

Kemijski sastav različitih sorti oraha

Vasiljević, Dorotea

Undergraduate thesis / Završni rad

2018

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:159:900244>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-29**



Repository / Repozitorij:

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



Sveučilište u Zagrebu
Prehrambeno-biotehnološki fakultet

Preddiplomski studij Nutricionizam

Dorotea Vasiljević

6974/N

KEMIJSKI SASTAV RAZLIČITIH SORTI ORAHA

ZAVRŠNI RAD

Predmet: Analitika hrane

Mentor: prof. dr. sc. Nada Vahčić

Zagreb, 2018.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Završni rad

Sveučilište u Zagrebu

Prehrambeno-biotehnološki fakultet

Preddiplomski sveučilišni studij Nutricionizam

Zavod za poznavanje i kontrolu sirovina i prehrambenih proizvoda

Laboratorij za kontrolu kvalitete u prehrambenoj industriji

Znanstveno područje: Biotehničke znanosti

Znanstveno polje: Nutricionizam

KEMIJSKI SASTAV RAZLIČITIH SORTI ORAHA

Dorotea Vasiljević, 0066215366

Sažetak: Orah (*Juglans regia L.*) je biljka koja pripada skupini orašastih plodova, a radi svog kemijskog sastava ističe se kao namirnica koja povoljno utječe na zdravlje ljudi. U ovom radu sakupljeno je 12 različitih uzoraka oraha, različitih sorti iz različitih podneblja, te je određivan njihov kemijski sastav prema standardnim metodama. Svakom uzorku određen je udio vode, pepela, masti i proteina, a udio ugljikohidrata dobiven je iz razlike. Udio vode iznosio je 2,85-3,34%, udio pepela 1,31-2,25%, udio proteina 16,27-21,36%, udio masti 64,09-72,61% te udio ukupnih ugljikohidrata 3,08-13,66%. Rezultati su uspoređeni s podacima iz tablica prehrambenih vrijednosti te podacima iz različitih znanstvenih radova.

Ključne riječi: kemijski sastav, orah

Rad sadrži: 24 stranice, 8 slika, 4 tablice, 25 literaturna navoda

Jezik izvornika: hrvatski

Rad je u tiskanom i elektroničkom obliku pohranjen u knjižnici Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Kačićeva 23, 10 000 Zagreb

Mentor: prof. dr. sc. Nada Vahčić

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

Datum obrane: 10. rujna 2018.

BASIC DOCUMENTATION CARD

Bachelor thesis

University of Zagreb
Faculty of Food Technology and Biotechnology
University undergraduate study Nutrition

Department of Food Quality Control and Nutrition
Laboratory for Food Quality Control and Nutrition

Scientific area: Biotechnical Sciences
Scientific field: Nutrition

CHEMICAL COMPOSITION OF DIFFERENT SORTS OF WALNUT

Dorotea Vasiljević, 0066215366

Abstract: Walnut (*Juglans regia* L.) is a plant that belongs to the group of nuts, and because of its chemical composition it is considered to have very good impacts on human health. For the purposes of this study, 12 different samples of walnuts, of different sorts from different climates, were collected in order to determine its chemical composition using the standard methods. The amount of water, ash, total fat and proteins was determined in each sample and total carbohydrates were determined by the difference. The results showed that the range of water content was from 2,85 to 3,34%, ash content from 1,31 to 2,25%, protein content from 16,27 to 21,36%, fat content from 64,09 to 72,61% and total carbohydrates content from 3,08 to 13,66%. The results of the analysis were then compared with the official nutritional value data and data collected from various scientific researches.

Keywords: chemical composition, walnut

Thesis contains: 24 pages, 8 figures, 4 tables, 25 references

Original in: Croatian

Thesis is in printed and electronic form deposited in the library of the Faculty of Food Technology and Biotechnology, University of Zagreb, Kačićeva 23, 10 000 Zagreb

Mentor: PhD Nada Vahčić, Full Prof.

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

Defence date: September 10th 2018

Sadržaj

1. Uvod	1
2. Teorijski dio	2
2.1. Sistematika i taksonomija roda <i>Juglans</i>	2
2.2. Karakteristike biljke oraha	2
2.3. Podrijetlo i rasprostranjenost oraha	3
2.4. Kemijski sastav jezgre oraha	4
2.4.1. Masne kiseline	5
2.4.2. Proteini	6
2.5. Utjecaj oraha na zdravlje	7
3. Eksperimentalni dio	8
3.1. Materijali	8
3.2. Metoda rada	9
3.2.1. Priprema uzoraka	9
3.2.2. Određivanje udjela vode/suhe tvari	9
3.2.3. Određivanje udjela mineralnog ostatka (pepela)	10
3.2.4. Određivanje udjela sirovih proteina	11
3.2.5. Određivanje udjela sirove masti	12
3.2.6. Određivanje udjela ugljikohidrata	14
4. Rezultati rada	15
4.1. Rasprava	19
5. Zaključak	21
6. Literatura	22

1. Uvod

Orašasto voće predstavlja nezaobilazan dio ljudske prehrane upravo radi svog bogatog nutritivnog sastava – karakterizira ga bogat izvor nezasićenih masnih kiselina, biljnih proteina, vitamina i minerala te drugih bioaktivnih komponenti, kao što su tokoferoli, fitosteroli te fenolni spojevi. Agencija za hranu i lijekove (Food and drug administration, FDA) orašasto voće svrstava u kategoriju hrane koja smanjuje rizik od krvožilnih bolesti. Prema provedenim istraživanjima, redovito konzumiranje orašastih plodova dovodi do povišenja koncentracije serumskog lipoproteina visoke gustoće (high density lipoprotein, HDL) te do sniženja koncentracije serumskog lipoproteina niske gustoće (low density lipoprotein, LDL). Dalje, ima pozitivan učinak na smanjenje visokog krvnog tlaka, upalne procese u organizmu te izraženo antioksidativno djelovanje, a prema nekim istraživanjima potencijalno smanjuje i rizik od pojave dijabetesa tipa II (Ros, 2010). U orašasto voće ubrajamo orah, lješnjak, kesten, badem i kikiriki te druge podvrste.

Orah je najčešće uzgajani orašasti plod diljem svijeta. Kemijski sastav oraha ne razlikuje se uvelike od kemijskog sastava drugih orašastih plodova – kod kemijskog sastava oraha najveći udio predstavljaju masne kiseline, prvenstveno omega-3 i omega-6 polinezasićene masne kiseline, a nakon masnih kiselina, najveći udio kemijskog sastava otpada na proteine. Proteini oraha sadrže sve esencijalne aminokiseline, čineći orah izvorom potpunog biljnog proteina (Taha i Al-Wadaan, 2011).

Cilj ovog rada bio je odrediti kemijski sastav oraha različitih staništa, odnosno odrediti udio vode, suhe tvari, pepela, proteina i masti te usporediti dobivene rezultate sa sastavom oraha iz različitih literaturnih izvora.

2. Teorijski dio

2.1. Sistematika i taksonomija roda *Juglans*

Orah (*Juglans regia* L.) pripada kategoriji listopadnih stabala iz istoimene porodice oraha (*Juglandaceae*). U literaturi se najčešće navodi kao perzijski, grčki ili karpatski orah, dok mu je u Hrvatskoj uobičajen naziv obični orah. Porodica oraha obuhvaća 8 rodova i oko 70 vrsta, a taksonomska klasifikacija oraha dana je tablicom 1.

Tablica 1. Sistematska pripadnost vrste (Čurin, 2014).

