

# Kemijski sastav kestena istočne Hrvatske

---

**Belančić, Antonela**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2017**

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

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:159:983334>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-09-22**



*Repository / Repozitorij:*

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
PREHRAMBENO-BIOTEHNOLOŠKI FAKULTET

# DIPLOMSKI RAD

Zagreb, rujan 2017.

Antonela Belančić  
836/USH

**KEMIJSKI SASTAV KESTENA**  
**ISTOČNE HRVATSKE**

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 dr.sc. Nade Vahčić, red.prof. Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu te uz pomoć Valentine Hohnjec, tehničkog suradnika, i ing. Renate Petrović.

## **ZAHVALA**

*Zahvaljujem se svim djelatnicima Zavoda na kojem je ovaj rad izrađen, a posebno zahvaljujem Valentini Hohnjec i ing. Renati Petrović na podršci i velikoj pomoći tijekom izvođenja eksperimentalnog dijela rada te mentorici .dr.sc. Nadi Vahčić, red.prof., na stručnom vodstvu te na pruženim savjetima.*

## 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 KESTENA ISTOČNE HRVATSKE

*Antonela Belančić, 836/USH*

**Sažetak:** U ovom radu su analizirani uzorci kestena sa 3 različita prirodna staništa u Hrvatskoj. Prikupljeno je 30 uzoraka sa područja: Moslavačka gora, Krndija i Psunj. Određen je osnovni kemijski sastav kestena: udio suhe tvari, udio vode, udio pepela, udio sirove masti, udio sirovih proteina, udio škroba, udio reducirajućih šećera te udio saharoze. Dobiveni rezultati su pokazali da se prosječni udio vode kretao od 51,80 do 54,31 %, prosječni udio pepela od 1,10 do 1,31 %, prosječni udio sirove masti od 1,37 do 1,58 %, prosječni udio sirovih proteina od 2,69 do 2,92 %, prosječni udio škroba od 29,27 do 32,03 %, prosječni udio reducirajućih šećera od 0,70 do 0,78 %, dok se prosječni udio saharoze kretao od 7,10 do 9,01 %. Analiza varijance (ANOVA) je pokazala da postoji statistički značajna razlika između prirodnih staništa kestena po svim analiziranim parametrima, dok unutar samih staništa između uzoraka ne postoje statistički značajne razlike.

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

**Rad sadrži:** 47 stranica, 12 slika, 17 tablica, 42 literaturnih navoda

**Jezik izvornika:** hrvatski

**Rad je u tiskanom i elektroničkom (pdf format) obliku pohranjen u:** Knjižnica

Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta, Kačićeva 23, Zagreb

**Mentor:** Prof.dr.sc. *Nada Vahčić*

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

**Stručno povjerenstvo za ocjenu i obranu:**

1. Prof.dr.sc. *Branka Levaj*
2. Prof.dr.sc. *Nada Vahčić*
3. Izv.prof.dr.sc. *Ksenija Marković*
4. Prof.dr.sc. *Ines Panjkota Krbavčić*

**Datum obrane:** 26. rujna 2017.

## BASIC DOCUMENTATION CARD

Graduate Thesis

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

**Scientific area:** Biotechnical Sciences

**Scientific field:** Food Technology

### CHEMICAL COMPOSITION OF CHESTNUTS FROM EASTERN CROATIA

*Antonela Belančić, 836/USH*

**Abstract:** In this paper are analyzed samples of chestnut from three different natural habitats in Croatia. It was collected 30 samples from these areas: Moslavačka gora, Krndija and Psunj. Basic chemical composition of chestnut was determined: dry matter content, water content, ash content, crude fat content, crude protein content, starch content, reducing sugars content and sucrose content. Received results have shown that average water content ranged from 51,80 to 54,31 %, average ash content from 1,10 to 1,31 %, average crude fat content from 1,37 to 1,58 %, average crude protein content from 2,69 to 2,92 %, average starch content from 29,27 to 32,03 %, average reducing sugars content from 0,70 to 0,78, while average sucrose content ranged from 7,10 to 9,01 %. ANOVA showed statistically significant differences between natural habitats of chestnut according to all analyzed parameters, while within each habitat between samples does not exist statistically significant differences.

**Keywords:** chestnut, chemical composition, starch

**Thesis contains:** 47 pages, 12 figures, 17 tables, 42 references

**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:** *Renata Petrović*, ing., *Valentina Hohnjec*

#### Reviewers:

1. PhD. *Branka Levaj*, Full professor
2. PhD. *Nada Vahčić*, Full professor
3. PhD. *Ksenija Marković*, Associate professor
4. PhD. *Ines Panjkota Krbavčić*, Full professor

**Thesis defended:** 26 September 2017.

# SADRŽAJ

|   |    |
|---|----|
| 1. UVOD .....   | 1  |
| 2. TEORIJSKI DIO .....  | 2  |
| 2.1. Povijest kestena .....   | 2  |
| 2.2. Sistematika i taksonomija roda <i>Castanea</i> .....             | 3  |
| 2.3. Vrste kestena.....   | 4  |
| 2.3.1. Europski pitomi kesten ( <i>Castanea sativa</i> ) .....        | 4  |
| 2.3.2. Kineski pitomi kesten ( <i>Castanea mollissima</i> ).....      | 6  |
| 2.3.3. Japanski pitomi kesten ( <i>Castanea crenata</i> ) .....       | 7  |
| 2.3.4. Američki pitomi kesten ( <i>Castanea dentata</i> ) .....       | 8  |
| 2.4. Uvjeti za uzgoj pitomog kestena .....                            | 9  |
| 2.4.1. Klima.....   | 9  |
| 2.4.2. Tlo .....  | 9  |
| 2.4.3. Reljef.....  | 10 |
| 2.5. Upotreba kestena .....   | 11 |
| 2.6. Fenološke faze razvoja pitomog kestena .....                     | 12 |
| 2.6.1. Vegetacija.....  | 12 |
| 2.6.2. Zimsko mirovanje .....   | 13 |
| 2.7. Pitomi kesten u Hrvatskoj.....                                   | 13 |
| 2.8. Kemijski sastav kestena.....                                     | 14 |
| 3. EKSPERIMENTALNI DIO.....   | 20 |
| 3.1. Materijal rada .....   | 20 |
| 3.2. Metode rada.....   | 21 |
| 3.2.1. Priprema uzoraka.....  | 21 |
| 3.2.2. Određivanje udjela vode/suhe tvari.....                        | 21 |
| 3.2.3. Određivanje udjela pepela .....                                | 22 |
| 3.2.4. Određivanje udjela sirove masti .....                          | 23 |
| 3.2.5. Određivanje udjela sirovih proteina .....                      | 24 |
| 3.2.6. Određivanje udjela škroba.....                                 | 24 |
| 3.2.7. Određivanje udjela reducirajućeg šećera i udjela saharoze..... | 25 |
| 4. REZULTATI I RASPRAVA .....   | 27 |
| 5. ZAKLJUČCI.....   | 43 |
| 6. LITERATURA.....  | 44 |



## 1. UVOD

Pitomi kesten (*Castanea sativa Mill.*) ili „žir bogova“, kako ga znaju nazivati, je listopadno drvo u srodstvu s bukvom i hrastom, te je predstavnik porodice bukovki (*Fagaceae*). Zanimljivo je kako kesten može doživjeti starost čak od 500 godina, te godišnje može dati više od 200 kg plodova. Botaničari kesten ubrajaju u voćke, no zbog načina i mjesta rasta spada i u šumsko drveće. Kesten spada u orašasto voće. Za razliku od ostalih orašastih plodova, kesteni imaju niži udio masti i visoki udio škroba, te jedini sadrže vitamin C i predstavljaju izvrstan izvor vitamina B6. Također, dobar je izvor kalija i folne kiseline te prehrambenih vlakana neophodnih za pravilno funkcioniranje probavnog sustava. Bitno je naglasiti da kesten ima nizak glikemijski indeks, te ne sadrži gluten niti kolesterol. Plod kestena je visokovrijedna namirnica čiji je glavni sastojak škrob, po čemu ga se može usporediti sa krumpirom. Zbog tog svojstva od njegovih plodova se proizvodi i brašno, koje se obično miješa s brašnom različitih žitarica te se odlikuje lakom probavljivošću. Kesten najčešće sadrži oko 53 % vode, 44 % škroba, 44 % ugljikohidrata, 2,9 % proteina, 1,5 % masti te 1 % minerala.

Pitomi kesten se počeo širiti po Europi iz Grčke, dok najviše raste u južnoj Europi i na Sredozemlju. Kod nas ga najviše ima na području Medvednice, te na obroncima Učke i u okolici Lovrana i Opatije. Na području Lovrana, Opatije i Mošćeničke drage, raste marun koji je zbog svoje neosporne kvalitete značajno obilježio gastronomiju područja u kojem uspijeva. Cilj ovog istraživanja je odrediti kemijski sastav kestena (udio suhe tvari, udio vode, udio pepela, udio sirove masti, udio sirovih proteina, udio škroba, udio reducirajućih šećera te udio saharoze) sa područja Moslavačke gore, Krndije i Pšunja te dobivene podatke o njihovom kemijskom sastavu usporediti sa rezultatima iz različitih literaturnih izvora.

## 2. TEORIJSKI DIO

### 2.1. Povijest kestena

Jedna od prvih namirnica koje je čovjek konzumirao je plod pitomog kestena te za to postoje brojni arheološki dokazi. Prvi dokazi uzgoja kestena od strane čovjeka zabilježeni su još 2000 godina prije Krista (Anonymous 1, 2017). Najstariji zapisi uzgoja kestena datiraju iz 3. stoljeća prije Krista (Anonymous 2, 2017). Fosilni nalazi pitomog kestena ukazuju na nekadašnju široku rasprostranjenost, no areal mu se kod zadnje oledbe suzio na staništa južne Europe i Male Azije (Prgomet i sur., 2013). Otopljanjem, te čovjekovim širenjem pitomi kesten proširio se na današnje granice.

Smatra se da je domovina pitomog kestena Mala Azija, točnije grad Sard koji se nalazi na današnjem području Turske, odakle je još u 5. stoljeću prije Krista prenesen u Europu. Pitomi kesten proširio se po Europi iz Grčke (Anonymous 3, 2016). Iz Grčke se zatim proširio na Italiju i Španjolsku. Uzgoj kestena postao je uobičajen u mnogim europskim zemljama u doba kasnog Rimskog Carstva i srednjeg vijeka (Anonymous 2, 2017). Područje Alpa je čak nosilo naziv „civilizacija kestena“, zbog intenzivnog uzgoja na tom području. Rimljani se smatraju odgovornim za veliku ekspanziju kestena diljem Mediterana, kao i Srednje Europe i zemalja kao što su Njemačka, Francuska, Švicarska, Austrija, Mađarska i druge (Huntley i Birks, 1983).

Prema Huntley i Birks (1983), prvi fosilni postglacijalni podaci o ovoj vrsti pronađeni su u Španjolskoj i Grčkoj prije 9000. godina, dok se prema fosilnim podacima iz tercijara, javlja i na području Skandinavije što upućuje da je toplija klima dopustila širenje ove vrste i na sjever Europe.

Glavnina stabala kestena koji se mogu naći u Americi potječu iz Europe, međutim starosjedioci u Americi konzumirali su kesten (*Castanea dentata*) puno prije nego što su ga europski imigranti donesli na to područje.

Kesten je namirnica koja se obavezno poslužuje u Japanu u doba Nove godine. Japanski kesten (*Castanea crenata*) se počeo uzgajati čak prije riže na tom području, dok se kineski kesten (*Castanea mollissima*) uzgaja u zadnjih 2000 do 6000 godina (Anonymous 1, 2017).

U zadnjih nekoliko stoljeća popularnost kestena kao namirnice je značajno pala, a jedan od razloga za to je što se kesten smatrao „hranom za siromašne“. Drugi razlog je pojava krumpira, pri čemu je krumpir velikim dijelom zamijenio kesten kao izvor ugljikohidrata.

## 2.2. Sistematika i taksonomija roda *Castanea*

Pitomi kesteni su rod listopadnog drveća, rjeđe grmova, iz porodice bukovki (*Fagaceae*). Taj rod obuhvaća desetak vrsta koje su rasprostranjene većinom u umjerenom području Sjeverne hemisfere (jugoistočni dio Sjeverne Amerike, južna Europa, sjeverozapadna Afrika, te zapadna i istočna Azija) (Prgomet i sur., 2013).

Tablica 1. Sistematska pripadnost vrste pitomog kestena (Anonymous 4, 2017)

|                 |                        |
|-----------------|------------------------|
| <b>Carstvo</b>  | <i>Plantae</i>         |
| <b>Odjeljak</b> | <i>Magnoliophyta</i>   |
| <b>Razred</b>   | <i>Magnoliopsida</i>   |
| <b>Red</b>      | <i>Fagales</i>         |
| <b>Porodica</b> | <i>Fagaceae</i>        |
| <b>Rod</b>      | <i>Castanea</i>        |
| <b>Vrsta</b>    | <i>Castanea sativa</i> |

### 2.3. Vrste kestena

Razlikujemo dvije vrste kestena: pitomi kesten (*Castanea sativa*) i divlji kesten (*Aesculus hippocastanum*). U prehrani se koristi pitomi kesten, a najznačajniji predstavnici su: europski pitomi kesten, kineski pitomi kesten, japanski pitomi kesten i američki pitomi kesten.

Tablica 2. Karakteristike glavnih ekonomskih vrsta kestena (Vossen, 2000)

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

Iz tablice 2. je vidljivo da europski pitomi kesten ima jako dobre karakteristike i da treba raditi na selekcijama i zaštiti geografskog podrijetla pojedinih varijeteta.

