

Kemijski sastav kestena Istarske i Primorsko-goranske županije

Krešić, Marko

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://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:159:186578>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-18**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
PREHRAMBENO-BIOTEHNOLOŠKI FAKULTET

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, rujan 2017.

Marko Krešić

843/USH

**KEMIJSKI SASTAV KESTENA
ISTARSKE I PRIMORSKO-
GORANSKE ŽUPANIJE**

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 ing. Renate Petrović i Valentine Hohnjec.

ZAHVALA

Zahvaljujem se Valentini Hohnjec i ing. Renati Petrović na pruženoj podršci, pomoći, susretljivošću i razumijevanju tijekom izrade eksperimentalnog dijela ovog rada te prof. dr. sc. Nadi Vahčić na mentorstvu, savjetima i smjernicama od samog početka do kraja rada. Svakako, zahvaljujem se i kolegicama s kojima sam surađivao tijekom eksperimentalne faze rada.

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 ISTARSKE I PRIMORSKO - GORANSKE ŽUPANIJE

Marko Krešić, 843/USH

Sažetak : Svrha rada je ispitivanje kemijskog sastava (suha tvar, voda, škrob, pepeo, sirove masti, sirovi proteini, reducirajući šećeri, saharoza) kestena na pojedinim područjima RH radi utvrđivanja razlika ovisno o zemljopisnom položaju. Obradeno je 40 uzoraka sa područja Buja, Cresa, Poreča i Učke. Dobiveni rezultati su : maseni udio vode 48 – 60 %, ostali parametri izraženi na suhu tvar su : pepeo 1,8 – 2,5 %, sirove masti 2,1 – 4,8 %, sirovi proteini 4,7 – 7,5 %, škrob 62 – 64 %, reducirajući šećeri 1 – 2 %, te saharoza 14 – 21 %. Statistički je utvrđeno značajnije odstupanje između uzoraka različitih lokaliteta, dok unutar samih lokaliteta ne postoje veće razlike između uzoraka.

Ključne riječi : kesten, kemijski sastav

Rad sadrži : 41 stranicu, 11 slika, 17 tablica i 42 literaturna navoda

Jezik izvornika : hrvatski

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

Mentor : Prof. dr. sc. Nada Vahčić

Pomoć pri izradi : Valentina Hohnjec i ing. Renata Petrović

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. doc. dr. sc. Irena Keser (zamjena)

Datum obrane: 27. 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 CHESTNUT FROM ISTRIA COUNTY AND PRIMORJE – GORSKI KOTAR COUNTY

Marko Krešić, 843/USH

Abstract : The purpose of this work is to examine the chemical composition (dry matter, water, starch, ash, fats, proteins, natural invert, total invert, sucrose) in some regions of the Republic of Croatia to determine the differences depending on the geographic position. 40 samples were taken from Buje, Cres, Poreč and Učka. The results obtained are: water content of water 48 – 60 %, other parameters expressed on dry matter are: ash 1.8 - 2.5 %, crude fats 2.1 - 4.8 %, crude proteins 4.7 - 7 , 5 %, starch 62-64 %, reducing sugar 1 – 2 %, and sucrose 14 – 21 %. A statistically significant difference between the samples of different localities was found, whereas within the localities there was no greater difference between the samples.

Keywords : chestnut, chemical composition

Thesis contains : 41 pages, 11 pictures, 17 tables, 41 references

Original in : Croatian

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

Mentor : *PhD. Nada Vahčić*, Full Professor

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

Reviewers :

1. *PhD. Branka Levaj*, Full Professor
2. *PhD. Nada Vahčić*, Full Professor
3. *PhD. Ksenija Marković*, Associate Professor
4. *PhD. Irena Keser*, Assistant Professor (substitute)

Thesis defend : 27. September 2017.

SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. TEORIJSKI DIO	3
2.1. PODRIJETLO I RASPROSTRANJENOST PITOMOG KESTENA	3
2.2. SISTEMATIKA I TAKSONOMIJA RODA CASTENEA	4
2.2.1. Europski pitomi kesten (<i>Castanea sativa</i>)	4
2.2.2. Japanski kesten (<i>Castanea crenata</i>)	5
2.2.3. Kineski kesten (<i>Castanea mollissima</i>)	6
2.2.4. Američki kesten (<i>Castanea dentata</i>)	6
2.3. KESTEN NA PODRUČJU REPUBLIKE HRVATSKE.....	7
2.4. BOLESTI KESTENA.....	8
2.4.1. Rak kestenove kore	8
2.4.2. Tintna bolest.....	9
2.4.3. „Sudden Oak Death“	9
2.4.4. Osa šiškarica – <i>Dryocosmus kuriphilus</i>	10
2.5. LJEKOVITOST KESTENA.....	11
2.6. KEMIJSKI SASTAV KESTENA	12
3. EKSPERIMENTALNI DIO.....	17
3.1. MATERIJALI.....	17
3.2. METODE RADA	17
3.2.1. Priprema uzorka	17
3.2.2. Određivanje udjela vode.....	17
3.2.3. Određivanje udjela mineralnog ostatka (pepela)	18
3.2.4. Određivanje udjela sirove masti	19
3.2.5. Određivanje udjela sirovih proteina	21
3.2.6. Određivanje udjela škroba.....	23
3.2.7. Određivanje udjela reducirajućih šećera i saharoze.....	25
4. REZULTATI I RASPRAVA.....	27
4.1. Lokalitet Buje	27
4.2. Lokalitet Cres	28
4.3. Lokalitet Poreč.....	29
4.4. Lokalitet Učka	30
5. ZAKLJUČCI.....	36
6. LITERATURA.....	37

1. UVOD

Pitomi kesten (*Castanea sativa*) smatra se jednom od prvih namirnica koju je čovjek konzumirao, a to potvrđuju i mnogi arheološki dokazi. Sve ostale vrste kestena su nastale varijacijom tzv. pitomog kestena. Najrasprostranjeniji je u južnoj Europi i Sredozemlju, a tijekom stoljeća isticao se kao jedan od najvažnijih izvora hrane u ruralnim i siromašnim predjelima. Umjerena klima i kiselo tlo (pH 4-5) bez vapna idealni su uvjeti za uzgoj ove kulture koja može doseći starost i preko 500 godina, a koju botaničari svrstavaju u voćke, no zbog načina i mjesta rasta spada i u šumsko drveće (Anonymous 1, 2008). Kesteni se kultiviraju u mnogo varijeteta uglavnom zbog ploda, koji se upotrebljava kao hrana, no služi i kao ukrasno drvo te je važan i u brodogradnji, vinogradarstvu, stočarstvu, bačvarstvu, stolarstvu itd. (Fernandez-Lopez i sur., 2003).

Važna je i medonosna biljka, a posljednjih godina intenzivirala su se istraživanja kako bi se maksimalno iskoristili potencijali koje ova kultura posjeduje. Daje orašaste, smeđe, plodove glatke i sjajne površine koji dozrijevaju početkom listopada (slika 1). Sadrži veliki udio škroba, vitamine A, B i C te minerale kalij i fosfor u većim, a magnezij, cink, željezo i sumpor u manjim količinama (Anonymous 2, 2013) posjeduje veliki energetske kapacitet te je dobro probavljiva namirnica zbog čega je poželjan u dijetoterapiji pojedinih bolesti i u posebnim stanjima organizma (Anonymous 3, 2001). Osim pitomog, postoji i divlji, nejestivi kesten čije aleje često vidamo u gradskim parkovima.



Slika 1. Pitomi kesten (Anonymous 4, 2010)

Kod nas raste u šumama brežuljkasto-brdskog područja kontinentalnog dijela Hrvatske, u Istri te na otocima Krku i Cresu. Ukupno šumskih površina na kojima pitomi kesten dolazi u Hrvatskoj ima oko 136.000 ha (Novak-Agbaba i sur., 2000).

Cilj ovog rada bio je ispitati i usporediti kemijski sastav kestena na 4 lokaliteta na području Istarske i Primorsko – goranske županije.

