

Kemijski sastav kestena s područja Karlovačke i Zagrebačke Županije

Ivančić, Nikolina

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:159:223659>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-31**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
PREHRAMBENO-BIOTEHNOLOŠKI FAKULTET

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, srpanj 2017.

Nikolina Ivančić

USH/ 849

**KEMIJSKI SASTAV KESTENA S
PODRUČJA KARLOVAČKE I
ZAGREBAČKE 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 na Prehrambeno-biotehnološkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu.

Zahvala

Zahvaljujem na podršci i pomoći Valentini Hohnjec i Renati Petrović, ing., djelatnicama Zavoda na kojem je ovaj rad rađen te prof. dr. sc. Nadi Vahčić na vodstvu, savjetima i susretljivosti.

Hvala mojoj obitelji na podršci tijekom studiranja i što su mi omogućili da završim studij. Hvala mom zaručniku koji je bio uz mene, a posebno hvala baki na molitvama i djedu koji ponosno gleda s neba. Hvala svima koji su mi pomogli da steknem diplomu.

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 S PODRUČJA KARLOVAČKE I ZAGREBAČKE ŽUPANIJE

Nikolina Ivančić, 849/ USH

Sažetak: U ovom radu analizirani su uzorci kestena iz 3 različita područja u Karlovačkoj i Zagrebačkoj Županiji. Prikupljeno je 30 uzoraka sa slijedećih lokaliteta: Medvednica, Žumberačka gora i Samoborska gora. Kemijskom analizom uzoraka dobiveni su slijedeći rezultati: raspon udjela vode iznosi 46,00-59,65 %, udjela pepela 1,00-1,32 %, udjela masti 0,92-3,49 %, udjela proteina 2,20-3,61 %, udjela škroba 25,14-32,97 %, udjela prirodnog inverte 0,52-0,87 % i udjela saharoze 6,26-10,92 %. Analizom varijance utvrđeno je da između istraživanih područja postoji statistički značajna razlika za sve ispitane parametre koja se može pripisati karakteristikama tla, reljefu, klimatskim uvjetima, blizini vodenih površina kao i nadmorskoj visini, dok među uzorcima unutar istog područja nema statistički značajne razlike.

Ključne riječi: kemijski sastav, kesten

Rad sadrži: 41 stranicu, 17 slika, 15 tablica, 36 literaturnih navoda

Jezik izvornika: hrvatski

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

Mentor: Dr. sc. Nada Vahčić, red. prof.

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. doc. dr. sc. Martina Bituh (zamjena)

Datum obrane: 18. srpnja 2017.

BASIC DOCUMENTATION CARD

Graduate Thesis

University of Zagreb
Faculty of Food Technology and Biotechnology
Department of Food Quality Control and Nutrition
Laboratory for Food Quality Control
Scientific area: Biotechnology sciences
Scientific field: Food Technology

CHEMICAL COMPOSITION OF CHESTNUT FROM THE KARLOVAC COUNTY AND ZAGREB COUNTY

Nikolina Ivančić, 849/ USH

Abstract: In this paper the given samples of chestnuts from 3 different habitats in Croatia were analyzed. 30 samples were collected from the area of Medvednica, Žumberačka gora and Samoborska gora. Results showed that water content ranged from 46,00-59,65 %, ash ranged from 1,00-1,32 %, total fat ranged from 0,92-3,49 %, protein ranged from 2,20-3,61 %, starch ranged from 25,14-32,97 %, reducing sugar ranged from 0,52-0,87 % and sucrose ranged from 6,26-10,92 %. According to all analyzed parameters ANOVA showed statistically significant differences between the distribution area of chestnut but no statistically significant differences within each area.

Keywords: chemical composition, chestnut

Thesis contains: 41 page, 17 figures, 15 tables and 36 references

Original in: croatian

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

Mentor: PhD. Nada Vahčić, Full Professor

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

Reviewers:

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

Thesis defended: 18 July 2017

Sadržaj:

1. UVOD	1
2. TEORIJSKI DIO.....	2
2.1. POVIJEST I RASPROSTRANJENOST KESTENA.....	2
2.2. VRSTE KESTENA	3
2.2.1. Vrste pitomog kestena.....	4
2.2.2. Vrste divljeg kestena.....	9
2.3. KEMIJSKI SASTAV KESTENA	11
3. EKSPERIMENTALNI DIO	17
3.1. MATERIJALI RADA	17
3.2. METODE RADA	18
3.2.1. Priprema uzorka	18
3.2.2. Određivanje udjela vode	18
3.2.3. Određivanje udjela ugljikohidrata.....	19
3.2.4. Određivanje udjela sirove masti.....	22
3.2.5. Određivanje udjela sirovih proteina.....	23
3.2.6. Određivanje udjela pepela.....	25
4. REZULTATI I RASPRAVA	26
5. ZAKLJUČCI	38
6. LITERATURA	39

1. UVOD

Pitomi kesten (*Castanea sativa* Mill.) važna je botanička vrsta čije se stanište proteže kroz šume južne Europe, Azije, Sjeverne Amerike i sjeverne Afrike. Rod kestena uključuje brojne vrste od niskih grmlja do visokih stabala, a povjesničari smatraju da se počeo širiti po Europi preko Grčke. Plod pitomog kestena je jedna od prvih namirnica u ljudskoj prehrani, a za to postoje i arheološki dokazi. Čovjek se bavio kultiviranjem i oplemenjivanjem pitomog kestena već u najstarija antička doba, a osobitu pažnju mu je posvetio zadnjih stotinjak godina. U današnje vrijeme više nije izvor prehrane za opstanak stanovništva, ali i dalje ima važnu ulogu u prehrambenoj, drvnoj industriji i strategiji krajolika za novo tisućljeće (FAO, 2017). Kesten se ubraja u jezgrasto voće, no zbog načina i mjesta rasta, spada i u šumsko drveće. Plod se koristi u industriji kao sirovinna baza, zatim u domaćinstvu kao prženi, kuhani i sušeni. Može se koristiti kao hrana za domaće životinje. Pojedine zemlje Sredozemlja koriste brašno od kestena za kruh i za dobivanje više vrsta poslastica. Drvo kestena odlične je građe, koje po svojoj kakvoći ne zaostaje za hrastovinom. Pitomi kesten je i značajna medonosna biljka, jer cvjeta kasnije od svih medonosnih vrsta drveća, početkom ljeta, kada je gotovo jedini izvor peluda i nektara.

Kesten je namirnica bogata škrobom, polisaharidom visoke kvalitete te iz tog razloga ima visoku energetska vrijednost i dobro je probavljiv. Poput oraha i badema, ne sadrži gluten i kolesterol. Ima i brojne minerale, najviše kalij i fosfor, zatim kalcij, magnezij, sumpor, klor, željezo, bakar te mangan, vitamine A i C te vitamine B kompleksa (sačuvaju se prilikom kuhanja jer plod štiti debela kora). Kesten je jedino orašasto voće s vitaminom C, a osim toga poprilično je bogat folnom kiselinom, koja se inače nalazi u zelenom lisnatom povrću. Također, dobar je izvor mononezasićenih masti poput oleinske i palmitinske kiseline. Zbog poželjnih karakteristika, interes za ovom namirnicom u novije vrijeme postaje sve veći.

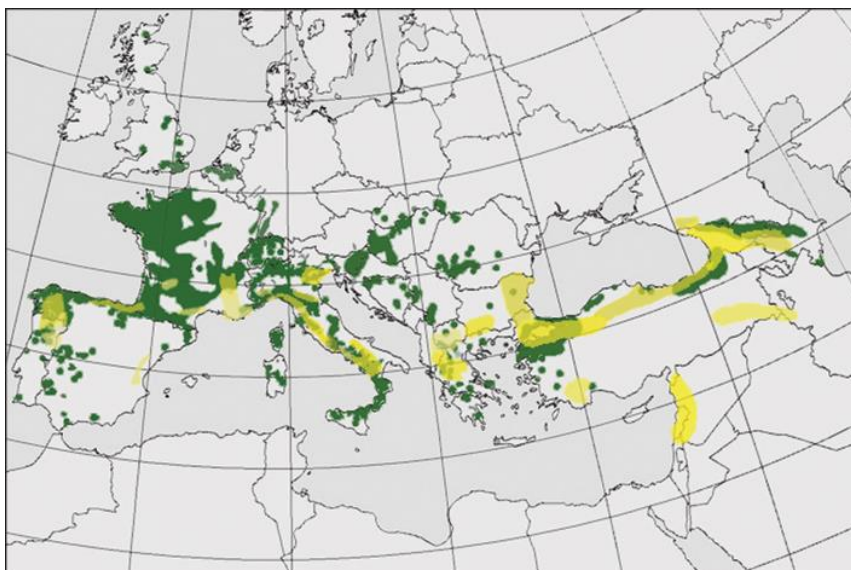
Cilj ovog istraživanja bio je odrediti kemijski sastav kestena s područja Karlovačke i Zagrebačke županije te usporediti podatke s rezultatima iz različitih literaturnih izvora.

2. TEORIJSKI DIO

2.1. POVIJEST I RASPROSTRANJENOST KESTENA

Povijest kestena seže još u 7. stoljeće prije Krista, kada je u Europu doveden preko Male Azije. Prema najranijim fosilnim izvješćima, ova orašasta vrsta pronađena je u Španjolskoj i Grčkoj prije 9000 godina, a za njeno širenje na ovim prostorima uvelike su zaslužni Rimljani (Huntley i Birks, 1983). S obzirom na loš uspjeh uzgoja žitarica na planinskim predjelima Mediterana, kesten se u velikoj mjeri koristio kao glavni izvor ugljikohidrata dok se nije pojavio krumpir. Prema fosilnim podacima iz tercijara, kesten se javlja i na području Skandinavskog poluotoka, što upućuje na to da je toplija klima omogućila širenje ove vrste i na sjever Europe (Huntley i Birks, 1983). Osim u Europi, pitomi kesten rasprostranjen je i na Sjevernoameričkom i Azijskom kontinentu. Kesten u Japanu uzgojen je nekoliko tisuća godina prije riže i kineskog kestena, a u japanskoj kulturi kesteni su predstavljali snagu i uspjeh te bili sastavni dio svečanih jelovnika (Anonymous 1, 2010). U Ameriku je prenesen u 13. stoljeću, a nađen je i u sjevernim i 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 autohton u Europi (Muratović i sur., 1999).