#### 2.3.1. Europski pitomi kesten (*Castanea sativa*)

Europski pitomi kesten je listopadno drvo visine do 30-40 m i promjera do 3 m koje je rasprostranjeno na području južne Europe, zapadne Azije i sjeverozapadne Afrike. Drvo je dugovječno te može doseći starost preko 500 godina (Tošić, 1967).

Korijenski sustav je dubok, sa žilom srčanicom od koje se bočno granaju jake i duboke bočne žile. Kora drveta je u početku glatka te maslinasto smeđe boje sa svijetlim lenticelama, a kasnije postaje smeđesive boje te dolazi do uzdužnog pucanja. Listovi su naizmjenični, lisna plojka duguljasto lancetasta, zaobljene ili polusrcolike baze. Lice lista je golo i sjajno, a naličje je zvjezdasto dlakavo koje kasnije ogoli. Ima veliku bujnu krošnju te godišnje može dati preko 200 kg plodova (Tošić, 1967). Pitomi kesten lista u svibnju, a cvjeta u lipnju, znatno poslije listanja (Prgomet i sur., 2013).

Plodovi su debeli do 3 cm te ih se nalazi po 1-3 u ježici. Kupula ili ježica je kožasta, loptasta i ježasta te je gusto prekrivena igličastim bodljama. Plod je prekriven kožastom, tamnosmeđom ljuskom koja se sjaji.

Pitomi kesten je jednodomna vrsta kojoj odgovara vlažna klima s blagom jeseni, bez kasnih proljetnih i ranih jesenjih mrazeva. To su najčešće mediteranska i submediteranska područja. Za rast kestenu najbolje odgovaraju izrazito kisela zemljišta (pH oko 4-5) te tako može rasti na gnajsu, porfiru, granitu, pješčaru, flišu, škriljcima i laporima, dok izbjegava vapnenac koji mu ne odgovara za rast. Najbolje uspijeva na ocjedinim, plodnim, dubokim, rastresitim i umjereno vlažnim zemljištima (Prgomet i sur., 2013).

Prirodno je rasprostranjen u južnoj Europi, Maloj Aziji, Kavkazu i sjevernoj Africi. Na drugim mjestima je donesen radi kulture te je danas rasprostranjen u velikom dijelu Europe. U zadnjih nekoliko desetljeća njegovo širenje je zaustavljeno zbog određenih bolesti koje mogu zahvatiti ovu vrstu. Najčešće se javljaju bolesti poput tintene bolesti ili crne truleži (*Phytophthora cambivora*) te raka kestenove kore (*Edothia parasitica*).

U Republici Hrvatskoj je rasprostranjen u umjerenim i toplijim primorskim i unutrašnjim područjima. Vrlo često raste sa drugim vrstama te tvori posebnu šumsku zajednicu s hrastom kitnjakom, ali i s hrastom meduncem i bukvom.



Slika 1. Europski pitomi kesten, *Castanea sativa* (Anonymous 5, 2017)

### 2.3.2. Kineski pitomi kesten (*Castanea mollissima*)

Kineski pitomi kesten je drvo visoko do 20 m koje je rasprostranjeno u sjevernoj i zapadnoj Kini, ali i Koreji. Raste u neposrednoj blizini morske razine na sjeveru, te na visinama do 2800 m na jugu (Tošić, 1967). Također je proširen u Americi te ostatku Azije, ali i u Europi jer je dosta otporan prema bolestima. Preferira puno sunca i kiselo tlo od ilovače.

Listovi su kraći i širi nego kod europskog pitomog kestena te svjetlije boje (Tošić, 1967). Listovi su dugi do 18 cm, plojka eliptično duguljasta, na bazi zaobljena, s donje strane sivo pustenasta, a peteljka dlakava. U ježici se nalaze 2-3 kestena, debela 2-3 cm (Prgomet i sur., 2013). Može izdržati do -20 °C te postoje brojni križanci između kineskog i drugih vrsta kestena.



Slika 2. Kineski pitomi kesten, *Castanea mollissima* (Anonymous 6, 2017)

### 2.3.3. Japanski pitomi kesten (*Castanea crenata*)

Japanski pitomi kesten je prirodno rasprostranjen u Japanu i Južnoj Koreji. To je osrednje ili manje drvo koje može narasti do visine od 15 m.

Lišće je dugo do 20 cm, a plojka eliptično duguljasta, na bazi zaobljena ili srcolika, s donje strane žljezdasta i uz žile pustenasta. U ježici su 2-3, rjeđe 5 kestena, koji su 2-3 cm debeli (Prgomet i sur., 2013). Kvaliteta ploda je manja u odnosu na druge vrste ovog roda (Tošić, 1967). Može izdržati do -15 °C te postoje brojni križanci između japanskog i drugih vrsta kestena.

Zanimljivo je da se stari nasadi japanskog pitomog kestena kod nas nalaze kod Petrinje (Prgomet i sur., 2013).



Slika 3. Japanski pitomi kesten, *Castanea crenata* (Anonymous 7, 2017)

#### 2.3.4. Američki pitomi kesten (*Castanea dentata*)

Američki pitomi kesten je rasprostranjen u istočnom dijelu Sjeverne Amerike. Drvo ove vrste je izrazito visoko (do 30 m), a promjera do 1,2 m (Tošić, 1967).

Lišće je dugo do 20 cm, a plojka duguljasto lancetasta, čunjaste baze, gola, prije otpadanja intenzivno požuti. U ježici su 2-3, rjeđe 5 kestena, koji su obično širi od svoje visine (Prgomet i sur., 2013). Imaju najslađe, najukusnije i plodove s najviše škroba od svih vrsta kestena (Tošić, 1967). U posljednjih nekoliko desetljeća znatno je reduciran, zbog različitih bolesti, a naročito raka kestenove kore.



Slika 4. Američki pitomi kesten, *Castanea dentata* (Anonymous 8, 2017)



## 2.4. Uvjeti za uzgoj pitomog kestena

Potrebno je dobro poznavati tri čimbenika koji moraju zadovoljavati potrebe za normalnim rastom, razvojem i plodonošenjem stabala ove vrste, a to su klima, tlo i reljef.

Najbolje vrijeme za sadnju pitomog kestena je jesen, iako ga je moguće zasaditi i u proljeće. Kesten cvjeta početkom lipnja, a plodovi dozrijevaju početkom listopada (Anonymous 9, 2013). S obzirom da drvo kestena kasno cvjeta, odlična je ispaša za pčele i tada jedini izvor peludi i nektara (Anonymous 10, 2008).

### 2.4.1. Klima

Pitomi kesten je, za razliku od većine mediteranskih i kontinentalnih voćaka, puno skromniji u pogledu klimatskih uvjeta. Odgovaraju mu relativno blage i kišovite zime, topla i suha ljeta te neravnomjeran raspored padalina po mjesecima i godišnjim dobima. To je voćka toplih krajeva i pripada grupi heliofilnih biljaka kojima je potrebno puno svjetlosti (Anonymous 10, 2008). Najviše mu odgovara mediteranska i umjereno kontinentalna klima sa srednjom godišnjom temperaturom od 10 do 16 °C. Tijekom mirovanja vegetacije može izdržati do – 35 °C (Prgomet i sur., 2013).

S obzirom da cvatnja počinje tek početkom lipnja, pitomi kesten nema problema s kasnim proljetnim mrazovima koji negativno utječu na druge voćarske kulture. Problem se može javiti u kontinentalnim područjima s ranim jesenskim niskim temperaturama što može utjecati na dozrijevanje plodova.

### 2.4.2. Tlo

Pitomi kesten preferira duboka, aerirana i kisela tla na kojima se ne zadržava dugo visoka razina podzemnih voda. Najpogodnija su tla sa pH vrijednosti od 4 do 6 (Prgomet i sur., 2013). Izbjegava se vapno i vapneni dodaci jer na takvim mjestima kesten slabije uspijeva. Najpogodnija su ilovasto-pjeskovita zemljišta u kojima je odnos gline prema pijesku 60:40 (Anonymous 10, 2008).

### 2.4.3. Reljef

Neophodno je dobro poznavati nadmorsku visinu, ekspoziciju, inklinaciju i blizinu većih vodenih površina za pravilan odabir položaja za uzgoj pitomog kestena. Šume kestena se javljaju najčešće na položajima od 150 do 750 m nadmorske visine (Tošić, 1967). Dok ih u mediteranskom području možemo naći i do 1000 m nadmorske visine. Dublja kisela tla uz obalu i na nižim nadmorskim visinama s blagim nagibom do 6° su dobri lokaliteti za uzgoj pitomog kestena (Prgomet i sur., 2013).

Povoljne uvjete za uzgoj osiguravaju veće vodene površine poput mora, jezera i većih rijeka, koje utječu na manje dnevne i godišnje amplitude temperatura, u kombinaciji s vlagom zraka i svjetlošću. Voda je od izuzetne važnosti u periodu razvijanja cvjetnih pupoljaka, cvjetanja, zametanja plodova i njihovog porasta. Za dobar rast i razvoj cjelokupnog debla potrebno je provođenje navodnjavanja tijekom uzgoja (Anonymous 10, 2008).

## 2.5. Upotreba kestena

Pitomi kesten se može koristiti u različite svrhe, te se uzgaja u različitim uvjetima ovisno o proizvodu koji se želi dobiti. Drvo je trajno i dobre kvalitete te pogodno za obradu i različitu primjenu. Drvo kestena je pogodno za vanjsku upotrebu, zahvaljujući visokom udjelu tanina koji djeluje kao zaštita protiv raspadanja (Conedera i sur., 2015).

Zbog velike sposobnosti nicanja, drvo pitomog kestena koristi se u drvnoj industriji kao drvo za grijanje, u proizvodnji drvenog ugljena, te za proizvodnju dasaka, greda, bačava i raznih ploča. Također, koristi se za proizvodnju namještaja, greda u građevinarstvu, brodogradnji, vodogradnji te kao rudničko drvo zbog svojih dobrih tehnoloških svojstava.

Plodovi su jestivi i vrlo hranjivi. Sirovi plodovi su trpkog okusa zbog prisutnosti tanina. Plodovi skladišteni na temperaturi oko ništice i na jako visokoj vlazi (80-90%) mogu se očuvati mjesecima (Anonymous 11, 2015). Jestivi plodovi mogu se konzumirati na više različitih načina: pečeni, kandirani, kuhani ili sušeni. Mogu se samljati u brašno koje karakterizira visok udio šećera te se ono koristi u izradi kolača i kruha. U prošlosti, od mljevenog kestena pravio se napitak koji je služio kao nadomjestak za kavu. Listovi se mogu koristiti kao čaj. Čaj od kestena ublažuje simptome astme i kašlja (Anonymous 12, 2012).

Pitomi kesten je odlična medonosna biljka. Cvjetovi kestena su bogati peludi i nektarom te su korisni pri proizvodnji meda (Conedera i sur., 2015). Med pitomog kestena je tamnosmeđe boje, izraženog oštrog mirisa na biljku, malo gorkast, kristalizira se nakon mjesec dana u srednje krupne kristale (Anonymous 11, 2015). Kestenov med je vrlo zdrav i pospješuje cirkulaciju, štiti jetru, pomaže kod gastritisa, anemije te fizičke i intelektualne iscrpljenosti (Anonymous 12, 2012).

## 2.6. Fenološke faze razvoja pitomog kestena

Kao većina višegodišnjih listopadnih voćnih vrsta i pitomi kesten ima dva godišnja razdoblja razvoja: razdoblje vegetacije i razdoblje zimskog mirovanja.

### 2.6.1. Vegetacija

Razdoblje vegetacije započinje bubrenjem i otvaranjem pupova u proljeće, a završava opadanjem lišća u jesen. Trajanje vegetacije je od 140 do 185 dana, ovisno o kojoj vrsti ili sorti pitomog kestena se radi. Najvažnije fenofaze u vegetaciji su: pupanje i rast izboja, cvatnja, oprašivanje i oplodnja, te rast, razvoj i dozrijevanje plodova (Prgomet i sur., 2013). Početak pupanja se odvija najčešće krajem ožujka i početkom travnja. Pitomi kesten je jednodomna biljka, pri kojoj se na istom stablu nalaze razdvojeni muški i ženski cvjetovi. Ženski cvjetovi združeni su po 2 - 3 u grozdove i nalaze se na kraju lisnih izdanaka. Muški cvjetovi združeni su u kitice (dihazije, mačice) i razvijaju se pri osnovi ljetnih izdanaka (Anonymous 10, 2008). Na početak cvatnje utječu brojni ekološki čimbenici: starosna dob, zasjenjenost krošnje, bujnost, podloga i dr. Ovisno o vrsti, sorti i uzgojnom području, cvatnja traje od 20 do 30 dana. Kesten cvate relativno kasno, uglavnom početkom lipnja tako da mu kasni proljetni mrazovi ne nanose štete kao drugom voću (Anonymous 13, 2016). U razdoblju pune cvatnje, polenove vrećice pucaju i polenova zrnca se prenose vjetrom ili insektima. Čimbenici koji direktno utječu na oplodnju su temperatura i vlaga zraka. Optimalna temperatura iznosi 20-25 °C, a optimalna relativna vlaga se kreće između 60-80 %. Od oplodnje do tehnološke zriobe i berbe plodova potrebno je oko 120-125 dana (Prgomet i sur., 2013). Plod je crvenkasto-smeđe boje i glatke površine. Raste unutar bodljikave košuljice koja se raspukne u jesen kada plod sazrije (Anonymous 10, 2008). U jezici se najčešće nalazi 2-3 ploda, a rjeđe 4-5 plodova, što se češće javlja kod sorata europsko-japanskih križanaca. U početku plod sadrži znatne količine vode, a kasnije se povećava sadržaj polisaharida, ulja i bjelančevina (Prgomet i sur., 2013).