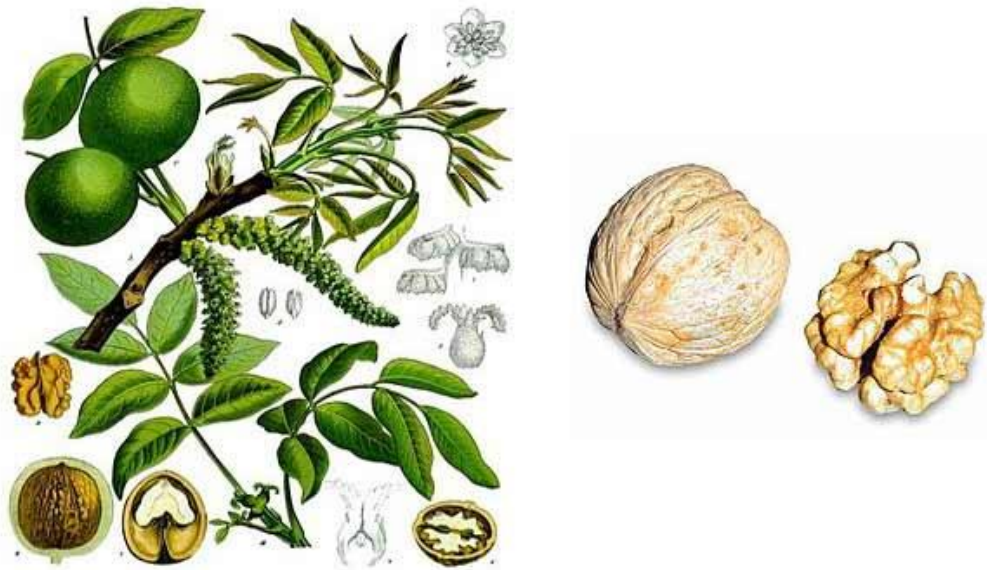
Carstvo	<i>Plantae</i> (biljke)
Odjeljak	<i>Angiospermae</i> (kritosjemenjače)
Razred	<i>Dicotyledanae</i> (dvosupnice)
Podrazred	<i>Hamamelidae</i>
Red	<i>Juglandales</i> (orasi)
Porodica	<i>Juglandaceae</i> (orasi)
Rod	<i>Juglans</i> (orah)
Vrsta	<i>Juglans regia</i> (obični orah)

2.2. Karakteristike biljke oraha

Drvo oraha doseže visinu do 30 metara, a riječ je o listopadnom drvetu s vrlo snažnim i razgranatim korijenom te snažno razvijenom sržnom žilom. Krošnja drveta je manje razgranata, ali široka. Upravo radi duboke žile srčanice te razgranatog korijenovog sustava, drvo oraha nalazi primjenu i u sprječavanju erozija i klizišta, odnosno uzgaja se i kao vrsta za erodirane prostore (Littvay, 2011).

Drvo oraha predstavlja heliofitnu biljku, odnosno da bi davalo plodove, drvo ima potrebe za pojačanom svjetlošću pa se tako aktivni dio nalazi na samom vrhu grana. Listovi su neparno perasti te se sastoje od 5 do 9 listića koje su eliptičnog oblika te zašiljeni na vrhu. Cvjetovi drva

oraha jednogospolni su i jednodomni (drvo oraha ima odvojene muške i ženske cvjetove). Plod je okruglasta koštunica veličine 3-5 cm, građena od vanjskog zelenog egzokarpa (opne), drvenastog endokarpa (ljuske) te klice s dva kotiledona koja se nalazi u samoj unutrašnjosti. Drvo može dosegnuti starost veću od 100 godina, cvijeta u svibnju, a plodovi dozrijevaju u rujnu (Anonymous 1, 2015).



Slika 1. Plod, listovi i rese oraha (Anonymous 2, 2014).

2.3. Podrijetlo i rasprostranjenost oraha

Za orah se pretpostavlja kako je podrijetlom iz područja središnje i Male Azije, no Iran se također navodi kao njegova zemlja porijekla. U 4.st.pr.Kr. Aleksandar Veliki donosi ga u Grčku pod imenom "persicon" te je tako putem Rimljana počelo njegovo širenje Europom. Prema većini znanstvenih radova, prvi ostaci *Juglans* peluda u Europi smještaju se upravo u vremensko razdoblje osnivanja grčke i rimske civilizacije (Beer i sur., 2007).

Drvo oraha, zadržalo se na području Europe pa ga tako danas nalazimo diljem cijelog europskog kontinenta, no najviše se uzgaja na jugu srednje Europe te jugozapadu. Diljem svijeta, uzgaja se i u Americi, Australiji, Novom Zelandu, južnoj Africi te Japanu (Beer i sur., 2007). Slika 2. predočava nam raspodjelu uzgoja orahovog drveta diljem svijeta.

Orah raste uglavnom u uvjetima umjerene i suptropske klime, a pošto je riječ o heliofilnoj biljci, drvo oraha neće uspjevati u hladnim područjima, odnosno područjima s mrazovima. Temperatura pogodna za uzgoj je ona iznad 15,5 °C, a količina padalina mora se kretati oko 600 mm (Littvay, 2011).



Slika 2. Raspodjela uzgoja orahovog drveta. (Anonymous 3, 2008.)

Na prostorima Republike Hrvatske obični orah pronalazimo na brežuljkastim terenima Hrvatskog zagorja, oko Požege, Koprivnice, Bjelovara, Daruvara, Kutine, Siska, Jastrebarskog, Ozlja, u istočnoj Slavoniji oko Vukovara, Iloka i u Baranji, a u Dalmaciji oko Splita, Zadra i u Istri (Littvay, 2011). No, iako je orah rasprostranjen diljem cijele Hrvatske, uzgoj istoga je nažalost zapostavljen.

2.4. Kemijski sastav jezgre oraha

Orah je namirnica koja obiluje makro i mikronutrijentima. Prema podacima Organizacije za hranu i poljoprivredu (Food and agriculture organization, FAO), kemijski sastav oraha čini 17% proteina, 65% masti te 16,5% ugljikohidrata (FAO, 2018). Podaci o kemijskom sastavu u manjoj mjeri će varirati ovisno o literaturnom izvoru. Tablica 2. prikazuje nutritivnu vrijednost oraha

prema podacima prikupljenima od strane Ministarstva poljoprivrede Sjedinjenih Američkih Država (The United States Department of Agriculture, USDA). Uz makro i mikronutrijente, bitna komponenta kemijskog sastava oraha su njegove bioaktivne tvari, flavonoidi, fenolne kiseline, polifenoli i pektinske tvari. Upravo zato se orah smatra nutraceutikom, odnosno namirnicom koja potencijalno može povoljno djelovati na ljudsko zdravlje (Taha i Al-Wadaan, 2011).

Tablica 2. Nutritivna vrijednost oraha (USDA, 2018).

Nutrijent	Količina na 100 g
Energija (kcal)	654
Voda (g)	4,07
Proteini (g)	15,23
Masti (g)	65,21
Ugljikohidrati (g)	13,71
Šećer, ukupni (g)	2,61
Dijetalna vlakna (g)	6,7

2.4.1. Masne kiseline

Masne kiseline u plodu oraha predstavljaju glavni dio kemijskog sastava, od kojih redom najveći udio predstavljaju polinezasićene (eng. PUFA) i mononezasićene (eng. MUFA) masne kiseline, a prisutan je i manji udio zasićenih (eng. SFA) masnih kiselina. Orah je predstavnik orašastog voća s najvećim udjelom polinezasićenih masnih kiselina (78% od ukupnog sastava masnih kiselina) – bogat je i omega-3 i omega-6 masnim kiselinama, neke od kojih predstavljaju esencijalne masne kiseline potrebne čovjeku. Od mononezasićenih masnih kiselina ističe se oleinska kiselina, koja ulju oraha daje visoku oksidativnu stabilnost, čineći ga tako pogodnim za procese pripreme hrane koji se baziraju na prženju (Taha i Al-Wadaan, 2011).