2. TEORIJSKI DIO

2.1. PODRIJETLO I RASPROSTRANJENOST PITOMOG KESTENA

Kesten je rasprostranjen od Španjolske, Francuske preko Italije, Balkanskog poluotoka i Male Azije, sve do Kaspijskog mora. Domovina kestena smatra se Azija odakle se proširio po Europi. Za širenje ove vrste duž Mediteranske regije, kao i u zemlje središnje Europe (Njemačka, Francuska, Švicarska, Austrija, Mađarska i druge) mnogo su doprinijeli Rimljani (Huntley and Birks, 1983). Prema Huntley i Birks (1983) 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, što upućuje da je toplija klima dopustila širenje ove vrste i na sjever Europe. U istom periodu, pitomi kesten se javlja i na područjima Francuske, Italije, bivše Jugoslavije, Austrije i Mađarske (Konstantinidis i sur., 2008). Osim u Europi, pitomi kesten rasprostranjen je i na Sjevernoameričkom i Azijskom kontinentu, iz čega proizilaze i četiri komercijalno najvažnije vrste : američki, europski, japanski i kineski kesten. U Aziji je japanski kesten kultiviran od XI. stoljeća, a kineski kesten vjerovatno još 6.000 godina prije (Vossen, 1996). U Ameriku je prenesen u XVIII. stoljeću, a raste i u sjevernim i u zapadnim dijelovima Afrike, u Maloj Aziji, na jugu Kavkaza i u Perziji. Danas je najviše rasprostranjen u Europi, kao samoniklo šumsko drvo ili kao kultivirana vrsta, te se pretpostavlja da je kesten autohtona vrsta u Europi (Muratović i sur., 1999).

Kesten je danas najviše rasprostranjen u Aziji (Botondi i sur., 2009) čija proizvodnja zauzima oko 70% svjetske proizvodnje. Kina je najveći proizvođač kestena sa 445.000 ha, zatim Južna Koreja sa 430.000 ha, Turska 392.000 ha, Japan sa 283.000 ha i Italija sa 275.000 ha (Botondi i sur., 2009).

Prema površinama koje se nalaze pod kestenom, europske zemlje se mogu poredati slijedećim redoslijedom : Francuska 1.020.500 ha (45,3 %), Italija 765.837 ha (34,0 %), Španjolska 137.627 ha (6,1 %), Portugal 53.509 ha (2,4 %), Grčka 33.651 ha (1,5 %), Turska 28.892 ha (1,3 %), Švicarska 27.100 ha (1,2 %), Hrvatska 15.000ha (0,7 %), Albanija 8.600 ha (0,4 %), Makedonija 5.058 ha (0,2 %), Njemačka 4.400 ha (0,2 %), Bosna i Hercegovina 3.057 ha (0,1 %) (Conedera i sur., 2004).

2.2. SISTEMATIKA I TAKSONOMIJA RODA CASTANEA

Rod *Castanea* obuhvaća 5-10 vrsta, čija je rasprostranjenost zabilježena uglavnom u umjerenoj zoni sjeverne hemisfere, odnosno u područjima jugoistočnog dijela Sjeverne Amerike, južne Europe, sjeverozapadne Afrike te zapadne i istočne Azije (Fernandez-Lopez and Alia, 2003). Spada u porodicu *Fagaceae* zajedno sa rodovima *Quercus* i *Fagus*.

Tablica 1. Botaničke vrste kestena (FAO CORPORATE DOCUMENT REPOSITORY, Mencarelli, 2001)

VRSTE		
Europske	Azijske	Američke
<i>Castanea sativa</i> (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> (Kina)	<i>C. ashei</i> (južne države)
	<i>C. davidii</i> (Kina)	<i>C. floridana</i> (južne države)
	<i>C. henryi</i> (Kina)	<i>C. alnifolia</i> (južne države)

Najznačajnije vrste kestena su : europski, kineski, japanski i američki kesten

2.2.1. Europski pitomi kesten (*Castanea sativa*)

Areal europskog pitomog kestena (*Castanea sativa* Mill.) obuhvaća područje južne Europe, sjeverno-zapadne Afrike i zapadnu Aziju. Europski pitomi kesten je listopadno drvo visoko do 35 m . Ima veliku i bujnu krošnju, a godišnje može dati preko 200 kg plodova (Tošić, 1967). Kora je u mladosti siva i glatka, a kasnije smeđa s vertikalnim raspuklinama na kori.

Listovi su naizmjenični, duguljasti, po obodu grubo nazubljeni, 8-18 cm dugi i 3-6 cm široki, na licu goli a na naličju dlakavi. Cvjetovi su jednospolni, pojavljuju se tek početkom lipnja, kada su listovi već potpuno razvijeni. Muški cvjetovi su skupljeni u cvatove (mace), a ženski cvjetovi stoje pri dnu muških maca, pa je po nekoliko njih (najčešće 2-3) obavijeno kupulom – zajedničkim ovojem. Orašasti plodovi su smeđi, glatke i sjajne površine, a mogu biti zaobljeno plosnati ili polukuglasti. Plod je složen u loptastu,debelu, bodljikavu kupolu, koja se raspukne u jesen kada plod sazrije (Potočić, 1987).



Slika 2. Europski pitomi kesten (Anonymous 5, 2011)

2.2.2. Japanski kesten (*Castanea crenata*)

Japanski kesten je prirodno rasprostranjen u Japanu i Kini, gdje izrasta u gusto, zbijeno, tanko drvo, postižući visinu do 15 m. Listovi su manji nego u ostalih vrsta kestena, dužine do 20 m. Lisna plojka je eliptično duguljasta, u osnovi zaobljena ili srolika. Drvo je veoma otporno prema većini poznatih bolesti. Kupola obično sadrži tri (ponekad pet do sedam) većih i veoma velikih plodova, debljine 2-3 cm. Kvalitet ploda je manji u odnosu na druge vrste ovog roda (Tošić, 1967).



Slika 3. Japanski kesten (Anonymous 6, 2014)

2.2.3. Kineski kesten (*Castanea mollissima*)

Kineski kesten ima široko razgranatu krošnju okruglog vrha. Drvo kineskog kestena je najmanje u odnosu na ostale vrste ovog roda (oko 12 m). Rasprostranjen je u sjevernoj i zapadnoj Kini. Listovi su kraći i širi nego kod europskog kestena, svjetlije boje. Dužina listova doseže 18 cm, a plojka je eliptično duguljasta sa zaobljenom bazom. Daje plodove relativno rano, već u trećoj godini. Plodovi su srednje veličine i dobrog kvaliteta, najčešće 2-3 ploda u kupoli. Najotpornija je vrsta prema snijeti (Liu, 1993).



Slika 4. Kineski kesten (Anonymous 7, 2011)

2.2.4. Američki kesten (*Castanea dentata*)

Prirodna rasprostranjenost američkog kestena su Appalachian šume SAD-a od Maina do Georgija i daleko na zapad do Michigana i Louisiane. Drvo ove vrste je izrazito visoko (do 30

m), a promjera do 1.2 m. Listovi (slika 9) su nešto tanji nego listovi europskog pitomog kestena. Plodovi su mali, pokriveni debelim, blijedim dlakama i sabijeni dva do tri u kupuli. Smatraju se najslađim, najukusnijim i najbraznavijim podovima od svih kestena. Američke vrste kestena su bile uništene rane 1900. godine gljivom zvanom *Cryphonectria parasitica* ili kestenova snijet (Tošić, 1967).



Slika 5. Američki kesten (Anonymus 8, 2001)

2.3. KESTEN NA PODRUČJU REPUBLIKE HRVATSKE

Na teritoriju Republike Hrvatske, pitomi kesten se rasprostire na oko 15.000 hektara površine, od čega se preko 50 % njegovog areala nalazi u Sisačko-moslavačkoj županiji. Tu zauzima površine na nešto višim nadmorskim visinama od 200 m/n.m. od područja Petrove gore preko cijele Banovine, te ga mjestimično možemo naći i u Moslavini, te na obroncima Vukomeričkih gorica (Lekenik). 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. Maruni su se izvozili još u 17. stoljeću, pa su uz masline, vino i trešnje predstavljali kulture od kojih je stanovništvo ovoga kraja stoljećima živjelo. Izvoz je doživio svoj vrhunac u 19. stoljeću, nakon čega slijedi stagnacija te potom i zapuštanje nasada, pa ih je nažalost sve manje. 2009. godine počinje plantažni uzgoj u RH, na manjim površinama u Istri.

