Sadržaj bioaktivnih komponenti matičnog soka i voćne kaše goji bobica (Lycium barbarum)

Jagatić, Iva

Master's thesis / Diplomski rad

2017

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Agriculture / Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:204:676682

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-24**

Repository / Repozitorij:

Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

AGRONOMSKI FAKULTET

Iva Jagatić

SADRŽAJ BIOAKTIVNIH KOMPONENTI MATIČNOG SOKA I VOĆNE KAŠE GOJI BOBICA (*Lycium barbarum*)

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, veljača 2017.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

AGRONOMSKI FAKULTET

HORTIKULTURA - VOĆARSTVO

Iva Jagatić

SADRŽAJ BIOAKTIVNIH KOMPONENTI MATIČNOG SOKA I VOĆNE KAŠE GOJI BOBICA (*Lycium barbarum*)

DIPLOMSKI RAD

Mentor: Izv. prof. dr. sc. Sandra Voća

Neposredni voditelj: Doc. dr. sc. Jana Šic Žlabur

Zagreb, veljača 2017.

Ovaj diplomski rad je ocijenjen i obranjen dana _____

s ocjenom _____ pred Povjerenstvom u sastavu:

1. Izv.prof.dr.sc. Sandra Voća _____
2. Prof.dr.sc. Nadica Dobričević _____
3. Izv.prof.dr.sc. Boris Duralija _____

ZAHVALA

Hvala mentorici izv. prof. dr. sc. Sandri Voća na pomoći i na uloženom vremenu prilikom izrade ovoga rada.

Neposrednoj voditeljici, Jani Šic Žlabur iznimno hvala na korisnim savjetima, susretljivosti, ustupljenim materijalima, uloženom vremenu i pomoći tijekom izvođenja analiza i pisanja rada.

Hvala OPG-u Fucak koji nam je omogućio potrebne materijale za izradu ovog rada.

Mojim dragim prijateljima neizmjerno hvala na podršci i pomoći tijekom cijelog studija. Bez vas ne bih uspjela!

I na kraju, najveće hvala mojim roditeljima što su mi omogućili školovanje i mojem bratu i šogorici što su bili uz mene i vjerovali u mene kada je bilo najpotrebnije. Ovaj diplomski rad je velikim dijelom i njihov.

SAŽETAK

Goji je drvenasta grmolika biljka iz porodice *Solanaceae* čiji su plodovi bogatog sadržaja biološki aktivnih spojeva, vitamina, minerala, karotenoida. Cilj ovog rada bio je utvrditi kemijski sastav i sadržaj bioaktivnih tvari u uzorcima svježih plodova goji bobica, matičnog soka i kaše te temeljem dobivenih rezultata utvrditi postoje li razlike u nutritivnom sastavu navedenih uzoraka. Analizom nutritivnog sastava istraživanih uzoraka svježih plodova goji bobica, kaše i matičnog soka utvrđene su značajne razlike u sastavu bioaktivnih tvari: vitamina C, beta karotena, fenola, flavonoida i neflavonoida. U uzorcima voćne kaše goji bobica dokazan je znatno veći sadržaj bioaktivnih tvari i veći antioksidacijski kapacitet u usporedbi s uzorcima matičnog soka i svježih plodova. Iskoristivost soka kod goji bobica je vrlo niska, svega 35,79 %, no s obzirom na rezultate nutritivnog sastava, sok goji bobica predstavlja važan proizvod. Temeljem dobivenih rezultata može se utvrditi kako su prema nutritivnom sastavu i sadržaju bioaktivnih tvari uzorci voćne kaše najznačajniji izvor hranjivih tvari, dok se najveća prisutnost vitamina C i beta karotena nalazi u svježim plodovima goji bobica.

Ključne riječi: goji bobice, nutritivni sastav, sok, voćna kaša, bioaktivni spojevi, antioksidacijski kapacitet

ABSTRACT

Goji is a woody shrub plant in the family *Solanaceae* with fruits rich in biologically active compounds, vitamins, minerals, carotenoids. The aim of this study was to determine the chemical composition and bioactive compounds content in fresh goji berries, goji juice and fruit pulp. Based on the results of nutritional composition to determine the differences between analyzed goji samples. The nutritional composition analysis of the studied goji samples (fresh berries, juice and pulp) showed significant differences in the content of bioactive compounds: vitamin C, beta carotene, phenols, flavonoids and non-flavonoids. In samples of goji pulp a significantly higher content of bioactive compounds and antioxidant capacity was determined compared with juice samples and fresh berries. The juice yield from goji berries is relatively very low, only 35,79 %, but according to the results of nutritional composition, goji juice is an important product. Based on the research results can be concluded that, according to the nutritional composition and content of bioactive compounds, samples of goji pulp represent the most valuable source of nutrients while the highest content of vitamin C and beta carotene was determined in fresh goji berries.