Prema površinama koje se nalaze pod kestenom, europske zemlje mogu se 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 15.000 ha (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). Na teritoriju Republike Hrvatske, pitomi kesten se rasprostire na oko 15.000 hektara površine, od čega se preko 50 % 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. Mjestimično ga možemo naći i u Moslavini te na obroncima Vukomeričkih gorica (Lekenik).



Slika 1. Rasprostranjenost šume kestena (*Castanea sativa*) na europskom kontinentu (Košnovská, 2013).

2.2. VRSTE KESTENA

Općenito, kesten se može podijeliti na pitomi kesten (*Castanea sativa*) i divlji kesten (*Aesculus hippocastanum*), a češća je botanička podjela pitomog kestena na tri velike skupine; europski, azijski te sjevernoamerički kesten (Tablica 1).

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

EUROPSKI KESTEN	AZIJSKI KESTEN	AMERIČKI KESTEN
<i>Castanea sativa</i>	<i>Castanea crenata</i> – Japan	<i>Castanea dentata</i> – istočni SAD
	<i>Castanea mollissima</i> – Kina	<i>Castanea pumila</i> – istočni SAD
	<i>Castanea seguinii</i> – Kina	<i>Castanea ashei</i> – južni SAD
	<i>Castanea davidii</i> - Kina	<i>Castanea floridana</i> – južni SAD
	<i>Castanea henryi</i> - Kina	<i>Castanea alnifolia</i> – južni SAD
		<i>Castanea paupispina</i> – južni SAD

2.2.1. Vrste pitomog kestena

Pitomi kesteni (*Castanea Miller*) su rod listopadnog drveća iz porodice bukovki. Taj rod obuhvaća desetak vrsta, koje su rasprostranjene većinom u umjerenom području Sjeverne hemisfere. Prilično su proširene zbog ploda, a krošnja im je većinom gusta i široko zaobljena. Lišće je naizmjenično i jednostavno, muški cvjetovi su u dugačkim i valjkastim resama, a ženski obično pri dnu muških gornjih resa (Slika 2). Plod je krupan smeđi kesten sa svjetlo obojenom bazom, a zajedno su jedan do tri ploda u bodljikavoj kupuli (ježici), koja u zreloom stanju puca na 2-4 dijela. Uzgajaju se i upotrebljavaju kao hrana, a drvo kao materijal se iskorištava za izradu vinogradskog kolja, držalica, letvica, štapova i dr (Prgomet i sur., 2013).



Slika 2. Cvijet pitomog kestena *Castanea sativa* (Anonymous 2, 2016).

2.2.1.1. Europski pitomi kesten (*Castanea sativa* Miller)

Listopadno drvo europskog pitomog kestena raste do visine od 30 (40) m te je vrlo rasprostranjeno u južnoj Europi, zapadnoj Aziji i sjeverozapadnoj Africi. Postiže velike dimenzije, osobito s obzirom na debljinu debla i širinu krošnje. Listovi su naizmjenični, a ženski cvjetovi sakupljeni su u grupice po 3-7, koji se nalaze u zajedničkoj kupuli. Plodovi su debeli do 3 cm s tamnosmeđom sjajnom ljuskom. U zajedničkoj kupuli razvija se najčešće po 3 ploda, a sama kupula je loptasta te pokrivena igličastim bodljama. Posebno se ističe *Castanea sativa* var. *marrone* d. a., *istarski maron*, koji je posebno cijenjen zbog odlična ploda (Slika 3). Proširenje europskog pitomog kestena velikim djelom zaustavljeno je zbog njegovih bolesti, a posljednjih nekoliko desetljeća stradava od crne truleži, raka kestenove kore i sl (Prgomet i sur., 2013).



Slika 3. Europski pitomi kesten (*Castanea sativa* Miller) i istarski marun (Anonymous 3, 2016).

2.2.1.2. Kineski pitomi kesten (*Castanea mollissima* Blume)

Kineski pitomi kesten je do 20 m visoko drvo sjeverne i zapadne Kine, a djelomično i Koreje. Dosta je proširen u Aziji i Americi, a sadi se i u Europi jer je visoko otporan na bolesti. Mladice su pustenaste, a pupovi dlakavi. Listovi su dugi do 18 cm, peteljka je dlakava, a u ježici se nalaze 2-3 kestena debela 2 cm. Može izdržati temperature i do -20°C. Ima veliki broj forma, čemu svjedoče mnogi križanci između kineskog i drugih kestena kao npr. *Castanea burbankii* A. Camus (Prgomet i sur., 2013).



Slika 4. Kineski pitomi kesten (*Castanea mollissima* Blume) – stablo i plod (Anonymous 4, 2016).

2.2.1.3. Japanski pitomi kesten (*Castanea crenata* Siebold & Zuccarini)

Japanski pitomi kesten je osrednje ili manje drvo japanskih i korejskih gorskih predjela. Mladice su u početku dlakave, a kasnije ogole. Pupovi su dlakavi, lišće je do 20 cm dugo, a plojka duguljasta i na bazi zaobljena ili srcolika. U ježici su dva ili tri kestena, koji su 2-3 cm debeli. Ovo drvo može izdržati temperature do -15°C. Japanski je kesten također poprilično reduciran utjecajem različitih bolesti, ali postoje njegove forme koje su se na tom djelu pokazale dosta otpornima. Stari nasadi japanskog kestena u Hrvatskoj se nalaze u blizini

Petrinje. Postoje križanci između japanskog i drugih kestena, a kvaliteta ploda je manja u odnosu na druge vrste ovog roda (Tošić, 1967).



Slika 5. Japanski pitomi kesten (*Castanea crenata* Siebold & Zuccarini) – stablo i plod (Anonymous 5, 2016).

2.2.1.4. Američki pitomi kesten (*Castanea dentata*)

Drvo običnog američkog kestena (*Castanea dentata* Borkhausen) visoko je do 30 m, a može ga se naći u istočnom dijelu Sjeverne Amerike. Prije je ondje tvorilo prostrane šume, a posljednjih nekoliko desetljeća znatno je reducirano zbog različitih bolesti, posebno zbog raka kestenove kore. Mladice i pupovi uglavnom su goli, a lišće je do 20 cm dugo. Plojka je duguljasta i gola, a prije opadanja intenzivno požuti. U ježici su dva do tri kestena koji su obično širi od svoje visine. Ovo drvo izdrži temperature i do -20°C. Postoji i vrsta patuljastog američkog kestena (*Castanea pumila* Miller) čiji grm ili drvo mogu visinom sezati do 15 m, a nalazi ga se u južnom i jugoistočnom djelu SAD-a. Lišće je dugo oko 15 cm, a ježica obrasla kratkim bodljikama (Prgomet i sur., 2013).



Slika 6. Američki pitomi kesten (*Castanea dentata*) – stablo i plod (Anonymous 6, 2015).

2.2.2. Vrste divljeg kestena

2.2.2.1. Obični divlji kesten (*Aesculus hippocastanum* L.)

Obični divlji kesten potječe s južnog dijela Balkanskog poluotoka, a često se uzgajao kao ukrasna vrsta. Najčešće nastanjuje duboka tla u klisurama i dolinama rijeka, gdje dolazi u sastavu obližnjih šuma. Raste kao stablo do 30 m, široko je razgranjen, krošnja mu je okruglasta, voluminozna i kompaktna. Kora je na mladim izbojcima glatka, sivkaste boje, a na starim stablima sitno ispucala te se ljušti. Plod je okrugao i promjera oko 6 cm, s mekanim bodljama na vanjskoj ljusci. Sjemenka je krupna, okruglasta, a površina joj je prikrivena sjajnom smeđom olupinom. Razmnožava se sjemenom, a cvjeta u svibnju i lipnju. Obični kesten dobro podnosi hladnoću i sušu, ali često stradava od kestenovog moljca (Franjić, 2010).

2.2.2.2. Crveni divlji kesten (*Aesculus pavia* L.)

Crveni divlji kesten je do 4 m visoki grm ili manje stablo. Kora mu je siva, ljuskasto raspucala. Izbojci su mu debeli, okruglasti, goli te sjajni i svijetlo smeđi. Pupovi su nasuprotni, jajasti do stožasti, pokriveni većim brojem ljusaka. Rastu u južnom dijelu SAD-a. Listopadno je drvo, kao i obični divlji kesten, a listovi su mu unakrsno nasuprotni (Idžojtić, 2009).

2.2.2.3. Grmasti divlji kesten (*Aesculus pariflora* Walter)

Grmasti divlji kesten raste u predjelima Sjeverne Amerike. Kao i njegovi prethodnici također je listopadno drvo te ima nasuprotne unakrsne listove, zeljaste konzistencije. Listovi su mu odozgo zeleni i malo sjajni, a odozgo dlakavi i sivkasti. U jesen listovi su žute boje. Grmasti divlji kesten visok je do 4 m, a širok do 10 m. Kora mu je siva i plitko raspucala (Idžojtić, 2009).

2.2.2.4. *Žuti divlji kesten (Aesculus flava Sol)*

Žuti divlji kesten također raste na području Sjeverne Amerike. Oblik listova sastavljen je od 5 liski. One su duguljaste, šiljastog vrha, klinaste osnove i vrlo finog ruba. Liske su dugačke 10-15 cm, a gornje tri nešto su veće od donjih. Peteljke su dugačke 10-18 cm, a peteljčice liski su kratke. Boja liski je odozgo tamnozeleno i sjajna, a odozdo svjetlo zelena. Listovi su u jesen intenzivno žute boje (Idžojtić, 2009).

2.2.2.5. *Ružičasti divlji kesten (Aesculus carnea Hayne)*

Ružičasti divlji kesten ima listove dlanastog oblika koji su sastavljeni od 5 liski, duljine od 8-15 cm te širine od 3-5 cm. Peteljke su mu dugačke od 10-15 cm, listovi su zeljaste konzistencije, odozgo tamnozelene, gole i sjajne, a odozdo svjetlo zelene. Također je listopadno drvo i ima unakrsno nasuprotne listove (Idžojtić, 2009).

2.3. KEMIJSKI SASTAV KESTENA

Kesteni su bogati ugljikohidratima (oko 44 % škroba u sirovom sjemenu) te zahvaljujući toj karakteristici imaju visoku energetska vrijednost. Također imaju visok udjel vode (oko 50%), sadrže minerale poput natrija, kalija, vitamine, ali i polifenolne spojeve. Bogati su šećerima kao što su saharoza i fruktoza, a siromašni su na mastima od kojih su nezasićene masne kiseline u nešto višem postotku od zasićenih. Termička obrada kestena uzrokuje promjene u njegovu sastavu, pa tako pečeni kesten u odnosu na kuhani ima veću energetska vrijednost, udjel masti i bjelančevina te dvostruko više ugljikohidrata, dok kuhani ima veću količinu mineralnih tvari (Künsch i sur., 2001).