Tablica 2. Ukupne površine kestenovih šuma po upravama šuma podružnica (Skupština istarske županije, 2011)

Uprava šuma podružnica	Državne šume	Privatne šume	Ukupno
ha			
Požega	149,00	70,17	219,17
Bjelovar	1,80	0,00	1,80
Koprivnica	15,50	311,51	327,01
Zagreb	394,02	1850,73	2244,75
Sisak	6214,26	1110,62	7324,88
Karlovac	1121,59	3629,33	4750,92
Buzet	131,70	0,00	131,70
Ukupno	8027,87	6972,36	15000,23
Udio (%)	53,5	46,5	100,0

2.4. BOLESTI KESTENA

2.4.1. Rak kestenove kore

Najveća prijetnja šumama kestena dolazi od bolesti koja se naziva rak kestenove kore, a uzrokuje ju *Cryphonetria parasitica*, patogena gljivica porijeklom sa područja Azije. Proširila se na SAD, a u Europi je prvi puta zabilježena 1938. u Italiji. Prvi puta u RH

zabilježena je 1950. u Istri. Bolest je to tijekom čijeg napada dolazi do sušenja i nekroze kore drveta što se manifestira nastankom rakastih tvorevina, koje se dijele na aktivne, površinske i kalusirajuće. Ova bolest predstavlja jedan od gorućih problema za kestenove šume, a prisutna je gotovo na svim postojbinama kestena. Razmjeri štete ovise o vrsti raka i jačini zaraze, koje uvjetuje zemljopisni položaj, kvaliteta tla i gnojiva, lokalitet, stanište, uzgojni radovi itd.



Slika 6. Rak kestenove kore (Anonymous 9, 2016)

2.4.2. Tintna bolest

Bolesti uzrokovane pseudogljivama iz roda *Phytophthora* velika su opasnost za kestenove šume. O opasnostima koje dolaze od ovih gljivica puno govori već i sami naziv koji dolazi iz grčkog „a“ znači „razarač biljaka“. Tintna bolest je jedna od najvažnijih razarajućih bolesti pitomog kestena u Europi, a uzrokuje trulež korijena i stabla. Zaražena stabla tijekom proljeća i jeseni proizvode crni eksudat čije su mrlje vidljive po oklonom tlu. Otuda i ime „ink disease“ ili tintna bolest.

2.4.3. „Sudden Oak Death“

Naglo odumiranje hrastova ili „Sudden oak death“ bolest je čiji je uzročnik *fitoftora P. ramorum*. Bolest uzrokuje ugibanje stabala hrasta ali i mnogih drugih drveća na kojima

parazitizira. Najrazornije posljedice su u SAD, a prisutna je i u Europi. Tipični simptomi su smeđe, crne, rakaste tvorevine iz kojih izlazi iscjedak, te isušivanje listova što često vodi do ugibanja stabala. Njena prisutnost u zemljama okruženja alarm je i za kestenove šume u RH.



Slika 7. „Sudden oak death“ ili naglo odumiranje hrastova (Anonymous 10, 2010)

2.4.4. Osa šiškarica – *Dryocosmus kuriphilus*

Štetnici pitomog kestena nisu prekobrojni i ne ugrožavaju opstanak stabala, koliko bolesti. Oni oštećuju plodove i utječu više manje na sam prinos. Od 2010. God kestenova osa šiškarica - *Dryocosmus kuriphilus*, prisutna je u RH, a od ranije u Europi. Proglašen je karantenskim na području cijele Europe. Štetnik je to iz porodice *Cynipidae* – osa šiškarica koje stvaraju šiške na izbojcima i listovima pitomog kestena. Na taj način reducira stvaranje novih izbojaka i smanjuje prinos.



Slika 7. Kestenova osa šiškarica – *Dryocosmus kuriphilus* (Anonymous 11, 2011)

2.5. LJEKOVITOST KESTENA

Kesten ima dvostruko više škroba nego krumpir, pa shodno tomu jedna je od važnijih namirnica u Kini, Japanu i Južnoj Europi. Često se koristi u obliku brašna za kruh zbog čega je dobio nadimak "*Stablo kruha*". Ne sadrži gluten, pa je pogodan za prehranu oboljelih od celijakalije, osjetljivih na gluten ili alergičnih na pšenicu. Sadrži brojne mikro i makro elemente, vitamine B grupe, vitamine A i C. Oni se sačuvaju prilikom kuhanja, jer plod štiti debela kora. Od mineralnih tvari, bogat je kalijem i fosforom, a sadrži i kalcij, magnezij, sumpor, klor, željezo, bakar te mangan. Sto grama sirovog ploda ima 200 kalorija, a glavni sastojak mu je škrob, kojeg u kestenu ima oko 44 posto. To je jedino orašasto voće s vitaminom C. Osim toga kesten je neobično bogat folnom kiselinom (B9), koja se inače nalazi u zelenom lisnatom povrću. Folna kiselina je potrebna za rast stanica, sintezu DNA i normalan rad živčanog sustava. Unos hrane bogate folnom kiselinom povećava izgled za začecje, a tijekom trudnoće osigurava pravilan razvoj fetusa. Kesten je bogat izvor jednostruko nezasićenih masti poput oleinske i palmitinske kiseline. Jednostruko nezasićene masti štite krvožilni sustav i pomažu sniziti razinu kolesterola. Zbog visoke energetske vrijednosti kesten se preporučuje djeci, sportašima, trudnicama i starijim osobama. Pomaže kod bubrežnih i probavnih tegoba, a može se koristiti i za izbacivanje viška vode iz organizma. Uz to, djeluje i

protuupalno, pa je idealna namirnica za osobe koje pate od artritisa i reume (Anonymous 12, 2010).

2.6. KEMIJSKI SASTAV KESTENA

Zajedno sa orahom, lješnjakom, kikirikijem, bademom, pistaciom i rogačom čini skupinu orašastih plodova čija je glavna karakteristika minimalan udio vode 3-8 %, dok kesten sadrži gotovo 50 % vode. Sadrži vrlo niski udio masti pri čemu prevladavaju nezasićene masne kiseline, što ga u kombinaciji sa visokim udjelom vlakana čini veoma korisnim za zdravlje, a i dobrim izvorom energije (Gonçalves i sur., 2010). Kesten je bogat ugljikohidratima, osobito monosaharidima i disaharidima kao što su saharoza, glukoza, fruktoza i rafinoza te škrobom (Botondi i sur., 2009) i dobar je izvor esencijalnih masnih kiselina, mineralnih tvari, vitamina i vlakana (Nazzaro i sur.,2011; Borges i sur.,2008).

Od vitamina su najzastupljeniji vitamini A, B1, B2, C te vitamin K, kojeg najviše nalazimo u lišću kestena (Perez-Jimenez i sur., 2010). Jedini od orašastih plodova sadrži vitamin C. Osim toga, kesten je neobično bogat folnom kiselinom, koja se inače nalazi u zelenom lisnatom povrću, a potrebna je za rast stanica, sintezu DNA i normalan rad živčanog sustava. Ne sadrži gluten (Diaz Reinoso i sur.,2012) niti kolesterol, a sadrži značajnu količinu spojeva koji mogu pozitivno utjecati na zdravlje, neki od njih su vitamin E, karotenoidi (Barros i sur.,2011) te galna i elaginska kiselina (Gonçalves i sur., 2010). Dobar je izvor kalija, magnezija, željeza, mangana i bakra (Borges i sur.,2008). L-asparaginska kiselina, L-glutaminska kiselina, leucin, L-alanin i arginin najzastupljenije su aminokiseline (Borges i sur.,2008). U kori, drvetu, lišću i ljusci sjemena sadrži i polifenolne spojeve tanine te se ubraja u 100 namirnica koje predstavljaju bogati izvor tanina. 100 g ovog ploda u svom sastavu ima i oko 2 g masti, oko 42 g ugljikohidrata te oko 2,90 g bjelančevina (Künsch i sur., 2001).