Key words: goji berries, nutritional composition, juice, pulp, bioactive compound, antioxidant capacity

SADRŽAJ RADA

1. UVOD 1

1.1.Cilj istraživanja 3

2. PREGLED LITERATURE 4

2.1. Morfološke karakteristike goji bobica 4

2.2. Uzgoj goji bobica 5

2.3. Agroekološki uvjeti goji bobica 6

2.3.1. Temperatura 6

2.3.2. Voda 6

2.3.3. Tlo 6

2.4. Tehnologija uzgoja goji bobica 7

2.5. Berba i skladištenje goji bobica 8

2.6. Štetnici bolesti i pesticidi 8

2.7. Djelovanje na zdravlje i primjena goji bobica 9

3. MATERIJALI I METODE 11

3.1. Biljni materijal 11

3.2. Metode 13

3.2.1. Određivanje mehaničkog sastava sirovine 13

3.2.2. Određivanje ukupne suhe tvari sušenjem na 105 °C 14

3.2.3. Određivanje topljive suhe tvari 16

3.2.4. Određivanje ukupne kiselosti 17

3.2.5. Određivanje pH vrijednosti 18

3.2.6. Određivanje L-askorbinske kiseline 19

3.2.7. Određivanje sadržaja β-karotena 21

3.2.8. Određivanje ukupnih fenola 23

3.2.9. Određivanje flavonoida i neflavonoida 26

3.2.10. Određivanje sadržaja antocijana 27

3.2.11. Određivanje antioksidacijskog kapaciteta ABTS metodom 29

3.3. Statistička obrada podataka 32

4. REZULTATI I RASPRAVA 32

4.1. Osnovni kemijski sastav goji bobica 33

4.2. Rezultati analize bioaktivnih tvari u uzorcima goji bobica 35

4.3. Antioksidacijska aktivnost 40

5. ZAKLJUČAK 42

6. POPIS LITERATURE 44

7. ŽIVOTOPIS 49

1. UVOD

Goji (*Lycium barbarum*) je drvenasta grmolika biljka iz porodice *Solanaceae*. Goji bobice nazivaju još i vučje bobice. Biljka naraste od 1 do 3 metara u visinu. Osim vrste *Lycium barbarum* razlikujemo još vrstu *L. chinense* koja se najviše uzgaja na jugu Kine i nešto je niža u usporedbi s vrstom *L. barbarum* (Zhang i sur., 2001; Demchak i sur, 2014). Plod goji bobica je narančasto crvene boje duljine od 1 do 2 cm, duguljastog oblika. U svakoj je bobici od 10 do 60 sjemenki. Bobice zriju od srpnja do listopada. Zbog brzog propadanja uzrokovanog oksidacijom one se ne ubiru, već se tresu s grana i najčešće odmah prerađuju, sušenjem. Od proizvoda goji bobica na tržištu su prisutni sok te pripravak za vodenu otopinu (Potteraat i sur., 2008). Najveći izvoznik i uzgajivač goji bobica je Kina (Burke i sur., 2005).

Zanimljivo je da su u Engleskoj goji bobice poznate još od kraja 18. stoljeća kada ih je u svoju domovinu donio Archibald Campbell, vojvoda of Argylla kada su dobile još jedan naziv „Duke of Argyll's Tea Tree" te su bile prihvaćene i kao ukrasna i jestiva biljka. No, tek početkom 21. stoljeća započela je njihova nagla popularnost kao „super namirnice", odnosno namirnice koja je toliko nutritivno bogata da rezultati medicinskih istraživanja navode njezine potencijalne pozitivne zdravstvene učinke (Medina, 2011).

Goji bobice su danas jedna od najpoznatijih „super hrana" u svijetu. Na ORAC skali njene vrijednosti su među najvišim u usporedbi s drugim voćnim vrstama (Rice-Evans i sur., 1995).