Tablica 2. Kemijski sastav različitih botaničkih vrsta kestena (Kaić-Rak i Antonić, 1990; Anonymous 7, 2008).

Sastav	Mjerna jedinica	EUROPA (<i>C. sativa</i>)	KINA (<i>C. mollissima</i>)	JAPAN (<i>C. crenata</i>)	HRVATSKA
Voda	g	52	43.95	61.41	52
Energija	kcal	196	224	154	170
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

Kemijski sastav kestena iz Europe, Kine, Japana i Hrvatske prikazan je u tablici 2. Između pojedinih botaničkih vrsta mogu se primijetiti značajne razlike, ali i sličnosti u određenim parametrima. Udio vode kod europskog i hrvatskog kestena je isti, što ukazuje na njihovo geografsko porijeklo. Najvišu energetska vrijednost ima kineski kesten, kao i udjel proteina koji je gotovo dvostruko veći nego kod ostalih botaničkih vrsta. Mastima je najsiromašniji japanski kesten, a najbogatiji kesten s naših područja. Udio ugljikohidrata najveći je kod kineskog kestena, slijedi ga europski, dok su japanski i hrvatski nešto nižih vrijednosti.

Tablica 3. Vitaminski sastav različitih botaničkih vrsta kestena (Kaić-Rak i Antonić, 1990; Anonymous 7, 2008).

Vitamini	Mjerna jedinica	EUROPA (<i>C. sativa</i>)	KINA (<i>C. mollissima</i>)	JAPAN (<i>C. crenata</i>)	HRVATSKA
Vitamin C	mg	40.2	36.0	26.3	
Tiamin, B1	mg	0.144	0.160	0.344	0.20
Riboflavin, B2	mg	0.016	0.180	0.163	0.22
Niacin	mg	1.102	0.800	1.500	0.20
Pantotenska kiselina	mg	0.476	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	0	0	
Vitamin A, IU	IU	26	202	37	
Vitamin A, RAE	mcg_RAE	1	10	2	
Retinol	mcg	0	0	0	0

Iz tablice 3 može se vidjeti da je kesten bogat vitaminom C kao i vitaminima B kompleksa. Najviše vitamina C ima europski kesten, a najmanje japanski kesten. Najmanji udio vitamina unutar skupine B kompleksa ima vitamin B2 ili riboflavin. Vitaminom A najbogatiji je kineski kesten, koji ga ima oko šest puta više u odnosu na ostale botaničke vrste.

Tijekom razvoja u plodu kestena odvijaju se razne morfološke i fiziološke promjene. U početku plod sadrži znatne količine vode, a kasnije se povećava sadržaj polisaharida, minerala i bjelančevina. U našim ekološkim uvjetima uzgoja kestena na dubljim tlima, dobro opskrbljenim hranjivim tvarima, plodovi su krupni i dobre kvalitete (Prgomet i sur., 2013). U tablici 4 prikazan je mogući raspon minerala u kestenovom plodu, a u tablici 5 realne vrijednosti mineralnih tvari različitih botaničkih vrsta kestena.

Tablica 4. Mogući raspon minerala u kestenovom plodu (Weir i Cresswell, 1993).

Mineralna tvar	Poželjni raspon
Fosfor	0,14-0,3%
Kalij	0,8-1,6%
Sumpor	0,15-0,25%
Kalcij	0,6-1,4%
Magnezij	0,25-0,7%
Natrij	0-0,1%
Klor	0-0,3%
Bakar	4-20 mg / kg
Cink	17-100 mg / kg
Mangan	50-700 mg / kg
Bor	33-90 mg / kg

Tablica 5. Mineralni sastav različitih botaničkih vrsta kestena (Kaić-Rak i Antonić, 1990; Anonymous 7, 2008).

Minerali	Mjerna jedinica	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	96	72	74
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	

Mineralni sastav različitih vrsta kestena prikazan je u tablici 5. Svima je zajednički visoki udjel kalija, u čemu najveću prednost ima hrvatski kesten. Slijedi ga europski i kineski, a na posljednjem mjestu je japanski kesten. Sve vrste bogate su magnezijem, fosforom, a siromašne su na mineralima kao što su željezo, natrij, cink, bakar te mangan. Uspoređujući stvarne i očekivane vrijednosti za mineralne tvari u plodu kestena, možemo zaključiti da je u svim botaničkim vrstama udjel bakra, mangana i cinka manji od očekivanog.

Tablica 6. Udjel masnih kiselina različitih botaničkih vrsta kestena (Kaić-Rak i AntoniĆ, 1990; Anonymous 7, 2008).

Lipidi	Mjerna jedinica	EUROPA (<i>C. sativa</i>)	KINA (<i>C. mollissima</i>)	JAPAN (<i>C. crenata</i>)	HRVATSKA
Zasićene masne kiseline	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 masne kiseline	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 eikosenoićna	g	0.005	0.010	0.005	
Polinezasićene masne kiseline	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 moēe se oćitati da je hrvatski kesten najbogatiji zasićenim masnim kiselinama, kao i mononezasićenim te polinezasićenim masnim kiselinama. Japanski kesten je generalno najsiromašnji na lipidima.

3. EKSPERIMENTALNI DIO

3.1. MATERIJALI RADA

Uzorci kestena prikupljeni su na različitim lokalitetima s područja Hrvatske, iz njihovih prirodnih staništa. Ukupno je sakupljeno 30 uzoraka kestena s područja Medvednice, Samoborske gore te Žumberačke gore. Kemijska analiza obuhvaćala je slijedeće parametre: maseni udio vode, maseni udio ugljikohidrata, maseni udio masti, maseni udio proteina te maseni udio pepela.

S područja Medvednice (M) sakupljeno je 10 uzoraka pod slijedećim oznakama:

M-1, M-2, M-4, M-7, M-8, M-11, M-12, M-13, M-14 i M-19.

S područja Samoborske gore (S) sakupljeno je 10 uzoraka pod slijedećim oznakama:

S-2, S-3, S-5, S-6, S-8, S-12, S-13, S-15, S-19 i S-20.

S područja Žumberačke gore (Ž) sakupljeno je 10 uzoraka pod slijedećim oznakama:

Ž-1, Ž-2, Ž-3, Ž-4, Ž-5, Ž-6, Ž-7, Ž-8, Ž-9 i Ž-10.

3.2. METODE RADA

3.2.1. Priprema uzorka

Uzorkovanje kestena vršilo se prikupljanjem plodova s različitih prirodnih staništa na području Hrvatske. Nakon što su uzorci kestena prikupljeni i razvrstani po lokalitetima, uklonjena im je vanjska ljuska. Jestivi plod kestena podvrgnut je mljevenju pomoću miksera i drugog uređaja za usitnjavanje pri čemu je dobiven homogeni uzorak. Tako samljeveni uzorak spremljen je u hermetički zatvorene posude i skladišten u hladnjaku, pri čemu je očuvan od gubitka vlage i drugih sastojaka (AOAC 935.52, 1995).

3.2.2. Određivanje udjela vode

Princip: Postupak određivanja vode u namirnici provodi se različitim metodama, ovisno o vrsti namirnice te udjelu vode koji sadrži. Metoda sušenja do konstantne mase je najčešća te spada u fizikalne indirektne postupke određivanja vode. Uzorak kestena poznate mase suši se u sušioniku do konstantne mase, a gubitak u masi izražava se kao udjel vode u uzorku (razlika u masi prije i nakon sušenja).

Postupak: Oko 5 g (± 0.0001) uzorka odvaži se u prethodno osušenu, ohlađenu i izvaganu aluminijsku posudicu s poklopcem. Posudica s uzorkom suši se u sušioniku oko 5 sati (do konstantne mase) pri temperaturi od 95 do 100°C (AOAC 925.40, 1995). Nakon isteka vremena sušenja, posudica s uzorkom prebaci se u eksikator i važe kada se ohladi na sobnu temperaturu.

$$\text{Račun: \% vode} = (m_2 - m_3) \times 100 / (m_2 - m_1) [1],$$

pri čemu 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).

3.2.3. Određivanje udjela ugljikohidrata

3.2.3.1. *Određivanje udjela saharoze*

Princip: Ugljikohidrati kao velike biološke molekule dijele se u različite skupine, a prema svojim redukcijskim sposobnostima mogu biti izravno reducirajući i oni koji se moraju prvo invertirati tj. hidrolizirati na reducirajuće monosaharide. Takvi nereducirajući šećeri određuju se pomoću Fehlingove otopine (alkalna otopina bakar (II)-sulfat-pentahidrata i kalij-natrij-tartarat-tetrahidrata). Izravno reducirajući šećeri, koji se još nazivaju prirodnim invertom, reduciraju bakar(II)-sulfat u bakar(I)-oksid koji se određuje gravimetrijski ili titrimetrijski.

Postupak: Odvažuje se oko 10 g (± 0.01 g) uzorka na tehničkoj vagi (5 uzoraka sa svakog lokaliteta) te ih se prebaci u odmjerne tikvice od 250 mL. Potom se doda 125 mL 50%-tnog etanola, stavi mali stakleni lijevak kako bi se spriječilo isparavanje alkohola te se tikvice polažu u vodenu kupelj na temperaturu 85°C u trajanju od 1 sat. Nakon toga otopine se hlade pod mlazom vode i ostavljaju preko noći na sobnoj temperaturi. Slijedi dodatak apsolutnog alkohola, filtracija te zagrijavanje otopine koja isparava dok u čaši ne ostane 10-15 mL otopine šećera. Zatim slijedi prebacivanje u tikvicu prethodno napunjenu s 2 mL olovog acetata, miješanje sadržaja tikvice, dopunjavanje do oznake destiliranom vodom te filtracija. Nakon toga dodaje se pola žličice natrijevog karbonata kako bi se istaložio višak olova. Ponovno slijedi filtracija, pri čemu se dio filtrata od 50 mL odlaze za hidrolizu (b), a drugi dio od 25 mL za gravimetrijsko određivanje invertnog šećera pomoću Fehlingovih otopina I i II (a) (AOAC 925.35, 2000).

a) Određivanje prirodnog inverta

Filtrat od 25 mL dodaje se u Erlenmeyerove tikvice prethodno napunjene Fehlingovim otopinama I i II (obje po 25 mL). Tikvice s otopinama griju se na plameniku (preko azbestne mrežice) do vrenja, nakon čega se mjeri 2 minute kuhanja (pokrivene su satnim stakalcem). Slijedi brza filtracija kroz porculanski filter pomoću odsisne boce i sisaljke uz vodeni mlaz. Prebačeni talog ispere se vrućom vodom u nekoliko navrata uz pomoć staklenog štapića. Zatim se talog suši u sušnici, hladi u eksikatoru te važe. Udjel invertnog šećera koji odgovara izvagonoj masi taloga, očita se iz Hammondovih tablica.

b) Određivanje ukupnog inverta

Filtrat od 50 mL dodaje se u tikvicu s 20 mL destilirane vode i 10 mL 20%-tne klorovodične kiseline, stavlja se u vodenu kupelj na 60°C, a potom hidrolizira 10 minuta. Nakon toga tikvica se ohladi i neutralizira s 30%-tnom otopinom natrijevog hidroksida uz indikator (dok pH ne dosegne 7) te potom dopuni do oznake. Slijedi određivanje ukupnog šećera kao invertnog šećera prema prethodnom postupku.

