slika europskog kestena <<https://www.britannica.com/plant/chestnut#ref136658>>. Pristupljeno 23. svibnja 2019.

Anonymous 3 (2006) Slika američkog kestena <[https://en.wikipedia.org/wiki/American\\_chestnut#/media/File:American\\_Chestnut.JPG](https://en.wikipedia.org/wiki/American_chestnut#/media/File:American_Chestnut.JPG)>. Pristupljeno 13. Svibnja 2020.

Anonymous 4 (2007) Slika japanskog kestena <[https://en.wikipedia.org/wiki/Castanea\\_crenata#/media/File:Castanea\\_crenata3.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/Castanea_crenata#/media/File:Castanea_crenata3.jpg)>. Pristupljeno 23. svibnja 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.

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

Beccaro, G. (2020) *Botany, Anatomy, and Nut Composition*. U: The Chestnut Handbook Crop and Forest Management (Beccaro, G. Bounous, G., De Biaggi, M., Donno, D., Torello Marinoni, D., Zou, F., Mellano, M. G., ured.), Taylor & Francis, NW, str. 5 – 35.



Bećirspahić, D. (2018) Značaj kalemljenja u razmnožavanju (*Castanea sativa* Mill.). Zbornik radova i sažetaka „Zaštita i promocija kestena“, Bužim, str. 32-37.

Borges, O., Gonçalves, B., Soeiro de Carvalho, J. L., Correira, P., Silva, A. P. (2008) Nutritional quality of chestnut (*Castanea sativa* Mill.) cultivars from Portugal *Food Chem.* **106**, 976 – 984.

Choupina, A. (2019) Nutritional and health potential of European chestnut *Rev. Fac. Cienc. Agrar.* **42**, 801 – 807.

Ciesla, W. M. (2002) Non-Wood Forest Products 15. FAO-Food and Agriculture Organisation, <<http://www.fao.org/3/y4351e/y4351e0c.htm#bm12.1.3>>. Pristupljeno 24. veljače 2020.

Daničić, V., Isajev, V., Matrauga, M. (2008) Hemijski sastav ploda pitomog kestena (*Castanea sativa* Mill.) na području BiH *Bulletin Faculty of Forestry* **9**, 41 – 46.

De La Montaña Míguez, J., Míguez Bernárdez, M., García Queijeiro, J. M. (2004) Composition of varieties of chestnuts from Galicia (Spain) *Food Chem.* **84**, 401 – 404.

Delgado, T., Pereira, J. A., Casal, S., Ramalhosa, E. (2016) *Bioactive Compounds of Chestnuts as Health Promoter*. U: Natural bioactive compounds from fruits and vegetables as health promoters (da Silva, L. R., Casal, S., ured.), Bentham Science Publishers, Sharjah, UAE, str. 132-154.

Drvodelić, D. (2011) Razmnožavanje pitomog kestena iz sjemena *Gosp. list* **22**, 52-53.

Drvodelić, D. (2019) Cijepljenje sorti kestena za dobivanje visoko kvalitetnog ploda (2) *Gosp. list* **178**, 62-63.

Er, F., Özcan, M. M., Duman, E., Endes, Z. (2013) Chemical properties of chestnut (*Castanea sativa* Mill.) fruit collected from different locations in Turkey *IAAOJ* **1**, 9 – 12.

Ertürk, Ü., Mert, C., Soylu, A. (2006) Chemical Composition of Fruits of Some Important Chestnut Cultivars *Braz. Arch. Biol. Techn.* **49**, 183 – 188.

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.) *GZB* **6**, 97-102.

Google (2020) Google maps <<https://www.google.com/maps/search/tramuntana/@44.4107055,16.4064052,7z/data=!3m1!4b1>>. Pristupljeno 28. svibnja 2020.

Hadrović, H. (1987) Gajenje pitomog kestena, Nolit, Beograd, str. 146.

Hadžiabulić, S., Hasanbegović, J., Aliman, J., Lizalo, A., Umit, S. (2018) Karakteristike sadnica kestena *Castanea sativa* Mill. proizvedene kalemljnjem u Turskoj. Zbornik radova i sažetaka „Zaštita i promocija kestena“, Bužim, str. 21-31.

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.

Idžojtić, M., Zebec, M., Poljak, I., Medak, J., Tutić, B. (2010) Slijedeći tragove pitomog kestena (*Castanea* spp.) - Uzgoj i kultura, folklor i povijest tradicija i korištenje *Šum. List* **5-6**, 294-300.

Idžojtić, M., Zenec, M., Poljak, I., Šatović, Z., Liber, Z. (2012) Analiza genetske raznolikosti „Lovranskog Maruna“ (*Castanea sativa* Mill.) korištenjem mikrosatelitnih biljega *Šum. List* **11-12**, 577-58.

Kour, A., Pandit, A. H. (2013) Diversity and Chemical Composition of some Promising Chestnut *Castanea sativa* Accessions from Kashmir Valley. *BFIJ* **5**, 114-118.

