

# Kemijski sastav bobuljastih češera šmrike (*Juniperus deltoides*) s područja srednje i južne Dalmacije

---

Krog, Lucija

Undergraduate thesis / Završni rad

2022

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:159:578066>

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

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



Repository / Repozitorij:

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



**Sveučilište u Zagrebu  
Prehrambeno-biotehnološki fakultet  
Nutricionizam**

**Lucija Krog**  
0058216987

**KEMIJSKI SASTAV BOBULJASTIH ČEŠERA  
ŠMRIKE (*JUNIPERUS DELTOIDES*) S PODRUČJA  
SREDNJE I JUŽNE DALMACIJE**

**ZAVRŠNI RAD**

**Predmet: Analitika hrane**

**Mentor: prof. dr. sc. Nada Vahčić**

**Zagreb, 2022.**

## 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 bobuljastih češera Šmrike (*Juniperus deltoides*) s područja srednje i južne  
Dalmacije  
Lucija Krog, 0058216987

### Sažetak:

*Juniperus deltoides* jedna je od najnovijih vrsta koja je nedavno uvrštena u rod *Juniperus*. *Juniperus deltoides* ili šmrika grmolika je biljka rasprostranjena po hrvatskom pirobalju.

Cilj rada bio je odrediti udjele vode, šećera, proteina, masti, pepela i celuloze koji su zastupljeni u bobuljastim češerima šmrike. Korištene su različite analitičke metode kao što su sušenje kojim se određivao udio vode, postupci karbonizacije i mineralizacije za određivanje udjela pepela, Kjeldahlov postupak za određivanje udjela proteina, gravimetrijski postupak za određivanje udjela ukupnog inverta odnosno šećera, Soxhletov postupak kojim se određivao udio ukupnih masti te Kürschnerov i Hanakov postupak za određivanje udjela celuloze, a ukupno se analiziralo 13 uzoraka. Iz dobivenih rezultata može se zaključiti kako bobuljasti češeri šmrike sadrže najviše vode i šećera, a najmanje proteina.

**Ključne riječi:** *Juniperus deltoides*, šmrika, kemijski sastav

**Rad sadrži:** 29 stranica, 15 slika, 4 tablice, 16 literaturnih 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

**Datum obrane:** 18. srpanj 2022.

## BASIC DOCUMENTATION CARD

Undergraduate thesis

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

Department of Food Quality Control  
Laboratory for Food Quality Control

Scientific area: Biotechnical Sciences  
Scientific field: Nutrition

Chemical composition of *Juniperus deltoides* from central and southern Dalmatia  
Lucija Krog, 0058216987

### Abstract:

*Juniperus deltoides* is one of the newest species belonging to the genus *Juniperus*. *Juniperus deltoides* or šmrika is a bush like plant that grows all along the Croatian coast.

The aim of this study was to determine the percentages of water, sugar, protein, fat, ash and cellulose that are present in the berry cones of šmrika also known as *Juniperus deltoides*. Various analytical methods were used, such as drying to determine the water content, carbonization and mineralization methods to determine the ash content, Kjeldahl's method to determine the presence of protein, gravimetric method to determine total invert or sugar, Soxhlet's method to determine total fat content and Kürschner and Hanak's method for determining the cellulose content. 13 samples were analyzed. From the obtained results, it can be concluded that the berry cones of *Juniperus deltoides* contain the most water and sugars and the least protein.

**Keywords:** *Juniperus deltoides*, šmrika, chemical composition

**Thesis contains:** 29 pages, 15 figures, 4 tables, 16 references

**Original in:** Croatian

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

**Mentor:** PhD Nada Vahčić, Full Professor

**Thesis defended:** July 18 2022.

## Sadržaj

1. UVOD .....	1
2. TEORIJSKI DIO .....	2
3. EKSPERIMENTALNI DIO .....	6
3.1. MATERIJALI.....	6
3.2. METODE .....	8
3.2.1. ODREĐIVANJE VODE.....	8
3.2.2. ODREĐIVANJE PEPELA.....	10
3.2.3. ODREĐIVANJE PROTEINA.....	11
3.2.4. ODREĐIVANJE ŠEĆERA.....	14
3.2.5. ODREĐIVANJE CELULOZE.....	16
3.2.6. ODREĐIVANJE MASTI.....	17
3.3 STATISTIČKA OBRADA PODATAKA.....	19
4. REZULTATI I RASPRAVA .....	20
5. ZAKLJUČCI .....	27
6. POPIS LITERATURE .....	28

## 1. UVOD

Rod *Juniperus* grmolike su biljke, a svrstavaju se u jednu od najraširenijih rodova iz porodice čempresa. U rod *Juniperus* nedavno je uvrštena i jedna od najnovije prepoznatih vrsta *Juniperus deltoides* koja se rasprostire od Italije prema istoku, preko Balkanskog poluotoka do Turske.

Šmrika je vazdazeleni grm stožastog oblika, a u Hrvatskoj rase u primorskim šumama Jadrana. Cilj ovog rada bio je istražiti kemijski sastav plodova *Juniperus deltoides* poznatije pod nazivom šmrika s područja srednje i južne Dalmacije. Cilj rada bio je usmjeren na određivanje udjela vode, ukupnih šećera, proteina, masti, pepela i celuloze u bobuljastim češerima šmrike korištenjem različitih analitičkih metoda. Iz dobivenih rezultata uspoređivale se sličnosti i razlike u kemijskom sastavu iste vrste, ali s različitih dijelova srednje i južne Dalmacije točnije s područja Biokova, Oćespova, Konavla, Sinja, Pelješca, Tulovih Greda te Obrovca.

## 2. TEORIJSKI DIO

Rod *Juniperus* pripada porodici pod nazivom *Cupressaceae* koje se rasprostiru po cijeloj sjevernoj polutki, od polarne zone do planina tropa što ih svrstava u jedno od najrasprostranjenijih rodova iz porodice čempresa, a ovaj rod obuhvaća čak oko 60 različitih vrsta u koje spada i vrsta *Juniperus deltoides* odnosno šmrika ili smrič.

Za vrijeme pleistocena došlo je do odjeljivanja i formiranja genetski različitih vrsta biljaka istog roda. U biogeografskim i evolucijskim značajkama mediteranska flora je za to vrijeme doživjela velike promjene.

Klimatske promjene za vrijeme pleistocena imale su značajnu ulogu u podjeli i formiranju genske raznolikosti različitih biljnih i životinjskih vrsta te tada nastaje nova vrsta *Juniperusa* koje je danas poznata kao šmrika.

Cijeli rod *Juniperus* obuhvaća vazdazelene dvodomne biljke koje rastu poput grmlja ili nižih stabala. Šmrika pripada sekciji *J. oxycedrus* i tek se do nedavno smatralo da su to iste vrste no zbog izgleda lišća deltoidesa, ove dvije vrste su potpuno odvojene (Adams 2004).

Vrste iz roda *Juniperusa* imaju koru koja se ljušti uglavnom u uzdužnim ljuskama. Lišće roda *Juniperus* je jednostavno, zelene boje s jednom ili dvije pruge puči uglavnom ljuskasto ili igličasto, a može biti i ljuskasto i nasuprotno. Mlade biljke većinom imaju igličasto lišće, a ono na grmovima može ostati čak 3-5 godina. Starije biljke imaju ili potpuno ljuskasto ili potpuno igličasto lišće ili pak kombinaciju obje vrste lišća. Iako se različite vrste roda *Juniperus* na prvu teško razlikuju ono što ih razdvaja su izgled iglica i plodova. Razlika između obične borovice i šmrike je u tome što su bobuljasti češeri obične borovice modri i maleni dok u bobuljasti češeri šmrike smeđe-crveni i puno veći. (Barišić 2021).

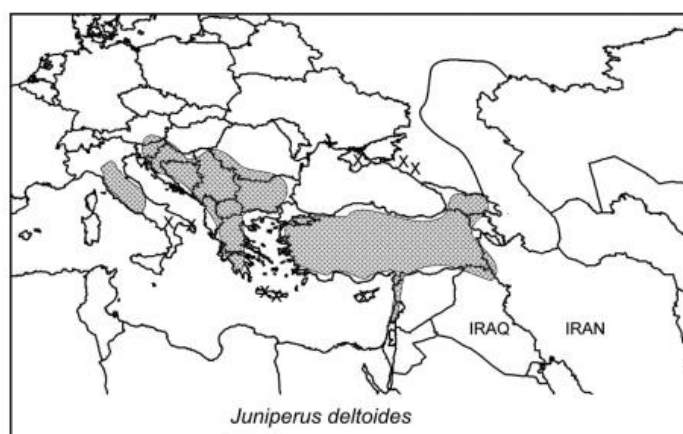
*J. deltoides* ima izbočine na bobuljastim češerima dok *J. oxycedrus* ima glatke češere (Adams 2012).

*Juniperus deltoides* rasprostire se od Italije prema istoku, preko Balkanskog poluotoka do Turske (slika 1.), a od tamo prema Armeniji, Iranu i Iraku te je time određen njen areal (Boratyński i sur., 2014).

U Hrvatskoj od igličastih vrsta *Juniperus* u primorskim krajevima raste *Juniperus deltoides* odnosno smrič (šmrika). *Juniperus deltoides* karakteristično raste u suhim mediteranskim klimama, a vrlo često se pojavljuje u hrvatskim primorskim šumama te se smatra autohtonom vrstom.