Tablicom 3. prikazan je profil masnih kiselina u orahu.

Tablica 3. Nutritivna vrijednost *Juglans regia* L. (Taha i Al-Wadaan, 2011).

MASNE KISELINE	Udio na 100 g
Oleinska kiselina (C18:1)	25,26 %
Linolna kiselina (C18:2)	57,10 %
Linolenska kiselina (C18:3)	10,34 %
Miristinska kiselina (C14:0)	0,24 %
Palmitinska kiselina (C16:0)	4,28 %
Stearinska kiselina (C18:0)	1,85 %
Arahidonska kiselina (C20:0)	0,19 %
MUFA ukupno	22,37 %
PUFA ukupno	70,49 %
SFA ukupno	7,21 %
PUFA/SFA	9,91

Uz masne kiseline, istraživanjima je utvrđeno kako su orašasti plodovi, uključujući orah, bogati tokoferolima, skvalenima i fitosterolima, za koje se zna da smanjuju rizik od krvožilnih bolesti (Maguire i sur., 2004).

2.4.2. Proteini

Ovisno o literaturnim izvorima, udio proteina varira – prema jednim istraživanjima taj podatak iznosi 17% (FAO, 2018), dok prema drugima 18,1% (Taha i Al-Wadaan, 2011). No neovisno o tome, orah predstavlja relativno dobar izvor proteina, a proteine oraha uvelike čine glutelin (čak 70%), kojeg slijede manje količine globulina (18%), albumina (7%) te prolamina (5%).

Ono što je karakteristično za proteine oraha je to da sadrže sve esencijalne aminokiseline, svrstavajući se tako u potpune proteine biljnog proteina bitne u ljudskoj prehrani. Ujedno, radi takvog aminokiselinskog profila, predstavljaju dobru zamjenu za životinjske proteine te su zato pogodni u prehrani vegetarijanaca i vegana. Makar je udio određenih esencijalnih aminokiselina smanjen u odnosu na druge, ovo ne predstavlja problem radi komplementarnosti proteina.

Proteini oraha također sadržavaju smanjen omjer aminokiselina lizin/arginin nego drugi proteini biljnog podrijetla, što se prema istraživanjima povezuje sa smanjenjem rizika od razvoja ateroskleroze i hiperkolesterolemije (Brufau i sur., 2006; Taha i Al-Wadaan, 2011).

2.5. Utjecaj oraha na zdravlje

S nutritivne strane, orah predstavlja namirnicu s visokom energetsom vrijednošću, čemu najviše pridonosi visok udio masti, kojeg slijedi relativno visok udio ugljikohidrata. No, bez obzira na takav sastav, znanstvene studije nisu utvrdile povezanost između dobivanja na tjelesnoj masi i učestalog konzumiranja ove namirnice (Brufau i sur., 2006). Štoviše, konzumiranje oraha pridonosi smanjenom riziku od krvožilnih bolesti, točnije smanjenom riziku od razvoja ateroskleroze i hiperkolesterolemije te boljem sveukupnom lipidnom profilu, a sve zahvaljujući visokom udjelu nezasićenih masnih kiselina, smanjenom omjeru aminokiselina lizin/arginin te visokom udjelu bioaktivnih molekula. Prema istraživanjima, ljudi koji su konzumirali orahe pet ili više puta tjedno, imali su za 50% smanjen rizik od krvožilnih bolesti srca naspram onih koji orahe nikad nisu uvrštavali u svoju prehranu (Savage, 2001). Orasi su također bogati argininom, aminokiselinom koja predstavlja prekursor dušikovog oksida, moćnog vazodilatatora koji može inhibirati adheziju i agregaciju trombocita te sadrže oko 10% α -linolenske kiseline koja ima antitrombotske i antiaritmijske učinke (Savage, 2001). Uvrštavanje oraha u redovitu prehranu pokazalo se ujedno kao i učinkovit način regulacije tjelesne mase – redovita konzumacija oraha povisuje REE (resting energy expenditure) te produljuje osjećaj sitosti radi termogenog učinka hrane (Vinson i Cai, 2012).

Od bioaktivnih molekula, orah je pokazao kako ima najveći udio polifenola, molekula poznatih po svojem antioksidativnom djelovanju. Polifenoli oraha djeluju na način da sprječavaju oksidaciju lipoproteina niske gustoće (LDL i VLDL) – vezući se za lipoproteine inhibiraju reakcijske procese oksidacije za koje se *in vivo* pokazalo kako dovode do ateroskleroze (Vinson i Cai, 2012).

Uz plod oraha veže se još i antibakterijska, antifugalna i antiviralna aktivnost. Orah, odnosno točnije list oraha, pronašao je veliku primjenu u tradicionalnoj medicini diljem svijeta pa se tako list oraha koristi kako bi se smanjili upalni procesi, smanjilo oticanje zglobova, koristi se kod upalnih procesa kože, ekcema, opekline te raznih drugih kožnih oboljenja, a pronalazi primjenu i kod endokrinih bolesti, kao što su dijabetes, poremećaj rada štitnjače, razne zarazne bolesti te rak (Taha i Al-Wadaan, 2011).

3. Eksperimentalni dio

3.1. Materijali

Za potrebe ovog rada, uzeto je 12 uzoraka oraha različitih sorti. Na svim uzorcima provedeni su isti analitički postupci određivanja osnovnih sastojaka – određivanje udjela vode, određivanje udjela mineralnog ostatka (pepela), određivanje udjela masti te određivanje udjela proteina. Udio ugljikohidrata izračunat je iz razlike. Uzorcima su dodijeljeni redni brojevi kako je prikazano u nastavku:

1. Parisienne
2. Franquette
3. Fernette
4. Jupiter
5. Milotai 10
6. Geisenheim 139
7. Meylannaise
8. Hartley
9. Rasna
10. Kasni grozdasti
11. Elit
12. Lara.

Prema podacima iz literature sorte Parisienne, Franquette, Fernette, Meylannaise i Lara podrijetlom su iz Francuske, sorta Jupiter iz Češke, sorta Milotai 10 iz Mađarske, sorta Geisenheim 139 iz Njemačke, sorta Hartley iz Sjedinjenih Američkih Država, sorte Rasna i Kasni grozdasti iz Srbije te sorta Elit iz Slovenije.

3.2. Metode rada

3.2.1. Priprema uzorka

Kako bismo odredili kemijski sastav, plod oraha potrebno je očistiti na način da ostane samo jezgra, odnosno jestivi dio ploda. Svaki uzorak usitnjen je do sitne konzistencije, pazeći da ne zaostaju krupniji komadi. Prije usitnjavanja svakog sljedećeg uzorka, sredstvo za usitnjavanje potrebno je očistiti kako ne bi došlo do zaostajanja dijelova prethodnog uzorka. Tako pripremljeni uzorci spremaju se u plastične, sterilne i zatvorene posude koje se skladište na sobnoj temperaturi. Posude su naznačene rednim brojem svakog uzorka (AOAC 935.52, 1995).