## 2.6.2. Zimsko mirovanje

Pitomi kesten u našim uzgojnim područjima završava vegetaciju i započinje zimsko mirovanje u studenom. Iako to može varirati ovisno o vrsti, sorti te području uzgoja. Tijekom mirovanja, niti temperature od  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$  ne mogu oštetiti starija stabla pitomog kestena (Prgomet i sur., 2013).

## 2.7. Pitomi kesten u Hrvatskoj

U Europskoj uniji najveći proizvođač i prerađivač plodova kestena je Italija, s proizvodnjom oko 50 000 tona godišnje. Nakon Italije, slijede Španjolska i Francuska (Anonymous 9, 2013). Pitomi kesten u Hrvatskoj sve do prije nekoliko godina rastao je u samoniklim šumama oko Pazina, Motovuna, Vižinade i Oprtlja, a danas se bilježe pionirski pokušaji plantažnog uzgoja u Istri, oko Lovrana, te u Međimurju gdje je kvalitetna zemlja i idealni nagibi terena (Anonymous 14, 2013). Do 2009. godine u Hrvatskoj nije bilo plantaže kestena. Pitomi kesten raste u mješovitim bjelogoričnim šumama brežuljkasto-brdskog područja kontinentalnog dijela Hrvatske, u Istri i na otocima Krku i Cresu. U Hrvatskoj je rasprostranjen na površini većoj od 130 000 ha (Anonymous 15, 2008).

Kod nas je poznata selekcija marun, koja je oplemenjena sorta divljeg kestena nastala cijepljenjem plemkama maruna odnosno, kestena dubenca, a najviše ga ima u okolini Lovrana, Opatije i Mošćeničke Drage (Anonymous 9, 2013). Marun je veći, svjetlije ljuske, koja se lako odvaja te slađi od običnog kestena. Maruni spadaju u najkvalitetniju vrstu kestena. Njihov izvoz doživio je vrhunac u 19. stoljeću, najčešće u Italiju, Austriju i Njemačku, nakon čega slijedi stagnacija te potpuno zapuštanje voćnjaka. Maruni su snažno obilježili gastronomiju područja u kojem uspijevaju. Svake godine u listopadu u Lovranu se održava poznata Marunada, u čast marunu (Anonymous 16, 2015).

## 2.8. Kemijski sastav kestena

Pitomi kesten je postao važna komponenta ljudske prehrane zbog njegove dokazane nutritivne kvalitete i koristi za zdravlje. Kesten sadrži oko 50 % vode te sadrži visok udio suhe tvari. S obzirom da je kesten bogat na ugljikohidratima, a siromašan na mastima, on ima visoku energetska vrijednost. Npr. 100 grama pečenog kestena sadrži 1025,76 kJ, a 100 grama neprocesiranog kestena 753,62 kJ (Tošić, 1967).

Pitomi kesten je nutritivno bogat visokim udjelom šećera (20-32 %), škroba (50-60 %), dijetalnih vlakana (4-10 %), proteina visoke kvalitete (4-7 %) te niskim udjelom lipida (2-4 %). Škrob je glavni sastojak kestena u sirovoj sjemenki, po čijoj količini je usporediv s krumpirom (Anonymous 10, 2008). Bogat je vitaminom E, vitaminima B kompleksa te mineralima poput kalija, fosfora i magnezija (Chenlo i sur., 2007). Prisutni su i kalcij, sumpor, klor, željezo, bakar te mangan. Dobar je izvor i vitamina C. Također, odličan je izvor antioksidansa poput galne i elaginske kiseline (Wani i sur., 2017). Oksidativni stres je čest uzročnik kroničnih degenerativnih bolesti. Konzumacijom antioksidanasa poput onih prisutnih u kestenu može prevenirati oštećenje biomolekula poput proteina i molekule DNK (Nackz i Shahidi, 2006). Pitomi kesten ne sadrži gluten pa je pogodan za prehranu oboljelih od celijakije, osjetljivih na gluten ili alergičnih na pšenicu. Bogat je izvor mononezasićenih masti poput oleinske i palmitinske kiseline. Mononezasićene masti štite zdravlje kardiovaskularnog sustava i pomažu sniziti razinu kolesterola (Anonymous 12, 2012).

Jedna od važnih komponenti prisutnih u pitomom kestenu je visok udio tanina, osobito u unutrašnjoj ljusci. Tanini su poznati po njihovom stezajućem gorkom okusu koji smanjuje ugodan okus kestena (Wani i sur., 2017).

Prženje kestena dovodi do smanjenja udjela vode te blagog povećanja udjela proteina. Udio sirove masti se nije promijenio, međutim udio reducirajućih šećera se povećao (Künsch i sur., 2001). Morini i Maga (1995) su uočili smanjenje u omjeru nezasićenih masnih kiselina u odnosu na zasićene masne kiseline, te su zaključili da većina hlapivih spojeva potječe od toplinske degradacije ugljikohidrata. Procesi zagrijavanja kataliziraju reakciju između šećera i aminokiselina, odnosno Maillardovu reakciju, uzrokujući stvaranje smeđe boje.

U tablicama 3-7 vrijednosti za određene kemijske parametre izražene su na 100 g sirovog uzorka.

Tablica 3. Kemijski sastav različitih botaničkih vrsta kestena (Kaić-Rak i Antonić, 1990<sup>1</sup>; Anonymous 17, 2017<sup>2</sup>)

| Sastav         | Mjerna jedinica | Europa <sup>2</sup><br>( <i>C. sativa</i> ) | Kina <sup>2</sup><br>( <i>C. mollissima</i> ) | Japan <sup>2</sup><br>( <i>C. crenata</i> ) | Hrvatska <sup>1</sup> |
|----------------|-----------------|---|---|---|-----------------------|
| 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                  |

U tablici 3. su prikazani podaci za kemijski sastav kestena iz Europe, Kine, Japana i Hrvatske. Iz podataka u tablici se vidi da postoje značajne razlike u kemijskom sastavu, ali i sličnosti u pojedinim parametrima između botaničkih vrsta kestena. Udio vode je najveći kod japanskog, a najmanji kod kineskog kestena, dok je kod europskog i hrvatskog kestena taj udio isti. Najviše energije ima kineski, a najmanje japanski kesten. Kineski kesten je najbogatiji proteinima, a europski najsiromašniji. Mastima je najbogatiji hrvatski, a najsiromašniji japanski, dok je udio masti kod europskog i kineskog kestena približno jednak. Udio pepela kod europskog i japanskog kestena je jednak, a podatak za udio pepela u hrvatskom kestenju nemamo. Udio ugljikohidrata niži je kod japanskog i hrvatskog, a viši kod europskog i kineskog kestena.

Tablica 4. Vitaminski sastav različitih botaničkih vrsta kestena (Kaić-Rak i Antonić, 1990<sup>1</sup>; Anonymous 17, 2017<sup>2</sup>)

| <b>Vitamini</b>  | <b>Mjerna jedinica</b> | <b>Europa<sup>2</sup><br/>(<i>C. sativa</i>)</b> | <b>Kina<sup>2</sup><br/>(<i>C. mollissima</i>)</b> | <b>Japan<sup>2</sup><br/>(<i>C. crenata</i>)</b> | <b>Hrvatska<sup>1</sup></b> |
|------------------|------------------------|--|--|--|-----------------------------|
| 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           | mg                     | 1,102  | 0,800  | 1,500  | 0,2                         |
| Pantotenska kis. | mg                     | 0,467  | 0,555  | 0,206  |                             |
| Vitamin B6       | mg                     | 0,352  | 0,410  | 0,283  | 0,33                        |
| Folati           | mcg                    | 58   | 68   | 47   |                             |
| Folna kiselina   | mcg                    | 0  | 0  | 0  |                             |
| Folati, hrana    | mcg                    | 58   | 68   | 47   |                             |
| Folati, DFE      | mcg_DFE                | 58   | 68   | 47   |                             |
| Vitamin B12      | mcg                    | 0,00   | 0,00   | 0,00   |                             |
| Vitamin A, IU    | IU                     | 26   | 202  | 37   |                             |
| Vitamin A, RAE   | mcg_RAE                | 1  | 10   | 2  |                             |
| Retinol          | mcg                    | 0  | 0  | 0  | 0                           |

Iz podataka tablice 4. vidljivo je da je u kestenu prisutno dosta vitamina B kompleksa i vitamina C. Najmanji udio vitamina unutar skupine B kompleksa ima vitamin B2 ili riboflavin. Europski kesten sadrži najveći udio vitamina C, dok je japanski kesten najsiromašniji vitaminom C.



Tablica 5. Makro i mikro elementi (mg) kod različitih botaničkih vrsta kestena (Kaić-Rak i Antonić, 1990<sup>1</sup>, Anonymous 17, 2017<sup>2</sup>)

| <b>Minerali</b> | <b>Količina</b> | <b>Europa<sup>2</sup></b><br><i>(C. sativa)</i> | <b>Kina<sup>2</sup></b><br><i>(C. mollissima)</i> | <b>Japan<sup>2</sup></b><br><i>(C. crenata)</i> | <b>Hrvatska<sup>1</sup></b> |
|-----------------|-----------------|---|---|---|-----------------------------|
| Kalcij          | mg              | 19  | 18  | 31  | 46                          |
| Željezo         | mg              | 0,94  | 1,41  | 1,45  | 0,9                         |
| Magnezij        | mg              | 30  | 84  | 49  | 33                          |
| Fosfor          | mg              | 38  | 96  | 72  | 74                          |
| Kalij           | mg              | 484   | 447   | 329   | 500                         |
| Natrij          | mg              | 2   | 3   | 14  | 11                          |
| Cink            | mg              | 0,49  | 0,87  | 1,10  |                             |
| Bakar           | mg              | 0,418   | 0,363   | 0,562   | 0,23                        |
| Mangan          | mg              | 0,336   | 1,601   | 1,591   |                             |

U tablici 5. možemo vidjeti podatke o tome koliko je u određenoj vrsti kestena prisutno određenih minerala. Europski kesten je bogat kalijem, a siromašan na magneziju, fosforu, natriju, cinku te manganu. Kineski kesten je najbogatiji magnezijem, fosforom te manganom. Japanski kesten je bogat željezom, natrijem i bakrom te sadrži dosta kalija. Hrvatski kesten je najbogatiji na kalciju i kaliju.

Tablica 6. Udio masnih kiselina (g) u različitim botaničkim vrstama kestena (Kaić-Rak i Antonić, 1990<sup>1</sup>; Anonymous 17, 2017<sup>2</sup>)

| <b>Lipidi</b>       | <b>Količina</b> | <b>Europa<sup>2</sup></b><br><i>(C. sativa)</i> | <b>Kina<sup>2</sup></b><br><i>(C. mollissima)</i> | <b>Japan<sup>2</sup></b><br><i>(C. crenata)</i> | <b>Hrvatska<sup>1</sup></b> |
|---------------------|-----------------|---|---|---|-----------------------------|
| Zasićene MK         | g               | 0,235   | 0,164   | 0,078   | 0,5                         |
| 14:0 miristinska    | g               | 0,005   | 0   | 0   |                             |
| 16:0 palmitinska    | g               | 0,212   | 0,151   | 0,072   |                             |
| 18:0 stearinska     | g               | 0,012   | 0,011   | 0,005   |                             |
| Mononezasićene MK   | g               | 0,430   | 0,581   | 0,278   | 1,1                         |
| 16:1 palmitoleinska | g               | 0,012   | 0,008   | 0,004   |                             |
| 18:1 oleinska       | g               | 0,413   | 0,559   | 0,268   |                             |
| 20:1 eikosenoična   | g               | 0,005   | 0,010   | 0,005   |                             |
| Polinezasićene MK   | g               | 0,493   | 0,288   | 0,138   | 1,1                         |
| 18:2 linolna        | g               | 0,440   | 0,258   | 0,123   |                             |
| 18:3 linolenska     | g               | 0,053   | 0,028   | 0,013   |                             |
| Kolesterol          | mg              | 0   | 0   | 0   | 0                           |

Iz tablice 6. možemo zaključiti da je kesten iz Hrvatske najbogatiji na zasićenim masnim kiselinama, ali i na mononezasićenim i polinezasićenim masnim kiselinama. Općenito je japanski kesten najsiromašniji na mastima, i to na zasićenim, mononezasićenim te polinezasićenim masnim kiselinama.