Dobra prilagodba na anemohoriju i zoohoriju, šmriki omogućavaju široku rasprostranjenost (Barišić 2021).

Vrsta *J. deltoides* izrazito je otporna na visoke temperature i suše odnosno tipična je kserotermna vrsta. Može podnijeti teške suše Mediteranskog područja, ali isto tako može podnijeti i temperature niže od 25 °C. Uspijeva i na kiselim i lužnatim tlima (Rajčević 2015).



**Slika 1.** Rasprostranjenost *Juniperus deltoides* (Adams, 2014)



**Slika 2.** Stablo i plod *Juniperus deltoides* (Adams, 2014)



Šmrika je veliki grm, ima krošnju stožastog oblika, a grane su joj dugačke i debele (slika 2.). Kora joj je sivo-smeđa i glatka dok je biljka još mlada, a starenjem se kora ljušti u trakama. Ima vazdazelene listove.

Listovi su igličasti, sjedeći i otklonjeni te imaju vrlo oštar i bodljikav vrh (Adams, 2004).

Stranice iglica paralelne su do baze što ima daje deltoidan (trokutast) oblik zbog čega se i cijela vrsta nosi naziv *deltoides* (slika 2.). Većina iglica ima puči koje nisu utonule što im daje izgled ravne površine. Igllice *J. oxycedrus* su obično dulje od iglica *J. deltoides* (Barišić 2021).

Šmrika je dvodomna biljka jednospolnih cvjetova.

Muški su cvjetovi žućkasti češeri građeni od pet ili šest prašničkih listova. U pršljenu se nalaze po tri prašnička lista koja na kojima se nalaze tri do četiri peludnice. Ženski su cvjetovi u neuočljivim žućkasto zelenim cvatovima, a građeni su od tri do četiri pršljena plodnih listova. U pršljenu se nalaze tri dugoljasta plodna lista te svaki nosi po jedan sjemeni zametak.

Bobuljasti češeri odnosno plodovi šmrike smeđocrvene su boje (slika 3.) i jestivi su što je neobično za plodove golosjemenjača pošto su češeri obično suhi, drvenasti i nejestivi. Plodovi šmrike su sočni i mesnati, a imaju izgled bobice te ih se zbog toga naziva bobuljastim češerima. Bobuljasti češeri su sjedeći, a sastoje se od 3-6 ljusaka koje su srasle zajedno. Dok je nezreo, plod je žuto-smeđe boje, nakon dozrijevanja u kolovozu postaje crveno-smeđe boje. U bobuljastom se češeru nalaze dvije do tri sjemenke te se šmrika uspješno razmnožava sjemenom. Sjemenke su crvenkastosmeđe boje, bridaste i vrlo tvrde te imaju dvije smolne žlijezde na bazi.

Šmrika se razmnožava i vegetativno pomoću odrvenjelih reznica te povaljenicama (Adams, 2004).

Bobuljasti češeri imaju određenu nutritivnu vrijednost jer sadrže proteine, šećere, vlakna kao što je celuloza, masti i mineralne tvari.



**Slika 3.** Plodovi *Juniperus deltoides* (Adams, 2014)

*J. deltoides* na površini gotovo svih svojih nadzemnih organa ima vanjsku ovojnicu ili kutikulu koja štiti biljku od nekontrolirane transpiracije, ali formira i nepropustan sloj koji sprječava zadržavanje vode na površini listova. Također sprječava prodiranje patogena u biljku, štiti od insekata te vrši refleksiju svjetlosti. Kutikula sadrži različite voskove čija je glavna uloga da štiti biljku od gubitka vode s površine lista (Rajčević 2015).

Sekundarni metaboliti biljka kao što su fitokemikalije, među koje spadaju i eterična ulja, mogu imati različite pozitivne učinke na ljudsko zdravlje. Rod *Juniperus* općenito karakteriziraju visoke razine eteričnih ulja koja mogu imati antifungalno, antibakterijsko i antiseptičko djelovanje. Bobuljasti češeri sadrže visoki postotak monoterpenih ugljikovodika, dok drugu klasu spojeva čine sekviterpeni. Komponente koje čine eterično ulje *Juniperus deltoides* su: alfa-pinen, limonen, beta-pinen, mircen, orto-cimen (Najar i sur, 2020).

Šmrika se, osim po izgledu lišća i plodova, razlikuje od *J. oxycedrus* po sastavu eteričnih ulja. U *Juniperus deltoides* identificirano je čak 147 spojeva, a od 97,3 % do 98,3 % tih spojeva ulazi u sastav eteričnih ulja šmrike. U eteričnom ulju šmrike najzastupljeniji su monoterpeni, a od monoterpena dominiraju alfa-pinen i limonen (Roma-Marzio i sur., 2017).

U *J. oxycedrus* najzastupljeniji monoterpen je alfa-pinen, dok je u *J. deltoides* to limonen (Najar i sur., 2020).

Ulje *J. deltoides* sadrži nekoliko spojeva koji nisu prisutni u *J. oxycedrus* kao što su: trans-p-mentha-2,8-dien-1-ol, cis-p-mentha-2,8-dien-1-ol, ciskarveol, karvon, (2E) - decenal, ar-kurkumen,  $\alpha$ -kopaen-11-ol,  $\alpha$ -kalakoren,  $\beta$ -kalakoren i kadadalen (Adams i sur. 2005).

### 3. EKSPERIMENTALNI DIO

#### 3.1. Materijali

U eksperimentalnom djelu završnog rada uzeti su uzorci bobuljastih češera šmrike iz različitih područja srednje i južne Dalmacije. Plodovi su ubrani iz 7 područja Dalmacije; 4 iz područja srednje Dalmacije: Sinja, Obrovca, Očespova i Tulovih Greda te 3 područja južne Dalmacije: Biokova, Pelješca i Konavla (slika 4.). Iz ovih područja nasumično su odabrani grmovi šmrike te su ubrani plodovi s više različitih stabala. U laboratoriju plodovi sa različitih stabala istog područja pomiješani su na način da su na kraju dobiveni dva uzorka sa istog područja te je eksperiment u kojem je bilo potrebno odrediti kemijski sastav češera šmrike proveden na 13 uzoraka.

U određivanju kemijskog sastava bobuljastih češera šmrike korištena je različita laboratorijska oprema. Uzorci koji su bili samljeveni pomoću miksera bili su glavna sirovina.

Za određivanje udjela vode u uzorcima od opreme su se koristili aluminijska posudica, eksikator, analitička vaga analitička vaga tip 2615, Tehtnica, Železniki i zračna sušnica tip ST-01/02, Instrumentaria, Zagreb.

Kako bi se odredio udio pepela u uzorcima koristili su se porculanska zdjelica, eksikator, plamenik, analitička vaga tip 2615, Tehtnica, Železniki, mufolna peć tip Heraeus KR-170, W.C. Heraeus GmbH, Hanau, Njemačka i sušnica tip ST-01/02, Instrumentaria, Zagreb.

Za određivanje udjela proteina koji se nalazio u usitnjenim uzorcima bobuljastih češera *Juniperus deltoides*, od laboratorijske su opreme korišteni analitička vaga tip 2615, Tehtnica, Železniki, kivete za Kjeltac sustav (500 mL), blok za spaljivanje, staklene kuglice, Erlenmeyerova tikvica (250 mL), pipeta (25 mL), bireta (50 mL) te destilacijska jedinica Kjeltac sustava (8100, FOSS, Suzhou, Kina), a od kemikalija upotrebene su koncentrirana sumporna kiselina ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\rho = 1,84 \text{ g/cm}^3$ ), Kjeldahl-ove tablete ( $\text{K}_2\text{SO}_4 + \text{CuSO}_4$ ), 40 %-tni natrijev hidroksid (NaOH), 4 %-tna borna kiselina, klorovodična kiselina (0,1 M), te obojeni indikatori: metil crveno i bromkrezol zeleno.

Za određivanje ukupnih šećera odnosno ukupnog inverta u plodovima šmrike od opreme su korišteni tehnička vaga tip 1111, Tehtnica, Železniki Slovenija, laboratorijske čaše (100 mL, 250 mL), plamenik, azbestna mrežica, stakleni lijevak, odmjerne tikvice (100 mL, 200 mL), pipete (2 mL, 5 mL, 10 mL, 25 mL, 50 mL), filter papir, laboratorijska špatula, Erlenmeyerova tikvica (100 mL, 300 mL), satno staklo, stakleni štapić, porculanski filter (poroznosti B4-1P1),

vodena kupelj, odsisna boca, sisaljka uz vodeni mlaz, zračna sušnica tip ST-01/02, Instrumentaria, Zagreb 31, eksikator, analitička vaga tip 2615, Tehtnica, Železniki, stakleni filtar, menzura (100 mL), bireta (50 mL), a od kemikalija koristile su se zasićena otopina neutralnog olovnog acetata ( $443 \text{ g C}_4\text{H}_6\text{O}_4\text{Pb} \times 3 \text{ H}_2\text{O} / \text{L H}_2\text{O}$ ), kalijev ili natrijev oksalat ( $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ,  $M=134,01 \text{ g/mol}$ ), klorovodična kiselina, 20 %-tna ( $\text{HCl}$ ,  $\rho = 1,10 \text{ g/cm}^3$ ), natrijev hidroksid, 30 %-tni 30, fenolftalein, Fehlingova I otopina, Fehlingova II, otopina amonijeva željezo(III) sulfata dodekahidrata ( $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \times 12 \text{ H}_2\text{O}$ ), kalijev permanganat ( $\text{KMnO}_4$ ,  $c = 0,1 \text{ mol/L}$ ), te indikator željezo fenantrolin.