Račun: % invertnog šećera = $(a \times 100) / (b \times 100)$ [2],

pri čemu je

a - očitani udjel šećera iz Hammondovih tablica (mg),

b - masa uzorka u alikvotnom dijelu filtrata (g).

Udio saharoze se dobiva oduzimanjem prirodnog inverta od ukupnog inverta.

Račun: % saharoze = $(U_i - P_i) \times 0.95^*$ [3],

pri čemu je

U_i – ukupni invert / udjel reducirajućih šećera nakon inverzije,

P_i – prirodni invert / udjel reducirajućih šećera prije inverzije.

*0.95 – 1 g invertnog šećera odgovara 0.95 g saharoze



Slika 7. Fehlingove otopine I i II u tikvicama (Vlastita fotografija)

3.2.3.2. Određivanje udjela škroba

Princip: Škrob je polisaharid biljnog podrijetla koji pokazuje visoku optičku aktivnost. Poput ostalih ugljikohidrata, sadrži asimetrične ugljikove atome, pa u otopljenom stanju zakreće ravninu polariziranog svjetla na lijevu ili desnu stranu. Na temelju ovog svojstva može se odrediti polarimetrijskom metodom po Ewers-u (ISO, 1999).

Postupak: Odvaže se oko 2.5 g (± 0.01 g) uzorka koji se zatim pomoću staklenog lijevka prebaci u tikvicu od 50 mL. Doda se 25 mL klorovodične kiseline, sadržaj tikvice se promiješa, tikvice se odlažu u kipuću vodenu kupelj u trajanju od 15 minuta. Nakon toga tikvicama se dodaje 15 mL destilirane vode te se hlade pod mlazom vodovodne vode. Slijedi prebacivanje sadržaja u Erlenmeyerove tikvice te dodatak 5 mL otopina Carrez I i Carrez II u svaku tikvicu. Pričeka se nekoliko minuta da se bijeli talog slegne, a nakon toga sadržaj se filtrira preko suhog filter papira. Bistri filtrat sada se može unijeti u polarimetrijsku cijev, te se odredi kut zakretanja.

$$\text{Račun: \% škroba} = (100 \times d \times 100) / (l \times A \times m) [4],$$

pri čemu je

d – očitani kut zakretanja,

l – dužina polarimetrijske cijevi (dm),

A – specifični kut zakretanja škroba,

m – masa uzorka (g).



Slika 8. Erlenmeyerove tikvice s otopinom uzorka i Carrezovim reagensom (Vlastita fotografija)

3.2.4. Određivanje udjela sirove masti

Princip: Udjel sirove masti u namirnici određuje se metodom višekratne kontinuirane ekstrakcije masti organskim otapalom u posebno načinjenoj Soxhlet-ovoj aparaturi. Nakon završene ekstrakcije, otapalo se otpari, a ostatak suši, ohladi i važe. Ovaj postupak pogodan je za ekstrakciju masti iz krutih uzoraka, koji se određenom tehnikom daju što ravnomjernije usitniti i kod kojih sadržana mast ili njezin pretežni dio nije blokiran sastojcima koji priječe ekstrakciju (AOAC 948.22, 1995).

Postupak: Između 5-10 g uzorka odvaže se u papirnatu čahuru koja je prethodno odmašćena te se suši u termostatu u trajanju od 1 sat (temperatura 100-105°C). Čahura se pokrije suhom vatom te stavi u ekstraktor. Ovaj dio aparature zatim se spoji s hladilom i tikvicom koja mora biti suha i odvagana te joj se doda nekoliko staklenih kuglica. Kao organsko otapalo koristi se medicinski benzin koji se dodaje na slijedeći način: benzin se ulijeva kroz hladilo preko lijevka dok se ekstraktor ne napuni i pomoću kapilarne cjevčice isprazni u tikvicu. Ovaj postupak ponavlja se dva puta, a ukupni volumen ne smije premašiti tri četvrtine tikvice. Kroz hladilo se zatim pušta dosta jaka struja vode te počinje zagrijavanje koje se provodi na pješčanoj kupelji zbog zapaljivosti otapala. Temperatura zagrijavanja regulira se tako da kondenzirane kapljice otapala padaju takvom brzinom da se jedva mogu brojiti. Ekstrakcija traje 16 sati, a destilaciju treba prekinuti u trenutku kada se otapalo prelije u tikvicu. Nakon toga aparatura se rastavi i izvadi čahura s uzorkom. Aparatura se ponovno zatvori, a otapalo predestilira iz tikvice u ekstraktor iz kojeg se nakon završene destilacije odlije. Tikvica se sada suši u sušnici pri 105°C do konstantne mase, potom se važe nakon hlađenja u eksikatoru. Postupak sušenja i mjerenja se ponavlja dok razlika između dva mjerenja ne postane niža od 0.5%. Pri sušenju se postavi tikvica ukoso i nakon polovice vremena sušenja, jednom se ispuše pipetom (AOAC 948.22, 1995).

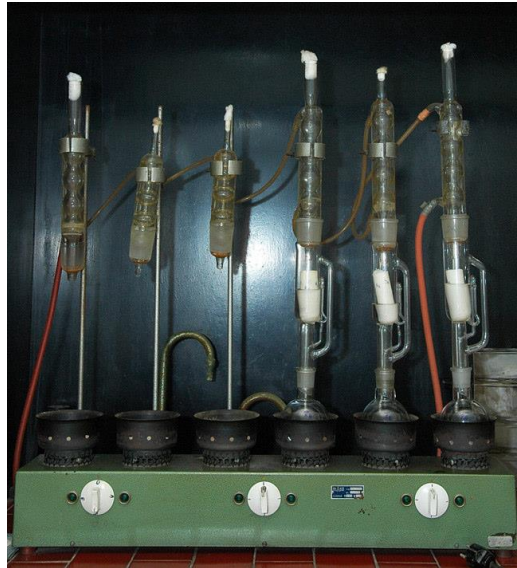
$$\text{Račun: \% sirove masti} = (b - a) \times 100 / m \quad [5],$$

pri čemu je

a – masa prazne tikvice (g),

b – masa tikvice i ekstrahirane masti (g),

m – masa uzorka (g).



Slika 9. Aparatura po Soxhlet-u (Vlastita fotografija)

3.2.5. Određivanje udjela sirovih proteina

Princip: S obzirom da su proteini strukturno vrlo složeni spojevi, njihov udjel u namirnicama najčešće se određuje indirektno iz udjela dušika. Postoje razne metode kojima se određuje dušik, a jedna od najprimjenjivanijih je Kjeldahlov postupak koji se može koristiti zajedno s Kjeltecovim sustavom. U ovoj metodi dobiveni udjel dušika preračunava se u udjel proteina množenjem postotka dušika i odgovarajućeg faktora pretvorbe. Temelji se na razaranju organskih tvari u uzorku zagrijavanjem sa sumpornom kiselinom (uz dodatak katalizatora) te oslobađanju proteinskog i neproteinskog dušika koji zaostaje u obliku amonijevih soli. Dodatkom natrijevog hidroksida, iz amonijevih soli oslobađa se amonijak koji se predestilira u bornu kiselinu, a nastali amonijev borat titrira se klorovodičnom kiselinom.

Postupak: Oko 1 g (± 0.2 g) uzorka prebaci se u kivetu od 500 mL, doda se 15 mL 96%-tne sumporne kiseline i dvije Kjeldahl-ove tablete koje su katalizatori reakcije. Kivete se postave u blok za spaljivanje u digestoru te postepeno zagrijavaju na sve višu temperaturu. Postupak spaljivanja je završen kada se pojavi zelenkasta tekućina bez crnih komadića uzorka. Uzorci se skinu iz bloka, te prekriveni folijom da se spriječi isparavanje, ostave se da se hlade do sobne temperature. Sada se mogu pripremiti Erlenmeyerove tikvice koje se napune s 25 mL borne kiseline, a kiveta se prebaci u destilacijsku jedinicu Kjeltec sustava. Odgovarajući

uzorak i tikvica s bornom kiselinom stavlja se na odgovarajuće postolje u uređaju i aktivira proces. Destilacija traje oko 5 minuta, a nakon toga slijedi titracija sadržaja Erlenmeyerove tikvice klorovodičnom kiselinom dok ne dođe do promjene boje iz zelene u blijedoružičastu (bilježi se volumen utrošen za titraciju). Na isti način radi se “slijepa proba“ s 10 mL destilirane vode umjesto otopine uzorka (AOAC 991.20, 1995).

Račun: % ukupnog dušika = $(V - V_o) \times N \times 14.007 \times 100 / m$ [6],

% proteina = % uk. dušika x F [7],

pri čemu je

V – volumen klorovodične kiseline utrošen za titraciju uzorka (mL),

V_o – volumen klorovodične kiseline utrošen za titraciju slijepa probe (mL),

N – molaritet kiseline,

m- masa uzorka (mg),

F – faktor pretvorbe postotka dušika u proteine.