Bilo koji način termičke obrade utječe na promjenu kemijskog sastava ove namirnice. Prilikom kuhanja dolazi do hidrolize spojeva s niskom molekulskom masom i otapanja pojedinih komponenti u vodi, a tijekom pečenja dolazi do Maillardovih reakcija uz formiranje akrilamida, potencijalnog karcinogena prema međunarodnoj agenciji za istraživanje raka - International Agency for Research on Cancer (IARC). S druge strane, toplinska obrada

povećava probavljivost makromolekula kao što su proteini i polisaharidi, odnosno vlakna čijom se denaturacijom povećava njihova biološka raspoloživost.

Pečeni kesten ima veću energetska vrijednost (Künsch i sur., 2001) udio proteina, vlakana i ukupnih fenola, a manji udio masti u odnosu na kuhani (Gonçalves i sur., 2010) iako Künsch i sur. (2001) navode da je u kuhanom kestenu veća količina mineralnih tvari. Pečenje doprinosi i boljem očuvanju mineralnih tvari i polifenola, uključujući mineralne tvari u tragovima, a upravo zbog toga važno je da ovo voće raste u nezagađenom okolišu (Nazzaro i sur., 2011). Prema Tošiću (1967) termičkom obradom se količina vitamina C smanji za oko 40 %. Zbog svoje prehrambene vrijednosti i pozitivnog utjecaja na zdravlje kesteni imaju danas značajnu ulogu u ljudskoj prehrani.

Tablica 3. Kemijski sastav različitih vrsta kestena (Kaić-Rak i Antonić, 1990)

Sastav	Količina	Europa <i>(C.sativa)</i>	Kina <i>(C.mollissima)</i>	Japan <i>(C.crenata)</i>	Hrvatska
Voda	g	52	43,95	61,41	52
Energija	kcal	196	224	154	170
Energija	kJ	820	937	644	711
Proteini	g	1,63	4,20	2,25	2
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

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

Mineralne Tvari	Količina	Europa (<i>C.sativa</i>)	Kina (<i>C.mollissima</i>)	Japan (<i>C.crenata</i>)	Hrvatska
Ca	mg	19	18	31	46
Fe	mg	0,94	1,41	1,45	0,9
Mg	mg	30	84	49	33
P	mg	38	96	72	74
K	mg	484	447	329	500
Na	mg	2	3	14	11
Zn	mg	0,49	0,87	1,10	-
Cu	mg	0,418	0,363	0,562	0,23
Mn	mg	0,336	1,601	1,591	-

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

Vitamini	Količina	Europa (<i>C.sativa</i>)	Kina (<i>C.mollissima</i>)	Japan (<i>C.crenata</i>)	Hrvatska
Vitamin C	mg	40,2	36,0	26,3	-
Tiamin(B1)	mg	0,144	0,160	0,344	0,20
Riboflavin (B2)	mg	0,016	0,180	0,163	0,22
Niacin(B3)	mg	1,102	0,800	1,500	0,2
Pantotenska kiselina(B5)	mg	0,476	0,555	0,206	-
Piridoksin (B6)	mg	0,352	0,410	0,283	0,33
Folati	µg	58	68	47	-
Folna kiselina(B9)	µg	0	0	0	-
Folati, hrana	µg	58	68	47	-
Folati, DFE	µg	58	68	47	-
Kobalamin (B12)	µg	0,00	0,00	0,00	-
Vitamin A, IU	IU	26	202	37	-
Vitamin A, RAE	µg_RAE	1	10	2	-
Retinol	µg	0	0	0	0

Tablica 6. Energetska vrijednost i kemijski sastav ploda sirovog pitomog kestena (*Castanea sativa*) s područja Republike Hrvatske (Mujić i sur., 2005)

Kemijski sastav na 100g	RH neoljušten	RH oljušten	Europski kesten neoljušten	Europski kesten oljušten	Kineski kesten	Japanski kesten
Kalorije ukupne/kJ	218/911	202/844	213/892	196/821	224/938	154/645
Kalorije ugljikohidrata/kJ	iz 188/756	177/738	186/778	180/753	200/838	142/594
Kalorije masti/kJ	iz 16,7/69,9	15,3/63,8	18,9/79,2	10,5/43,8	9,3/38,9	4,4/18,6
Kalorije proteina/kJ	iz 13,6/56,8	10,1/43,5	8,4/35,2	5,7/23,7	14,6/61,0	7,8/32,7
Ukupne masti (g)	2,1	1,8	2,3	1,3	1,1	0,5
Ukupni ugljikohidrati (g)	45,9	43,1	45,5	44,2	49,1	34,9
Proteini (g)	3,8	2,9	2,4	1,6	4,2	2,3
Voda (g)	47,0	51,0	-	-	-	-
Pepeo (g)	1,1	0,90	-	-	-	-
Škrob (g)	40,0	38,6	-	-	-	-
Sirova vlakna (g)	3,5	2,1	-	-	-	-

Plod sirovog kestena s područja Republike Hrvatske, u usporedbi s nutritivno sličnim namirnicama po ukupnoj energetske vrijednosti, najviše odgovara smeđoj riži, dok sirovi plod kestena ima veći sadržaj proteina u odnosu na svježju jabuku i krumpir, a manji u odnosu na smeđu rižu i lješnjak.

3. EKSPERIMENTALNI DIO

3.1. MATERIJALI

Prikupljeno je ukupno 40 uzoraka kestena sa 4 lokaliteta Istarske i Primorsko-goranske županije, točnije uzorci su s lokacija Poreča, Učke, Cresa i Buja. Odabranih uzorci sa ovih staništa kestena podvrgnuti su analizi sljedećih paramatera-: udio suhe tvari, vode, pepela, sirove masti, sirovih proteina, škroba, udio reducirajućih šećera i saharoze.

3.2. METODE RADA

3.2.1. Priprema uzorka

Plodovi se najprije podvrgavaju čišćenju, odnosno uklanjanju vanjske ljuske i tanke unutrašnje ovojnice, tako da ostane samo jestivi dio koji se usitnjava adekvatnim mikserom koji sprječava gubitak vlage i nekih drugim sastojaka važnih za analizu. Usitnjeni uzorci se zatvaraju u hermetički zatvorene posude i skladište se u hladnjaku (AOAC 935.52, 1995).

3.2.2. Određivanje udjela vode

Princip:

Udio vode određuje se indirektno fizikalnim postupkom, baziranom na mjerenju ostatka koji zaostaje nakon sušenja. Razlika u masi prije i nakon sušenja namirnice služi za određivanje udjela vode, odnosno hlapljivih komponenata od čega se većina odnosi na vodu.

Posude i uređaji:

- aluminijska zdjelica
- eksikator

- analitička vaga tip 2615, Tehtnica, Železniki
- zračna sušnica tip ST-01/02, Instrumentaria, Zagreb

Postupak:

U prethodno osušene i izvagane aluminijske zdjelice odvažuje se 5 g ($\pm 0,0001$) uzorka. Uzorak se miješa s kvarcnim pijeskom te se stavlja u sušionik (oko 5 h) pri rasponu temperature od 101-105 °C (AOAC 925.40, 1995).

Račun:

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

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)

% suhe tvari = 100 - % vode

3.2.3. Određivanje udjela mineralnog ostatka (pepela)

Princip:

Priprema otopine mineralnog ostatka otapanjem u klorovodičnoj kiselini prethodno karboniziranog i osušenog uzorka.