Udio celuloze u uzorcima određivao se pomoću okrugle tikvice s ravnim dnom, analitičke vage tipa 2615, Tehtnica, Železniki, zračnog hladila, plamenika, azbestne mrežice, staklenog filtar lončića (poroznost 1-G-3), odsisne boce, sisaljke uz vodeni mlaz te zračne sušnice tipa ST-01/02, Instrumentaria, Zagreb. Za određivanje udjela celuloze koristile su se octena kiselina, 80 %-tna ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) i koncentrirana dušična kiselina ( $\text{HNO}_3$ ,  $\rho = 1,40 \text{ g/cm}^3$ ).

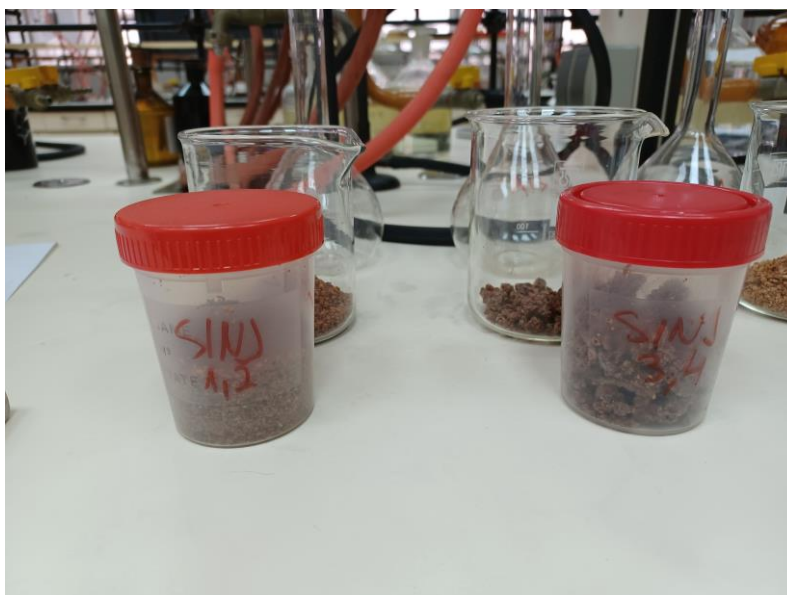
Udio masti odredio se pomoću analitičke vage tipa 2615, Tehtnica, Železniki, papirnate čahure, Soxhletove aparature, zračne sušnice tipa ST-01/02, Instrumentaria, Zagreb, pješčane kupelji, tip SK6533, INKOLAB, Zagreb, Hrvatska, staklene kuglice, staklenog lijevka i eksikator, a od kemikalija, uz pomoću kojih su se određivala količina masti prisutna u uzrocima, koristio se medicinski benzin.



**Slika 4.** Područja hrvatske obale iz kojih su uzeti uzorci (vlastita fotografija)

### 3.2. Metode

Plodovi bobuljastih češera šmrike su podijeljeni u plastične posudice prema području s kojih su ubrani te je od njih napravljeno 13 uzoraka nad kojima su se provodile analitičke metode za određivanje kemijskog sastava. Nakon što su uzorci podijeljeni u posudice, svaki od njih je usitnjen uz pomoć miksera za mljevenje kave. Tako usitnjeni uzorci (slika 5.) koristili su se za određivanje kemijskog sastava. Uzorcima bobuljastih češera *Juniperus deltoides* određivani su udjeli: vode, pepela, proteina, šećera, celuloze i masti. Uzorci su se prije provođenja analize držali u hladnjaku kako bi se usporilo kvarenje.



**Slika 5.** Usitnjeni i homogenizirani uzorci *Juniperus deltoides* u plastičnim posudicama  
(vlastita slika)

#### 3.2.1. Određivanje udjela vode

Određivanje vode u hrani jedan je od osnovnih postupaka u analitici hrane zato što voda ima veliki utjecaj na fizikalna, kemijska i nutritivna svojstva proizvoda. Udio vode uvijek je prisutan u prehrambenim proizvodima te obuhvaća širok raspon. Što se više vode nalazi u namirnici, to je manje suhe tvari odnosno manja je nutritivna vrijednost.

Voda je određivana prva kako tijekom vremena ne bi isparila iz uzoraka.

Udio vode u uzrocima određivao se metodom sušenja u aluminijskim posudicama do konstantne mase. Ovim fizikalnim postupkom udio vode se određuje indirektno pri čemu se mjeri ostatak koji je zaostao nakon sušenja. Kao rezultat dobiva se gubitak na masi koji se izražava kao udio vode.

Aluminijske posudice zajedno s poklopcem, ali otklopljene stavile su se sušiti u zračnu sušnicu na 105 °C pola sata. Nakon toga, posudice se stave u eksikator kako bi se ohladile na sobnu temperaturu. Tako osušene i poklopljene aluminijske posudice bilo je potrebno izvagati na analitičkoj vagi. Zatim se izvagalo pomoću analitičke vage oko 2 g dobro homogeniziranih uzoraka bobuljastih češera šmrike u osušene aluminijske posudice. Nepokrivene aluminijske posudice u kojima se nalazi uzorak prenijele su se zajedno s poklopcem u zračnu sušnicu gdje su se sušile pri 105 °C do konstantne mase. Poslije sušenja aluminijske posudice s uzorkom je bilo potrebno poklopiti poklopcima i prebaciti u eksikator da se ohlade. Tek nakon toga slijedilo je ponovo vaganje pokrivene aluminijske posudice u kojoj su se nalazili osušeni uzorci. Kako bi se dobio postotak odnosno udio vode koji se nalazi u pojedinom uzorku potrebno je bilo koristiti jednadžbu za određivanje postotka vode.

Ovom jednadžbom u omjer se stavljaju masa koja je ostala u aluminijskoj posudici nakon sušenja i masa uzroka uzetog u postupak te se na taj način dobiva maseni udio vode u uzorku (AOAC 925.40,2000).

Račun:

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

gdje je:

m1: masa prazne aluminijske posudice s poklopcem u gramima

m2: masa aluminijske posudice s uzorkom prije sušenja u gramima

m3: masa aluminijske posudice s uzorkom nakon sušenja u gramima

### 3.2.2. Određivanje udjela pepela

Svaka namirnica sadrži mineralne tvari. Mineralne tvari određuju se na način da se namirnica spaljuje, a ostatak se naziva pepeo. Udio pepela predstavlja anorganski dio koji zaostaje nakon spaljivanja organske tvari. Udio pepela određivao se na način da se uzorak prvo karbonizirao na plameniku, a zatim se mineralizirao u Mufolnoj peći pri određenoj temperaturi do postizanja jednolično svijetlo sivog pepela. Uzorci su se spaljivali u porculanskim zdjelicama. Svaku je zdjelicu prije postupka bilo potrebno izžariti u muflonnoj peći pri 525 °C tijekom pola sata. Nakon žarenja, porculanske su se zdjelice morale ohladiti u eksikatoru na sobnu temperaturu, a zatim su se izvagale na analitičkoj vagi. Uzorci su se odvagali na analitičkoj vagi u porculanske zdjelice te su se nakon toga lagano zagrijavale na plameniku dok cijeli uzorak nije pougljeno odnosno do potpune karbonizacije tijekom koje je uzorak poprimio crnu boju. Takvi uzorci su se prenijeli u Muflonu peć gdje su se zagrijavali pri 525 °C sve dok crni uzorci nisu poprimili jednolično svijetlo sivu boju pepela. Nakon spaljivanja u Mufolnoj peći, porculanske zdjelice sa spaljenim uzorkom su se morale prenijeti u eksikator gdje su se trebale ohladiti na sobnu temperaturu. Tako ohlađeni uzorci su se izvagati. Postotak pepela u uzorcima također se računa pomoću jednadžbe (prikazanoj dolje). U ovu jednadžbu zapravo se u omjer stavlja masa dobivenog pepela s masom homogeniziranog uzorka bobuljastih češera šmrike, a tim omjerom dobiva se maseni udio koji pomnožen sa 100 daje postotak pepela u uzorku plodova *Juniperus deltoides* (AOAC 932.03,2000).

Račun:

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

gdje je:

m1: masa porculanske zdjelice u gramima

m2: masa zdjelice i uzorka prije spaljivanja u gramima

m3: masa porculanske zdjelice i pepela u gramima

### 3.2.3. Određivanje udjela proteina

Proteini su velika skupina sekundarno kompleksnih spojeva koji su esencijalni za normalno odvijanje bioloških funkcija organizma. Određivanje proteina u namirnicama vrlo je zahtjevan proces s obzirom na složenu građu proteina, različito ponašanje ovisno o pH, temperaturi i mediju otapala. Pri određivanju proteina važan je podatak o ukupnoj količini proteina, a ne o pojedinim specifičnim proteinima. Metoda koje se koristila u određivanju udjela proteina u bobuljastim češerima šmrike zasniva se na određivanju dušika, uz uklanjanje dušika koji ne pripada proteinima. U okviru određivanja proteina indirektno preko udjela dušika najširu primjenu ima metoda po Kjeldahl-u. Prvo se Kjeldahlom metodom odredi ukupna količina dušika koja je prisutna u uzorku, a nakon toga se udio dušika preračunava u udio proteina.