Goji bobice zbog nutritivnog sastava, odnosno visokog sadržaja vitamina, minerala i ostalih fitokemikalija, a posebice karotenoida pokazuju brojne blagotvorne učinke na ljudsko zdravlje od poboljšavanja vida, opuštanja, ublažavanja glavobolje, jačanje jetre i bubrega (Luo i sur., 2004, Burke i sur., 2005). Nedavna istraživanja su pokazala da

flavonoidi iz goji bobica štite krvne stanice i mitohondrij od mogućih oštećenja uzrokovanih procesom oksidacije (Luo i sur., 2004).

1.1. Cilj istraživanja

Cilj rada bio je utvrditi kemijski sastav i sadržaj bioaktivnih spojeva matičnog soka odnosno svježeg soka i preostale voćne kaše. Temeljem dobivenih rezultata utvrditi postoje li razlike u nutritivnom sastavu soka i voćne kaše goji bobica.

2. PREGLED LITERATURE

2.1.Morfološke karakteristike goji bobica

Goji (*Lycium barbarum* i *Lycium chinense*) je drvenasta biljka iz porodice *Solanaceae* (Slika 1). U ovu porodicu pripadaju krumpir, rajčica i patlidžan, a glavno im je obilježje sadržaj otrovnog alkaloida solanina koji se nalazi u ljusci nezrelih plodova, a uklanja se guljenjem ili termičkom obradom. Ova grmolika kultura naraste od 1 do 3m visine. Plod je crvenkasta jajasta bobica do 2cm dužine (Slika 2). Sadrži 10-60 sitnih sjemenki (Gan i sur., 2003). Bobice se mogu konzumirati sirove ili sušene kada okusom podsjećaju na grožđice.

Slika 1. Drvo goji bobica (Izvor: www.theplantingtree.com)

Slika 2. Plod goji bobice (foto: Jagatić, 2016)

2.2. Uzgoj goji bobica

Goji je trnovita, drvenasta, grmolika biljka. Kultivacija i orezivanje obavlja se kada biljka dostigne od jednog do tri metra visine (Demchak i sur., 2014).

Najbolji uzgoj je na tlima koja su lagana, bogata humusom i dobro navodnjavana, na mjestima s puno sunca. Mogu se uzgojiti iz sjemena i vegetativno. Uzgojem, kroz nekoliko godina, došlo se do zaključka da je puno bolja varijanta uzgoja iz vegetativnih dijelova nego sjemena, jer sjemenom dolazi do miješanja genetskog materijala i ne možemo biti sigurni kako će se to odraziti na rodnost i rast. Ako se razmnožavaju iz sjemena, uzgoj je sličan kao kod rajčice. Mlade biljke su u početku vrlo osjetljive i različitog rasta pa se prvu godinu mogu uzgajati u zaštićenom prostoru (plastenicima) nakon čega se stavljaju u tlo na otvoreno. Sadnja se općenito preporuča u proljeće nakon što prestane opasnost od mraza. Nakon presađivanja za njegu nasada preporuča se malčiranje kako bi se smanjila zakorovljenost, odnosno kompeticija mladih biljaka i korova. Navodnjavanje je nužno, pogotovo prve godine, jer se korijenov sustav može lako isušiti, a i voćka je sklona tome da propadne pod utjecanjem nedovoljne količine vlage (Bernstein i sur., 2002).

Biljke bi se trebale saditi na razmak 1-2 m unutar reda i 3-3,5 m između redova. Razmake je korisno prilagoditi ovisno o tipu mehanizacije koja će se koristiti u nasadu (Zhang i sur., 2001).

2.3.Agroekološki uvjeti goji bobica

2.3.1. Temperatura

Za uzgoj goji bobica pogodni su osunčani tereni. Idealna mjesta za sadnju su ona koja imaju dovoljan pristup Sunčevom svjetlu tijekom cijelog dana (Hummer i sur., 2011). Goji bobica može podnijeti vrlo niske temperature zimi do -40 °C i vrlo visoke temperature ljeti čak do 38 °C (Balouchi i sur., 2011).

2.3.2. Voda

Tijekom ljetnih mjeseci goji bobice imaju veće zahtjeve prema vodi pa prilikom uzgoja o tome treba voditi računa. Osobito je važno redovno zalijevati mlade biljke. Zalijevanje je potrebno provoditi ujutro i uvečer, ovisno o vlazi u tlu (Hummer i sur., 2011).