3.2.2. Određivanje udjela vode/suhe tvari

Kao metoda određivanja udjela vode odabrana je indirektna fizikalna metoda, metoda sušenjem.

Princip: Prilikom sušenja dolazi do gubitka hlapljivih komponenata, većinski dio kojih se odnosi na vodu. Eliminacijom vode te usporedbom masa prije i nakon sušenja izračunava se udio vode, odnosno udio suhe tvari.

Posuđe i uređaji: aluminijska posudica, eksikator, analitička vaga, zračna sušnica.

Postupak: Prije postupka određivanja vode potrebno je prethodno osušiti aluminijske zdjelice koje će se koristiti u postupku. U zdjelice se stavlja kvarcni pijesak zajedno sa staklenim štapićem te se označene aluminijske posudice s poklopcem stavljaju u sušionik. U potom ohlađene te izvagane aluminijske zdjelice izvagano je oko 3 g ($\pm 0,0001$) uzorka. Nepokrivene zdjelice s uzorkom suše se u sušioniku do konstantne mase (oko 5h) pri temperaturi 95-100 °C. Nakon sušenja, poklopcem prekrivene zdjelice prebacuju se u eksikator te hlade na sobnu temperaturu. Na kraju slijedi konačno vaganje zdjelica s uzorkom (AOAC 925.40, 1995).

Račun:

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

gdje je:

m_1 – masa prazne aluminijske zdjelice (g)

m_2 – masa aluminijske zdjelice s uzorkom prije sušenja (g)

m_3 – masa aluminijske zdjelice s uzorkom nakon sušenja (g)

$$\% \text{ suhe tvari} = 100 - \% \text{ vode}$$

3.2.3. Određivanje udjela mineralnog ostatka (pepela)

Pojam pepeo odnosi se na anorganski ostatak preostao nakon spaljivanja organske tvari neke namirnice. Udio pepela određujemo kako bismo mogli ustanoviti udio pojedine mineralne tvari, čiji udio ukazuje na ispravnost i kakvoću određenog prehrambenog proizvoda.

Princip: Procesom spaljivanja na plameniku uzorak se karbonizira te se zatim procesom žarenja u Mufolnoj peći mineralizira do postizanja jednolično svijetlo sivog pepela ili pepela konstantne mase.

Posuđe i uređaji: porculanska zdjelica, eksikator, analitička vaga, plamenik, Mufolna peć.

Postupak: U prethodno izžarenu, ohlađenu u eksikatoru i izvaganu porculansku zdjelicu važemo oko 3 g ($\pm 0,0001$) uzorka. Uzorak u zdjelici prvo se karbonizira laganim zagrijavanjem na plameniku preko azbestne mrežice (u digestoru) dok u potpunosti ne pougljeni, a zatim se mineralizira u mufolnoj peći na temperaturi od 550 °C do postizanja jednolično svijetlo sivog pepela bez crnih čestica, odnosno do postizanja pepela konstantne mase. Nakon spaljivanja, zdjelice s uzorkom se hlade u eksikatoru do sobne temperature te se potom važu što je brže moguće radi visoke higroskopnosti pepela (AOAC 950.49,1995).

Račun:

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

gdje je:

m_1 – masa prazne porculanske zdjelice (g)

m_2 – masa porculanske zdjelice i uzorka prije spaljivanja (g)

m_3 – masa porculanske zdjelice i pepela (g)

3.2.4. Određivanje udjela sirovih proteina

Pojam sirovih proteina odnosi se na udio ukupnih proteina namirnice određen indirektno preko ukupnog dušika. Najčešće primjenjivana metoda je indirektna metoda određivanja udjela proteina metodom po Kjeldahlu pomoću Kjeltec sustava, tj. poboljšane modificirane metode po Kjeldahl-u.

Princip: Metoda po Kjeldahlu sastoji se od tri koraka, spaljivanja, destilacije i titracije. Organske tvari iz uzorka razaraju se zagrijavanjem sa sumpornom kiselinom te Kjeldahl-ovim tabletama koje povisuju vrelište kiseline i djeluju kao katalizatori. Dolazi do oslobađanja proteinskog i neproteinskog dušika koji ostaje u obliku amonijevih soli. Iz amonijevog sulfata dodatkom natrijevog hidroksida oslobađa se amonijak koji se predestilira u bornu kiselinu, a nastali amonijev borat tirtira se s klorovodičnom kiselinom.

Posuđe i uređaji: analitička vaga, kiveta, Erlenmeyerova tikvica, Kjeltec uređaj.

Reagensi: Kjeldahl-ove tablete, 96%-tna sumporna kiselina (H_2SO_4), 40%-tni natrijev hidroksid (NaOH), 4%-tna borna kiselina (BH_3O_3), klorovodična kiselina (HCl).

Postupak: Oko 3 g ($\pm 0,0001$) homogeniziranog uzorka pomoću pincete i aluminijske folije pažljivo se prebacuje u kivetu od 500 mL, pazeći da grlo kivete ostane čisto. U kivetu su dodane 2 Kjeldahl-ove tablete te 15 mL koncentrirane sumporne kiseline. Kiveta se prebacuje u blok za spaljivanje gdje se uzorak zagrijava dok ne preostane bistro plavo-zelena tekućina bez

neizgorenih komadića uzorka. Uzorci se skinu iz bloka te, prekriveni folijom da se spriječi isparavanje, ostave da se hlade do sobne temperature. Ohlađeni sadržaj kivete destilira se pomoću Kjeltrec uređaja. Na odgovarajuće postolje destilacijske jedinice postavi se Erlenmeyerova tikvica s 25 mL borne kiseline, u kojoj se također nalaze i indikatori metal crveno i bromkrezol zeleno. U Kjeldahl-ovu kivetu dozira se 50 mL 40%-tne NaOH. Reakcija destilacije pokrenuta je sve do pojave zelene boje u predlošku, što označava nakupljanje NH_4^+ iona. Nakon završene destilacije provodi se titracija sadržaja Erlenmeyerove tikvice s 0,1 M HCl do pojave ružičaste boje (AOAC 950.48, 1995; AOAC 991.20, 1995). Isti postupak provodi se i za tzv. "slijepu probu".

Račun:

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

$$\% \text{ proteina} = \% \text{ N} \times 5,30$$

gdje je:

T – volumen HCl utrošen na titraciju uzorka (mL)

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

m – masa uzorka (mg)

N – faktor titranta (0,1)

3.2.5. Određivanje udjela sirove masti

Za određivanje udjela sirove masti koristila se metoda po Soxhletu. Riječ je o postupku pri kojem se količina otapala za ekstrakciju ne mjeri točno, a nakon završene ekstrakcije, otapalo se otparava, a ekstrakt suši i važe.

Princip: Višekratna kontinuirana ekstrakcija masti organskim otapalom u aparaturi po Soxhletu.

Posuđe i uređaji: analitička vaga, papirnate čahure, zračna sušnica, staklene kuglice, eksikator, Soxhletova aparatura.