Postupak je započeo spaljivanjem. U kivete od 500 mL odvađnuto je 1 g homogeniziranog uzorka. Vaganje se odvijalo na način da se uzela aluminijska ladica i stavila na vagu. Vaga se zatim morala tarirati i na aluminijsku ladicu se odvagala potrebna gramaža uzorka. Uzorak se iz ladice kvantitativno prenio u kivetu.

Svakoj kiveti s uzorkom dodano je 10 mL koncentrirane sumporne kiseline čija je uloga razaranje organske tvari uz oslobađanje proteinskog i neproteinskog dušika u obliku amonijevih sulfata, 5 mL 30 %-tnog vodikova peroksida te dvije Kjeldahlove tablete koje sadrže  $K_2SO_4$  i  $CuSO_4$  koji djeluju kao katalizatori i povisuju vrelište sumpornoj kiselinu. Šest kiveta se prebacilo u blok za spaljivanje te se spaljivanje provodilo u digestoru (slika 6.). Ovaj postupak provodio se otprilike sat vremena.





**Slika 6.** Blok za spaljivanje sa kivetama u digestoru  
(vlastita slika)

Spaljivanje je završeno tek nakon što u kivetama ostane bistra plavo-zelena otopina bez ikakvih neizgorjelih crnih komadića (slika 7.). Nakon spaljivanja, sadržaj u kivetama se treba ohladiti. Kad se uzorci u kivetama ohlade, bilo je potrebno napraviti postupak destilacije koja se provodi u Kjetecovom sustavu.



**Slika 7.** Kivete s uzorcima u bloku za spaljivanje nakon procesa spaljivanja  
(vlastita slika)

Kivete su se nakon spaljivanja prebacile u destilacijsku jedinicu Kjeltecova sustava (slika 8.), a na postolje pored kivete stavila se Erlenmeyerova tikvica u kojoj se nalazilo 25 mL borne kiseline ružičaste boje. Destilacijska cjevčica uvijek mora biti uronjena u bornu kiselinu. Cijeli postupak je započeo te je u kivetu dozirano 50 mL 40 %-tnog NaOH. Dodatkom natrijeva oksida, iz amonijeva sulfata se oslobađa amonijak koji se predestilira u bornu kiselinu te nastaje amonijev borat. Postupak destilacije odvijao se 5 minuta dok ružičasta boja borne kiseline nije postala modro-zelena.



**Slika 8.** Kjeltec sustav (vlastita slika)

Kao posljednji postupak određivanja udjela dušika u uzorcima provodila se titracija. Modro-zeleni sadržaj Erlenmeyerove tikvice titrirao se pomoću klorovodične kiseline sve dok modro-zelena boja nije postala ružičasta. U postupku titracije, boratni ion koji je proporcionalni udjelu dušika titrira s klorovodičnom kiselinom poznate koncentracije. Iz mililitara klorovodične kiseline koja je potrošena na titraciju uzorka, izračunava se udio dušika. Kako bi se odredio udio proteina u uzorcima potrebne su dvije jednačbe.

Pomoću prve jednadžbe izračunao se postotak dušika koji se nalazi u uzorcima (AOAC 992.15,2000).

Račun:

$$\% \text{ dušika} = \frac{V \cdot N \cdot 14,007 \cdot 100}{m} \quad [3]$$

gdje je:

V: volumen klorovodične kiseline koji je utrošen za titraciju u mL

N: molaritet klorovodične kiseline

m: masa uzorka izvaganog na početku samog postupka u gramima

Nakon što je izračunat udio dušika, taj je postotak potrebno pomnožiti sa faktorom za preračunavanje postotka dušika u proteine (koji se može očitati iz odgovarajućih tablica). Nakon što se postotak dušika pomnoži sa tim faktorom, dobije se postotak proteina prisutnih u uzorku. Za plodove *Juniperus deltoides* faktor pretvorbe iz postotka dušika u proteine iznosi 6,25. Množenjem postotka dušika faktorom 6,25 dobiva se postotak proteina koji su prisutni u uzorku (AOAC 992.15,2000).

#### 3.2.4. Određivanje udjela šećera:

Ugljikohidrati su u hrani značajan izvor energije, a utječu u na brojne fiziološke procese u organizmu. Pod nazivom ugljikohidrati u prvom redu se misli na šećere kao i tvari srodne šećerima. Ugljikohidrati imaju sposobnost redukcije metala iz alkalnih otopina njihovih soli, a to se događa zbog prisutnosti ketonske ili aldehidne skupine ugljikohidrata. Reducirajući šećeri su oni šećeri koji imaju aldehidnu skupinu koja predaje elektron oksidirajućem agensu koji se reducira primanjem elektrona. Oksidacija aldehidne skupine rezultira kiselom karboskilnom skupinom.

Za određivanje udjela ugljikohidrata uglavnom se koristi otopina bakar (II) sulfat pentahidrat i kalij-natrij-tartarat tetrahidrat koje se nazivaju i Fehlingove otopine. Kao posljedica reakcije

šećera s Fehlingovim otopinama nastaje netopiv crveno-smeđi talog  $\text{Cu}_2\text{O}$ . Pošto se ova reakcija ne odvija stehiometrijski, udio šećera ne može se odrediti iz nastalog taloga već se za to koriste odgovarajuće tablice.

Kako bi se odredio udio šećera prisutnih u uzorcima korištena je gravimetrijska metoda određivanja ukupnog inverta. Ukupni invert odnosi se i na reducirajuće (glukoza, fruktoza) i na nereducirajuće šećere kao što je saharoza. Postupak određivanja ukupnog inverta započeo je vaganjem 10 g uzorka u laboratorijsku čašu od 250 mL. Uzorci u čašama su se zatim razrijedili sa 100 mL destilirane vode te se zagrijavali na plameniku u miješanje staklenim štapićem sve do vrenja. Nakon što su otopine dosegla temperaturu vrenja, cijelu otopinu iz čaše bilo je potrebno prebaciti u odmjernu tikvicu od 250 mL preko staklenog lijevka. Otopine u tikvicama ohlađene su pod mlazom hladne vode i u tako ohlađene otopine dodano je 2 mL zasićene otopine neutralnog olovnog acetata u suvišku kako bi se otopine razbistrile i dodano je destilirane vode do oznake. Ovako pripremljena otopine su se filtrirale preko filtera papira u Erlenmeyerove tikvice od 100 mL (odbacujući prvih nekoliko mililitara filtrata). Nakon filtracije, u filtrate se dodala žličica natrijeva oksalata kako bi se istaložio višak olova te se ponovo napravila filtracija u drugi set Erlenmeyerovih tikvica od 100 mL (odbacujući prvih nekoliko mililitara filtrata). Nakon završetka ovog procesa bilo je potrebno provesti inverziju kako bi se nereducirajući šećer kao što je saharoza razgradio na reducirajuće šećere odnosno glukozu i fruktozu. Iz Erlenmeyerovih tikvica uzeto je 25 mL uzorka te se prebacio u odmjernu tikvicu od 100 mL. U tikvicu s uzorkom dodalo se 10 mL 20 %-tne klorovodične kiseline i 20 mL vode. Tikvice su se prebacile u vodenu kupelj gdje su se zagrijevale 10 minuta pri 60 °C. Nakon zagrijavanja, tikvice je bilo potrebno ohladiti i neutralizirati pomoću 30 %-tne otopine NaOH. Nakon što je provedena neutralizacija, tikvice su nadopunjene do oznake destiliranom vodom. Iz ovako priređenih otopina koje su se nalazile u odmjernim tikvicama od 100 mL, uzeto je 25 mL alikvota iz kojeg se određivao udio ukupnih šećera. Alikvotni dijelovi prebačeni su u Erlenmeyerove tikvice od 100 mL te je alikvotna dodano 25 mL Fehling I i 25 mL Fehling II otopine te 25 mL destilirane vode. Tako priređene otopine u tikvicama pokrivenima satnim stakalcima su se zagrijevale na plamenicima sve do vrenja, a otopine su se morale ostaviti da vriju 2 minute nakon čega su se tikvice maknule s plamena te se tako vrele otopine morale filtrirati preko porculanskih filtera (koji su prije postupka osušeni u zračnim sušnicama, ohlađeni u eksikatoru i izvagani na analitičkoj vagi) pomoću odsisne boce i sisaljke uz vodeni mlaz. Talozci koji su se nalazili u filterima isprani su destiliranom vodom te su se sušili u zračnoj

sušnici pola sata pri 100 °C. Nakon sušenja, talozi u filterima su se ohladili u eksikatoru i izvagali na analitičkim vagama. Pomoću mase praznog porculanskog filtera i filtera s talozima, izračunata je masa samih taloga. Masa taloga predstavlja masu bakrova (II) oksida, a iz Hammondovih tablica su očitane mase šećera u miligramima.

Postotak šećera se na kraju izračunao pomoću jednadžbe prikazanoj dolje. Omjerom mase šećera i mase uzorka dobiva se maseni udio šećera u uzorku (AOAC 925.35,2000).