Reagensi:

- destilirana voda

Posuđe i uređaji:

- porculanska zdjelica
- eksikator
- plamenik
- analitička vaga tip 2615, Tehtnica, Železniki

- mufolna peć tip Heraeus KR-170, W.C. Heraeus GmbH, Hanau
- sušnica tip ST-01/02, Instrumentaria,Zagreb

Postupak:

Odvažuje se 5 g ($\pm 0,0001$) dobro homogeniziranog uzorka u porculansku zdjelicu, prethodno izarenu, ohlađenu i izvaganu čim postigne sobnu temperaturu. Uzorak se zagrijava na plameniku dok ne pougljeni, a zatim se stavlja u mufolnu peć na 550 °C dok se ne stvori jednoličan sivi pepeo bez crnih čestica. Nakon spaljivanja zdjelice se hlade, dodaje se 5 mL HCl i zagrijavaju do vrenja. Nakon 30 min vrši se filtracija te se odmjerne tikvice napodune do oznake. Pripremljena otopina služi za kasnije određivanje pojedinačnih mineralnih tvari (AOAC 950.49, 1995).

Račun:

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

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 organskim otapalom u specijalno konstruiranoj aparaturi po Soxhlet-u.

Kemikalije:

- Dietilieter

Postupak:

5 g ($\pm 0,0001$) uzorka odvažuje se u papirnatu čahuru, te se suši jedan sat na 100 – 105 °C. Čahura se pokrije slojem odmašćene suhe vate i stavi u srednji dio Soxletove aparature koji se zatim spoji s hladilom i tikvicom, koja je s nekoliko staklenih kuglica prethodno sušena pri 105 °C, ohlađena i odvagana. Kroz hladilo se zatim uz pomoć lijevka ulije dietiletera 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 ne smije prijeći $\frac{3}{4}$ volumena tikvice. Kroz hladilo se tada pusti jaki mlaz vode te kreće zagrijavanje na pješčanoj kupelji. Temperatura zagrijavanja regulira se tako da kondenzirane kapljice otapala padaju brzinom da se jedva mogu brojati. Ekstrakcija traje 16 h. U trenutku kad se otapalo prelije u tikvicu prekidamo destilaciju. Nakon toga aparatura se rastavi, izvadi se čahura s uzorkom, uređaj se opet sastavi i otapalo se predestilira iz tikvice u prazan ekstraktor iz kojeg se nakon završene destilacije odlije. Tikvica s ekstraktom se suši na 100 – 101 °C, 1,5 - 2 h, hladi u eksikatoru do sobne temperature i važe (AOAC 948.22, 1995).

Račun:

$$\% \text{ masti} = \frac{b-a}{m} \times 100 \quad [3]$$

a- masa prazne tikvice (g)

m- masa uzorka (g)

b- masa tikvice i ekstrahirane masti (g)



Slika 8. Određivanje masti po Soxhlet-u (vlastiti izvor)

3.2.5. Određivanje udjela sirovih proteina

Princip:

Određivanje udjela proteina Kjelttec-ovom metodom. Kjelttec sistem je poboljšana modificirana metoda po Kjeldahl-u. Princip određivanja je isti, no sama tehnika je pojednostavljena tako da se skratilo vrijeme samog procesa.

Kemikalije:

- borna kiselina BH_3O_3
- HCl
- Kjeldahl tablete oslobođene žive i selen

Posuđe i uređaji:

- kivete
- laboratorijske čaše
- Erlenmayerice
- sustav za titriranje
- sustav za spaljivanje
- Kjelttec 8100 (FOSS)

Postupak:

Odvažuje se 1 g ($\pm 0,0001$) uzorka, dodaju se Kjeldahlove tablete (katalizator) te ulijemo 15 mL H_2SO_4 (96 %). Zatim slijedi mokro spaljivanje do zelenkaste boje. Tijekom spaljivanja organski dušik iz amino-amido oblika prelazi u amonij-sulfat. Slijedi destilacija u uređaju FOSS (Kjeltec 8100). U Erlenmayericu se ulije 25 mL borne kiseline, te se tikvica s kiselinom i kiveta s uzorkom postave u uređaj za destilaciju i uključi se odgovarajući program. Destilacija traje oko 8 minuta. Prije uključivanja potrebno je provjeriti nivo vode i lužine, te po potrebi dodati. Alkalizacijom s NaOH nastaju amonijak, natrij-sulfat i voda. Amonijak se destilira u borna kiselinu u suvišku i nastaje amonijev borat koji se titrira s HCl-om dok se ne potroši, odnosno dolazi do prijelaza ljubičaste boje u početnu zelenu (AOAC 950.48, 1995).



Slika 9. Uređaj za destilaciju proteina FOSS (Kjeltec 8100) (vlastiti izvor)



Slika 10. Mokro spaljivanje proteina u bloku za spaljivanje Tecator (vlastiti izvor)

3.2.6. Određivanje udjela škroba

Princip:

Škrob pokazuje visoku optičku aktivnost pa se može odrediti polarimetrijskom metodom (Ewersov postupak).

Kemikalije:

-HCl

Posuđe i uređaji:

- odmjerna tikvica
- vodena kupelj
- laboratorijska čaša
- filter papir
- polarimetar

Postupak:

Odvaže se 5 g ($\pm 0,0001$) uzorka i prenese u odmjernu tikvicu od 100 mL i doda se 25 mL HCl-a. Zatim se 15 minuta ostavljaju u kipućoj vodi (vodena kupelj). Odmah nakon vađenja iz vodene kupelji dodaje se 20 mL destilirane vode i sadržaj tikvice se hladi na 20 °C pod slavinom. Odmjerne tikvice se nadopune do oznake i sadržaj se prebaci u Erlenmayerice i dodaju se Carrez 1 i Carrez 2 kako bi se istaložili otopljeni proteini. Nakon nekoliko minuta slijedi filtracija kroz suhi naborani filter-papir. S bistrim filtratom napuni se polarizacijska cijev i očita se kut zakretanja (Ewers, 1908).

Račun:

$$\% \text{ škroba} = \frac{100 \times a \times 100}{[\alpha]_D^{20} \times l \times m} [4]$$

α - očitani kut zakretanja

$[\alpha]_D^{20}$ – specifični krug zakretanja škroba



Slika 11. Proces filtracije (vlastiti izvor)

3.2.7. Određivanje udjela reducirajućih šećera i saharoze

Princip:

Izravno reducirajući šećeri (glukoza i fruktoza), određuju se na osnovu reducirajućih svojstava tih monosaharida. Oni reduciraju Fehlingovu otopinu u bakrov (I) oksid koji se odvaja i određuje vaganjem. Nereducirajući disaharidi (saharoza) moraju se prvo invertirati tj. hidrolizirati na reducirajuće šećere monosaharide pomoću kiseline ili odgovarajućih enzima, a tek se onda određuju pomoću Fehlingove otopine. Tako se dobiva podatak o ukupnoj količini šećera u uzorku-ukupni invert.

Kemikalije:

- zasićena otopina neutralnog olovo acetata
- HCl
- NaOH
- Fehling I
- Fehling II

Posuđe i pribor:

- plamenik
- odmjerne tikvice
- pipete
- filter papir
- Erlenmayerove tikvice
- satno staklo
- porculanski filter
- vodena kupelj
- odsisna boca,
- zračna sušnica

Postupak:

Odvažuje se 10 g uzorka i prebacuje u Erlenmayericu od 250 mL te se zalije s 125 ml 50 % etanola. Na tikvice stavlja se mali lijevak koji sprječava isparavanje u vodenoj kupelji na 85 °C, 1h. Nakon toga slijedi hlađenje i ostavljanje tikvica preko noći. Zatim ih nadopunimo do oznake apsolutnim alkoholom i stavimo na isparavanje do približno 15-10 mL. Sadržaj tikvice prebacuje se u malu Erlenmayericu i dodaje se 2 mL Pb-acetata i filtrira. Nakon prve filtracije dodaje se Na-karbonat i opet se filtrira (AOAC 950.51, 1950).

Određivanje reducirajućeg šećera:

U 25 mL dobivenog filtrata dodaje se 25 mL Fehling I, 25 mL Fehling II i 25 mL vode. Tikvica s otopinom se zagrijava do vrenja i nastavlja se vrenje 2 minute. Pomoću odsisne boce i vodenog mlaza, sadržaj tikvice se filtrira kroz porculanski filter određene poroznosti. Talog se suši 30 minuta u zračnoj sušnici na 100 °C, hladi u eksikatoru i važe. Rezultat je udio invertnog šećera.