2.3.3. Tlo

Optimalno tlo za uzgoj je ono pH vrijednosti od 6,5 pa na više. Prirodno stanište na kojem rastu goji bobice je alkalno tlo pH vrijednosti od 8,2 do 8,6 (Hummer i sur., 2011).. Preporučana tla za uzgoj su hranjiva i ocijeđena tla (Hummer i sur., 2011).

2.4. Tehnologija uzgoja goji bobica

Sadnja se može vršiti tijekom cijele godine, od travnja do kasne jeseni. Ukoliko se sadnice sade tijekom ljeta, važno je obratiti pažnju na redovno zalijevanje.

Goji bobice sade se u jame veličine 40x40x40 cm, na razmaku od oko 1,5 m u redu. Najprije se na dno jame stavlja gnojivo, a zatim slijedi sloj zemlje, nakon čega jama ostane dubine 15-20 cm. Ispod sadnice stavlja se supstrat. Nakon sadnje, sadnica se dobro pokrije zemljom te zalije vodom. Preporuka je mlade biljke povezati uz naslon (štap) kako bi joj se pružio oslonac (Heidenreich, 2014).

Kako bi se postigli optimalni uvjeti proizvodnje, grm goji bobica potrebno je pravilno orezivati. Najčešći su tipovi reza: kišobran, cilindrični model i model s tri razine (Young, 2005).

Za tehnologiju zvanu kišobran već u prvoj godini se počinje s uklanjanjem zaperaka tako da se ostavljaju dvije ili tri glavne grane do visine od 2 m. Trga im se vrh i na samom vrhu ostavlja 20-30 zaperaka, te istima se trgaju vrhovi nakon što dosegnu dužinu od 20-30 cm te iz njih izbijaju rodne grane (Daugs, 2014) (Slika 3).

Slika 3. Oblici uzgoja goji bobica (www.phoenixtearsnursery.com)

Plodovi se nakon berbe trebaju prebrati kako bi se odvojili oni nepravilnih oblika i oštećeni, slijedi pakiranje i prethlađenje za isporuku u svježem stanju. Plodovi goji bobica često se prerađuju sušenjem i to izravno na suncu na otvorenom u vremenskom trajanju od oko 48 sati. Mogu se i zamrzavati. Sušene goji bobice ako su adekvatno pakirane mogu se skladištiti više od godinu dana (Heidenreich, 2014).

2.5. Berba i skladištenje goji bobica

Goji bobice se, ovisno o starosti sadnica beru u drugoj ili trećoj godini. Puni prinos je više od 5 kg po stablu (u Kini zna biti i do 8kg /stablu). Na sjevernoj hemisferi cvjetovi se razvijaju od lipnja do rujna i bobice sazrijevaju od srpnja do listopada. Važno je obrati plodove prije mraza. Kada su bobice zrele, pažljivo se ručno beru u male posudice da bi se što manje oštetile i kako bi bile spremne za isporuku u svježem stanju, a ujedno i preradu (Heidenreich, 2014).

2.6. Štetnici, bolesti i pesticidi

Vrlo je malo podataka o bolestima i štetnicima koje napadaju ovu kulturu. Literatura govori da se od štetnika najčešće mogu naći octena mušica ploda (*Drosophila suzukii*), cvrčak uvijenosti lista rajčice (*Empoasca fabae*), japanski pivac (*Popilla japonica*), tripsi (*Thrips tabaci*), koprivina grinja (*Tetranychus urticae*) i lisne uši (*Aphis sp*.). Od bolesti nalazimo antraknoze (*Colletotrichum sp*.), pjegavost lista (*Alternaria solani*), pepelnicu (*Leveillula taurica*). Smatra se da bi i ostale bolesti koje napadaju rajčicu mogle biti potencijalni problem i goji bobicama. Što se tiče iskustva iz Velike Britanije, na uvoznim sadnicama pronađena je grinja goji bobica (*Aceria kuko*) koja bi mogla raditi štete i na ostalim vrstama *Solanaceae*. Stoga je Velika Britanija zabranila uvoz sadnog materijala izvan Europe (Burke i sur., 2005).