Reagensi: dietileter

Postupak: Oko 3 g ($\pm 0,0001$) uzorka izvagano je u odmašćenu i izvaganu papirnatu čahuru s vatom koja je potom stavljena na sušenje u zračnoj sušnici pri temperaturi 100-105 °C u vremenskom trajanju od 1 sata. Čahura s uzorkom prekriva se slojem odmašćene suhe vate te stavlja u srednji dio Soxhletove aparature (ekstraktor) koji se potom spaja s hladilom i tikvicom. Tikvica je prethodno sušena pri 105 °C s nekoliko staklenih kuglica, ohlađena i izvagana. Kroz hladilo uz pomoć lijevka dodaje se potrebna količina otapala, da se napuni ekstraktor te pomoću kapilarne cjevčice isprazni u tikvicu. Potom se dodaje još otapala sve dok se ne napuni otprilike polovica ekstraktora, a volumen otapala ne smije prijeći $\frac{3}{4}$ volumena tikvice. Kroz hladilo se pušta jaki mlaz vode i započinje zagrijavanje. Tikvica se zagrijava u pješčanoj kupelji zbog zapaljivosti otapala. Temperatura zagrijavanja regulira se na način da kondenzirane kapljice otapala padaju takvom brzinom da se jedva mogu brojati. Ekstrakcija je trajala oko 12 sati, a prekinuta je u trenutku kada se otapalo iz ekstraktora prelilo u tikvicu, a čahura ostala u ekstraktoru bez otapala. Nakon toga, uređaj je rastavljen, čahura s uzorkom izvađena te uređaj ponovno sastavljen kako bi se otapalo predestiliralo iz tikvice u prazan ekstraktor iz kojeg se nakon završene destilacije odlijava. Tikvica s ekstraktom sušila se na 100-101 °C do konstantne mase (1,5-2 sata), hladila u eksikatoru do sobne temperature te vagala (AOAC 948.22, 1995).

Račun:

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

gdje je:

a – masa prazne tikvice (g)

b – masa tikvice i ekstrahirane masti (g)

m – masa uzorka (g).

3.2.5. Određivanje udjela ugljikohidrata

Princip: Udio ugljikohidrata u uzorcima oraha nije određen eksperimentalnom metodom, već indirektno iz razlike svih ostalih sastojaka, izraženih u postocima, od 100% (Oliveira i sur., 2008).

Račun:

$$\% \text{ ugljikohidrata} = 100 - (\% \text{ vode} + \% \text{ pepela} + \% \text{ masti} + \% \text{ proteina})$$

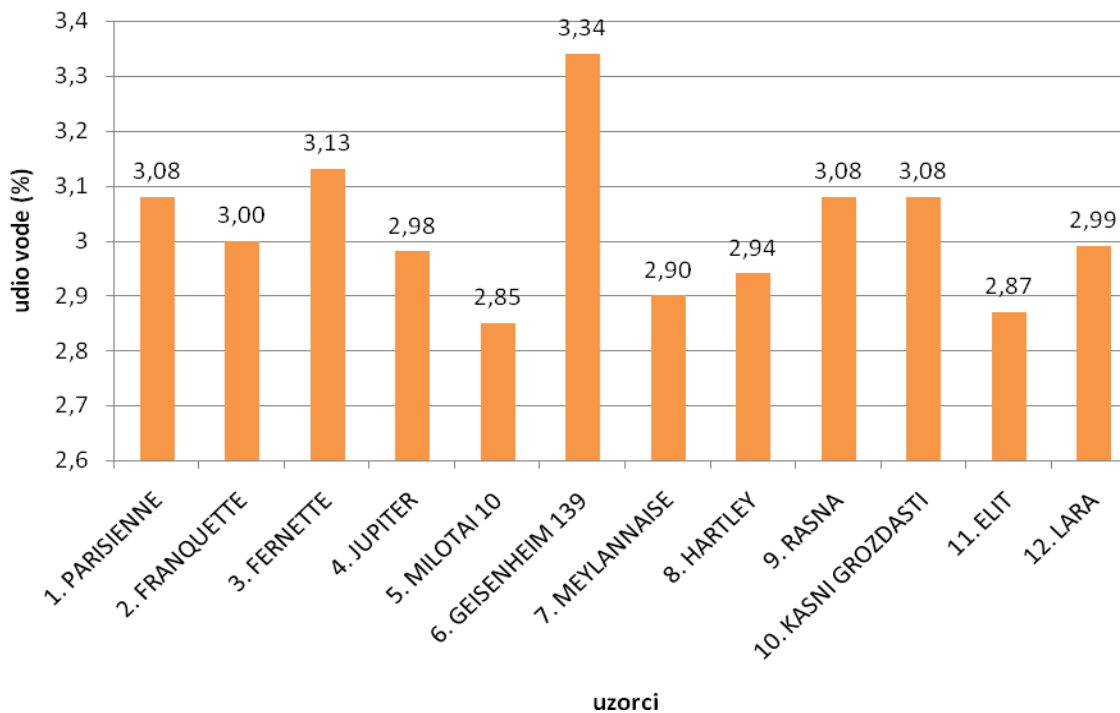
4. Rezultati rada

Cilj ovog rada bio je utvrditi kemijski sastav različitih sorti oraha prikupljenih s različitih područja te usporediti rezultate s podacima kemijskog sastava oraha dosada poznatih rezultata drugih istraživanja.

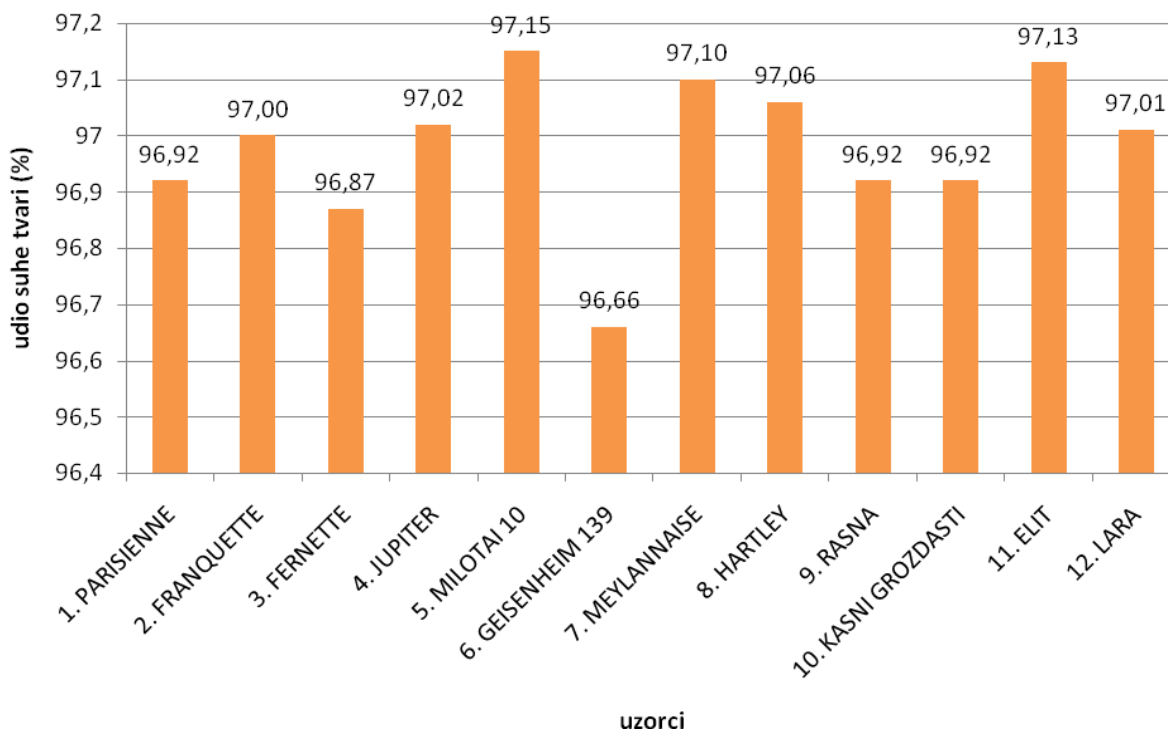
U sljedećem poglavlju prikazani su podaci o kemijskom sastavu 12 analiziranih uzoraka oraha. Dobiveni rezultati kemijskog sastava svih analiziranih uzoraka te udio pojedine kemijske komponente u svakom uzorku prikazani su grafički.