Račun:

$$\% \text{ šećera} = \frac{a \times 100}{b \times 100} [5]$$

a - očitani udio šećera iz Hammondovih tablica (mg)

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

Izračunavanje udjela saharoze:

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

a - udio reducirajućih šećera prije inverzije (%)

b - udio reducirajućih šećera nakon inverzije (%)

1 g invertnog šećera odgovara 0,95 g saharoze

4. REZULTATI I RASPRAVA

Cilj ovog rada bio je utvrditi kemijski sastav 40 uzoraka kestena sa područja Buja, Cresa, Poreča i Učke, odnosno Istarske i Primorsko – goranske županije. Rezultati provedene analize prikazani su u sljedećem poglavlju i uspoređeni sa rezultatima o kemijskom sastavu kestena iz Španjolske, Portugala, Turske i Italije.

4.1. Lokalitet Buje

Tablica 7. Kemijski sastav kestena sa područja Buje

BR. UZ.	VODA %	SUHA	PEPEO %	SIROVE MASTI %	SIROVI	ŠKROB %	RED.ŠEĆERI %	SAHAROZA %
		TVAR %			PROTEINI %			
B 1	51,32	48,68	1,24	1,49	3,66	28,65	0,60	8,77
B 3	51,02	48,98	1,08	2,05	2,61	29,73	0,68	9,75
B 5	50,01	50,00	1,06	1,65	2,78	31,89	0,70	10,31
B 6	50,75	49,25	1,15	2,06	2,35	31,89	0,73	9,31
B 8	47,87	52,13	1,09	2,04	2,75	33,51	0,58	10,17
B 9	49,93	50,07	1,16	2,61	2,50	32,43	0,76	10,36
B 10	51,25	48,75	1,21	2,61	2,20	29,73	0,78	10,52
B 11	51,08	48,92	1,06	2,72	2,10	30,27	0,75	9,98
B 13	51,53	48,47	1,08	2,22	2,58	31,35	0,74	9,24
B 18	51,83	48,17	1,32	2,16	2,90	25,95	0,70	9,17
Srednja vrijednost	50,7	49,3	1,1	2,2	2,6	30,5	0,70	9,8
Min.	47,87	48,17	1,06	1,49	2,10	25,95	0,58	8,77
Max.	51,83	52,13	1,32	2,72	3,66	33,51	0,78	10,52
St. devijacija	1,094	1,094	0,084	0,383	0,417	2,067	0,063	0,571
Cv (%)	2,16	2,22	7,3	17,7	15,75	6,77	9	5,9

Udio suhe tvari na području Buje kreće se u rasponu od 48,17 – 52,13 %, udio vode je u rasponu od 47,87 – 51,83 %, pepeo 1,06 – 1,32 %, S. masti 1,49 – 2,72 %, S.proteini 2,10 – 3,66 %, škrob 25,95 – 31,89 %, reducirajući šećeri od 0,58 – 0,78 %, saharoza 8,77 – 10,36 %.

4.2. Lokalitet Cres

Tablica 8. Kemijski sastav kestena sa područja Cresa (%)

BR. UZ.	VODA %	SUHA	PEPEO %	SIROVE		ŠKROB %	REDUCIRAJUĆI	SAHAROZA %
		TVAR %		MASTI %	SIROVI PROTEINI		ŠEĆERI %	
C 1	54,91	45,09	1,32	1,55	2,50	29,19	0,74	9,83
C 2	53,07	46,93	1,16	0,77	2,04	30,27	0,68	10,16
C 3	51,98	48,02	1,12	1,42	3,13	28,11	0,79	10,41
C 6	55,56	44,44	1,38	0,96	3,01	26,49	0,66	9,66
C 7	54,18	45,82	1,36	1,46	2,72	27,03	0,53	8,38
C 8	54,57	45,43	1,32	2,24	2,65	29,19	0,73	8,46
C 10	55,36	44,64	1,34	2,33	2,17	28,11	0,71	9,21
C 12	54,26	45,74	1,14	2,04	2,13	30,27	0,73	8,75
C 16	58,71	41,29	1,23	1,98	2,72	25,95	0,70	8,47
C 18	60,24	39,76	1,27	1,67	2,74	24,86	0,72	7,73
Srednja vrijednost	55,3	44,7	1,3	1,6	2,6	27,9	0,70	9,1
Min.	51,98	39,76	1,12	0,77	2,04	24,86	0,53	7,73
Max.	60,24	48,02	1,38	2,33	3,13	30,27	0,79	10,41
St.devijacija	2,35	2,35	0,091	0,492	0,350	1,745	0,066	0,84
Cv (%)	4,25	5,25	7,2	30	13,6	6,24	9,36	9,2

Udio suhe tvari na području Cresa kreće se u rasponu od 39,76 – 48,02 %, udio vode je u rasponu od 51,98 – 60,24 %, pepeo 1,12 – 1,38 %, S. masti 0,77 – 2,3 %, S.proteini 2,04 – 3,13 %, škrob 24,86 – 30,27 %, reducirajući šećeri od 0,53 – 0,79 %, saharoza 7,73 – 10,41 %.

4.3. Lokalitet Poreč

Tablica 9. Kemijski sastav kestena sa područja Poreča (%)

BR. UZ.	VODA %	SUHA TVAR %	PEPEO %	SIROVE MASTI %	SIROVI PROTEINI %	ŠKROB %	REDUCIRAJUĆI ŠEĆERI %	SAHAROZA %
P 2	50,32	49,68	1,20	1,43	2,65	32,97	0,79	7,00
P 3	52,65	47,35	1,10	1,27	2,29	33,51	0,72	7,34
P 4	52,60	47,40	1,01	1,55	2,17	31,62	0,67	7,50
P 5	49,45	50,55	1,11	1,83	2,45	32,16	0,68	7,20
P 10	55,00	45,00	1,17	1,33	2,32	28,38	0,67	7,45
P 11	53,37	46,63	1,34	1,58	2,72	30,00	0,63	7,94
P 13	51,10	48,90	1,14	1,77	2,52	28,65	0,64	7,56
P 15	53,56	46,44	0,96	1,42	3,32	29,73	0,66	7,56
P 17	50,69	49,31	0,95	1,68	2,25	32,97	0,58	7,38
P 18	57,05	42,95	1,22	1,57	2,62	29,46	0,63	7,40
Srednja vrijednost	52,6	47,2	1,1	1,54	2,5	30,9	0,7	7,4
Min.	50,32	42,95	0,95	1,27	2,17	28,38	0,58	7,00
Max.	57,05	50,55	1,34	1,83	2,72	33,51	0,79	7,94
St. devijacija	2,193	2,193	0,116	0,174	0,316	1,82	0,054	0,234
Cv (%)	4,2	4,65	10,4	11,3	12,5	5,9	8,1	3,15

Udio suhe tvari na području Poreča kreće se u rasponu od 45,00 - 50,55 %, udio vode je u rasponu od 49,45 – 57,05 %, pepeo 1,01 – 1,34 %, S. masti 1,83 – 1,77 %, S.proteini 2,17 – 3,32 %, škrob 28,65 – 33,51 %, reducirajući šećeri od 0,58 – 0,79 %,, saharoza 7,20 – 7,94 %.