Slika 10. Automatizirani sustav za određivanje proteina **Kjeltec** (FOSS) i Kjeldahl tablete (Vlastita fotografija)

3.2.6. Određivanje udjela pepela

Princip: Pod pojmom pepela podrazumijeva se anorganski ostatak preostao nakon spaljivanja organske tvari neke namirnice (tvari već i u neprerađenom obliku sadrže minerale). Određivanje udjela pepela važno je jer se preko takve otopine spektrometrijskim metodama mogu odrediti pojedine mineralne tvari, što je korisno kod procjene kvalitete i ispravnosti hrane.

Postupak: Odvaži se 5 g (± 0.0001 g) uzorka i karbonizira na plameniku preko azbestne mrežice (u digestoru) dok potpuno ne pougljeni. Porculanska posudica mora biti prethodno žarena, ohlađena te izvagana. Nakon toga posudica s uzorkom prebacuje se u mufolnu peć, gdje se vrši spaljivanje na temperaturi od 550°C u trajanju od nekoliko sati (dok se ne postigne jednolični sivi pepeo). Ako nakon toga pepeo sadrži nesagorene ostatke, može se ohladiti i dodati 96%-tni etanol, te se pepeo nastavi spaljivati. Nakon mineralizacije, porculanska posudica s pepelom hladi se u eksikatoru i važe što je brže moguće zbog visoke higroskopnosti pepela (AOAC 950.49, 1995).

$$\text{Račun: \% pepela} = (m_3 - m_1) \times 100 / (m_2 - m_1) [8],$$

pri čemu je

m_1 – masa prazne porculanske posudice (g),

m_2 – masa porculanske posudice i uzorka prije spaljivanja (g),

m_3 – masa porculanske posudice i pepela (g).



Slika 11. Mufolna peć (Vlastita fotografija)

4. REZULTATI I RASPRAVA

Cilj ovog istraživanja bio je odrediti kemijski sastav kestena iz različitih prirodnih staništa s područja Karlovačke i Zagrebačke županije te usporediti podatke s obzirom na različitost porijekla uzoraka. U slijedećem poglavlju prikazani su podaci o kemijskom sastavu ukupno 30 uzoraka kestena, po 10 uzoraka s područja: Medvednice, Žumberačke gore i Samoborske gore. Rezultati se nalaze u tablicama 7-9 za svaku lokaciju, a vrijednosti su prikazane kroz masene udjele te izražene kao g / 100 g uzorka (%). Rezultati provedene analize varijance prikazani su u tablicama 10-15. Prosječni sastav pojedinih parametara po regijama prikazan je na slikama 12-17.

Tablica 7. Kemijski sastav izražen kao maseni udio (%) uzoraka kestena s područja Medvednice.

BROJ UZORKA	SUHA TVAR (%)	VODA (%)	PEPEO (%)	SIROVA MAST (%)	SIROVI PROTEINI (%)	ŠKROB (%)	PRIRODNI INVERT (%)	UKUPNI INVERT (%)	SAHAROZA (%)
M-1	50,63	49,37	1,12	2,30	2,57	30,81	0,84	9,32	8,48
M-2	50,80	49,20	1,20	2,00	2,75	32,97	0,74	9,98	9,24
M-4	47,85	52,15	1,16	2,05	3,03	28,11	0,67	11,59	10,92
M-7	50,23	49,77	1,16	2,35	2,44	31,89	0,72	10,40	9,68
M-8	51,96	48,04	1,00	2,43	2,20	32,43	0,87	10,03	9,16
M-11	46,80	53,20	1,11	1,88	2,46	31,08	0,76	9,89	9,13
M-12	54,80	46,00	1,12	3,21	2,91	32,97	0,82	10,63	9,81
M-13	53,10	49,90	1,08	2,47	3,02	32,97	0,77	10,20	9,43
M-14	51,75	48,25	1,06	2,02	3,20	30,54	0,83	9,95	9,12
M-19	53,00	47,00	1,00	3,49	2,42	29,73	0,78	9,16	8,38
Prosjek	51,09	49,29	1,10	2,42	2,70	31,35	0,78	10,12	9,34
St. dev.	2,29	2,07	0,06	0,51	0,31	1,53	0,06	0,65	0,68
Min.	46,80	46,00	1,00	1,88	2,20	28,11	0,67	9,16	8,38
Max.	54,80	53,20	1,20	3,49	3,20	32,97	0,87	11,59	10,92
Cv (%)	4,49	4,20	5,75	20,89	11,58	4,89	7,43	6,39	7,29

Tablica 8. Kemijski sastav izražen kao maseni udio (%) uzoraka kestena s područja Žumberačke gore.

BROJ UZORKA	SUHA TVAR (%)	VODA (%)	PEPEO (%)	SIROVA MAST (%)	SIROVI PROTEINI (%)	ŠKROB (%)	PRIRODNI INVERT (%)	UKUPNI INVERT (%)	SAHAROZA (%)
Ž-1	44,07	55,93	1,25	0,92	3,55	29,73	0,52	6,95	6,43
Ž-2	44,03	55,97	1,26	1,05	3,61	28,93	0,56	8,87	8,31
Ž-3	47,34	52,66	1,07	1,18	2,77	30,27	0,74	9,51	8,77
Ž-4	47,90	52,10	1,24	1,52	3,07	28,92	0,55	9,28	8,73
Ž-5	40,35	59,65	1,11	1,34	2,61	25,14	0,58	9,51	8,95
Ž-6	43,02	56,98	1,06	1,16	3,07	26,49	0,61	8,41	7,80
Ž-7	44,91	55,09	1,19	1,51	3,15	26,49	0,52	8,63	8,11
Ž-8	47,58	52,42	1,05	1,58	2,92	31,62	0,54	8,14	7,60
Ž-9	44,97	55,03	1,14	1,64	3,18	28,11	0,64	9,36	8,72
Ž-10	43,98	56,02	1,23	1,36	3,37	28,38	0,68	9,17	8,49
Prosjek	44,82	55,19	1,16	1,33	3,13	28,41	0,59	8,78	8,19
St. dev.	2,20	2,20	0,08	0,23	0,30	1,85	0,07	0,76	0,72
Min.	40,35	52,10	1,05	0,92	2,61	25,14	0,52	6,95	6,43
Max.	47,90	59,65	1,26	1,64	3,61	31,62	0,74	9,51	8,95
Cv (%)	4,92	3,99	6,86	17,29	9,68	6,51	11,69	8,62	8,80

Tablica 9. Kemijski sastav izražen kao maseni udio (%) komponenti uzoraka kestena s područja Samoborske gore.

BROJ UZORKA	SUHA TVAR (%)	VODA (%)	PEPEO (%)	SIROVA MAST (%)	SIROVI PROTEINI (%)	ŠKROB (%)	PRIRODNI INVERT (%)	UKUPNI INVERT (%)	SAHAROZA (%)
S-2	47,15	52,85	1,24	2,26	2,23	32,43	0,66	6,92	6,26
S-3	46,02	53,98	1,21	2,19	2,81	31,08	0,60	8,35	7,75
S-5	44,72	55,28	1,25	2,01	2,25	27,03	0,69	7,01	6,32
S-6	45,25	54,75	1,32	1,89	2,60	29,19	0,52	7,67	7,15
S-8	45,70	54,30	1,31	1,55	2,62	26,76	0,56	8,67	8,11
S-12	44,22	55,78	1,26	1,51	3,12	27,30	0,65	9,26	8,61
S-13	45,60	54,40	1,13	1,26	3,02	27,03	0,52	9,34	8,82
S-15	46,78	53,22	1,29	1,80	3,00	30,54	0,58	8,05	7,47
S-19	47,86	52,14	1,22	1,91	2,99	31,35	0,54	7,62	7,08
S-20	49,14	50,86	1,25	2,32	2,24	30,00	0,67	8,29	7,62
Prosjek	46,24	53,76	1,25	1,87	2,69	29,27	0,60	8,12	7,52
St. dev.	1,42	1,42	0,05	0,33	0,33	2,00	0,06	0,79	0,82
Min.	44,22	50,86	1,13	1,26	2,23	26,76	0,52	6,92	6,26
Max.	49,14	55,78	1,32	2,32	3,12	32,43	0,69	9,34	8,82
Cv (%)	3,08	2,65	4,18	17,64	12,42	6,83	10,22	9,78	10,85

Tablica 10. Analiza varijance (ANOVA) podataka iz tablica 7-9 za udio vode.

<i>Izvori varijacija</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-</i> <i>vrijednost</i>	<i>F krit.</i>
Između uzoraka	40,78576	9	4,531751	1,150783	0,380119	2,456281
Između lokaliteta	189,2656	2	94,63279	24,03085	8,28E-06	3,554557
Analitička greška	70,88349	18	3,937971			
Ukupno	300,9348	29				

Tablica 11. Analiza varijance (ANOVA) podataka iz tablica 7-9 za udio pepela.

<i>Izvori varijacija</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-</i> <i>vrijednost</i>	<i>F krit.</i>
Između uzoraka	0,03903	9	0,004337	0,851997	0,581113	2,456281
Između lokaliteta	0,109447	2	0,054723	10,75115	0,000847	3,554557
Analitička greška	0,09162	18	0,00509			
Ukupno	0,240097	29				

Tablica 12. Analiza varijance (ANOVA) podataka iz tablica 7-9 za udio masti.

<i>Izvori varijacija</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-</i> <i>vrijednost</i>	<i>F krit.</i>
Između uzoraka	1,383413	9	0,153713	0,99318	0,478781	2,456281
Između lokaliteta	5,98424	2	2,99212	19,33292	3,29E-05	3,554557
Analitička greška	2,785827	18	0,154768			
Ukupno	10,15348	29				

Tablica 13. Analiza varijance (ANOVA) podataka iz tablica 7-9 za udio proteina.