Analiza uzoraka provedena je prema standardnim AOAC metodama, a dobivene vrijednosti su izražene u masenim udjelima (%).

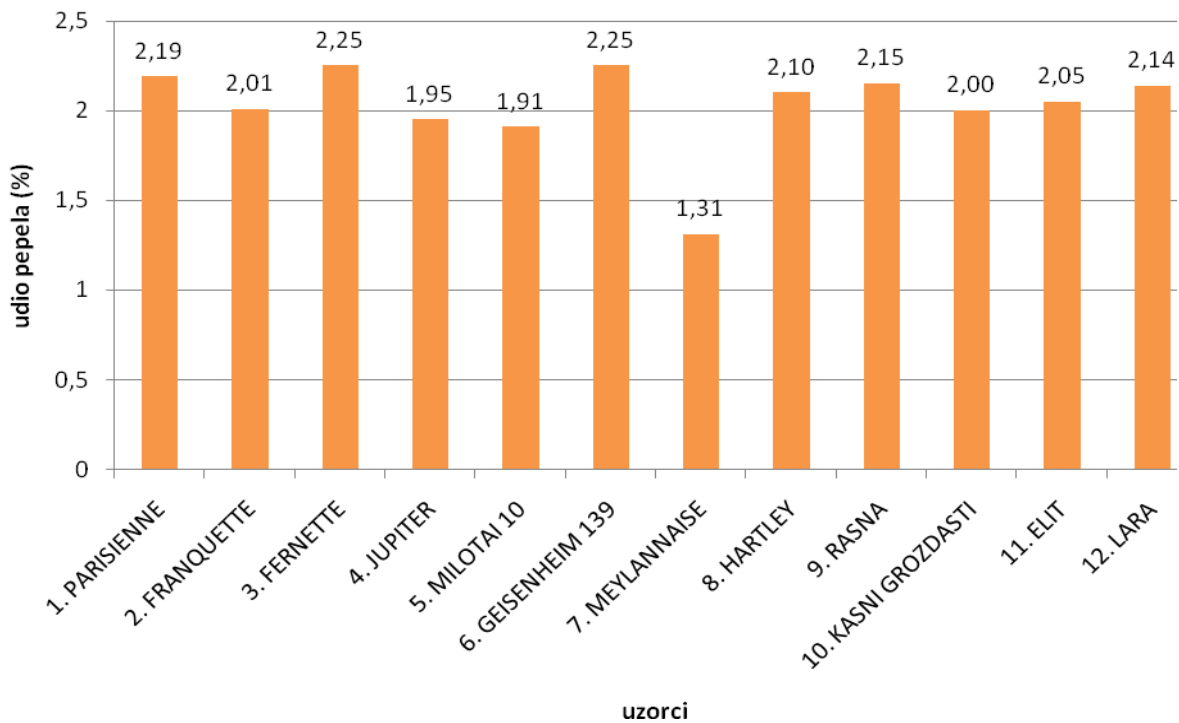
Statistička obrada rezultata istraživanja kemijskog sastava oraha, sezona 2017, prikazana je tablično.



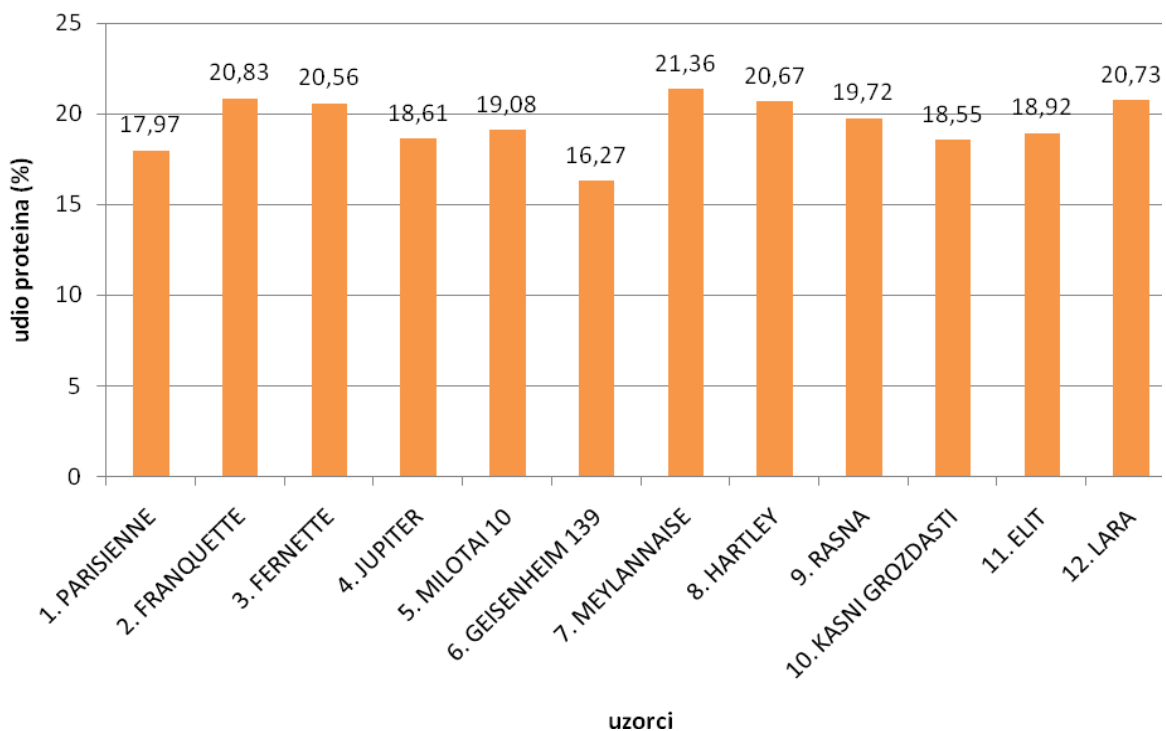
Slika 3. Udio vode (%) u svim analiziranim uzorcima