4.4. Lokalitet Učka

Tablica 10. Kemijski sastav kestena sa područja Učke

BR. UZ.	VODA %	SUHA TVAR %	PEPEO %	SIROVE MASTI %	SIROVI PROTEINI %	ŠKROB %	REDUCIRAJUĆI ŠEĆERI %	SAHAROZA %
U 2	51,28	48,72	0,99	2,25	1,99	33,24	0,52	8,34
U 4	57,85	42,15	1,27	1,01	2,13	27,03	0,56	9,25
U 6	58,53	41,47	1,14	1,04	1,95	27,03	0,77	9,31
U 7	60,53	39,47	1,17	1,11	1,84	25,14	0,61	8,47
U 8	61,25	38,75	1,13	1,11	2,06	26,22	0,52	7,64
U 10	58,76	41,24	1,19	1,05	2,28	27,30	0,55	8,64
U 11	56,43	43,57	1,14	2,17	2,45	28,38	0,55	8,70
U 13	56,56	43,44	1,29	1,40	2,89	28,65	0,52	8,50
U 15	52,78	47,22	1,10	2,11	2,86	31,35	0,59	8,84
U 19	51,99	48,01	1,12	2,30	2,24	30,54	0,63	9,43
Srednja vrijednost	57	43,3	1,1	1,6	2,3	28,5	0,6	8,7
Min.	51,28	38,75	0,99	1,01	1,99	25,14	0,52	7,64
Max.	61,25	48,72	1,29	2,30	2,89	33,24	0,77	9,43
St.devijacija	3,335	3,335	0,081	0,54	0,346	2,389	0,0725	0,507
Cv (%)	5,9	7,7	7	34,9	15,2	8,4	12,5	5,83

Udio suhe tvari na području Učke kreće se u rasponu od 38,75 - 48,72 %, udio vode je u rasponu od 51,28 – 61,25 %, pepeo 0,99 – 1,29 %, S. masti 1,01 – 2,89 %, S.proteini 1,93 – 2,89 %, škrob 25,14 – 33,214 %, reducirajući šećeri od 0,52 – 0,77 %, saharoza 7,64 – 9,25 %

Tablica 11. Analiza varijance (ANOVA) podataka iz tablica 7 – 10 za udio vode

<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	27,553264	9	3,059182	0,415401	0,915528	2,250131
Između lokaliteta	213,7491	3	71,24971	9,674882	0,000166	2,960351
Analitička greška	198,8388	27	7,364401			
Ukupno	440,1206	39				

Tablica 12. Analiza varijance (ANOVA) podataka iz tablica 7–10 za pepeo

<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	0,125803	9	0,013978	1,660193	0,148208	2,250131
Između lokaliteta	0,122148	3	0,040716	4,835876	0,008044	2,960351
Analitička greška	0,227328	27	0,00842			
Ukupno	0,475278	39				

Tablica 13. Analiza varijance (ANOVA) podataka iz tablica 7–10 za 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	3,290623	9	0,365625	2,556096	0,028612	2,250131
Između lokaliteta	2,590088	3	0,863363	6,0358	0,002774	2,960351
Analitička greška	3,862088	27	0,14304			
Ukupno	9,742798	39				

Tablica 14. Analiza varijance (ANOVA) podataka iz tablica 7–10 za sirove proteine

<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	0,67871	9	0,075412	0,455086	0,891533	2,250131
Između lokaliteta	0,81188	3	0,270627	1,633134	0,204987	2,960351
Analitička greška	4,47417	27	0,16571			
Ukupno	5,96476	39				

Tablica 15. Analiza varijance (ANOVA) podataka iz tablica 7–10 za škrob

<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	33,3162	9	3,7018	0,768892	0,645461	2,250131
Između lokaliteta	66,03978	3	22,01326	4,572322	0,010271	2,960351
Analitička greška	129,9904	27	4,81446			
Ukupno	229,3464	39				

Tablica 16. Analiza varijance (ANOVA) podataka iz tablica 7–10 za reducirajuće šećere

<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	0,05145	9	0,005717	1,366292	0,251449	2,250131
Između lokaliteta	0,09393	3	0,03131	7,483137	0,000846	2,960351
Analitička greška	0,11297	27	0,004184			
Ukupno	0,25835	39				

Tablica 17. Analiza varijance (ANOVA) podataka iz tablica 7–10 za saharozu

<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	3,923723	9	0,435969	1,241678	0,312136	2,250131
Između lokaliteta	28,78713	3	9,595709	27,32941	2,46E-08	2,960351
Analitička greška	9,480047	27	0,351113			
Ukupno	42,1909	39				

Podaci za europski kesten (USDA) navode 52 g/100 g kao prosječan udio vode u ovoj kulturi. Prema istraživanju Pereira-Lorenzo i sur. (2006) prosječni udio vode u kestenima na području Španjolske iznosi 54 %, dok Borges i sur. (2008) za portugalske kultivare navode prosječnu vrijednost 51 %. Poželjan udio vode u kestenu iznosi između 49 – 60 % prema Breisch (1995). U ovom istraživanju došlo se do sljedećih podataka prosječnih vrijednosti : Buje – 50 %, Cres – 55 %, Poreč – 53 %, Učka – 57 %. Prema ovome udio vode je u prihvatljivom rasponu u usporedbi sa europskim standardom, a najbliži je rezultatima dobivenim u Španjolskoj. Najveće odstupanje da se primijetiti na području Učke između pojedinih uzoraka, razlika od oko 10 g, dok generalno ne postoje značajnije razilke između uzoraka sa istog lokaliteta.

Kesten je namirnica s malim udjelom masti, svega 2 – 3 % (Breisch 1995). Udio prosječne vrijednosti masti kreće se : Buje – 3,3 %, Cres – 3,7 %, Poreč – 4,4 % te Učka – 3,6 %. Analizirani uzorci pokazuju veći postotak masti u usporedbi sa istraživanjima provedenim u Europi (2,4 %). Najbliži su rezultatima dobivenim u Italiji gdje raspon za maseni udio masti na s.t. iznosi 3,27 – 4,15 % (Neri i sur., 2010).

Jedan od glavnih sastojaka ploda kestena su ugljikohidrati te čine i do 42 % kemijskog sastava, koji se lako može usporediti sa onim sastavom kod žitarica. Kesten obiluje mono- i disaharidima poput glukoze, fruktoze, saharoze, rafinoze te je bogat škrobom (Botondi i sur., 2009). Udio škroba je očekivano visok , a iznosi : Buje – 62 %, Cres – 60,6 %, Poreč 65,6 % i

Učka 65,8 %. Raspon srednjih vrijednosti udjela saharoze iznosi od 15,8 % u Poreču – 20,4 % na Cresu. Na području Buje iznosi 19,8 %, a 20,1 % na području Učke. Dobiveni rezultati su približni podacima iz Italije i Turske u rasponima od 10,45 do 19,74 g/100g s.t. (Pinnavaia i sur., 1993) u Italiji te od 8,86 do 21,28 g/100 g s.t. (Ertürk i sur., 2006) u Turskoj.

Dobivene vrijednosti za prirodni invert su : Buje – 1,4 %, Cres – 1,6 %, Poreč – 1,42 i Učka – 1,34 %, dok za ukupni invert iznose : Buje – 21,2 %, Cres – 22 %, Poreč – 17,2 % i Učka – 21,45 %. Malo odstupanje primjetno je u uzorcima sa lokacije Poreč.

Prema istraživanjima prosječan maseni udio proteina u kestenu, u Europi, iznosi oko 7,1 %. Pereira – Lorenzo i sur. (2006) u svom istraživanju navode 5,8 % kao prosječnu vrijednost španjolskih kultivara. Dobiveni rezultati najbliži su vrijednostima španjolskih kultivara, a iznose : Buje – 5,35 %, Cres – 5,8 %, Poreč – 5,4 % i Učka – 5,2 %.

Prosječna vrijednost pepela u portugalskim kultivarima iznosi 1,9 g/100 g s.t. (Borges i sur., 2008). Prosječna vrijednost španjolskih kultivara kreće se u rasponu od 1,8 – 3,2 % na s.t. (Pereira – Lorenzo i sur., 2006). Udio mineralnih tvari se kreće u rasponu od 0,99 – 1,34 g/100 g suhe tvari, što je manje od europskog prosjeka.

5. ZAKLJUČCI

Iz dobivenih rezultata može se zaključiti :

1. Udio vode je u rasponu od 47,87 do 55,00 %
2. Udio pepela je u rasponu od 0,99 do 1,34 %
3. Udio sirove masti kreće se od 0,77 do 2,72 %
4. Udio proteina kreće se od 1,99 do 3,66 %
5. Udio škroba kretao se od 24,86 do 33,51 %
6. Udio prirodnog inverta kreće se od 0,52 do 0,79 %
7. Udio ukupnog inverta kreće se od 7,79 do 11,29 %
8. Udio saharoze je u rasponu od 7,00 do 10,52 %
9. Ne postoje značajne razlike između uzoraka istih lokaliteta, dok postoje statistički značajne razlike između uzoraka različitih staništa.