Tablica 7. Udio aminokiselina (g) u različitim botaničkim vrstama kestena (Anonymous 17, 2017)

| <b>Aminokiseline</b> | <b>Mjerna jedinica</b> | <b>Europa<br/>(<i>C. sativa</i>)</b> | <b>Kina<br/>(<i>C. mollissima</i>)</b> | <b>Japan<br/>(<i>C. crenata</i>)</b> |
|----------------------|------------------------|--------------------------------------|--|--------------------------------------|
| Triptofan            | g                      | 0,018                                | 0,049                                  | 0,032                                |
| Treonin              | g                      | 0,058                                | 0,167                                  | 0,090                                |
| Izoleucin            | g                      | 0,064                                | 0,157                                  | 0,111                                |
| Leucin               | g                      | 0,096                                | 0,259                                  | 0,139                                |
| Lizin                | g                      | 0,096                                | 0,228                                  | 0,147                                |
| Metionin             | g                      | 0,038                                | 0,101                                  | 0,054                                |
| Cistein              | g                      | 0,052                                | 0,110                                  | 0,065                                |
| Fenilalanin          | g                      | 0,069                                | 0,190                                  | 0,088                                |
| Tirozin              | g                      | 0,045                                | 0,125                                  | 0,064                                |
| Valin                | g                      | 0,091                                | 0,220                                  | 0,134                                |
| Arginin              | g                      | 0,116                                | 0,430                                  | 0,148                                |
| Histidin             | g                      | 0,045                                | 0,121                                  | 0,056                                |
| Alanin               | g                      | 0,109                                | 0,200                                  | 0,203                                |
| Asparagin            | g                      | 0,281                                | 0,852                                  | 0,474                                |
| Glutamin             | g                      | 0,210                                | 0,537                                  | 0,429                                |
| Glicin               | g                      | 0,084                                | 0,184                                  | 0,114                                |
| Prolin               | g                      | 0,086                                | 0,162                                  | 0,141                                |
| Serin                | g                      | 0,081                                | 0,184                                  | 0,110                                |

U tablici 7. vidimo koliki je udio aminokiselina europskog, kineskog i japanskog kestena. Iz podataka vidimo da je kineski kesten najbogatiji na aminokiselinama, odnosno na proteinima, dok najmanje aminokiselina sadrži kesten iz Europe. Od svih aminokiselina u kestenu najviše su zatupljene: asparagin, glutamin te arginin.

### 3. EKSPERIMENTALNI DIO

#### 3.2. Materijal rada

Iz njihovih prirodnih staništa sakupljeni su uzorci kestena sa različitih dijelova Slavonije. Sa tog područja ukupno je sakupljeno 30 uzoraka kestena (svaki uzorak mase cca 50 g) sa područja Moslavačke gore, Krndije te Psunja tj. sa svakog područja sakupljeno je po 10 uzoraka. Na svakom uzorku provedena je analiza sljedećih parametara: udio suhe tvari, udio vode, udio pepela, udio sirove masti, udio sirovih proteina, udio škroba, udio reducirajućih šećera te udio saharoze.

Na području Moslavačke gore sakupljeno je 10 uzoraka koji su imali oznake: MG - 1, 4, 5, 7, 9, 10, 13, 14, 16, 20.

Na području Krndije sakupljeno je 10 uzoraka koji su imali oznake: K - 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10.

Na području Psunja sakupljeno je 10 uzoraka koji su imali oznake: P - 1, 2, 3, 5, 6, 7, 10, 11, 13, 16.

## 3.2. Metode rada

### 3.2.1. Priprema uzoraka

Prvo što je potrebno napraviti je oguliti plod kestena kako bi se uklonila vanjska ljuska. Također, potrebno je skinuti i tanku unutrašnju ovojnicu tako da ostane samo jestivi dio ploda. Očišćeni jestivi dio ploda se zatim mora usitniti. Plod se usitnjava pomoću miksera ili nekog drugog pomoćnog sredstva za usitnjavanje pri čemu uzorak ne gubi vlagu niti neke druge bitne sastojke prisutne u kestenu. Nakon usitnjavanja uzorak se pakira u hermetički zatvorene posude te skladišti u hladnjaku do analize (AOAC 935.52, 1995).

### 3.2.2. Određivanje udjela vode/suhe tvari

Princip: Indirektno određivanje udjela vode u uzorku gdje se mjeri ostatak vode koji zaostaje nakon postupka sušenja. Maseni udio vode izračunava se iz razlike mase originalne i sušene namirnice, odnosno iz hlapivih komponenata čiji se najveći dio odnosi na vodu.

Posuđe i uređaji: aluminijske posudice, eksikator, analitička vaga, zračna sušnica

Postupak: U prethodno osušene i izvagane aluminijske posudice odvažuje se 5 g uzorka. Tijekom vaganja prazne i pune aluminijske posudice moraju biti zatvorene. Uzorak kestena se suši u zračnoj sušnici do konstantne mase pri temperaturi od 95-100 °C u trajanju oko 5 sati (AOAC 925.40, 1995).

Račun:

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

Gdje je:

$m_1$  – masa prazne aluminijske posudice (g)

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

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

$$\% \text{ suhe tvari} = 100 - \% \text{ vode} \quad [2]$$

### 3.2.3. Određivanje udjela pepela

Princip: Otapanje pepela u klorovodičnoj kiselini provodi se u svrhu pripreme otopine mineralnog ostatka, odnosno pepela.

Kemikalije: 10 %-tna otopina klorovodične kiseline (HCl), destilirana voda

Posuđe i uređaji: odmjerna tikvica, porculanska zdjelica, pipeta, filter papir, satno stakalce, plamenik, mufolna peć

Postupak: Porculansku zdjelicu je potrebno prvo izžariti, ohladiti i izvagati. Zatim se odvaži 5 g dobro homogeniziranog uzorka u porculansku zdjelicu, te se uzorak karbonizira na plameniku. Kada uzorak pougljeni se stavlja u mufolnu peć na 550 °C. Nakon spaljivanja zdjelice se hlade, te se dodaje 5 ml klorovodične kiseline. Zdjelice se zagrijavaju do vrenja te se nakon 30 minuta vrši filtracija u odmjerne tikvice, koje se nakon filtracije nadopune do oznake. Pripremljena otopina se kasnije koristi za određivanje pojedinačnih mineralnih tvari (AOAC 950.49, 1995).

Račun:

$$\% \text{ pepela} = \frac{m_3 - m_1}{m_2 - m_1} * 100 \quad [3]$$

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 sirove masti

Princip: Višekratna kontinuirana ekstrakcija masti s organskim otapalom u posebno konstruiranoj aparaturi po Soxhlet-u.

Kemikalije: medicinski benzin

Posude i uređaji: analitička vaga, papirnate čahure, Soxhlet-ova aparatura, zračna sušnica, eksikator, staklene kuglice

Postupak: 5 g uzorka odvaže se u odmašćenu, izvaganu papirnatu čahuru koja se suši u zračnoj sušnici pri 100-105 °C u trajanju od jednog sata. Čahura se pokrije slojem odmašćene suhe vate te se stavi u srednji dio Soxhlet-ove aparature, odnosno ekstraktor koji se spoji s tikvicom i hladilom. Tikvica je prethodno sušena pri 105 °C te izvagana s nekoliko dodanih staklenih kuglica. Otapalo (medicinski benzin) se preko lijevka kroz hladilo ulijeva u ekstraktor dok se ne napuni te se pomoću kapilarne cjevčice isprazni u tikvicu. Taj postupak ponovimo još jednom, ali ovoga puta dok se ekstraktor ne napuni do pola jer ukupni volumen ne smije premašiti  $\frac{3}{4}$  tikvice. Nakon toga aparaturu, odnosno tikvicu postavljamo na pješčanu kupelj i otvorimo vodu koja prolazi kroz hladilo. Počinje zagrijavanje, koje se provodi na pješčanoj kupelji, zbog zapaljivosti otapala. Ekstrakcija traje 16 sati te se prekida u trenutku kada se otapalo iz ekstraktora prelije u tikvicu, a čahura bude u ekstraktoru bez otapala. Aparatura se rastavi i makne sa pješčane kupelji te se izvadi čahura. Aparatura se zatim ponovo sastavi te se zagrijava na pješčanoj kupelji i otapalo se predestilira iz tikvice u prazan ekstraktor iz kojeg se nakon završene destilacije odlije. Tikvica s ekstraktorom se zatim suši u zračnoj sušnici u trajanju od 1,5-2 sata pri 100-101 °C, hladi u eksikatoru do sobne temperature te na kraju ponovno važe (AOAC 948.22, 1995).

Račun:

$$\% \text{ sirove masti} = \frac{b-a}{m} * 100 \quad [4]$$

Gdje je:

a – masa prazne tikvice (g)

b – masa tikvice i ekstrahirane masti (g)

m – masa uzorka (g)

### 3.2.5. Određivanje udjela sirovih proteina

Princip: Određivanje udjela proteina Kjeltrec-ove metodom. Kjeltrec sistem je modificirana poboljšana metoda po Kjeldahl-u. Princip određivanja proteina u obje metode je isti, međutim sama tehnika je pojednostavljena. Time se značajno skratilo vrijeme trajanja procesa.

Kemikalije: borna kiselina ( $\text{BH}_3\text{O}_3$ ), klorovodična kiselina ( $\text{HCl}$ ), Kjeldahlove tablete, 96 %-tna sulfatna kiselina ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), natrijev hidroksid ( $\text{NaOH}$ )

Posuđe i uređaji: Kjeltrec sustav za destilaciju, kivete, Erlenmeyerove tikvice

Postupak: Prvo je potrebno izvagati 1 g uzorka u koji se dodaju Kjeldahlove tablete. Ove tablete služe kao katalizatori u reakciji. U kivetu s uzorkom se doda 15 ml 96 %-tne sulfatne kiseline. Slijedi mokro spaljivanje uzorka do pojave zelenkaste boje. Tijekom spaljivanja dolazi do mineralizacije u kojoj organski dušik iz amino-amido oblika prelazi u amonij-sulfat. Na Kjeltrec sustavu za destilaciju provodi se postupak destilacije. U Erlenmeyerovu tikvicu se ulije 25 ml borne kiseline, u kojoj se nalaze indikatori metil crveno i bromkrezol zeleno, te se tikvica s kiselinom i kiveta s uzorkom postave u uređaj. Uključi se odgovarajući program koji traje oko 8 minuta. Bitno je provjeriti nivo vode i lužine, te dodati prije uključivanja uređaja. Alkalizacijom uzorka s  $\text{NaOH}$  nastaju amonijak, natrij sulfat i voda. Amonijak s bornom kiselinom daje amonij borat, koji se titrira s  $\text{HCl}$ -om dok se ne potroši. Odnosno, dolazi do prijelaza iz ljubičasto-ružičaste boje u zelenu koja je bila na početku (AOAC 950.48, ,1995).

### 3.2.6. Određivanje udjela škroba

Princip: Određivanje udjela škroba Ewersovim postupkom. Škrob se može odrediti polarimetrijski jer pokazuje visoku optičku aktivnost.

Kemikalije: klorovodična kiselina ( $\text{HCl}$ ), Carrez I, Carrez II

Posuđe i uređaji: odmjerne tikvica, vodena kupelj, Erlenmeyerova tikvica, laboratorijska čaša, filter papir, polarimetar

Postupak: 5 g uzorka se odvaži te prenese u odmjernu tikvicu od 100 ml. U tikvicu se doda 25 ml  $\text{HCl}$ -a te se tikvice drže u vodenoj kupelji koja vrije u trajanju od 15 minuta. Nakon što se izvade iz vodene kupelji odmah se dodaje 20 ml destilirane vode te se sadržaj tikvice hladi na 20 °C pod mlazom vodovodne vode. Nakon hlađenja, odmjerne tikvice se nadopune do



oznake i sadržaj se prebaci u Erlenmeyerove tikvice. Kako bi se istaložili otopljeni proteini u tikvice se dodaju Carrez I i Carrez II. Nakon nekoliko minuta sadržaj se profiltrira kroz suhi naborani filter papir te se dobivenim bistrim filtratom puni polarizacijska cijev i očita kut zakretanja (Ewers, 1908).

Račun:

$$\% \text{ škroba} = (100 * \alpha * 100) / ([\alpha]_{\text{D}}^{20} * l * m) \quad [5]$$

Gdje je:

$\alpha$  – očitani kut zakretanja

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

$l$  – dužina polarizacijske cijevi (dm)

$m$  – masa uzorka (g)

### 3.2.7. Određivanje udjela reducirajućeg šećera i udjela saharoze

Princip: Na osnovu reducirajućih svojstava monosaharida (glukoza i fruktoza), izravno se određuju reducirajući šećeri. Oni reduciraju Fehlingovu otopinu u bakrov(I) oksid koji se odvaja i određuje vaganjem. Nereducirajući disaharidi (saharoza) se prvo moraju invertirati tj. hidrolizirati na reducirajuće šećere monosaharide (pomoću kiseline ili odgovarajućih enzima) kako bi se mogli određivati pomoću Fehlingove otopine. Na taj način se dobiva podatak za ukupni invert, odnosno podatak o ukupnoj količini šećera u uzorku.

Kemikalije: zasićena otopina neutralnog olovnog acetata, klorovodnična kiselina (HCl), natrijev hidroksid (NaOH), Fehling I, Fehling II, 50 %-tni etanol (EtOH)

Posuđe i pribor: plamenik, odmjerne tikvice, filter papir, pipete, satno stakalce, Erlenmeyerove tikvice, porculanski filter, vodena kupelj, odsisna boca, zračna sušnica

Postupak: 10 g uzorka se odvagane i prebaci u Erlenmeyerovu tikvicu od 250 ml. Uzorak se zalije sa 125 ml 50 %-tnog etanola. Kako bi se spriječilo isparavanje etanola na tikvice se stavi mali lijevak. Zatim se tikvice stave u vodenu kupelj na 85 °C u trajanju od 1 sata. Nakon toga se ohlade pod mlazom vodovodne vode i ostave da odstoje preko noći. Tikvice se nakon nadopune apsolutnim alkoholom i stave na isparavanje do približno 15-20 ml. Sadržaj tikvice se prebaci u Erlenmeyerovu tikvicu u koju se dodaje 2 ml Pb-acetata i filtrira. Nakon prve filtracije se dodaje Na-karbonat te se ponovno filtrira (AOAC 950.51, 1950).