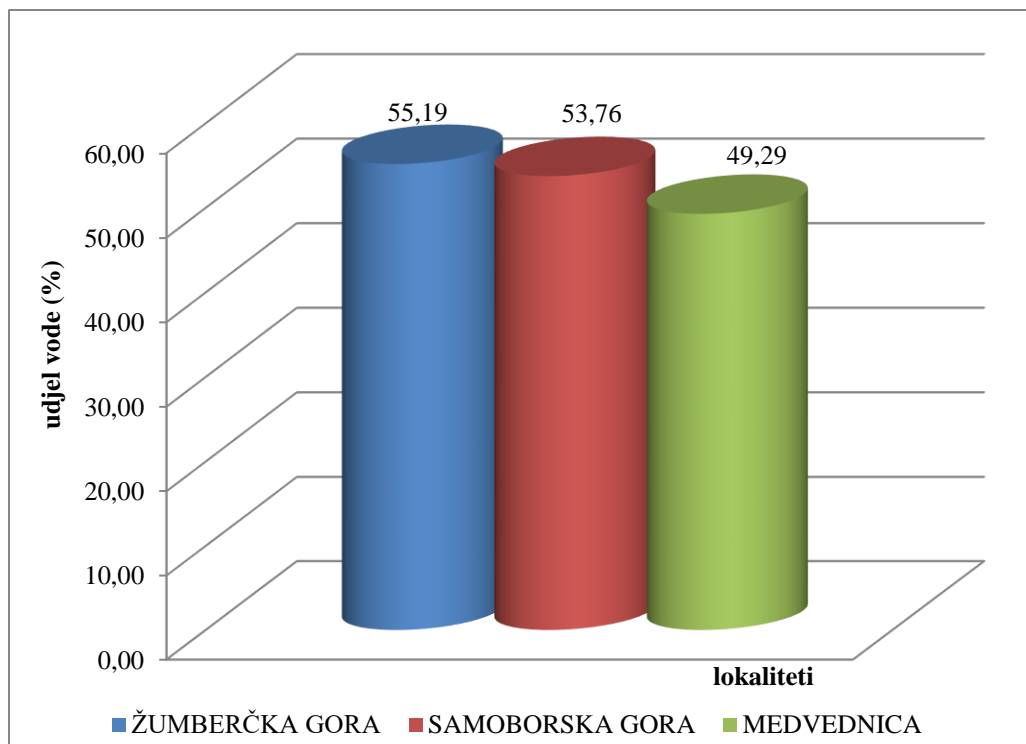
<i>Izvori varijacija</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-vrijednost</i>	<i>F krit.</i>
Između uzoraka	1,165987	9	0,129554	1,263276	0,320397	2,456281
Između lokaliteta	1,268027	2	0,634013	6,182234	0,00904	3,554557
Analitička greška	1,845973	18	0,102554			
Ukupno	4,279987	29				

Tablica 14. Analiza varijance (ANOVA) podataka iz tablica 7-9 za udio škroba.

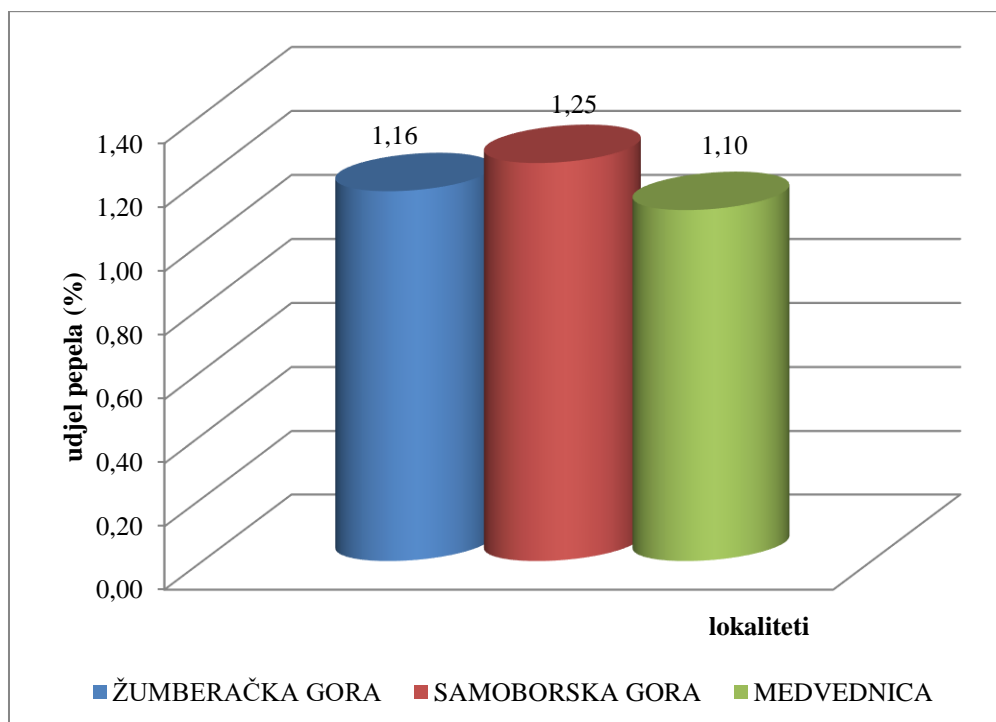
<i>Izvori varijacija</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-vrijednost</i>	<i>F krit.</i>
Između uzoraka	43,33863	9	4,815403	1,596713	0,190163	2,456281
Između lokaliteta	45,74125	2	22,87062	7,583542	0,004084	3,554557
Analitička greška	54,28482	18	3,015823			
Ukupno	143,3647	29				

Tablica 15. Analiza varijance (ANOVA) podataka iz tablica 7-9 za udio saharoze.

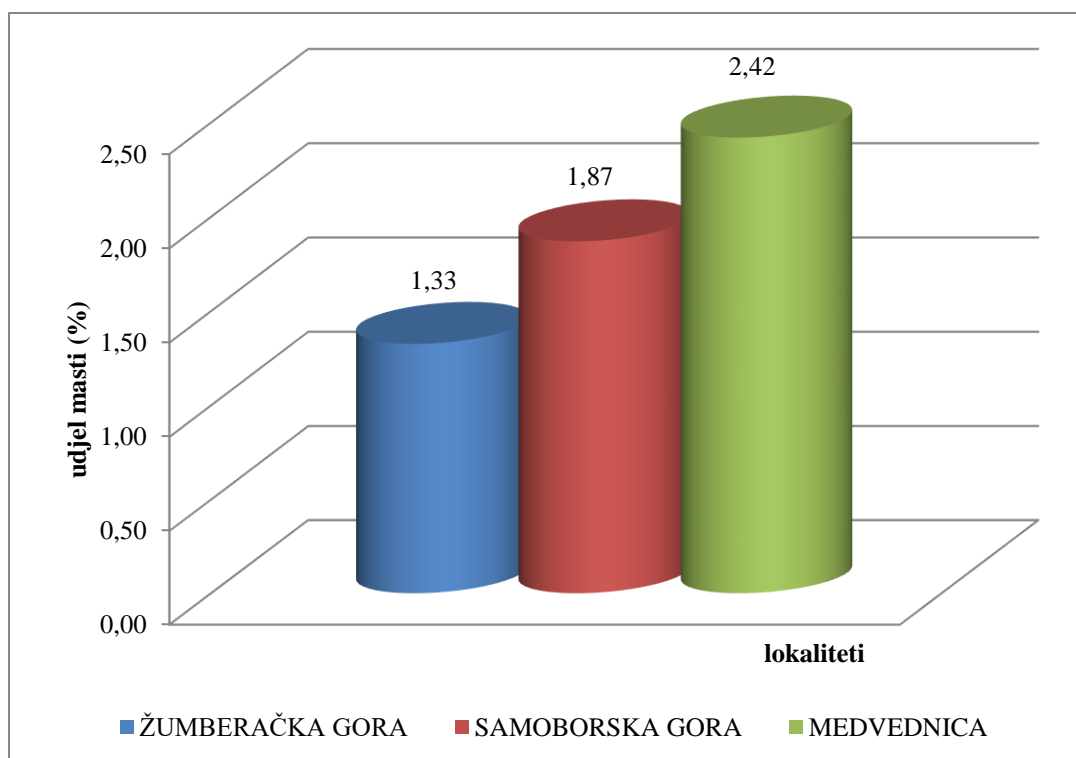
<i>Izvori varijacija</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-vrijednost</i>	<i>F krit.</i>
Između uzoraka	7,13215	9	0,792461	1,525678	0,212729	2,456281
Između lokaliteta	16,86059	2	8,430293	16,23034	9,35E-05	3,554557
Analitička greška	9,34948	18	0,519416			
Ukupno	33,34222	29				



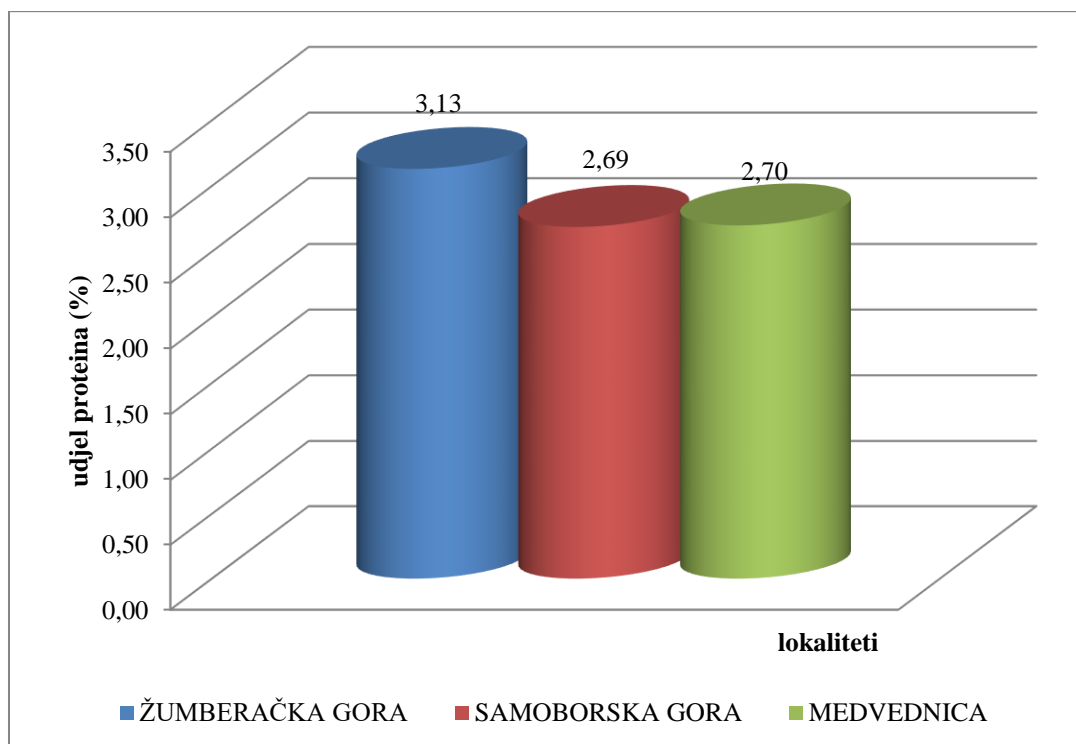
Slika 12. Prosječni udjel vode (%) u svim istraživanim uzorcima po lokalitetima.