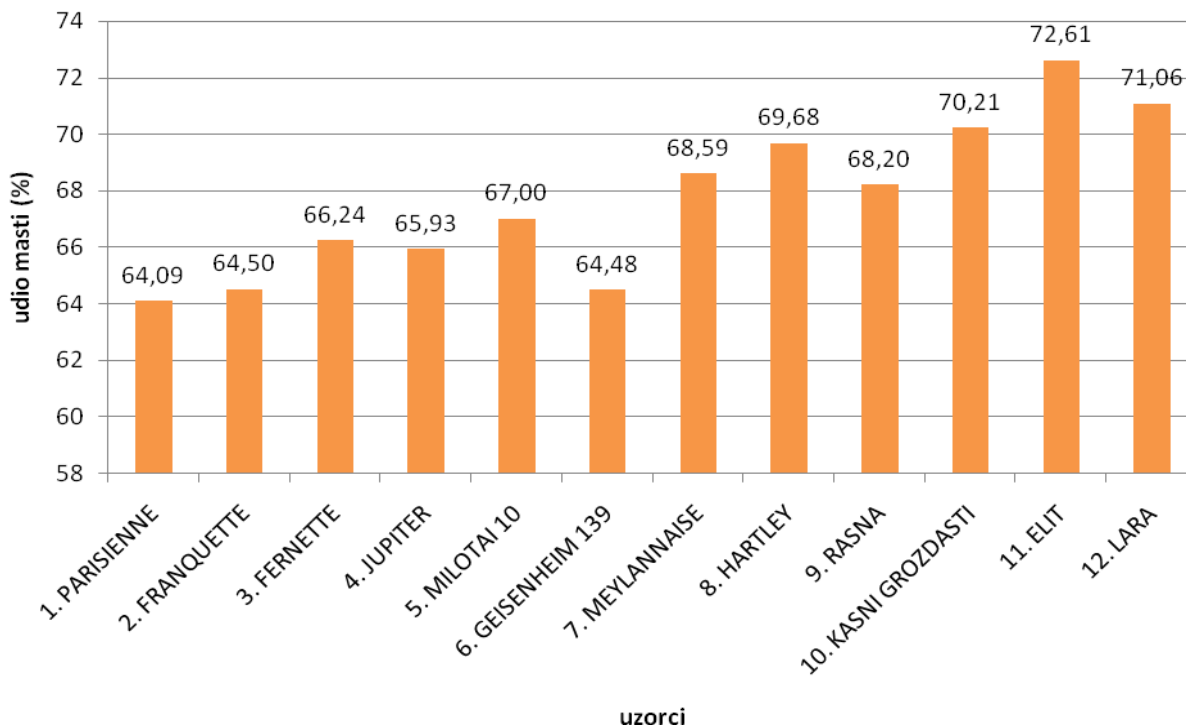
Slika 4. Udio suhe tvari (%) u svim analiziranim uzorcima.



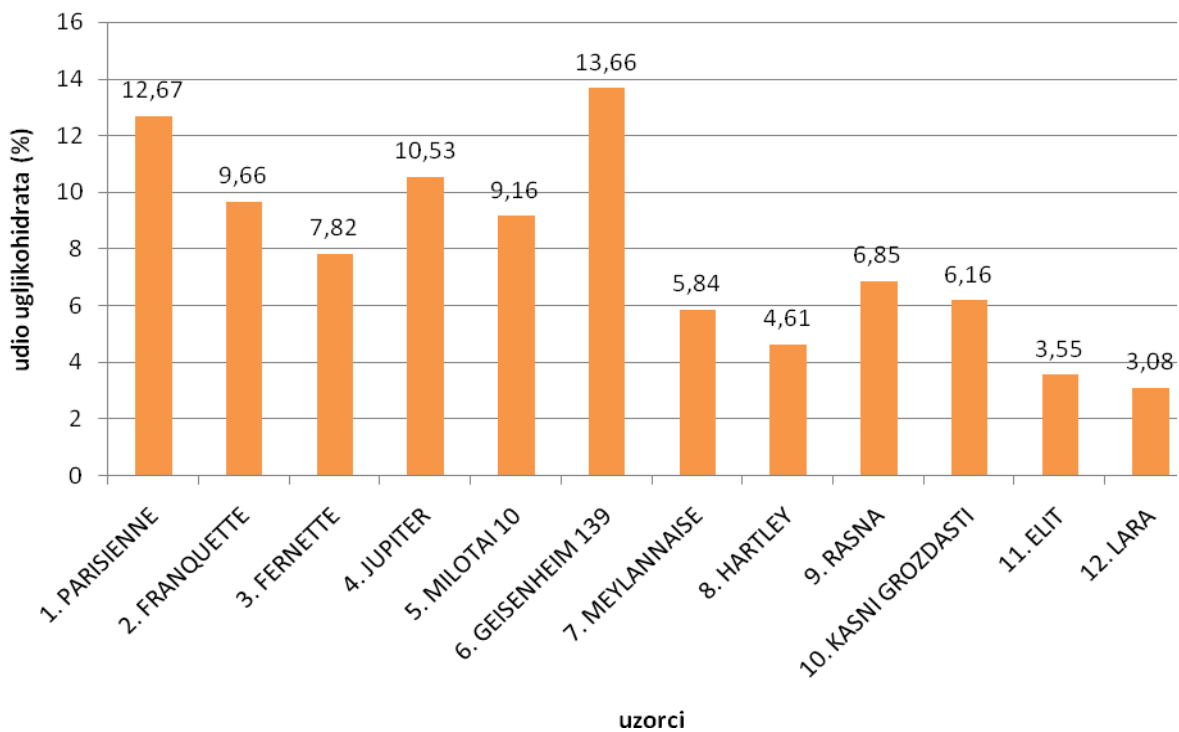
Slika 5. Udio pepela (%) u svim analiziranim uzorcima.



Slika 6. Udio proteina (%) u svim analiziranim uzorcima.



Slika 7. Udio masti (%) u analiziranim uzorcima.



Slika 8. Udio ugljikohidrata (%) u analiziranim uzorcima.

Tablica 4. Statistička obrada rezultata istraživanja kemijskog sastava oraha, sezona 2017.

	VODA (%)	SUHA TVAR (%)	PEPEO (%)	PROTEINI (%)	MASTI (%)	UGLJIKOHIDRATI (%)
srednja vrijednost	3,02	96,98	2,02	19,44	67,72	7,80
medijan	2,99	97,01	2,08	19,40	67,60	7,34
raspon	2,85- 3,34	96,66- 97,15	1,31- 2,25	16,27- 21,36	64,09- 72,61	3,08-13,66
standardna devijacija	0,13	0,13	0,24	1,42	2,68	3,28
koeficijent varijabilnosti	4,28	0,13	11,88	7,31	3,95	42,00

4.1. Rasprava

Udio vode u ispitivanim uzorcima oraha kretao se u rasponu od 2,85% do 3,34% s prosječnom vrijednošću od 3,02%. Prema vrijednostima koje je odredila USDA, gdje udio vode u orahu iznosi 4,07% (USDA, 2018), uočavamo kako je udio vode u našim uzorcima nešto niži, no i dalje neznatno različit. Podaci Tehničkog sveučilišta u Danskoj (Technical University of Denmark, DTU) za udio vode iznosili su 2,8%, što se više slaže s dobivenim vrijednostima. Koeficijent varijabilnosti rezultata dobivenih u ovom istraživanju iznosi 4,28.

Prosječni udio pepela iznosio je 2,03% s rasponom od 1,31 do 2,25%. Dobiveni rezultat najbliži je istraživanju provedenog u Turskoj 2005. godine gdje se udio pepela kretao u rasponu od 1,26 do 2,06% (Gulcan i M.Ali, 2005). Prema podacima DTU (DTU, 2018) udio pepela iznosi 1,7%, što je manje od prosječne vrijednosti rezultata dobivenih u ovom istraživanju. Koeficijent varijabilnosti dobivenih rezultata iznosi 11,88.

Prema podacima prikupljenima od strane FAO (FAO, 2018) i USDA (USDA, 2018) udio masti u orahu iznosi 65%, što su slične vrijednosti kao i u ispitivanim uzorcima – prosječna vrijednost

udjela masti iznosila je 67,72% u rasponu od 64,09 do 72,61%. Podaci prikupljeni od strane DTU (DTU, 2018) pokazuju također slične vrijednosti – udio masti iznosi 64,3%. I prema drugim istraživanjima, udio masti oraha iz Turske, Novog Zelanda i Italije nije se značajno razlikovao od dobivenih rezultata ovog istraživanja, krećući se u rasponu od 61,97 do 70,92% za Tursku (Gulcan i M.Ali, 2005), odnosno od 61,6 do 70,3% za Novi Zeland (Savage, 2001) te s nešto nižom donjom vrijednosti raspona od 50 do 74% za Italiju (Ruggeri i sur., 1998). Koeficijent varijabilnosti naših rezultata iznosi 3,95.