Krstin, L., Novak-Agbaba, S., Rigling, D., Krajačić, M., Ćurković Perica, M. (2008) Chestnut blight fungus in Croatia: diversity of vegetative compatibility types, mating types and genetic variability of associated *Cryphonectria hypovirus 1*. *Plant Pathol.* **57**, 1086-1096. doi.org/10.1111/j.1365-3059.2008.01905.x

Marković, K., Vahčić, N., Hruškar, M. (2017) Analitika prehrambenih proizvoda, Prehrambeno-biotehnoški fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.

Medak, J. (2011) Šume pitomog kestena sa prasećim zeljem (*Aposeri foetidae-castaneum sativae* ass. Nova) u Hrvatskoj. *Šum. List* **CXXXV**, 5-22.

Medved, I. (2018) Kestenov med <<https://www.agroportal.hr/uzgoj-pcela/30777>>. Pristupljeno 23. veljače 2020.

- Mellano, M. G., Beccaro, G. L., Donno, D., Marinoni Torello, D., Boccacci, P., Canterino, S., Cerutti, A. K., Bounous, G. (2012) *Castanea* spp. biodiversity conservation: collection and characterization of the genetic diversity of an endangered species *Genet. Resour. Crop Evol.* **59**, 1727-1741. doi.org/10.1007/s10722-012-9794-x
- Mencarelli, F. (2001) Postharvest handling and storage of chestnuts. FAO-Food and Agriculture Organisation, <<http://www.fao.org/3/AC645E/ac645e00.htm>>. Pristupljeno 23.veljače 2020.
- Mert, C., Ertürk, Ü. (2017) Chemical Composition and Sugar Profiles of Consumed Chestnut Cultivars in the Marmara Region, Turkey *Not. Bot. Horti Agrobi.* **45**, 203 -207.
- Miller, A., Miller, D. D., Pijut, P.M. (2014) How a Flower Becomes a Chestnut: Morphological Development of Chinese Chestnuts (*Castanea mollissima*) *Journal of TACF* **103** 13-18.
- Pehadžić, E., Skender, A., Šertović, E. (2018) Morfološko-hemijska svojstva pitomog kestena (*Castanea sativa* Mill.) u samonikloj populaciji općine Ključ. Zbornik radova i sažetaka „Zaštita i promocija kestena“, Bužim, str. 38-48.
- Poljak, I., Idžojtić, M., Zebec, M., Perković, N. (2012) Varijabilnost europskog pitomog kestena (*Castanea sativa* Mill.) na području sjeverozapadne Hrvatske prema morfološkim obilježjima ploda *Šum. List* **9-10**, 479-489.
- Poljak, I., Vahčić, N., Gačić, M., Idžojtić, M. (2016) Morphological Characterization and Chemical Composition of Fruits of the Traditional Croatian Chestnut Variety „Lovran Marun“ *Food Technol. Biotech.* **54**, 189-199. doi: 10.17113/ftb b.54.02.16.4319
- Prgomet, Ž., Mujić I., Bratović, I., Novak Agbaba, S., Pentek, I., Šimunović, V. (2011) Stanje i perspektiva uzgoja pitomog kestena u Istri. Skupština Istarske županije.
- Režek, M. (2016) Pitomi kesten na više od 135 tisuća hektara u RH, <<https://www.agroklub.com/sumarstvo/pitomi-kesten-na-vise-od-135-tisuca-hektara-u-rh/28334/>>. Pristupljeno 22.veljače 2020.
- Sentert, S. D., Payne, J. A., Miller, G., Anagnostakis, S. L. (1994) Comparison of Total Lipids, Fatty Acids, Sugars and Novolatile Organic Acids in Nuts from Four *Castanea* Species *J. Sci. Food Agric.* **65**, 223 – 227.

Šahinović, Dž. (2018) Pomološke osobine samoniklih genotipova kestena (*Castanea sativa* Mill.) na području općine Bužim. Zbornik radova i sažetaka „Zaštita i promocija kestena“, Bužim, str. 49-56.

Tomić, I. (2010) Pitomi kesteni (*Castanea*) *Hrvatske šume* **161**, 23-25.

Vidak, M. (2018) Ljekovitost pitomog i divljeg kestena, <<https://FuporabaFdarski.hr/rubrike/ljekovito-bilje-pcelarstvo-teme/ljekovitost-pitomog-i-divljeg-kestena/>>. Pristupljeno 24.vejače 2020.

USDA (2019) Food Data Central Search Results. USDA-United States Department of Agriculture, Washington D.C., <<https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/170575/nutrients>>. Pristupljeno 12. ožujka 2020.

Vossen, P. (2000) *Chestnut Culture in California*, UCANR, Kalifornija.

Wani, I. A., Hamid, H., Hamdani, A. M., Gani, A. (2017) Physico-chemical, rheological and antioxidant properties of sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.) as affected by pan and microwave roasting. *J. Adv. Res.* **8**, 1-32. doi.org/10.1016/j.jare.2017.05.005

Xing, Y., Liu, Y., Zhang, Q., Nie, X., Sun, Y., Zhang, Z., Li, H., Fang, K., Wang, G., Huang, H., Bisseling, T., Cao, Q., Qin, I. (2009) Hybrid *de novo* genome assembly of Chinese chestnut (*Castanea mollissima*) *Gigascience* **8**, 1-7.

Zečić, Ž., Vusić, D. (2013) Šumski proizvodi. Interna skripta, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.

## 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.*

Katarina Barišić

Katarina Barišić