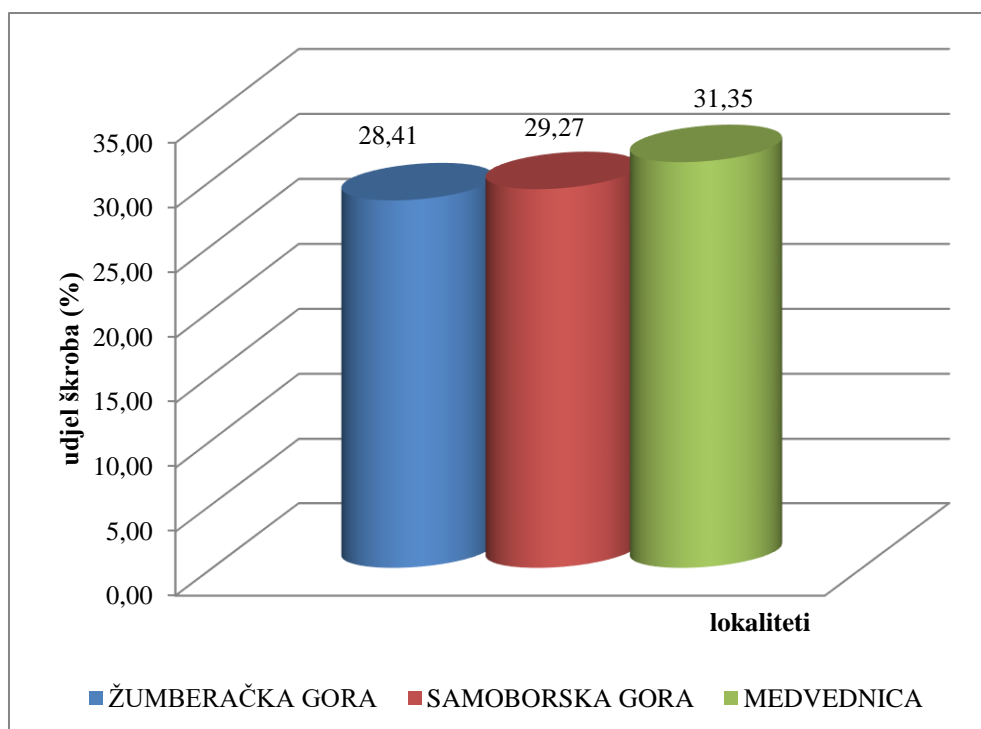
Slika 13. Prosječni udjel pepela (%) u svim istraživanim uzorcima po lokalitetima.



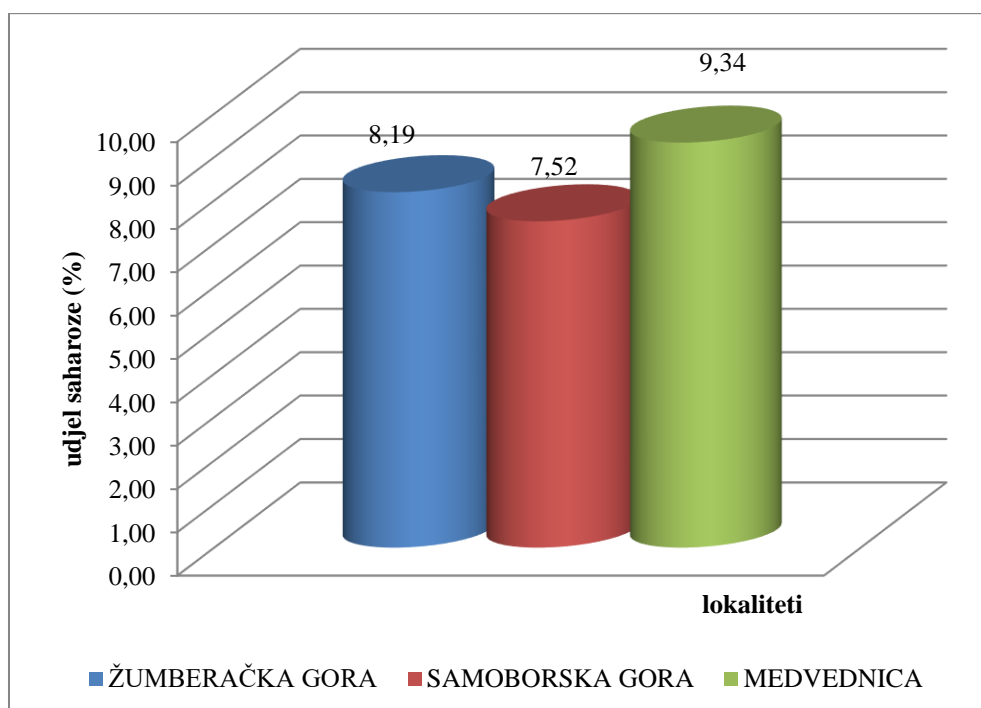
Slika 14. Prosječni udjel masti (%) u svim istraživanim uzorcima po lokalitetima.



Slika 15. Prosječni udjel proteina (%) u svim istraživanim uzorcima po lokalitetima



Slika 16. Prosječni udjel škroba (%) u svim istraživanim uzorcima po lokalitetima.



Slika 17. Prosječni udjel saharoze (%) u svim istraživanim uzorcima po lokalitetima.

U tablicama 7-9 prikazane su dobivene vrijednosti analize kemijskog sastava kestena (maseni udjel vode, pepela, masti, proteina, škroba i saharoze) s područja Žumberačke gore, Samoborske gore te Medvednice. Na dnu tablica navedene su prosječna vrijednost, raspon vrijednosti (minimum i maksimum), vrijednost standardne devijacije te koeficijent varijabilnosti za sve parametre svakog lokaliteta. U tablicama 10-15 prikazane su analize varijance (ANOVA) podataka iz tablica 7-9 kako bi se utvrdilo postojanje statistički značajnih razlika između različitih područja staništa kestena, kao i unutar samih lokaliteta.

Maseni udjel vode u uzorcima kestena s područja Medvednice kretao se između 46-53,2 %, prosječna vrijednost iznosila je 49,29 %, što je malo niže od izmjerene vrijednosti prema Kaić-Raku i Antoiću iz 1990. godine, koja je iznosila 52 % za hrvatski kesten. Vrijednosti dobivene za maseni udjel pepela kretale su se od 1-1,2 %, a prosječni iznos bio je 1,1 %. Kada se ovi rezultati usporede s europskim prosjekom može se vidjeti sličnost u postotku pepela, međutim kesten iz Kine sadržavao je čak 15,11 % pepela prema istraživanju iz 2016. godine (Guo i sur., 2016). Maseni udio sirove masti na području Medvednice kretao se od 1,88-3,49%, s prosječnom vrijednosti 2,42% koja je malo niža od raspona masti kestena u Italiji, koji se kretao oko 3,71 % (Neri i sur., 2010). Dobivena srednja vrijednost za udjel proteina iznosila je 2,7 %, a kada se vrijednost usporedi s rezultatima za europski (1,63 %) i japanski (2,25 %) kesten, vidi se da su približno jednake, dok je kineski kesten prema rezultatima najnovijih istraživanja s najvećim udjelom proteina od 4,2 %. Najmanja vrijednost masenog udjela škroba iznosila je 28,11 %, a najveća 32,97 %, dok je prosjek rezultata iznosio 31,35 %. U usporedbi s rasponom vrijednosti kineskog kestena koja iznosi 34,11-53,91 %, maseni udjel škroba s istraživanih lokaliteta ima nižu vrijednost. Udjel saharoze u kestenu s područja Medvednice varirao je između 8,38-10,92 %, s prosječnom vrijednosti 9,34 %, što je manje nego švicarski kesten koji je imao raspon vrijednosti između 10,45-19,74 % (Künsch i sur., 2001). U usporedbi s ostalim provedenim istraživanjima može se zaključiti da je kesten s područja Medvednice najbliži europskom tipu kestena.

Na području Žumberačke gore maseni udjel vode u uzorcima kestena iznosio je u prosjeku 55,19 %, što je više od kineskog (43,95 %), a manje od japanskog (61,41 %) udjela vode u kestenu. Vrijednost za pepeo kretala se između 1,05-1,26 %, dok prema drugim autorima ona može varirati između 0,83-4,92 % (Brighenti i sur., 1998, Demiate i sur., 2001). Europski i japanski prosjek također iznosi oko 0,9 %, a dobiveni rezultati s područja Žumberačke gore najbliži su onima za pepeo švicarskog i francuskog kestena koji je varirao od 1,02-3,22 % (Ertürk i sur., 2006). Prosječna vrijednost udjela sirove masti iznosila je 1,33 %, s rasponom od 0,92-1,64, što je vrlo slično vrijednosti europskog kestena, a više od kineskog (1,11 %) i japanskog (0,53 %) kestena. Ukupna sirova mast španjolskog kestena varirala je od 0,66-5,59 %, a švicarskog 0,49-2,01 %, što znači da se ove vrijednosti mogu povezati s hrvatskim na temelju geografskog podrijetla kestena (Ferreira - Cardoso i sur., 1993, Ertürk i sur., 2006). Vrijednosti za maseni udio proteina kretale su se od 2,61-3,61 %, dok je prosjek bio 3,13 %. Kada se ove vrijednosti usporede s onim kineskog kestena (3,81-9,11 %), može se vidjeti da su dosta niže, no ipak nešto više od europskog (1,63 %) i japanskog (2,25 %) kestena. Prosječna vrijednost za maseni udjel škroba iznosila je 28,41 %, minimalna vrijednost bila je 25,14 %, a maksimalna 31,62 %. Dobiveni rezultat poprilično je nizak u usporedbi sa švicarskim kestenom čiji je raspon bio 54,45-69,70 %, međutim bilo je i nižih vrijednosti s prosjekom 29,8 %, kao kod autora u Turskoj (Ertürk i sur., 2006; Üstün i sur., 1999). Maseni udjel saharoze u kestenu s područja Žumberačke gore iznosi u prosjeku 8,19 %, a raspon vrijednosti je 6,43-8,95 %, što je značajno različito od istraživanja iz Italije (10,45-19,74 %), kao i iz Kine (12,76 %) koji imaju više vrijednosti (Pinnavaia i sur., 1993; Guo i sur., 2016). Prema ovim podacima može se zaključiti da je kesten s područja Žumberačke gore najbliži kestenom istraživanom u Španjolskoj 1993. godine.