Određivanje reducirajućeg šećera: U 25 ml dobivenog filtrata se dodaje 25 ml Fehling I i 25 ml Fehling II te 25 ml vode. Tikvica se zagrije do vrenja te nastavlja vriti sljedeće 2 minute. Kroz porculanski filter određene poroznosti sadržaj tikvice se filtrira pomoću odsisne boce i vodenog mlaza. U zračnoj sušnici na 100 °C se suši talog u trajanju od 30 minuta. Zatim se hladi u eksikatoru te važe. Rezultat daje udio invertnog šećera.

Račun:

$$\% \text{ šećera} = \frac{a * 100}{b * 100} \quad [6]$$

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:

$$\% \text{ saharoze} = (b - a) * 0,95 \quad [7]$$

Gdje je:

a - udjel reducirajućih šećera prije inverzije (%)

b – udjel reducirajućih šećera nakon inverzije (%)

1 g invertnog šećera odgovara 0,95 g saharoze

#### 4. REZULTATI I RASPRAVA

Cilj ovog istraživanja bio je odrediti kemijski sastav kestena s različitih prirodnih staništa s područja Moslavačke gore, Krndije i Psunja, te usporediti podatke o njihovom kemijskom sastavu obzirom na geografsko podrijetlo uzorka, ali i s drugim istraživanjima. U sljedećem poglavlju bit će prikazani podaci o kemijskom sastavu 30 uzoraka kestena.

Rezultati su sistematizirani i prikazani u tablicama 8-10, a dobivene vrijednosti su izražene u %. Rezultati provedene analize varijance (ANOVA) prikazani su u tablicama 11-17, a prosječni sastav svakog pojedinog parametra po lokalitetima je prikazan na slikama 5-12.

U tablicama 8-10 prikazane su dobivene vrijednosti analize kemijskog sastava kestena sa područja Moslavačke gore, Krndije i Papuka. Mogu se vidjeti rezultati 10 ispitivanih uzoraka po svakom od 3 navedena lokaliteta za udio suhe tvari, udio vode, udio pepela, udio sirove masti, udio sirovih proteina, udio škroba, udio reducirajućih šećera te udio saharoze. Deskriptivna statistika vrijednosti pokazuje prosječnu vrijednost, standardnu devijaciju, raspon vrijednosti (minimum i maksimum) te koeficijent varijabilnosti za sve navedene parametre unutar svakog od ta 3 lokaliteta. U tablicama 11-17 prikazane su analize varijanca (ANOVA) podataka iz tablica 8-10 za kemijski sastav. Ta analiza se provela kako bi se ispitalo postojanje statistički značajne razlike između različitih područja prirodnih staništa kestena, ali i unutar samih područja po svakom istraživanom parametru.

Tablica 8. Kemijski sastav uzoraka kestena sa područja Moslavačke gore

| <b>Broj uzorka (%)</b> | <b>Suha tvar (%)</b> | <b>Voda (%)</b> | <b>Pepeo (%)</b> | <b>Sirova mast (%)</b> | <b>Sirovi proteini (%)</b> | <b>Škrob (%)</b> | <b>Reducirajući šećeri (%)</b> | <b>Saharoza (%)</b> |
|------------------------|----------------------|-----------------|------------------|------------------------|----------------------------|------------------|--------------------------------|---------------------|
| <b>MG - 1</b>          | 47,46                | 52,54           | 1,24             | 1,29                   | 2,51                       | 30,81            | 0,73                           | 7,80                |
| <b>MG - 4</b>          | 48,89                | 51,11           | 1,18             | 1,49                   | 3,12                       | 31,62            | 0,64                           | 7,44                |
| <b>MG - 5</b>          | 45,11                | 54,89           | 1,23             | 1,59                   | 2,69                       | 29,46            | 0,69                           | 5,96                |
| <b>MG - 7</b>          | 48,06                | 51,94           | 1,21             | 1,36                   | 2,53                       | 30,54            | 0,73                           | 8,06                |
| <b>MG - 9</b>          | 49,66                | 50,34           | 1,12             | 1,44                   | 2,75                       | 33,24            | 0,67                           | 6,53                |
| <b>MG - 10</b>         | 47,67                | 52,33           | 1,12             | 1,21                   | 3,00                       | 31,08            | 0,79                           | 8,27                |
| <b>MG - 13</b>         | 48,34                | 51,66           | 1,16             | 1,32                   | 2,70                       | 32,16            | 0,84                           | 8,85                |
| <b>MG - 14</b>         | 47,98                | 52,02           | 1,22             | 1,40                   | 3,34                       | 32,43            | 0,68                           | 5,83                |
| <b>MG - 16</b>         | 49,27                | 50,73           | 1,15             | 1,24                   | 2,83                       | 34,32            | 0,58                           | 6,55                |
| <b>MG - 20</b>         | 49,60                | 50,40           | 1,32             | 1,37                   | 2,88                       | 34,59            | 0,64                           | 5,73                |
| <b>prosjek</b>         | 48,20                | 51,80           | 1,20             | 1,37                   | 2,84                       | 32,03            | 0,70                           | 7,10                |
| <b>stand. dev.</b>     | 1,34                 | 1,34            | 0,06             | 0,12                   | 0,26                       | 1,66             | 0,08                           | 1,12                |
| <b>min.</b>            | 45,11                | 50,34           | 1,12             | 1,21                   | 2,51                       | 29,46            | 0,58                           | 5,73                |
| <b>max.</b>            | 49,66                | 54,89           | 1,32             | 1,59                   | 3,34                       | 34,59            | 0,84                           | 8,85                |
| <b>cv (%)</b>          | 2,78                 | 2,59            | 5,18             | 8,43                   | 9,19                       | 5,19             | 10,93                          | 15,83               |

U tablici 8 su navedene vrijednosti za ispitivane parametre uzoraka kestena sa područja Moslavačke gore. Maseni udio vode u ispitivanim uzorcima kretao se između 50,34 i 54,89 %, dok prosječna vrijednost iznosi 51,80 %. Prema Kaić-Rak i Antičić (1990), maseni udio vode u kestenu iz Hrvatske iznosio je 52 %, što je približno jednako prosječnoj vrijednosti ispitivanih uzoraka s područja Moslavačke gore. Kesteni iz Italije imaju manji udio vode, koji se kreće od 42,27 do 52,89 % (Neri i sur., 2010). Dok ispitivani uzorci kestena iz Portugala imaju prosječan udio vode vrlo blizak uzorcima našeg ispitivanja te iznosi 51 % (Borges i sur., 2008). Maseni udio pepela kretao se od 1,12 do 1,32 %, odnosno prosječna vrijednost je 1,20 % što je jednako prosječnoj vrijednosti pepela ispitivanih uzoraka kestena iz Kine (Yang i sur., 2015). Kod kestena iz Španjolske i Turske maseni udio pepela je veći, te se kretao između 1,80-3,20 % (Pereira-Lorenzo i sur., 2006), odnosno 1,02-3,32 % (Ertürk i sur., 2006). Maseni udio masti u ispitivanim uzorcima kretao se između 1,21-1,59 %, odnosno prosječna vrijednost iznosi 1,37%. Maseni udio masti kestena iz Turske kreće se od 0,49 do 2,01 % (Ertürk i sur., 2006), što se uklapa u raspon udjela masti ispitivanih uzoraka iz Moslavačke gore. Europski kesten sadrži prosječno 1,25 % (Anonymous 17, 2017), što je podjednako prosječnoj vrijednosti koja iznosi 1,37 %. Udjeli masti u uzorcima kestena iz Italije (3,27-4,15 %) (Neri i sur., 2010), Španjolske (2,80-3,20 %) (Pereira-Lorenzo i sur., 2006) i Portugala (1,70-3,10 %) (Borges i sur., 2008) su veći nego u našim ispitivanim uzorcima. Maseni udio proteina kretao se od 2,51-3,40 %, dok prosječna vrijednost iznosi 2,84 %. Prema Kaić-Rak i Antičić (1990) prosječni udio proteina u kestenu iz Hrvatske iznosi 2 % što je blizu prosječne vrijednosti kestena iz Molavačke gore. Prosječna vrijednost masenog udjela škroba iznosi 32,03 %, dok su se rezultati kretali u rasponu od 29,46 do 34,59 %. Dobiveni rezultat je manji u odnosu na uzorke iz Galicije (Španjolska) gdje se maseni udio škroba kretao od 56,74 do 81,70 % (De La Montaña Miguelez i sur., 2004), na uzorke iz Turske gdje se udio škroba kretao od 54,45 do 67,70 % (Ertürk i sur., 2006), te na uzorke iz Italije gdje se udio škroba kretao između 63,97 i 78,52 % (Neri i sur., 2010). Prosječna vrijednost udjela reducirajućih šećera iznosi 0,70 %, a kreće se u rasponu od 0,58 do 0,84 %. Kod kestena iz Portugala udio reducirajućih šećera je veći te se kreće u rasponu od 1,80 do 3,70 % (Borges i sur., 2008). Rezultati ispitivanih uzoraka kestena iz Italije kreću se od 0,82 do 3,56 % (Pinnavaia i sur., 1993), što je bliže rezultatima uzoraka kestena s Moslavačke gore. Maseni udio saharoze kreće se od 5,73 do 8,85 %, što prosječno iznosi 7,10 %. Ovi dobiveni rezultati su manji u odnosu na druga istraživanja. Tako su rezultati ispitivanih uzoraka iz Italije i Turske slični, ali malo veći i kreću se od 10,45 do 19,74 % (Neri i sur., 2010), odnosno od 8,86 do 21,28 % (Ertürk i sur., 2006). Prema dobivenim podacima i u usporedbi s ostalim provedenim

istraživanjima možemo zaključiti da je kesten sa područja Moslavačke gore najsličniji kestenu istraživanom u Portugalu.

Tablica 9. Kemijski sastav uzoraka kestena sa područja Krndije

| <b>Broj uzorka</b> | <b>Suha tvar (%)</b> | <b>Voda (%)</b> | <b>Pepeo (%)</b> | <b>Sirova mast (%)</b> | <b>Sirovi proteini (%)</b> | <b>Škrob (%)</b> | <b>Reducirajući šećeri (%)</b> | <b>Saharoza (%)</b> |
|--------------------|----------------------|-----------------|------------------|------------------------|----------------------------|------------------|--------------------------------|---------------------|
| <b>K - 1</b>       | 48,57                | 51,43           | 0,92             | 1,92                   | 2,32                       | 32,43            | 0,78                           | 6,71                |
| <b>K - 2</b>       | 46,40                | 53,60           | 0,96             | 2,18                   | 2,22                       | 29,73            | 0,74                           | 8,07                |
| <b>K - 3</b>       | 47,10                | 52,90           | 1,10             | 1,69                   | 2,58                       | 32,70            | 0,79                           | 8,59                |
| <b>K - 4</b>       | 45,46                | 54,54           | 1,06             | 1,57                   | 2,58                       | 31,35            | 0,73                           | 8,38                |
| <b>K - 5</b>       | 43,77                | 56,23           | 1,17             | 1,46                   | 3,53                       | 27,84            | 0,71                           | 7,67                |
| <b>K - 6</b>       | 49,44                | 50,56           | 0,96             | 1,30                   | 3,16                       | 28,65            | 0,75                           | 7,42                |
| <b>K - 7</b>       | 44,43                | 55,57           | 1,03             | 1,21                   | 2,68                       | 28,11            | 0,70                           | 7,04                |
| <b>K - 8</b>       | 41,02                | 58,98           | 1,24             | 0,79                   | 3,18                       | 25,95            | 0,68                           | 7,35                |
| <b>K - 9</b>       | 42,55                | 57,45           | 1,43             | 0,83                   | 3,89                       | 25,14            | 0,63                           | 8,74                |
| <b>K - 10</b>      | 48,13                | 51,87           | 1,10             | 1,89                   | 3,07                       | 30,81            | 0,65                           | 8,34                |
| <b>prosjeak</b>    | 45,69                | 54,31           | 1,10             | 1,48                   | 2,92                       | 29,27            | 0,72                           | 7,83                |
| <b>stand. dev.</b> | 2,75                 | 2,75            | 0,15             | 0,46                   | 0,54                       | 2,59             | 0,05                           | 0,69                |
| <b>min.</b>        | 41,02                | 50,56           | 0,92             | 0,79                   | 2,22                       | 25,14            | 0,63                           | 6,71                |
| <b>max.</b>        | 49,44                | 58,98           | 1,43             | 2,18                   | 3,89                       | 32,70            | 0,79                           | 8,74                |
| <b>cv (%)</b>      | 6,01                 | 5,05            | 13,97            | 31,03                  | 18,40                      | 8,86             | 7,34                           | 8,86                |