Udio proteina uzoraka oraha kretao se u rasponu od 16,27 do 21,36%, a prosječna vrijednost iznosila je 19,44%. Prema službenim podacima FAO (FAO, 2018) i USDA (USDA, 2018), gdje udio proteina iznosi 17%, odnosno 15,23%, dobiveni rezultati pokazuju nešto veće vrijednosti. Slične, no nešto niže vrijednosti dobivene su u istraživanjima na orahu provedenim u Turskoj gdje se udio proteina kretao u rasponu od 15,17 do 19,24% (Gulcan i M.Ali, 2005). Rezultati istraživanja provedenog na Novom Zelandu pokazali su raspon proteina od 13,6 do 18,1% (Savage, 2001). Nešto niže vrijednosti dobivene su i od strane DTU (DTU, 2018), a iznose 14,3%. Koeficijent varijabilnosti dobivenih rezultata iznosi 7,31.

Udio ugljikohidrata dobiven iz razlike kretao se u rasponu od 3,08 do 13,66% s prosječnom vrijednošću od 7,8%. Prema podacima USDA (USDA, 2018) određena je vrijednost ugljikohidrata, također izračunata iz razlike, koja iznosi 13,71%. Prema podacima DTU (DTU, 2018), udio ugljikohidrata određen iz razlike iznosio je 16,9%. Podaci dani od strane USDA više su u skladu s dobivenim rezultatima ovog istraživanja. Također, sličan rezultat dobiven je istraživanjem provedenim u Turskoj 2005. godine, gdje se udio ugljikohidrata kretao u rasponu od 8,05 do 11,52% (Gulcan i M.Ali, 2005). Koeficijent varijabilnosti rezultata ovog istraživanja iznosi 42,00.

5. Zaključak

Prema dobivenim rezultatima provedene analize uzoraka, statističke obrade podataka i provedene rasprave možemo zaključiti sljedeće:

1. Analizom 12 uzoraka oraha različitih sorti utvrđeno je da raspon udjela vode iznosi 2,85-3,34%, udjela pepela 1,31-2,25%, udjela proteina 16,27-21,36% i udjela masti 64,09-72,61%. Raspon udjela ugljikohidrata određenih iz razlike iznosio je 3,08-13,66%.
2. U odnosu na turski orah, analizirani uzorci imali su podjednak udio vode, pepela i masti, ali nešto viši udio proteina.
3. U odnosu na talijanski orah, analizirani uzorci imali su udio masti unutar raspona talijanskog oraha, no raspon udjela masti bio je znatno veći kod talijanskog oraha.
4. U odnosu na orah s Novog Zelanda, analizirani uzorci imali su podjednak udio masti, ali veći udio proteina.
5. U odnosu na različita istraživanja, analizirani uzorci pokazuju slične udjele vode, masti i pepela te neznatno veći udio proteina. Udio ugljikohidrata dobiven iz razlike pokazuje nešto niže vrijednosti.
6. Prema dobivenim rezultatima uočavamo kako se kemijski sastav različitih sorti znatno ne razlikuje, ali ipak postoje razlike, što se sve može pripisati različitim uvjetima u kojima orah uspijeva te na kojem staništu je uzorak prikupljen. Te razlike potvrđuju i vrijednosti koeficijenta varijabilnosti.

6. Literatura

Anonymous 1, (2015) Orah, *Juglans regia*, <<https://www.plantea.com.hr/orah/>>. Pristupljeno 14. kolovoza 2018.

Anonymous 2, (2014) Orah <<http://legno,-service.com.ba>>. Pristupljeno 14. kolovoza 2018.

Anonymous 3, (2008) Walnut worktops on walnut wood, <<http://www.kitchen-worktops-plus.co.uk>>. Pristupljeno 14. kolovoza 2018.

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

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

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

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

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

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

Beer R., Kaiser F., Schmidt K., Ammann B., Carraro G., Grisa E., Tinner W. (2007) Vegetation history of the walnut forests in Kyrgyzstan (Central Asia): natural or anthropogenic origin? *J. Quaternary Sci* **27**: 621-632

Brufau G., Boatella J., Rafecas M. (2006) Nuts: source of energy and macronutrients. *British Journal of Nutrition* **96**: 524-528.

Čurin E. (2014) Sistematika, filogenija i morfologija roda *Juglans*, <<http://prezi.com>>. Pristupljeno 14. kolovoza 2018.

DTU (2018) Technical University of Denmark, <<https://frida.fooddata.dk>>. Pristupljeno 28. kolovoza 2018.

FAO (2018) Food and agriculture organization, <<http://www.fao.org/>>. Pristupljeno 13. kolovoza 2018.

Gulcan O., M. Ali K. (2005) Physical and chemical composition of some walnut (*Juglans regia* L.) genotypes grown in Turkey. *Grasas y Aceites* **56**:141-146.

Hayes D., Angove M.J., Tucci J., Dennic C. (2016) Walnuts (*Juglans regia*) Chemical composition and research in human health. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* **56**: 1231-1241.

Littvay T. (2011) Fenotipska stabilnost i adaptabilnost familija običnog oraha (*Juglans regia* L.) u testovima potomstva. *Šumarski list posebni broj*: 38-45.

Maguire L.S., O'Sullivan S.M., Galvin K., O'Connor T.P., O'Brien N.M. (2004) Fatty acid profile, tocopherol, squalene and phytosterol content of walnuts, almonds, peanuts, hazelnuts and the macadamia nut. *International Journal of Food Sciences and Nutrition* **55**: 171-178.

Oliveira I., Sousa A., Morais J.S., Ferreira I.C., Bento A., Estevinho L., Pereira J.A. (2008) Chemical composition, and antioxidant and antimicrobial activities of three hazelnut (*Corylus avellana* L.) cultivars. *Food and Chemical Toxicology* **46**: 1801-1807.

Ros E. (2010) Health benefits of nut consumption. *Nutrients* **2**: 652-682.

Ruggeri S., Cappelloni M., Gambelli L., Nicoli S. (1998) Chemical composition and nutritive value of nuts grown in Italy. *Italian Journal of Food Science* **10**: 243-252.

Savage G.P. (2001) Chemical composition of walnuts (*Juglans regia* L.) grown in New Zealand. *Plant Foods for Human Nutrition* **56**: 75-82.

Taha, N.A., Al-Wadaan, M.A. (2011) Utility and importance of walnut, *Juglans regia* Linn: A review. *African Journal of Microbiology Research* **5**: 5796-5805.

USDA (2018) Basic report: Nuts, walnuts, english. USDA – United States Department of Agriculture, <<http://ndb.nal.usda.gov>>. Pristupljeno 14. kolovoza 2018.

Vinson J.A., Cai Y. (2012) Nuts, especially walnuts, have both antioxidant quantity and efficacy and exhibit significant potential health benefits. *Food & Function* **3**: 134-140.

Izjava o izvornosti

Izjavljujem da je ovaj završni rad izvorni rezultat mojeg rada te da se u njegovoj izradi nisam koristio drugim izvorima, osim onih koji su u njemu navedeni.



Ime i prezime studenta