Račun:

$$\% \text{ šećera} = \frac{a(\text{mg}) * 100}{b(\text{g}) * 1000} \quad [4]$$

gdje je:

a: masa šećera očitana iz Hammondovih tablica u miligramima

b: masa uzorka u alikvotnom dijelu filtrata uzetom u konačni postupak u gramima

### 3.2.5. Određivanje udjela celuloze

Pod pojmom celuloze podrazumijevaju se oni sastojci koji ostaju u netopivom stanju nakon polusatnog kuhanja namirnice smjesom koncentrirane dušične i octene kiseline.

Celuloza je prevladavajući polimer u lignoceluloznoj biomasi, a hemiceluloza i lignin se ovdje nalaze u manjim količinama (Foyle i sur., 2007).

Postotak celuloze u uzorcima *Juniperus deltoides* odredio se Kürschnerovim i Hanakovim postupkom. Prvo je bilo potrebno odvagati 1 g uzorka na analitičkoj vagi u tikvicu s povratnim zračnim hladilom. Nakon toga su se u tikvicu s uzorkom dodali 25 mL 80 %-tne octene kiseline i 2,5 mL koncentrirane dušične kiseline. Dušična kiselina oksidira i nitrira sve tvari osim celuloze, a octena kiselina otapa nastale razgradne produkte. Tikvice sa sadržajem su se zagrijavale uz pomoć plamenika pola sata. Zadnjih 5 minuta zagrijavanja sadržaja u tikvicama, morale su se zagrijati i čaše u kojima je nalazilo 25 mL octene i 2,5 mL dušične kiseline. Odmah nakon zagrijavanja bilo je potrebno filtrirati vruću otopinu s uzorkom preko staklenog filtra koji je prethodno bio osušen u zračnoj sušnici pola sata, ohlađen u eksikatoru i izvagan na

analitičkoj vagi. Nakon filtracije talog se u staklenom filtru isprao uz pomoć male količine prethodno zagrijane smjese reagenasa (25 mL octene kiseline + 2,5 mL dušične kiseline), a poslije i vrućom vodom. Stakleni filteri osušili su se u zračnim sušnicama pri 100 °C, ohladili u eksikatoru na sobnu temperaturu i zatim izvagali.

Oduzimanjem mase staklenog filtra od mase filtra s talogom dobiva se masa taloga (celuloze) koja se zatim koristi u računanju postotka celuloze. Jednadžba koja se koristi u omjer stavlja masu celuloze u gramima i masu uzorka u gramima te se na taj način dobiva maseni udio celuloze u uzroku (AOAC 973.18,2000).

Račun:

$$\% \text{ celuloze} = \frac{a \cdot 100}{m} \quad [5]$$

gdje je:

a: masa taloga u gramima

m: masa uzorka koja je uzeta u postupak u gramima

### 3.2.6. Određivanje udjela masti

Masti nalazimo u namirnicama biljnog i životinjskog podrijetla, a njihov s udio kreće u različitim rasponima. Važno fizikalno svojstvo masti je njihova netopljivost u vodi, a topljivost u organskim otapalima. Na ovom svojstvu se temelje gotovo sve poznate metode za određivanje udjela masti u namirnicama.

Udio masti odredio se Soxhletovim postupkom . Postupak zasniva na višekratnoj kontinuiranoj ekstrakciji masti uz pomoć organskog otapala.

Kako bi se postupak mogao provoditi prvo je bilo potrebno u odmašćene papirnate čahure prebaciti 5 g uzorka te su se čahure pokrile slojem odmašćene suhe vate. Nakon vaganja, čahure s uzorcima sušile su se u zračnim sušnicama sat vremena pri 100-105 °C. Osušene čahure ohladile su se u eksikatoru te su se prebacile u srednji dio Soxhletove aparature. Srednji dio aparature u kojem su se nalazile čahure naziva se ekstraktor, a on je bio povezan s hladilom i tikvicom s okruglim dnom (slika 9.). Tikvice s okruglim dnom su se prije procesa ekstrakcije

morale osušiti u zračnoj sušnici, ohladiti na sobu temperaturu i zatim izvagati. Ekstraktor s čahuricom se preko hladila uz pomoć lijevka napunio s otapalom odnosno medicinskim benzinom. Ulilo se toliko otapala da se ekstraktor prvo napunio, a zatim ispraznio uz pomoć kapilarne cjevčice u tikvicu s okruglim dnom te se dodalo još toliko otapala da je napunilo polovicu ekstraktora. Volumen medicinskog benzina u tikvici s okruglim dnom ne smije prelaziti  $\frac{3}{4}$  volumena cijele tikvice. Cijela aparatura stavila se u pješčanu kupelj. Kako se počelo vršiti zagrijavanje, u isto vrijeme se kroz hladilo pustio jaki mlaz vode. Otapalo iz tikvice s okruglim dnom cijelo vrijeme isparava, a pare otapala prolaze do zračnog hladila gdje se kondenziraju i vraćaju natrag u ekstraktor odnosno kapi otapala padaju na uzorak u čahuri. Temperatura zagrijavanja regulirala se na način da kondenzirane kapljice otapala padaju tolikom brzinom da se jedva mogu brojati. Medicinski benzin u interakciji s uzorkom ekstrahirane masti iz uzorka. Proces ekstrakcije provodio se 6 sati. Ekstrakciju je bilo potrebno prekinuti u onom trenutku kad se otapalo iz ekstraktora prelilo u tikvicu, a čahura je ostala bez otapala. Nakon toga se iz ekstraktora maknula čahura s uzorkom te se ekstraktor ponovo spojio s hladilom i tikvicom. Otapalo se predestiliralo iz tikvice u eksikator iz kojeg se nakon završene destilacije odlio, a u tikvici je na kraju zaostala samo mast. Tikvice s masti su se morale sušiti u zračnoj sušnici pri 100 °C do konstantne mase. Nakon toga sadržaj tikvice se ohladio u eksikatoru i izvagao. Kako bi se odredio postotak masti koristila se jednačina za određivanje udjela masti.

U ovoj jednačini (prikazanoj dolje) u omjer se stavlja masa ekstrahirane masti i masa uzorka, a tim se omjerom dobiva maseni udio masti u uzorku (AOAC 989.05,2000).

Račun:

$$\% masti = \frac{b-a}{m} * 100 \quad [6]$$

gdje je:

a: masa prazne tikvice u gramima

b: masa tikvice i ekstrahirane masti u gramima

m: masa uzorka koja je uzeta u postupak u gramima



**Slika 9.** Soxhletova aparatura za određivanje udjela masti u uzorcima  
(vlastita slika)

### 3.3. Statistička obrada podataka

Za svaku grupu uzoraka izračunati su prosječni udjeli vode, pepela, proteina, šećera, masti i celuloze te su dobivene vrijednosti prikazane uz pomoć programa Microsoft Excel u obliku grafova. Za svaku grupu uzoraka također su izračunati i srednja vrijednost, raspon, standardna devijacija te koeficijent varijabilnosti. Određeni su maksimum i minimum vrijednosti masenog udjela te su dobiveni podaci za svaki lokalitet međusobno uspoređeni.



#### 4. REZULTATI I RASPRAVA

Laboratorijskom je analizom u bobuljastim češerima šmrike određen udio šest sastavnica: voda, pepeo, proteini, šećeri, celuloza i masti. Analiza je provedena na 13 uzoraka koji su ubrani na 7 različitih područja srednje i južne Dalmacije. Svako područje predstavljeno je s dva zasebna uzorka ih kojih je izračunata i prosječna vrijednost, zbog veće točnosti rezultata.

Također za svaku kemijsku sastavnicu, uzeta je maksimalna i minimalna vrijednost, raspon, standardna devijacija i koeficijent varijacije.

**Tablica 1.** Kemijski sastav *Juniperus deltoides* s različitih područja južne Dalmacije

Sastav (%)	Biokovo 1,2,3	Biokovo 4,5,6	Biokovo, prosjek	Konavle 1,2	Konavle 3,4	Konavle, prosjek	Pelješac 1,2	Pelješac 3,4	Pelješac, prosjek
<b>Proteini</b>	2,10	2,33	<b>2,24</b>	2,36	2,91	<b>2,64</b>	3,23	3,55	<b>3,39</b>
<b>Celuloza</b>	19,89	17,04	<b>18,47</b>	16,92	20,17	<b>18,55</b>	19,51	19,69	<b>19,60</b>
<b>Pepeo</b>	3,93	4,28	<b>4,11</b>	3,52	4,03	<b>3,78</b>	3,55	3,80	<b>3,68</b>
<b>Masti</b>	4,43	5,18	<b>4,81</b>	11,97	9,47	<b>10,72</b>	2,80	6,48	<b>4,64</b>
<b>Šećeri</b>	30,43	25,93	<b>28,18</b>	30,79	25,36	<b>28,08</b>	31,37	29,26	<b>30,32</b>
<b>Voda</b>	39,21	45,24	<b>42,23</b>	34,45	38,91	<b>36,68</b>	39,53	37,22	<b>38,38</b>

U tablici 1 prikazan je kemijski sastav bobuljatih češera šmrike s područja južne Dalmacije odnosno s područja Biokova, Konavla i Pelješca.