U tablici 9 navedeni su vrijednosti za zadane parametre s područja Samoborske gore. Maseni udjel vode kretao se u rasponu od 50,86-55,78 %, a prosjek je bio 53,76 %, što je najbliže udjelu vode europskog kestena (52%). Prosječna vrijednost za udjel pepela iznosila je 1,25 %, minimalna vrijednost bila je 1,13 %, a maksimalna 1,32%. Ove vrijednosti u usporedbi s kineskim (1,67 %) nisu visoke, a sličnije su vrijednostima sa Žumberačke gore (1,16 %). Analizirani uzorci pokazuju visok postotak masti od 1,87 % u prosjeku, u usporedbi sa rasponom 0,49-2,01 % koji je utvrđen kod kestena u Turskoj (Ertürk i sur., 2006). Maseni udjel sirovih proteina kretao se u rasponu od 2,23-3,12 %, prosječna vrijednost bila je 2,69 % što je gotovo identično podacima za proteine s područja Medvednice. Prosječna vrijednost

masenog udjela za škrob iznosila je 29,27 %, a raspon je varirao između 26,76-32,43 %, što je značajno manje od raspona određenog istraživanjem u Turskoj (54,45-69,70 %) te raspona masenog udjela škroba u kestenu iz Kine (30,21-43,21 %) (Ertürk i sur., 2006; Guo i sur., 2016). Minimalna vrijednost za maseni udjel saharoze na području Samoborske gore bila je 6,26 %, a maksimalna 8,82 %, dok je prosječna vrijednost iznosila 7,52 %. U usporedbi sa kineskim udjelom saharoze (12,76 %) relativno je niska, ali vrlo slična udjelima saharoze sa hrvatskog područja. Prema dobivenim podacima i u usporedbi s ostalim provedenim istraživanjima može se zaključiti da je kesten s područja Samoborske gore vrlo sličan kestenu s područja Žumberačke gore, a samim time i španjolskom kestenu.

Analizom podataka kemijskog sastava kestena s različitih područja Republike Hrvatske dobiveni su slijedeći zaključci: prosječni maseni udjel vode uzoraka iznosi 52,7 % i gotovo je identičan masenom udjelu vode europskog kestena (52%). Prosječni maseni udjel pepela hrvatskih lokaliteta iznosi 1,17 % što je približno jednako masenim udjelima pepela europskog i japanskog kestena (0,9 %) iz tablice 2. Prosječni udjel masti analiziranih uzoraka iznosi 1,87 %, s najvišom prosječnom vrijednosti uzoraka s Medvednice, što je najbližije rezultatima kineskog kestena (2,15 %) (Guo i sur., 2016). Udjeli proteina kineskog (5,41 %), turskog (7,87 %), kao i talijanskog (3,71 %) kestena viši su od onih s analiziranih područja gdje je srednja vrijednost udjela proteina bila 2,84 % (Guo i sur., 2016; Ertürk i sur., 2006; Pinnavaia i sur., 1993). Prosječna vrijednost masenog udjela škroba hrvatskog kestena iznosila je 29,68 %, gotovo identične vrijednosti kao i kesten istraživan u Turskoj (prosječno 29,80 %) (Üstün i sur., 1999). Prosječni maseni udio saharoze analiziranih uzoraka iznosio je 8,35 %, što je znatno niže od rezultata istraživanja švicarskog (12,40 %), turskog (15,07 %) i kineskog kestena (12,76 %) (Künsch i sur., 2001; Ertürk i sur., 2006; Guo i sur., 2016).

Analiza varijance (ANOVA) podataka iz tablica od 7 do 9 pokazala je unutar samih područja između uzoraka nema značajnih razlika, dok između skupina lokaliteta postoje statistički značajne razlike po parametrima, što se može pripisati karakteristikama tla, klimatskim uvjetima, reljefu na kojem se nalazi drvo, kao i nadmorskoj visini te blizini većih vodenih površina koje utječu na vlagu, svjetlost i temperaturne amplitude.

5. ZAKLJUČCI

1. Analizom 30 uzoraka kestena prikupljenih s područja Medvednice, Žumberačke gore i Samoborske gore utvrđeno je da raspon udjela vode iznosi 46,00-59,65 %, udjela pepela 1,00-1,32 %, udjela masti 0,92-3,49 %, udjela proteina 2,20-3,61 %, udjela škroba 25,14-32,97 %, udjela prirodnog inverta 0,52-0,87 % i udjela saharoze 6,26-10,92 %.

2. Kemijski sastav kestena s područja Karlovačke i Zagrebačke županije razlikuje se od sastava kestena iz Turske po udjelu proteina, škroba i saharoze, kojih turski ima u višem postotku, a slični su po masenom udjelu pepela i masti.

3. Kemijski sastav kestena s hrvatskog područja u odnosu na kesten s područja Kine gotovo je identičan po masenom udjelu masti i približno jednak po udjelu saharoze. Vrijednosti za udjel proteina, škroba i pepela uvjerljivo su više kod kineskog kestena, što ukazuje na postojanje značajnih razlika u sastavu kestena podrijetlom s dva različita kontinenta.

4. Udjel vode u kestenu s analiziranih područja vrlo je sličan udjelu vode u europskom kestenu. Također, udjel pepela kreće se u sličnom rasponu kod kestena s istraživanih hrvatskih lokaliteta i europskog, turskog, talijanskog kestena.

5. Između uzoraka unutar istog područja nije utvrđena statistički značajna razlika za sve istraživane parametre. Između različitih analiziranih područja utvrđena je statistički značajna razlika za sve istraživane parametre koja se može pripisati karakteristikama tla, reljefu, klimatskim uvjetima, blizini vodenih površina kao i nadmorskoj visini.

6. LITERATURA

Anonymous 1 (2010) Fruits, <<http://www.tasteofjapan.ru/eng/products/fruits/kuri.php>>. Pristupljeno 28. lipnja 2017.

Anonymous 2 (2017) Slika Chestnut, sweet (*Castanea sativa*), <<https://www.woodlandtrust.org.uk/visiting-woods/trees-woods-and-wildlife/british-trees/common-non-native-trees/sweet-chestnut/>>. Pristupljeno 1. srpnja 2017.

Anonymous 3 (2015) Slika istarskog maruna, <<https://hr.wikipedia.org/wiki/Marun>>. Pristupljeno 1. srpnja 2017.

Anonymous 4 (2016) Slike Chinese chestnut *Castanea mollissima* Blume, <<https://www.insectimages.org/browse/subthumb.cfm?sub=3890&Node=7>>. Pristupljeno 25. lipnja 2017.

Anonymous 5 (2000) Slike *Castanea crenata*, <<http://www.apsnet.org/publications/apsnetfeatures/Pages/ChestnutBlightDisease.aspx>>. Pristupljeno 1. srpnja 2017.

Anonymous 6 (2016) Slike američkog kestena, <<https://www.purdue.edu/fnr/extension/blog/2016/03/04/american-chestnut/>>. Pristupljeno 25. lipnja 2017.

Anonymous 7 (2008) USDA National Nutrient Database for Standard Reference, <nal.usada.gov.com>. Pristupljeno 22. 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 925.35: 2000, Sucrose in Fruits and Fruit Products.

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

AOAC 991.20:1995, Analysis of Protein, Total Kjeldahl Nitrogen.

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

- Brighenti, F., Campagnolo, M., Bassi, D. (1998) Biochemical characterization of the seed in instinct chestnut genotypes (*C. sativa*). International Symposium on Chestnut, 2., Bordeaux, Francuska.
- Demiante, I. M., Oetterer, M., Wosiacki, G. (2001) Characterization of chestnut (*Castanea sativa*) starch for industrial utilization. *Braz. Arch Biol. Techn.*, **44**, 69-78.
- Conedera, M., Krebs, P. (2008) History, Present Situation and Perspective of Chestnut Cultivation in Europe. WSL Swiss Federal Research Institute, Bellinzona, Švicarska.
- Ertürk, U., Mert, C., Soylu, A. (2006) Chemical Composition of Fruits of Some Important Chestnut Cultivars. *Braz. Arch. Biol. Technol.* **49**, 183-188.
- FAO (2017) Food and agriculture organization, <<http://www.fao.org/>>. Pristupljeno 27. lipnja 2017.
- Ferreira - Cardoso, J. V., Fontainhas-Fernandes, A. A., Torres-Pereira, M.G. (1993), Nutritive value and technological characteristics of *Castanea sativa* Mill. fruits - comparative study of some Northeastern Portugal cultivars. In: International Congress on Chestnut, Spoleto, Italija.
- Franjić, J., Škvorc, Ž. (2010) Šumsko drveće i grmlje Hrvatske, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zagreb.
- Guo, H., Zhao, Y., Chang, X., Yang, B., Wu, Z. (2016) Evaluation Model Construction of Peak Sweet Processing Suitability of Different Varieties of Chestnut. *JASFT*. **17(9)**, 2186-2194.
- Huntley, B. & Birks, H. J. B. 1983. *An Atlas of Past and Present Pollen Maps for Europe 0-13000 Years Ago*. Cambridge Univ. Pr.
- Idžojtić, M. (2009) Listopadno drveće i grmlje u zimskom razdoblju, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zagreb.
- ISO 10520: 1997, Native starch – Determination of starch content – Ewers polarimetric method.
- Kaić-Rak, A., Antoniće, K. (1990) Tablice o sastavu namirnica i pića, Zavod za zaštitu zdravlja SR Hrvatske, Zagreb.

Košnovská J. (2013) The Origin, Archaeobotany and Ethnobotany of Sweet Chestnut (*Castanea sativa* Miller) in the Czech Republic. *IANS*. **4**, 163-176.

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

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, China.

Muratović A., Kurtović, M., Jerebica, Dž. (1999) Voćarstvo, Studentska štamparija Univerziteta Sarajevo, Sarajevo.

Neri, L., Dimitri, G., Sacchetti, G. (2010) Chemical composition and antioxidant activity of cured chestnut from three sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.) ecotypes from Italy. *J. Food Compos. Anal.* **23**, 23-29.

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

Üstün, N., Tosun, Y., Serdar, Ü. (1999) Technological properties of chestnut varieties grown in Erfelek district of Sinop city. *Acta Hort*, **494**, 107-110.

Weir R., Cresswell, G. (1993) Plant Nutrient Disorders: Temperate & Subtropical Fruit and Nut Crops, Inkata Press, Sydney.