6. LITERATURA

Anonymous 1 (2008) Agroekološki uvjeti za uzgoj kestena,

<<https://www.agroklub.com/sortna-lista/voce/kesten-9/>>. Pristupljeno 15. Srpnja 2017.

Anonymous 2 (2013) Nutritivna vrijednost kestena,

<<http://biologija.com.hr/modules/AMS/article.php?storyid=9189>>.

Pristupljeno 15. Srpnja 2017.

Anonymous 3 (2001) Zdravstvena vrijednost kestena,

<<http://www.plivazdravlje.hr/centar/prehrana/9/namirnica/54/Dijabetes.html>>.

Pristupljeno 15. Srpnja 2017.

Anonymous 4 (2010) Slika kestena,

<<http://alternativa-za-vas.com/index.php/clanak/article/kesten1>>.

Pristupljeno 15. Srpnja 2017.

Anonymous 5 (2011) Europski pitomi kesten (slika),

<https://www.google.hr/search?q=europski+pitomi+kesten+agroklub&rlz=1C1GGRV_enHR751HR751&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjs8bf2ofzVAhUiM5oKHZDuBFwQ_AUICigB&biw=1366&bih=662#imgrc=R_dBu3yXpQHe2M:>>.

Pristupljeno 15. srpnja 2017.

Anonymous 6 (2014) Japanski kesten (slika),

<<https://davisla.wordpress.com/2014/09/17/castanea-crenata/>>.

Pristupljeno 16. Srpnja 2017.

Anonymous 7 (2011) Kineski kesten (slika),

<<https://www.jungseed.com/P/22149>>. Pristupljeno 16. srpnja 2017.

Anonymous 8 (2001) Američki kesten (slika),

<https://en.wikipedia.org/wiki/American_chestnut>. Pristupljeno 16. Srpnja 2017.

Anonymous 9 (2016) Rak kestenove kore (slika),

<<https://www.agroklub.com/sumarstvo/rak-kore-goruci-problem-suma-pitomog-kesten/24267/>>. Pristupljeno 16. Srpnja 2017.

Anonymous 10 (2010) „Sudden oak death“ (slika),

<https://www.google.hr/search?rlz=1C1GGRV_enHR751HR751&biw=1366&bih=662&tbm=isch&sa=1&q=sudden+oak+death+chestnut&oq=sudden+oak+death+chestnut&gs_l=psy-ab.3...1738.3310.0.3597.9.9.0.0.0.196.882.7j2.9.0...0...1.1.64.psy-ab..0.2.312...0i19k1j0i8i30k1.FIKDZIOikPk#imgrc=Upon8Rpi-p6UIM:>>.

Pristupljeno 16. Srpnja 2017.

Anonymous 11 (2011) Osa šiškarica (slika) ,

<https://www.google.hr/search?q=osa+siskarica&rlz=1C1GGRV_enHR751HR751&source=lms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiVzpOz7orWAhWJ8RQKHc4wAOwQ_AUICigB&biw=1366&bih=613#imgrc=bNhMM5kQIFEsqM:>>.

Pristupljeno 16. Srpnja 2017.

Anonymous 12 (2010) Ljekovitost kesten,

<<http://alternativa-za-vas.com/index.php/clanak/article/kesten1>>.

Pristupljeno 16. Srpnja 2017.

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

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

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

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

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

AOAC:2000, Official methods of analysis (17th Ed.) Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.

- Borges, O., Goncalves, B., Sociro 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.
- Botondi, R., Vailati, M., Bellincontro, A., Massantini, R., Forniti, R., Mencarelli, F. (2009) Technological parameters of water curing affect postharvest physiology and storage of marrons (*Castanea sativa* Mill., Marrone fiorentino). *Postharvest Biol. Tec.* **51**, 97-103.
- Breisch, H. (1995) Châtaignes et marrons. CTIFL, Paris.
- Conedera M., Manetti MC, Giudici F., Amorini E.- Ecol. Mediterr, 2004- Distribution and economic potential of the Sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.) in Europe.
- Diaz Reinoso, B., Couto, D., Moure, A., Fernandes, E., Dominguez, H., Parajó, J.C. (2012) Optimization of antioxidants – Extraction from *Castanea sativa* leaves. *Chem. Eng. J.* **203**, 101-109.
- Ertürk Ü., Mert C., Soylu A. (2006) Chemical composition of fruits of some important chestnut cultivar. *Braz. Arch. Biol. Technol.* **49**, 183-188.
- Fernandez-Lopez J., A. Fernandez-Lopez J., Alia, R. (2003). EUFORGEN Tehnical Guidelines for genetic conservation and use for chestnut (*Castanea sativa*). International Plant Genetic Resources Institute, Rome.
- Goncalves, B., Borges, O., Soares Costa, H., Bennett, R., Santos, M., Silva, A.P. (2010) Metabolite composition of chestnut (*Castanea sativa* Mill.) upon cooking: Proximate analysis, fibre, organic acids and phenolics. *Food Chem.* **122**, 154-160.
- Huntley B., Birks H.J.B. (1983) An Atlas of Past and Present Pollen Maps for Europe: 0-13000 Years Ago. Cambridge University Press, Cambridge.
- Kaić-Rak, A., Antičić, K. (1990) Tablice o sastavu namirnica i pića, Zavod za zaštitu zdravlja SR Hrvatske, Zagreb.
- Konstantinidis, P., Tsiourlis, G., Xofis, P., Buckley, G. P. (2008) Taxonomy and ecology of *Castanea sativa* Mill. forest in Greece. *Plant Ecol.* **195**, 235-256.

- Künsch U., Scharer H., Patrian B., Höhn E., Conedera M., Sassella A., Jermini M., Jelmini G. (2001) Effects of roasting on chemical composition and quality of different chestnut (*Castanea sativa* Mill) varieties. *J. Sci. Food Agr.* **81**, 1106-1112.
- Liu, L. (1993) The Germplasm Resources of Chestnut in China. In: International Congress of Chestnut, Spoleto, Italy.
- Mencarelli, F. (2001) Postharvest handling and storage of chestnuts. Working document of the project: TCP/CPR/8925, Integrated Pest Management and Storage of Chestnuts in XinXian County, Henan Province, Kina.
- Nazzaro, M., Barbarisi, C., La Cara, F., Volpe, M.G. (2011) Chemical and biochemical characterisation of an IGP ecotype chestnut subjected to different treatments. *Food Chem.* **128**, 930-936.
- Neri, L., Dimitri, G., Sacchetti, G. (2010) Chemical composition and antioxidant activity of cured chestnuts from three sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.) ecotypes from Italy. *J. Food Compos. Anal.* **23**, 23-29.
- Novak-Agbaba, S., B. Liović, M. Pernek, (2000) : Prikaz sastojina pitomog kestena (*Castanea sativa* Mill.) u Hrvatskoj i zastupljenost hipovirulentnih sojeva gljive *Cryphonectria parasitica* (Murr.) Barr., *Rad.Šumar. Inst.*, **35** (1): 91–110
- Pereira-Lorenzo S., Ramos-Cabrera A.M., Diaz-Hernandez M.B., Ciordia-Ara M., Rios-Mesa D. (2006) Chemical composition of chestnut cultivars from Spain. *Sci. Horticulture-Amsterdam.* **107**, 306-314.
- Perez-Jimenez, J., Neveu, V., Vos, F., Scalbert, A. (2010) Identification of the 100 richest dietary sources of polyphenols: An application of the Phenol-Explorer database. *Eur. J. Clin. Nutr.* **64**, 112-120.
- 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, Italy.
- Potočić, Z. (1987) Šumarska enciklopedija, 2.izd., Leksikografski zavod Miroslav Krleža, Zagreb.

Skupština Istarske županije (2011). Stanje i perspektiva uzgoja pitomog kestena u Istri. <https://www.istra-istria.hr/fileadmin/dokumenti/novosti/sjednice_skupstine_2009/24/24-06.pdf>. Pristupljeno 20. Srpnja 2017.

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

Vossen P. (1996). Chestnut culture in California. University of California Cooperative Extension Farm Advisor.