Biokovo u prosjeku ima 42,23 % vode, značajan udio zauzimaju i šećeri (u prosjeku 28,18 %) te celuloza (u prosjeku 18,47 %). Masti u prosjeku ima 4,81 %, a pepela 4,11 %.

Najmanji udio u ovom slučaju čine proteini čiji prosjek iznosi 2,24 %.

Što se tiče Konavla, najveći udio zauzima voda s prosjekom 36,68 %. Šećeri prosječno čine 28,08 %, dok prosječnu udio celuloze iznosi 18,55 %. Prosječan udio masti u bobuljastim češerima s područja Konavla iznosi 10,72 %, a najmanju udio ponovo zauzimaju proteini, prosječno 2,64 %.

Prosječan udio vode u bobuljastim češerima s područja Pelješca iznosi 38,38 %. Šećeri prosječno čine 30,32 %, a prosječni udio celuloze iznosi 19,60 %. Prosječan udio masti iznosi 4,64 %, pepela 3,68 %, a proteina 3,39 %.

**Tablica 2.** Kemijski sastav *Juniperus deltoides* s različitih područja srednje Dalmacije

Sastav (%)	Očespovo 1,2,3	Očespovo 4,5	Očespovo, prosjek	Sinj 1,2	Sinj 3,4	Sinj, prosjek
<b>Proteini</b>	2,49	2,30	<b>2,40</b>	3,59	3,59	<b>3,59</b>
<b>Celuloza</b>	18,40	18,62	<b>18,51</b>	14,65	23,14	<b>18,90</b>
<b>Pepeo</b>	3,52	3,74	<b>3,63</b>	3,34	3,63	<b>3,49</b>
<b>Masti</b>	3,86	3,84	<b>3,85</b>	9,60	6,48	<b>8,04</b>
<b>Šećer</b>	32,98	28,38	<b>30,68</b>	23,62	22,55	<b>23,09</b>
<b>Voda</b>	38,76	43,12	<b>40,94</b>	45,20	40,60	<b>42,90</b>

Kemijski sastav bobuljastih češera šmrika s područja srednje Dalmacije (Očespovo i Sinj) prikazan je u tablici 2.

Prosječni udio vode u bobuljastim češerima iz Očespova iznosi 40,94 %, a prosječan udio šećera iznosi 30,68 %. Bobuljasti češeri iz Očespova prosječno sadrže 18,51 % celuloze, 3,85 % masti, 3,63 % pepela te 2,40 % proteina.

Što se tiče Sinja, bobuljasti češeri šmrike s tog područja prosječno sadrže 42,90 % vode, 23,09 % šećera, 18,90 % celuloze. Manji udio otpada na ostale kemijske komponente pa tako bobuljasti češeri šmrike iz Sinja u prosjeku sadrže 8,04 % masti, 3,49 % pepela te 3,59 % proteina.

**Tablica 3.** Kemijski sastav *Juniperus deltoides* s različitih područja srednje Dalmacije

Sastav (%)	Tulove Grede	Obrovac 1,2,3	Obrovac 4,5,6	Obrovac, prosjek
<b>Proteini</b>	<b>4,11</b>	2,81	2,63	<b>2,72</b>
<b>Celuloza</b>	<b>12,10</b>	17,20	16,79	<b>17,00</b>
<b>Pepeo</b>	<b>4,08</b>	3,29	3,58	<b>3,44</b>
<b>Masti</b>	<b>9,85</b>	6,73	6,46	<b>6,60</b>
<b>Šećeri</b>	<b>21,30</b>	31,28	32,60	<b>31,94</b>
<b>Voda</b>	<b>48,57</b>	38,69	37,94	<b>38,32</b>

Tablica 3 prikazuje kemijski sastav bobuljastih češera šmrike s područja srednje Dalmacije (Tulove Grede i Obrovac).

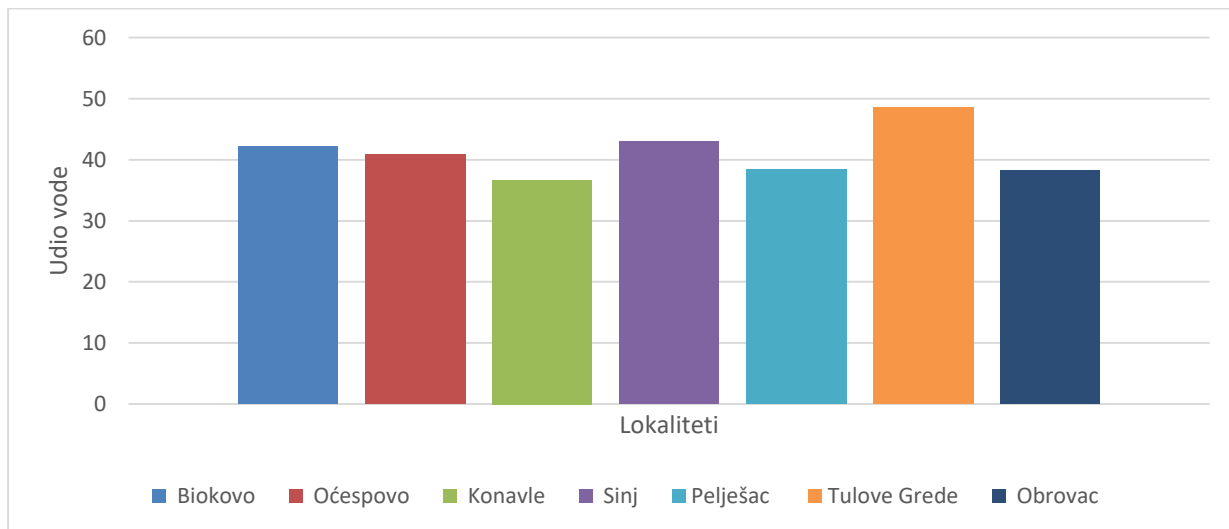
Područje Tulovih Greda zastupljeno je samo jednim uzrokom. Bobuljasti češeri iz Tulovih Greda sadrže 48,57 % vode. Udio šećera iznosi 21,30 %, a celuloze 12,10 %. Masti čine 9,85 %, a pepeo 4,08 %. Bobuljasti češeri iz područja Tulovih Greda sadrže 4,11 % proteina.

Prosječan udio vode u bobuljastim češerima šmrike s područja Obrovca iznosi 38,32 %, a na udio šećera otpada 31,94 %. Prosjek celuloze čini 17,00 %. Prosječan udio masti bobuljastih češera tog područja iznosi 6,60 % dok je udio pepela prosječno 3,44 %. Bobuljasti češeri šmrike iz Obrovca sadrže najmanje proteina, prosječno 2,72 %.

**Tablica 4.** Rezultati ispitivanja kemijskog sastava bobuljastih češera Šmrike

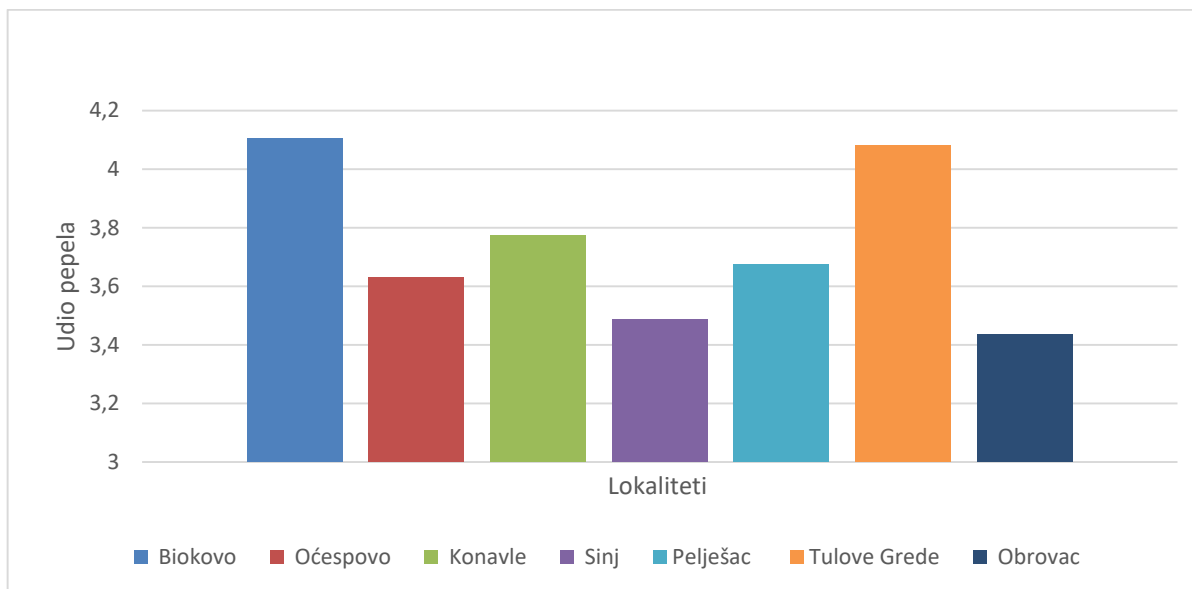
	Voda (%)	Pepeo (%)	Proteini (%)	Šećeri (%)	Celuloza (%)	Masti (%)
<b>Prosjek</b>	40,57	3,71	2,92	28,14	18,01	6,70
<b>Maksimalna vrijednost</b>	48,57	4,28	4,11	32,98	23,14	11,97
<b>Minimalna vrijednost</b>	34,45	3,29	2,10	21,30	12,10	2,80
<b>Raspon</b>	14,12	0,99	2,01	11,68	11,04	9,17
<b>Standardna devijacija</b>	3,74	0,28	0,61	3,81	2,64	2,67
<b>Koeficijent varijacije</b>	9,00	8,00	21,00	14,00	15,00	40,00