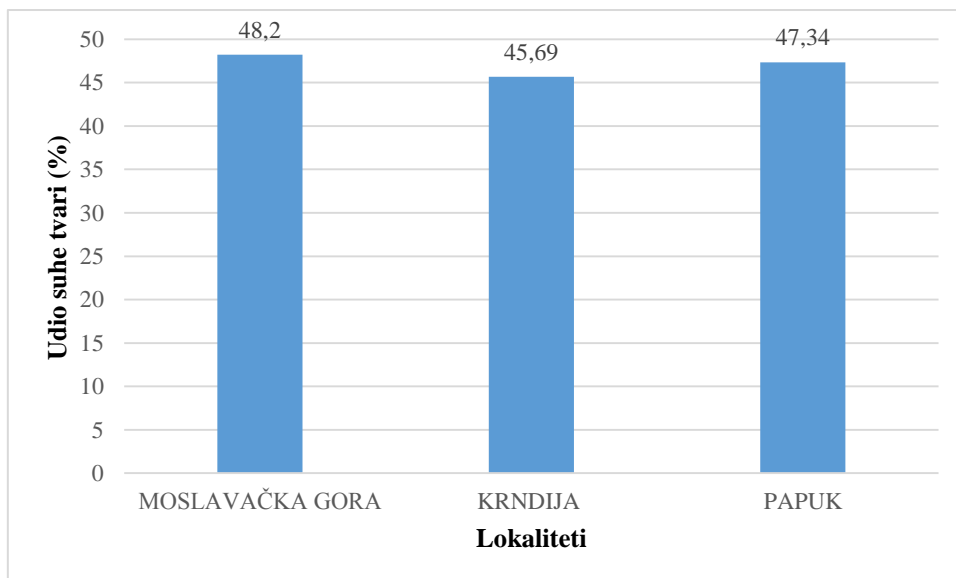
Određeni parametri u uzorcima kestena sa područja Krndije nalaze se u tablici 9. Prosječna vrijednost masenog udjela vode iznosi 54,31 %, dok su se rezultati kretali između 50,56-58,98 %. Prosječni udio vode u kestenu iz Španjolske iznosi 54 % (Pereira-Lorenzo i sur., 2006). što je najbliže našim ispitivanim uzorcima. Maseni udio vode u kineskom i japanskom kestenu prosječno iznosi 48,95%, odnosno 61,41 % (Anonymous 17, 2017). Maseni udio pepela kestena iz Krndije kretao se između 0,92-1,43 %, dok prosječna vrijednost iznosi 1,10 %. Maseni udio pepela ispitivanog kestena iz Turske kretao se od 1,02 do 3,22 % (Ertürk i sur., 2006), što je najbliže našim dobivenim vrijednostima. U ostalim zemljama udio pepela je veći. Maseni udio masti ispitivanih uzoraka kestena kreće se od 0,79 do 2,18 %, odnosno prosječna vrijednost iznosi 1,48 %, što je podjednako rezultatima dobivenim ispitivanjem uzoraka kestena sa područja Moslavačke gore (1,57 %) i Psunja (1,58 %). Maseni udio masti kestena iz Španjolske i Italije je veći nego kod kestena sa područja Krndije, a kreće se od 2,80 do 3,20 % (Pereira-Lorenzo i sur., 2006), odnosno od 3,27 do 4,15 % (Neri i sur., 2010). Prosječna vrijednost masenog udjela proteina iznosi 2,92 %, a raspon se kreće od 2,22 do 3,89 %. Prosječni udio proteina europskog kestena iznosi 1,63 %, japanskog 2,25 %, a kineskog kestena 4,20 % (Anonymous 17, 2017). Udio proteina kod ostalih kestena je veći nego kod našeg ispitivanog kestena. Tako kesten iz Galicije (Španjolska) sadrži od 6,02 do 8,58 % (De La Montaña Miguelez i sur., 2004), a kesten iz Turske od 4,88 do 10,87 % (Ertürk i sur., 2006) proteina. Maseni udio škroba kretao se između 25,14-32,70 %, dok prosječna vrijednost iznosi 29,27 %. Dobiveni rezultat je manji od rezultata za maseni udio škroba u kestenu iz Španjolske koji iznosi 57 % (Pereira-Lorenzo i sur., 2006). Prosječna vrijednost masenog udjela reducirajućih šećera iznosi 0,72 %, a kreće se u rasponu od 0,63 do 0,79 %. Ispitivani uzorci iz Italije imaju udio reducirajućih šećera najbliži ispitivanim uzorcima sa područja Krndije, te se kreću od 0,82 do 3,56 % (Pinnavaia i sur., 1993). Maseni udio saharoze u kestenu sa područja Krndije kreće se od 6,71 do 8,74 %, što prosječno iznosi 7,83 %. Uzorci kestena s područja Galicije (Španjolska) sadrže više saharoze te se njihov maseni udio kreće od 6,50 do 19,50 % (De La Montaña-Miguelez i sur., 2004). Prema dobivenim podacima i u usporedbi s ostalim provedenim istraživanjima možemo zaključiti da kesten sa područja Krndije posjeduje karakteristike različitih kestena sa područja Europe. Rezultati se najviše preklapaju sa rezultatima ispitivanih kestena sa područja Turske i Italije.



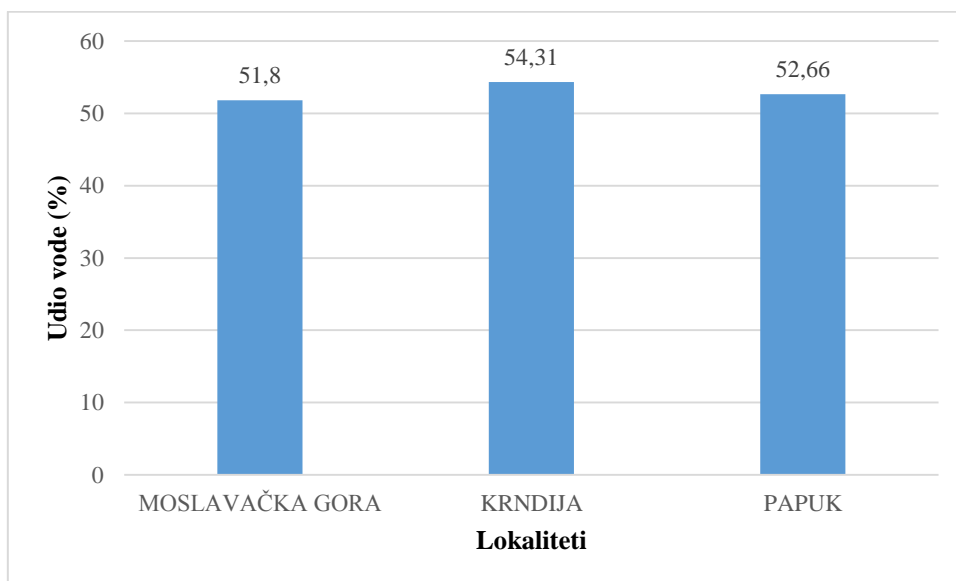
Tablica 10. Kemijski sastav uzoraka kestena sa područja Psunja

| <b>Broj uzorka</b> | <b>Suha tvar (%)</b> | <b>Voda (%)</b> | <b>Pepeo (%)</b> | <b>Sirova mast (%)</b> | <b>Sirovi proteini (%)</b> | <b>Škrob (%)</b> | <b>Reducirajući šećeri (%)</b> | <b>Saharoza (%)</b> |
|--------------------|----------------------|-----------------|------------------|------------------------|----------------------------|------------------|--------------------------------|---------------------|
| <b>P - 1</b>       | 49,29                | 50,71           | 1,25             | 1,62                   | 2,73                       | 33,51            | 0,99                           | 7,26                |
| <b>P - 2</b>       | 48,76                | 51,24           | 1,00             | 1,76                   | 2,28                       | 31,35            | 0,87                           | 9,16                |
| <b>P - 3</b>       | 48,28                | 51,72           | 1,17             | 1,35                   | 2,88                       | 31,89            | 0,81                           | 10,23               |
| <b>P - 5</b>       | 48,25                | 51,75           | 1,21             | 1,53                   | 2,59                       | 32,43            | 0,73                           | 9,58                |
| <b>P - 6</b>       | 47,06                | 52,94           | 1,28             | 1,23                   | 2,50                       | 31,62            | 0,64                           | 9,86                |
| <b>P - 7</b>       | 47,37                | 52,63           | 1,21             | 2,40                   | 2,29                       | 31,08            | 0,69                           | 9,84                |
| <b>P - 10</b>      | 46,48                | 53,52           | 1,53             | 1,31                   | 3,40                       | 28,65            | 0,66                           | 8,63                |
| <b>P - 11</b>      | 48,66                | 51,34           | 1,46             | 1,35                   | 2,96                       | 31,89            | 0,79                           | 8,90                |
| <b>P - 13</b>      | 44,66                | 55,34           | 1,27             | 1,72                   | 2,77                       | 28,38            | 0,76                           | 8,39                |
| <b>P - 16</b>      | 44,55                | 55,45           | 1,70             | 1,48                   | 2,50                       | 28,92            | 0,83                           | 8,24                |
| <b>prosjek</b>     | 47,34                | 52,66           | 1,31             | 1,58                   | 2,69                       | 30,97            | 0,78                           | 9,07                |
| <b>stand. dev.</b> | 1,67                 | 1,67            | 0,2              | 0,34                   | 0,34                       | 1,74             | 0,11                           | 0,91                |
| <b>min.</b>        | 44,55                | 50,71           | 1,00             | 1,23                   | 2,28                       | 28,38            | 0,64                           | 7,26                |
| <b>max.</b>        | 49,29                | 55,45           | 1,70             | 2,40                   | 3,40                       | 33,51            | 0,99                           | 10,23               |
| <b>cv (%)</b>      | 3,53                 | 3,17            | 15,39            | 21,58                  | 12,59                      | 5,61             | 13,61                          | 10,10               |

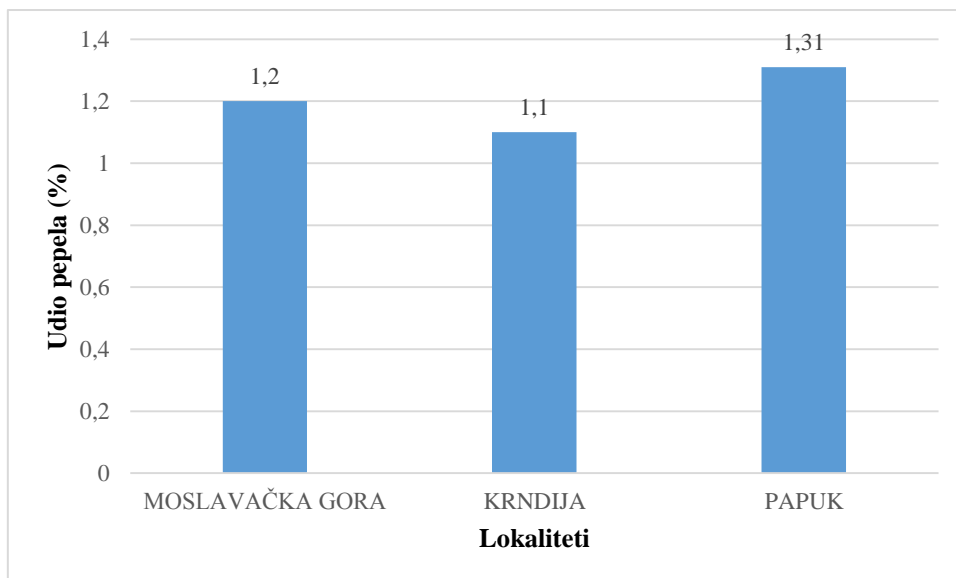
U tablici 10 su navedene vrijednosti za istraživane parametre u uzorcima kestena sa područja Psunja. Maseni udio vode u ispitivanim uzorcima se kretao od 50,71 do 55,45 %, što prosječno iznosi 52,66 %. Udio vode u kestenu iz Europe u prosjeku iznosi 52 % što je slično dobivenim rezultatima za uzorke kestena s područja Psunja (Anonymous 17, 2017). Kesteni sa područja Galicije (Španjolska) sadrže od 48,37 do 59,35 % vode (De La Montaña-Miguel i sur., 2004), što se poklapa s vrijednosti dobivenim za kesten sa područja Psunja. Prosječna vrijednost masenog udjela pepela iznosi 1,31 %, dok su se rezultati kretali u rasponu od 1,00 do 1,70 %. Maseni udio pepela kod kineskog kestena iznosi 1,67 %, a japanskog 0,91 % (Anonymous 17, 2017). Prosječni udio pepela ispitivanih uzoraka iz Portugala iznosi 1,90 % (1,50-2,20 %) (Borges i sur., 2008), što je blizu vrijednostima dobivenim za područje Psunja. Maseni udio masti kretao se od 1,23 do 2,40 %, što prosječno iznosi 1,58 %. Maseni udjeli uzoraka kestena sa područja Galicije (Španjolska) (1,30-3,00%) (De La Montaña-Miguel i sur., 2004), Turske (0,43-2,10 %) (Ertürk i sur., 2006) i Portugala (1,70-3,10 %) (Borges i sur., 2008) su slični dobivenim rezultatima za kesten sa područja Psunja. Prosječna vrijednost masenog udjela proteina iznosi 2,69 %, dok su se rezultati kretali između 2,28 i 3,40 %. Kesten iz Italije sadrži od 4,25 do 4,90 % proteina (Neri i sur., 2010), što je iznad, ali blizu vrijednosti dobivenih za uzorke kestena s područja Psunja. Dok kesten iz Portugala sadrži od 4,90 do 7,40 % proteina (Borges i sur., 2008), Maseni udio škroba kestena iz Psunja kretao se od 28,38 do 33,51 %, odnosno prosječna vrijednost iznosi 30,97 %. Ti rezultati su podjednaki rezultatima dobivenim ispitivanjem uzoraka kestena sa područja Moslavačke gore (32,03 %) i Krndije (29,27 %). Prosječni udio škroba ispitivanog uzorka iz Portugala iznosi 43 % (Borges i sur., 2008), što je niže nego u svim ostalim zemljama u kojima je ispitivan kemijski sastav kestena, te je taj rezultat najbliži rezultatu kestena sa područja Psunja. Prosječna vrijednost masenog udjela reducirajućih šećera je 0,78 %, a kreće se u rasponu od 0,64 do 0,99 %, što je slično rezultatima dobivenim ispitivanjem uzoraka kestena sa područja Moslavačke gore (0,70 %) i Krndije (0,72 %). Maseni udio saharoze kestena sa područja Psunja kreće se od 7,26 do 10,23 %, a prosječna vrijednost iznosi 9,01 %. Maseni udio saharoze ispitivanih kestena sa područja Galicije (Španjolska) kreće se od 6,50 do 19,50 % (De La Montaña-Miguel i sur., 2004), što je najbliže rezultatima dobivenim za područje Psunja. Prema dobivenim podacima i u usporedbi s ostalim provedenim istraživanjima možemo zaključiti da kesten sa područja Psunja posjeduje karakteristike različitih kestena koji se nalaze u Europi. Rezultati su najbliži rezultatima ispitivanih kestena sa područja Španjolske i Portugala.