Iz tablice 4 se mogu očitati prosjek, maksimalna i minimalna vrijednost, raspon, standardna devijacija te koeficijent varijacije svake kemijske sastavnice. Prosjek vode iznosi 40,57 %, a prosjek pepela 3,71 %. Prosjek proteina iznosi 2,92 %, prosjek šećera 28,14 %, prosjek celuloze 18,01 %, a prosjek masti 6,70 %. Maksimalna vrijednost vode iznosi 48,57 %, a minimalna vrijednost vode iznosi 34,45 %. Maksimalna vrijednost pepela iznosi 4,28 %, a minimalna 3,29 %. Što se tiče proteina, maksimalna vrijednost iznosi 4,11 %, a minimalna 2,10 %. Maksimalna je vrijednost šećera 32,98 %, a minimalna 21,30 %. Maksimalna vrijednost celuloze iznosi 23,14 %, a minimalna 12,10 %. Maksimalna je vrijednost masti 11,97 %, a minimalna 2,80 %. Standardna devijacija predstavlja odstupanje od aritmetičke sredine te je iz tablice 4 vidljivo kako najveće odstupanje od aritmetičke sredine imaju šećeri, a njihov koeficijent varijacije iznosi 40,00 %. Najmanje odstupanje od aritmetičke sredine ima pepeo čiji koeficijent varijacije iznosi 8,00 %. Koeficijent varijacije predstavlja relativnu mjeru disperzije te je vidljivo da maseni udjeli vode i pepela imaju vrlo slab varijabilitet, maseni udjeli proteina, šećera i celuloze imaju relativno slab varijabilitet, a maseni udio masti ima umjereni varijabilitet.



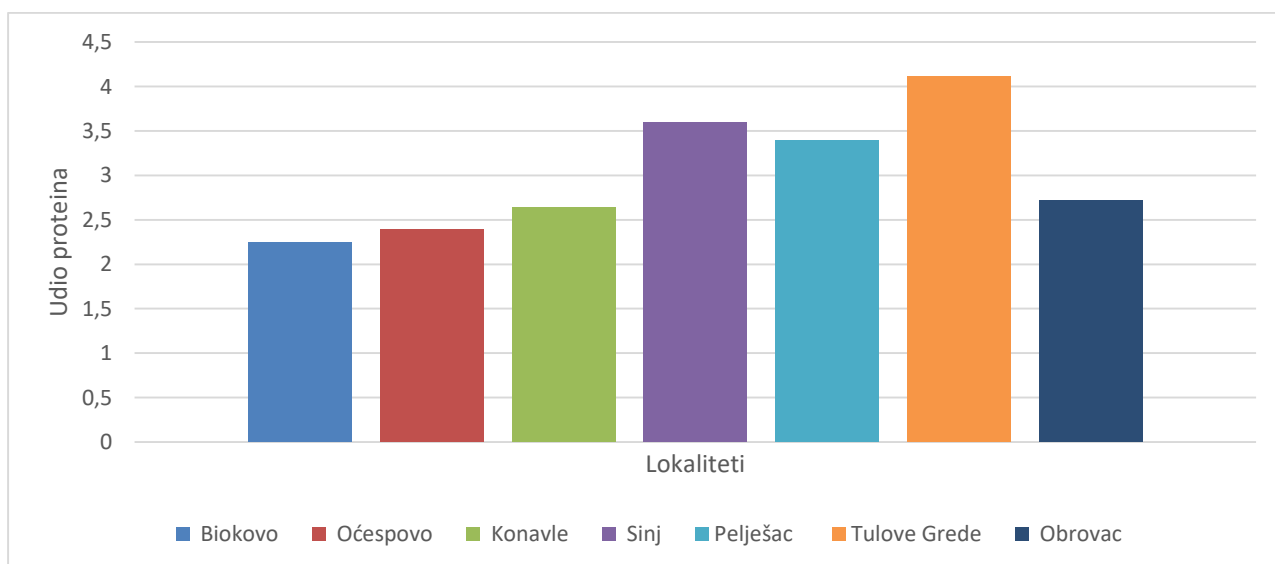
**Slika 10.** Grafički prikaz prosječnog udjela vode u bobuljastim češerima šmrike s različitih područja srednje i južne Dalmacije

Iz grafičkog prikaza vidljivo je kako je najveći udio vode nalazi u bobuljastim češerima šmrike s područja Tulovih Greda, a najmanji udio vode nalazi se u bobuljastim češerima s područja Konavala.



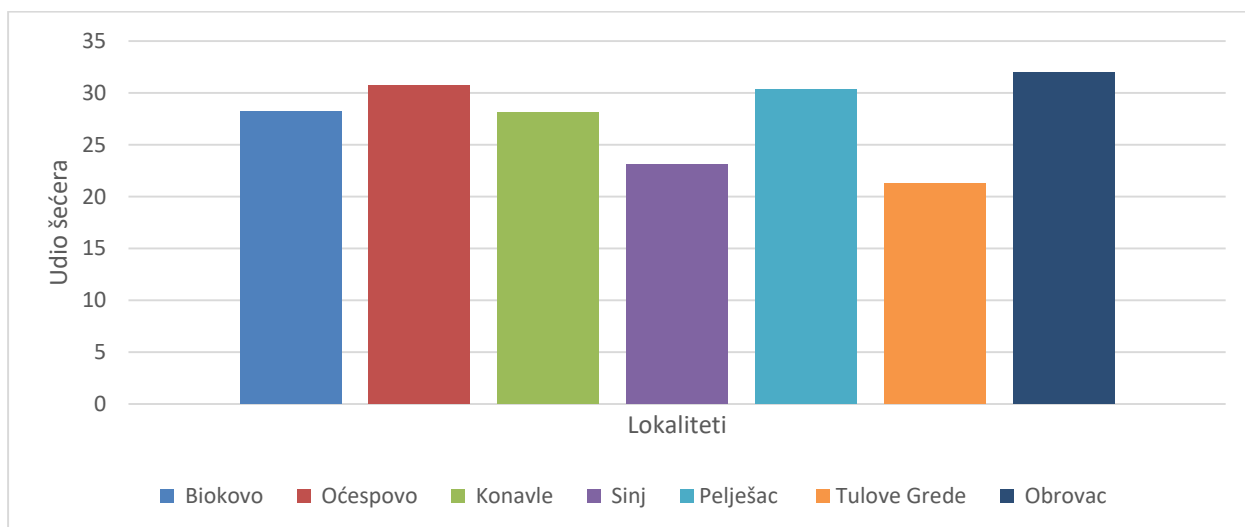
**Slika 11.** Grafički prikaz prosječnog udjela pepela u bobuljastim češerima šmrike s različitih područja srednje i južne Dalmacije

Iz prethodnog grafičkog prikaza može se vidjeti kako se najveći udio pepela nalazi u bobuljastim češerima šmrike s područja Biokova, a najmanji udio pepela imaju bobuljasti češeri s područja Obrovca.



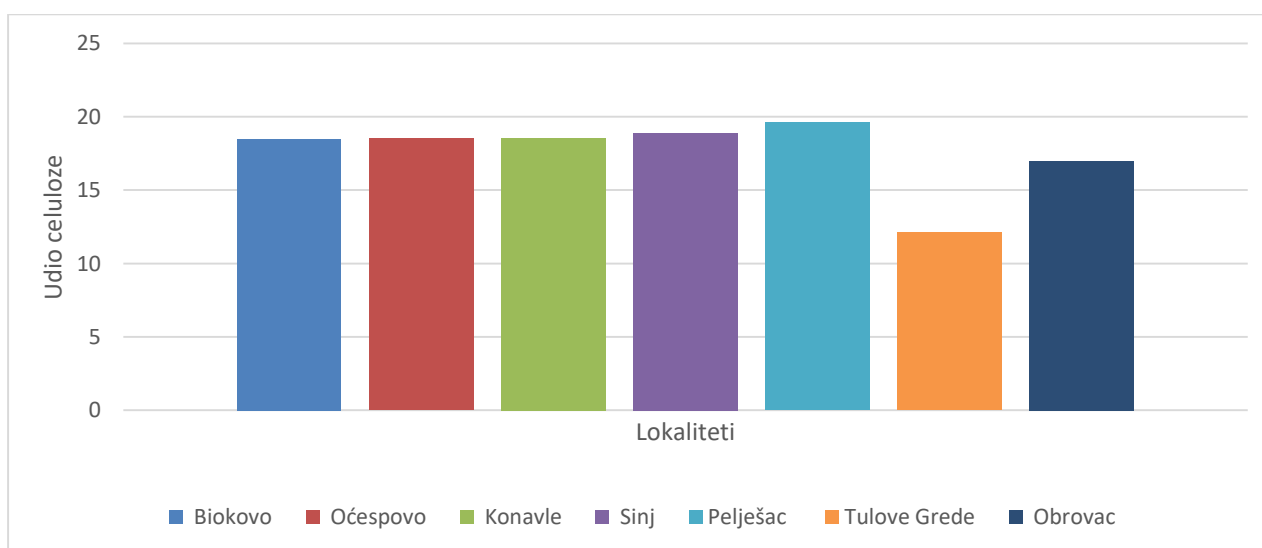
**Slika 12.** Grafički prikaz prosječnog udjela proteina u bobuljastim češerima šmrike s različitih područja srednje i južne Dalmacije

Slika 12 prikazuje graf iz kojeg se može zaključiti da se najviše proteina nalazi u bobuljastim češerima šmrike ubranih s područja Tulovih Greda, a najmanje proteina se nalazi u bobuljastim češerima s područja Biokova.



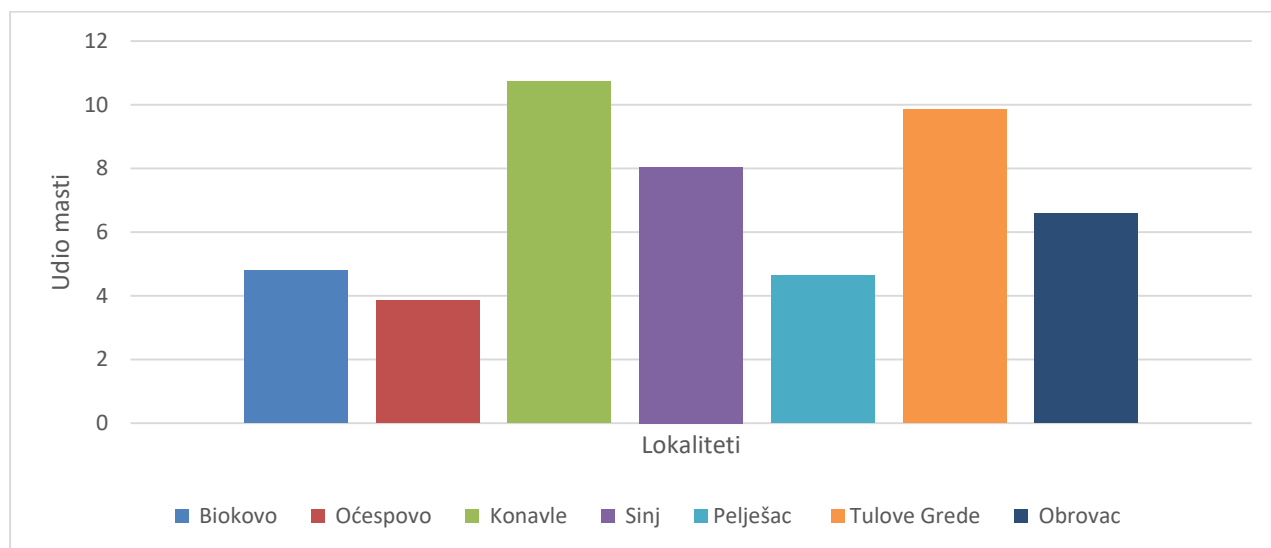
**Slika 13.** Grafički prikaz prosječnog udjela šećera u bobuljastim češerima šmrike s različitih područja srednje i južne Dalmacije

Iz grafičkog prikaza iznad vidljivo je kako se najveći udio šećera nalazi u bobuljastim češerima iz Obrovca, a najmanji udio šećera nalazi se u bobuljastim češerima iz Tulovih Greda.



**Slika 14.** Grafički prikaz prosječnog udjela celuloze u bobuljastim češerima šmrike s različitih područja srednje i južne Dalmacije

Slika 14 prikazuje graf koji prikazuje udio celuloze bobuljastih češera šmrike. Iz tog je grafičkog prikaza vidljivo da se najviše celuloze nalazi u bobuljastim češerima Pelješa, a najmanje celuloze se nalazi u bobuljastim češerima s područja Tulovih Greda.



**Slika 15.** Grafički prikaz prosječnog udjela masti u bobuljastim češerima šmrike s različitih područja srednje i južne Dalmacije

Slika 15 prikazuje graf koji prikazuje udio masti u bobuljastim češerima šmrike te je iz ovog grafa vidljivo da je najveći udio masti u bobuljastim češerima iz područja Konavala, a najmanji je udio masti u bobuljastim češerima iz područja Očespova.

## 5. ZAKLJUČCI

Iz rezultata analize kemijskih komponenata bobuljastih češera šmrike može se zaključiti sljedeće:

1. Udio vode u bobuljastim češerima šmrike kretao se od 34,45 % do 48,57 %. Najveći udio vode zabilježen je u češerima s područja Tulovih Greda, a najmanji s područja Konavala.
2. Udio pepela u ispitivanim uzorcima kretao se od 3,29 % do 4,28 %. Najveći udio pepela nalazio se u uzorcima s područja Biokova, a najmanji s lokaliteta Obrovca.
3. Postotak proteina u uzorcima kretao se od 2,10 % do 4,11 %. Najveći udio proteina nalazio se u bobuljastim češerima iz područja Tulovih Greda, a najmanji s područja Biokova.
4. Postotak ukupnih šećera u uzorcima bobuljastih češera kretao se od 21,30 % do 32,98 %. Najviše šećera nalazilo se u bobuljastim češerima iz Obrovca, a najmanje iz Tulovih Greda.
5. Maseni udio celuloze u uzorcima kretao se od 12,10 % do 23,14 %. Najviše celuloze nalazilo se u uzorcima s područja Pelješca, a najmanje iz Tulovih Greda.
6. Udio ukupnih masti u bobuljastim češerima šmrike kretao se od 2,80 % do 11,97 %. Najveći udio masti nalazio se u uzorcima s lokaliteta Konavala, a najmanji s lokaliteta Oćespova.
7. Najveće odstupanje od aritmetičke sredine ima maseni udio šećera, a najmanje maseni udio pepela.
8. Najveća raspršenost podataka javlja se kod masenog udjela masti, a najmanje kod masenog udjela pepela.



## 6. POPIS LITERATURE

Adams RP (2004) *Juniperus deltooides*, a new species and nomenclatural notes on *Juniperus polycarpus* and *J. turcomanica* (Cupressaceae), *Phytologia* **86**, 49–53.

Adams RP, Morris J A, Pandey R N i Schwarzbach A E (2005) Cryptic speciation between *Juniperus deltooides* and *Juniperus oxycedrus* (Cupressaceae) in the Mediterranean, *Biochemical Systematics and Ecology*, **33**(8), 771–787. <https://doi.org/10.1016/j.bse.2005.01.001>

Adams RP (2012) Geographic variation in leaf oils of *Juniperus deltooides* from Bulgaria, Greece, Italy. *Phytologia* **94**, 310–318

Adams RP (2014) Morphological comparison and key to *Juniperus deltooides* and *J. oxycedrus*. *Phytologia* **96**, 58–62.

Barišić A (2021) Populacijska varijabilnost šmrike (*Juniperus deltooides* R.P. Adams) u Istri i Kvarneru prema morfološkim obilježjima iglica i bobuljastih češera (završni rad), Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb

Boratyński A, Wachowiak W, Dering M, Krystyna B, Katarzyna S, Sobierajska K, i sur. (2014) The biogeography and genetic relationships of *Juniperus oxycedrus* and related taxa from the Mediterranean and Macaronesian regions. *Bot J Linn Soc* **174**, 637–653. <https://doi.org/10.1111/boj.12147>

Foyle T, Jennins L, Mulcahy P (2007) Compositional analysis of lignocellulosic materials: Evaluation of methods used for sugar analysis of waste paper and straw, *Bioresource Technol.* **98**, 3026–3036. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2006.10.013>

Najar B, Pistelli L, Mancini S i Fratini F (2020) Chemical composition and in vitro antibacterial activity of essential oils from different species of *Juniperus* (section *Juniperus*), *Flavour and Fragrance Journal*. doi:10.1002/ffj.3602

Rajčević N F (2015) Diferencijacija vrsta iz sekcije *Juniperus* roda *Juniperus* L. (Cupressaceae) sa Balkanskog poluostrva korištenjem fitohemijskih i molekularnih karaktera (doktorska disertacija), Biološki fakultet, Sveučilište u Beogradu, Beograd

Roma-Marzio F, Najjar, B, Alessandri J, Pistelli L i Peruzzi, L (2017) Taxonomy of prickly juniper ( *Juniperus oxycedrus* group) A phytochemical–morphometric combined approach at the contact zone of two cryptospecies; *Phytochemistry*, **141**, 48 60. doi:10.1016/j.phytochem.2017.05

AOAC 925,03:2000, Fruits and fruit products – Moisture in fruits and fruit products

AOAC 989,05:2000, Fruits and fruit products – Total fat in fruits and fruit products

AOAC 973,18:2000, Fruits and fruit products – Cellulose in fruits and fruit products

AOAC 925,35:2000, Fruits and fruit products – Sucrose in fruits and fruit products

AOAC 992,15:2000, Fruits and fruit products – Crude proteins in fruits and fruit products

AOAC 923,03:2000, Fruits and fruit products – Ash content in fruits and fruit products

## Izjava o izvornosti

Ja Lucija Krog izjavljujem da je ovaj završni rad izvorni rezultat mojeg rada te da se u njegovoj izradi nisam koristio/la drugim izvorima, osim onih koji su u njemu navedeni.

---

Vlastoručni potpis