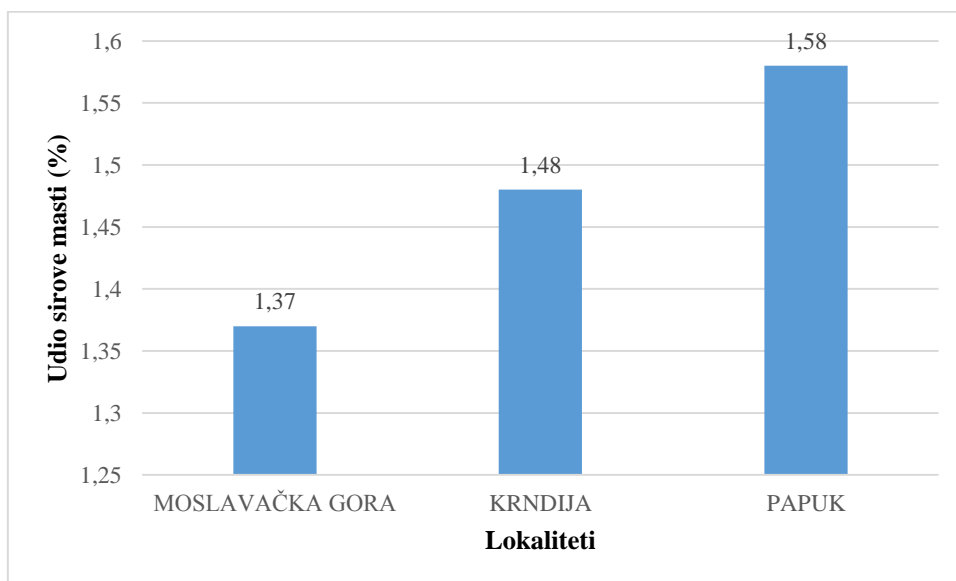
Slika 5. Prosječni udio suhe tvari (%) u svim istraživanim uzorcima po lokalitetima



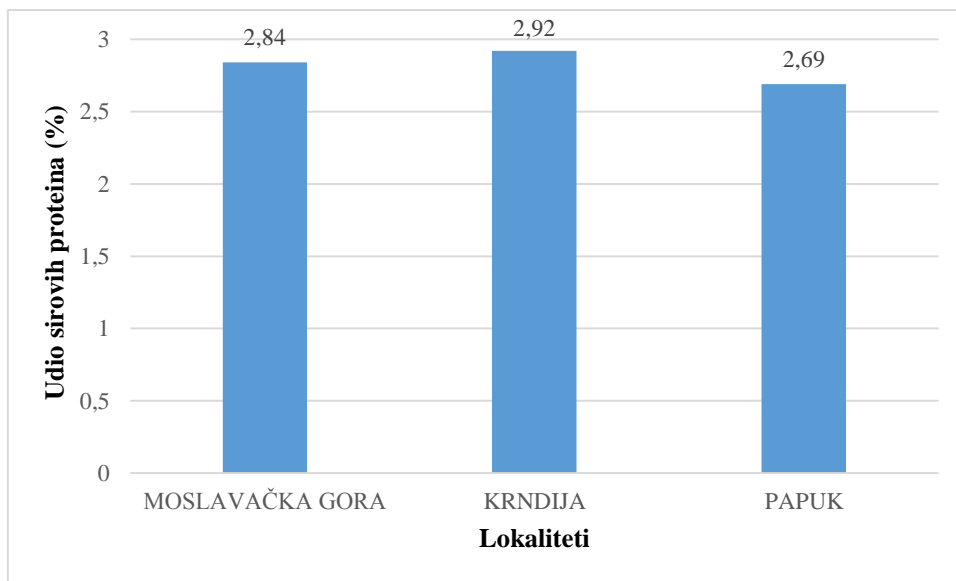
Slika 6. Prosječni udio vode (%) u svim istraživanim uzorcima po lokalitetima



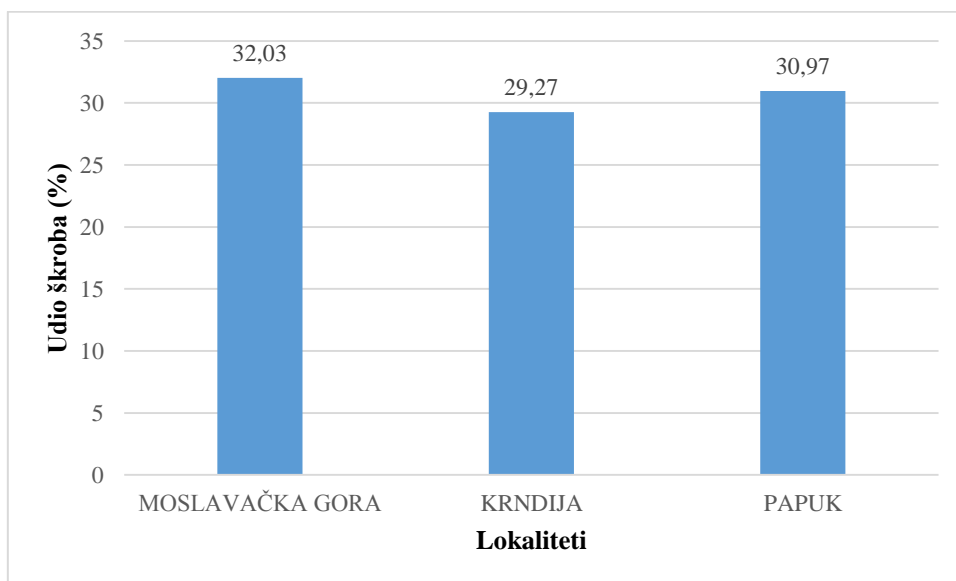
Slika 7. Prosječni udio pepela (%) u svim istraživanim uzorcima po lokalitetima



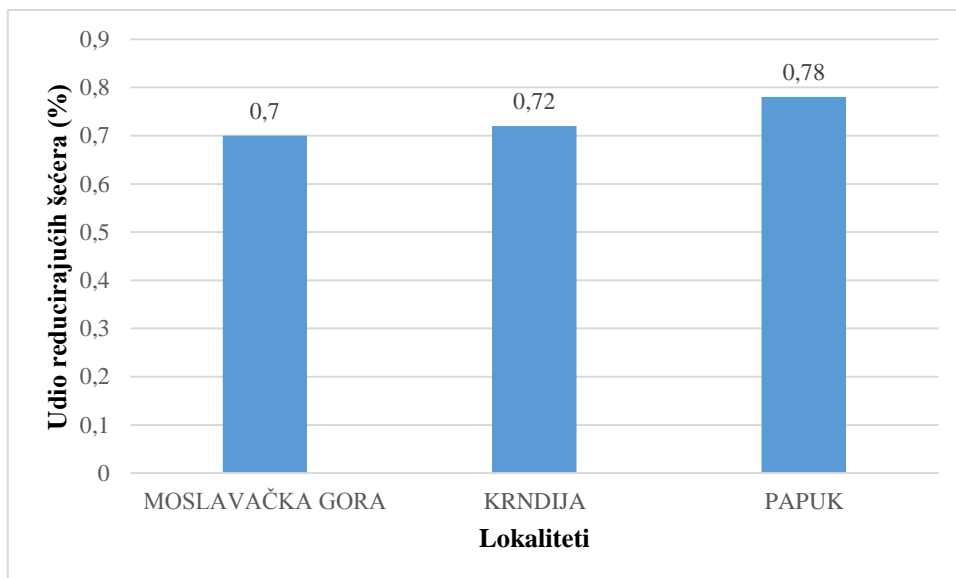
Slika 8. Prosječni udio sirove masti (%) u svim istraživanim uzorcima po lokalitetima



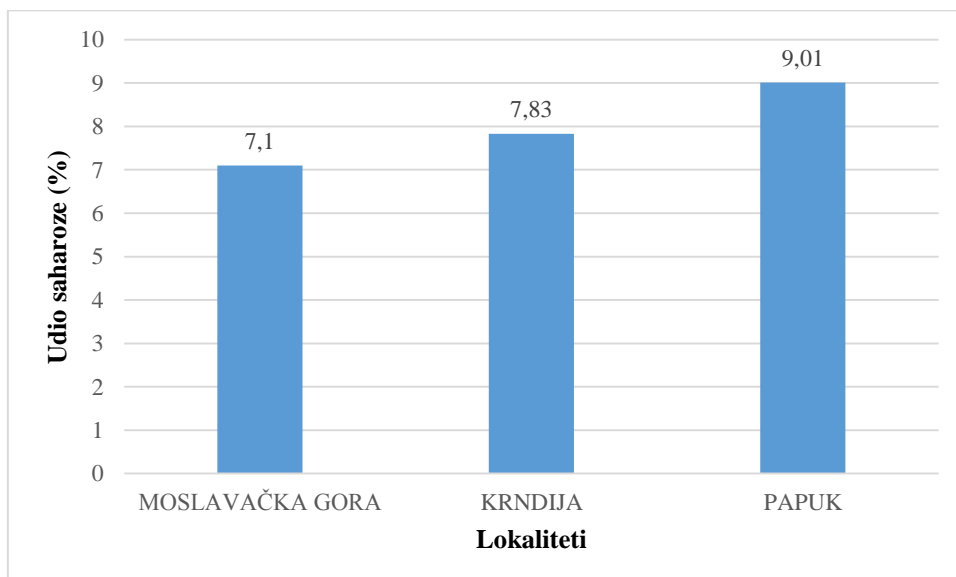
Slika 9. Prosječni udio sirovih proteina (%) u svim istraživanim uzorcima po lokalitetima



Slika 10. Prosječni udio škroba (%) u svim istraživanim uzorcima po lokalitetima



Slika 11. Prosječni udio reducirajućih šećera (%) u svim istraživanim uzorcima po lokalitetima



Slika 12. Prosječni udio saharoze (%) u svim istraživanim uzorcima po lokalitetima

Prema dobivenim rezultatima kemijskog sastava kestena sa različitih područja Slavonije (Moslavačka gora, Krndija i Papuk) možemo zaključiti da je prosječni maseni udio vode svih analiziranih uzoraka (52,92 %) najbliži prosječnom udjelu hrvatskog kestena (Kaić-Rak i Antić, 1990), odnosno europskog kestena (Anonymous 17, 2017) te iznosi 52 %. Prosječni maseni udio pepela iznosi 1,20 %, što je jednako kao i kod ispitivanih uzoraka kestena iz Kine (Yang i sur., 2015). Prosječna vrijednost masenog udjela masti ispitivanih hrvatskih kestena iznosi 1,48 %, što se poklapa sa istraživanjem provedenim u Turskoj (prosječno 1,25 %) (Ertürk i sur., 2006). Prosječni maseni udio proteina iznosio je 2,82% što je najbliže hrvatskom kestenu (prosječno 2,0%) (Kaić-Rak i Antić, 1990). Prosječan udio škroba iznosio je 30,76 %, što je najbliže istraživanju provedenom u Portugalu gdje je prosječno iznosio 43 % (Borges i sur., 2008). Maseni udio reducirajućih šećera svih analiziranih uzoraka (0,73 %) najbliži je prosječnom udjelu kod kestena iz Italije (2,19 %) (Pinnavaia i sur., 1993). Prosječni maseni udio saharoze iznosio je 7,98 %, što je najbliže istraživanju provedenom u Galiciji (Španjolska) gdje je prosječno iznosio 13 % (De La Montaña-Miguel i sur., 2004).

Tablica 11. Analiza varijance (ANOVA) podataka iz tablica 8-10 za udio vode/suhe tvari

| <i>Izvori varijacija</i> | <i>SS</i> | <i>Df</i> | <i>MS</i> | <i>F</i> | <i>P-vrijednost</i> | <i>F krit</i> |
|--------------------------|-----------|-----------|-----------|----------|---------------------|---------------|
| Između uzoraka           | 51,34521  | 9         | 5,705023  | 1,236905 | 0,378313            | 3,178893      |
| Između lokaliteta        | 13,596    | 1         | 13,596    | 2,947747 | 0,120128            | 5,117355      |
| Analitička greška        | 41,51105  | 9         | 4,612338  |          |                     |               |
|                          |           |           |           |          |                     |               |
| Ukupno                   | 106,4523  | 19        |           |          |                     |               |

Tablica 12. Analiza varijance (ANOVA) podataka iz tablica 8-10 za udio pepela

| <i>Izvori varijacija</i> | <i>SS</i> | <i>Df</i> | <i>MS</i> | <i>F</i> | <i>P-vrijednost</i> | <i>F krit</i> |
|--------------------------|-----------|-----------|-----------|----------|---------------------|---------------|
| Između uzoraka           | 0,350525  | 9         | 0,038947  | 1,553436 | 0,261039            | 3,178893      |
| Između lokaliteta        | 0,222605  | 1         | 0,222605  | 8,878748 | 0,015457            | 5,117355      |
| Analitička greška        | 0,225645  | 9         | 0,025072  |          |                     |               |
|                          |           |           |           |          |                     |               |
| Ukupno                   | 0,798775  | 19        |           |          |                     |               |

Tablica 13. Analiza varijance (ANOVA) podataka iz tablica 8-10 za udio sirove masti

| <i>Izvori varijacija</i> | <i>SS</i> | <i>Df</i> | <i>MS</i> | <i>F</i> | <i>P-vrijednost</i> | <i>F krit</i> |
|--------------------------|-----------|-----------|-----------|----------|---------------------|---------------|
| Između uzoraka           | 1,523745  | 9         | 0,169305  | 1,070237 | 0,460558            | 3,178893      |
| Između lokaliteta        | 0,041405  | 1         | 0,041405  | 0,261736 | 0,621245            | 5,117355      |
| Analitička greška        | 1,423745  | 9         | 0,158194  |          |                     |               |
|                          |           |           |           |          |                     |               |
| Ukupno                   | 2,988895  | 19        |           |          |                     |               |



Tablica 14. Analiza varijance (ANOVA) podataka iz tablica 8-10 za udio sirovih proteina

| <i>Izvori varijacija</i> | <i>SS</i> | <i>Df</i> | <i>MS</i> | <i>F</i> | <i>P-vrijednost</i> | <i>F krit</i> |
|--------------------------|-----------|-----------|-----------|----------|---------------------|---------------|
| Između uzoraka           | 1,784845  | 9         | 0,198316  | 0,966848 | 0,519615            | 3,178893      |
| Između lokaliteta        | 1,266805  | 1         | 0,266805  | 0,300751 | 0,283516            | 5,117355      |
| Analitička greška        | 1,846045  | 9         | 0,205116  |          |                     |               |
|                          |           |           |           |          |                     |               |
| Ukupno                   | 3,897695  | 19        |           |          |                     |               |

Tablica 15. Analiza varijance (ANOVA) podataka iz tablica 8-10 za udio škroba

| <i>Izvori varijacija</i> | <i>SS</i> | <i>Df</i> | <i>MS</i> | <i>F</i> | <i>P-vrijednost</i> | <i>F krit</i> |
|--------------------------|-----------|-----------|-----------|----------|---------------------|---------------|
| Između uzoraka           | 64,403351 | 9         | 7,155945  | 2,769002 | 0,07263             | 3,178893      |
| Između lokaliteta        | 14,46701  | 1         | 14,46701  | 5,598025 | 0,042184            | 5,117355      |
| Analitička greška        | 23,25875  | 9         | 2,584305  |          |                     |               |
|                          |           |           |           |          |                     |               |
| Ukupno                   | 102,1293  | 19        |           |          |                     |               |

Tablica 16. Analiza varijance (ANOVA) podataka iz tablica 8-10 za udio reducirajućih šećera

| <i>Izvori varijacija</i> | <i>SS</i> | <i>Df</i> | <i>MS</i> | <i>F</i> | <i>P-vrijednost</i> | <i>F krit</i> |
|--------------------------|-----------|-----------|-----------|----------|---------------------|---------------|
| Između uzoraka           | 0,077605  | 9         | 0,008623  | 1,622009 | 0,241225            | 3,178893      |
| Između lokaliteta        | 0,018605  | 1         | 0,018605  | 3,499739 | 0,094185            | 5,117355      |
| Analitička greška        | 0,047845  | 9         | 0,005316  |          |                     |               |
|                          |           |           |           |          |                     |               |
| Ukupno                   | 0,144055  | 19        |           |          |                     |               |

Tablica 17. Analiza varijance (ANOVA) podataka iz tablica 8-10 za udio saharoze

| <i>Izvori varijacija</i> | <i>SS</i> | <i>Df</i> | <i>MS</i> | <i>F</i> | <i>P-vrijednost</i> | <i>F krit</i> |
|--------------------------|-----------|-----------|-----------|----------|---------------------|---------------|
| Između uzoraka           | 8,0425    | 9         | 0,893611  | 2,156467 | 0,133882            | 3,178893      |
| Između lokaliteta        | 6,93842   | 1         | 6,93842   | 16,74383 | 0,002709            | 5,117355      |
| Analitička greška        | 3,72948   | 9         | 0,414387  |          |                     |               |
|                          |           |           |           |          |                     |               |
| Ukupno                   | 18,7104   | 19        |           |          |                     |               |

Analiza varijance (ANOVA) podataka iz tablice 11-17 je pokazala da postoje statistički značajne razlike između područja rasprostranjenosti pitomog kestena po svim analiziranim parametrima. Te razlike se prvenstveno mogu pripisati rezistenciji prema klimatskim uvjetima te pedološkim karakteristikama tla. Unutar samih područja između analiziranih uzoraka kestena ne postoje statistički značajne razlike.

## 5. ZAKLJUČCI

Iz dobivenih rezultata i provedene rasprave o istraživanim parametrima u 30 uzoraka kestena prikupljenih sa područja Moslavačke gore, Krndije i Pšunja, može se zaključiti:

1. Udio vode se kreće od 51,80 do 54,31 %, udio pepela se kreće od 1,10 do 1,31 %, udio sirove masti se kreće od 1,37 do 1,58 %, udio sirovih proteina se kreće od 2,69 do 2,92 %, udio škroba se kreće od 29,27 do 32,03 %, udio reducirajućih šećera se kreće od 0,70 do 0,78 %, dok se udio saharoze kreće od 7,10 do 9,01 %.
2. U odnosu prema španjolskom kestenu analizirani uzorci su imali manji udio masti, proteina, škroba i pepela, te podjednak udio ostalih sastojaka.
3. U odnosu prema talijanskom kestenu analizirani uzorci su imali manji udio škroba, saharoze, proteina te masti, neznatno veći udio vode, te podjednak udio ostalih sastojaka.
4. U odnosu prema portugalskom kestenu analizirani uzorci su imali neznatno manji udio masti i pepela, manji udio proteina, te reducirajućih šećera, te podjednak udio ostalih sastojaka. Udio škroba kod kestena iz Portugala je veći od udjela škroba kod analiziranih uzoraka, ali je najbliži dobivenim rezultatima.
5. U odnosu prema turskom kestenu analizirani uzorci su imali manji udio škroba, saharoze, proteina te neznatno manji udio pepela, te podjednak udio ostalih sastojaka.
6. U odnosu prema europskom kestenu analizirani uzorci su imali veći udio pepela i proteina, te podjednak udio ostalih sastojaka.
7. U odnosu prema kineskom kestenu analizirani uzorci su imali manji udio proteina, masti, škroba, te reducirajućih šećera, malo veći udio vode, te podjednak udio ostalih sastojaka.
8. Utvrđena je statistički značajna razlika između područja za sve istraživane parametre koja se može pripisati rezistenciji prema klimatskim uvjetima i pedološkim karakteristikama tla.
9. Nisu utvrđene značajne razlike između uzoraka s obzirom na sve istraživane parametre unutar istog područja.

## 6. LITERATURA

Anonymous 1 (2017) Chestnut, <<https://en.wikipedia.org/wiki/Chestnut>>. Pristupljeno 8. lipnja 2017.

Anonymous 2 (2017) Fruit And Nut, <<http://www.fruitandnut.ie/chestnuts.html>>. Pristupljeno 13. lipnja 2017.

Anonymous 3 (2016) Chestnut History, <<https://www.thespruce.com/history-of-chestnut-1807582>>. Pristupljeno 9. lipnja 2017.

Anonymous 4 (2017) Pitomi kesten, <[https://hr.wikipedia.org/wiki/Pitomi\\_kesten](https://hr.wikipedia.org/wiki/Pitomi_kesten)>. Pristupljeno 8. lipnja 2017.

Anonymous 5 (2017) Slika europskog pitomog kestena, <<https://www.waimeanurseries.co.nz/assets/our-products/ornamentaltrees/castanea/castanea-sativa/Castanea-sativa.jpg>>. Pristupljeno 03. kolovoza 2017.

Anonymous 6 (2017) Slika kineskog pitomog kestena <[http://www.southeasternflora.com/images/medium/Castanea\\_mollissima\\_3688\\_500.jpg](http://www.southeasternflora.com/images/medium/Castanea_mollissima_3688_500.jpg)>. Pristupljeno 03. kolovoza 2017.

Anonymous 7 (2017) Slika japanskog pitomog kestena <<http://www.asianflora.com/Fagaceae/Castanea-crenata.jpg>>. Pristupljeno 03. kolovoza 2017.

Anonymous 8 (2017) Slika američkog pitomog kestena <<http://www.carolinanature.com/trees/cade1692.jpg>>. Pristupljeno 03. kolovoza 2017.

Anonymous 9 (2013) Isplativost uzgoja pitomog kestena, <<http://www.gospodarski.hr/Publication/2013/22/isplativost-uzgoja-pitomog-kestena/7899#.WYsH-FFJbIU>>. Pristupljeno 23. lipnja 2017.

Anonymous 10 (2008) Kesten, <<https://www.agroklub.com/sortna-lista/voce/kesten-9/>>. Pristupljeno 23. lipnja 2017.

Anonymous 11 (2015) Pitomi kesten <<http://www.plantea.com.hr/pitomi-kesten/>>. Pristupljeno 23. lipnja 2017.

Anonymous 12 (2012) Slatke dobrobiti kestena <<http://alternativa-zasvas.com/index.php/clanak/article/kesten>>. Pristupljeno 23. Lipnja 2017.

Anonymous 13 (2016) Voćkarica & Vrtlarica: Uzgoj pitomog kestena <<http://emedjimurje.rtl.hr/zivotni-stil/vockaricavrtlarica-uzgoj-pitomog-kestena>>. Pristupljeno 23. lipnja 2017.

Anonymous 14 (2013) Uzgoj pitomog kestena u našim krajevima – visoka isplativost <<http://www.udruga-prsten.hr/fullpage.aspx?PartID=1187&PageID=36>>. Pristupljeno 27. lipnja 2017.

Anonymous 15 (2008) 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 27. lipnja 2017.

Anonymous 16 (2015) Marun <<https://hr.wikipedia.org/wiki/Marun>>. Pristupljeno 27. lipnja 2017.

Anonymous 17 (2017) USDA Food Composition Databases <<https://ndb.nal.usda.gov/ndb/>>. Pristupljeno 19. lipnja 2017.

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

AOAC 935.52, 1995, Nuts and nut products – Preparation of sample.

AOAC 948.22, 1995, Nuts and nut products – Fat (crude) in nuts and nut products.

AOAC 950.48, 1995, Nuts and nut products – Protein (crude) in nuts and nut products.

AOAC 950.49, 1995, Nuts and nut products – Ash of nuts and nut products.

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

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

Chenlo, F., Moreira, R., Pereira, G., Silva, C.C. (2007) Evaluation of the rheological behavior of chestnut (*Castanea sativa mill*) flour pastes as function of water content and temperature. *J. Environ. Agric. Food Chem.* **6**, 1794-1802.

Condera, M., Tinner, W., Krebs, P., De Rigo, D., Caudullo, G. (2015) *Castanea sativa* in Europe: distribution, habitat, usage and threats. *Publ. Off. EU.* **3**, 78-79.

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

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

Ewers, E. (1908) – Über die Bestimmung des Stärke gehaltes auf polarimetrischen Wege. *Z. Öffentl. Chem.* **14**, 150-157.

Huntley, B., Birks, H. J. B. (1983) An atlas of past and present pollen maps for Europe: 0-13000 years ago, 2. izd., Cambridge University Press, Cambridge.

Kaić-Rak, A., Antičić, K. (1990) Tablice o sastavu namirnica i pića, Zavod za zaštitu zdravlja SR Hrvatske, Zagreb.

Künsch, U., Schärer, H., Patrian, B., Höhn, E., Conedera, M., Sassella, A., Jermini, M. Jermini, G. (2001) Effects of roasting on chemical composition and quality of different chestnut (*C. sativa Mill.*) varieties. *J. Sci. Food Agr.* **81**, 1106-1112.

Morini, G., Maga, J.A. (1995) Changes in the fatty acid composition of roasted and boiled Chinese (*Castanea mollissima*) and Italian (*C. sativa*) chestnuts grown at the same location. *Dev. Food Sci.* **37**, 563-568.

Naczek, M., Shahidi, F. (2006) Phenolics in cereals, fruits and vegetables: occurrence extraction and analysis. *J. Pharm. Biomed. Anal.* **41**, 1523-1542.

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.

Pereira-Lorenzo, S., Ramos-Cabrera, A.M., Dian, M.B., Ciordia-Ara, M., Rió, D. (2006) Chemical composition of chestnut cultivars from Spain. *Sci. Hortic.* **107**, 306-314.

Pinnavaia, G. G.; Pizzirani, S.; Severini, C. and Bassi, D. (1993), Chemical and functional characterization of some chestnut varieties. In: International Congress on Chestnut, Spoleto. Spoleto, Italy.

Prgomet, Ž., Prgomet, I., Brana, S. (2013) Pitomi kesten, SKINK, Rovinj.

Tošić, M. (1967) Kesten. Poljoprivredna enciklopedija 1, A-Kre, Leksikografski zavod, Zagreb.

Vossen, P. (2000) Chestnut culture in California, 1. Izd., University of California, Oakland.

Wani, I.A., Hamid, H., Hamdani, A.M., Gani, A., Ashwar, B.A. (2017) Physico-chemical, rheological and antioxidant properties of sweet chestnut (*Castanea sativa Mill.*) as affected by pan dan microwave roasting. *J. Adv. Res.*, **8**, 399-405.

Yang, F., Liu, Q., Pan, S., Xu, C., Xiong, Y.L. (2015) Chemical composition and quality traits of Chinese chestnuts (*Castanea mollissima*) produced in different ecological regions. *Food Biosci. II.* **11**, 33-42.