2.7. Nutritivni sastav goji bobica

Goji bobice su bogate antioksidansima, aminokiselinama i esencijalnim masnim kiselinama. Obiluju i zavidnim količinama mnogih drugih spojeva, zbog čega se ubrajaju u kategoriju „super hrana“. Sadrže velike količine vitamina C, željeza i mnogih drugih nutrijenata (Daugs, 2014).

Goji bobice sadrže veliku količinu karotenoida, vitamina A i zeaksantina. Također su bogate vitaminima B, C i polisaharidima. Ovo voće ima visoki sadržaj proteina (prosječno oko 10%), a sadrže čak 18 različitih aminokiselina od kojih 8 esencijalnih (Feskanich i sur. 2000., Lim i sur. 2007).

Bogate su i mineralima, sadrže 21 mineral u tragovima, uključujući i antikancerogeni germanij. Sadrže vitamin E (rijetko se nalazi u voću, uglavnom u sjemenkama i žitaricama), ciperon, koji koristi srcu i krvnom tlaku a ublažava i ženske tegobe. Sadrži solavetivon, snažan antigljivični i antibakterijski spoj fizalin aktivan spoj koji štiti od leukemije i hepatitisa B, betain koji se koristi da bi jetra proizvodila kolin, spoj koji smiruje nervozu, poboljšava pamćenje i štiti od masne jetre (Rice i sur., 1997). Također sadrži beta-sitosterol, antiupalni agens koji se koristi za snižavanje kolesterola, liječenje spolne nemoći i kod povećane prostate (Gülcin i sur., 2006., Kumaran i Karmunakaran, 2007). Goji bobice bogate su i esencijalnim masnim kiselinama potrebnim za održavanje proizvodnje hormona, dobro funkcioniranje mozga i živčanog sustava (Zhao i sur., 2005).

Zbog bogatog nutritivnog sastava goji bobice imaju široki spektar djelovanja. Jačaju imunološki sustav, usporavaju proces starenja organizma, sprječavaju nastanak leukemije i raka (Feskanich i sur., 2000). Štite od bolesti srca i krvnih žila, reguliraju rad mokraćnog sustava, daju snagu i energiju, djeluju antibakterijski i antiupalno, poboljšavaju plodnost kod žena, štite vid i doprinose ljepšem tenu, poboljšavaju cirkulaciju, štite od dijabetesa te poboljšavaju kvalitetu spermija (Berendschot i sur., 2002).

Da bi uživali u zdravstvenim dobrobitima goji bobica potrebna je sasvim mala količina. Preporučena dnevna doza bobica je 10-30 g dnevno (Zhao i sur., 2005).

Ne postoji gornja granica u konzumiranju goji bobica. Na primjer u kineskoj medicini uobičajeno se primjenjuje doza od 150 g svježih bobica dnevno (Wu i sur., 2004). Nažalost kod nas se rijetko u ponudi nalaze svježe bobice jer su vrlo osjetljive u manipulaciji i transportu i podložne oštećenjima. Zato na tržištu postoje sušene bobice ili sok od goji bobica. Dostupne su i u obliku nezaslađene kaše (Rice-Evans i sur., 1995, Kähkönen i sur., 1999).

3. MATERIJALI I METODE

3.1.Biljni materijal

Istraživanje je provedeno na uzorcima goji bobica *(Lycium barbarum)* koje su uzgojene na obiteljskom gospodarstvu „OPG Fucak“ u Đurđevcu. Berba svježih plodova odvijala se od sredine srpnja do kraja listopada 2016. godine, a uzorkovanje je rađeno sredinom srpnja. Za potrebe istraživanja analiziran je svježi plod (Slika 4), sok dobiven cijeđenjem iz svježeg ploda te voćna kaša (Slika 5) preostala nakon izdvajanja soka.

Slika 4. Svježi plodovi goji bobica (foto: Jagatić, 2016)

Slika 5. Voćna kaša (foto: Jagatić, 2016)

Nakon što su goji bobice dopremljene u laboratorij Zavoda za poljoprivrednu tehnologiju, skladištenje i transport, izdvojene su one s oštećenjima te je izvagana sveukupna masa plodova. Sok je dobiven cijeđenjem svježeg ploda uz pomoć centrifugalnog sokovnika „Bullet Express“ (Njemačka). Nakon procesa dobivanja soka ostala je voćna kaša koja je odvojena za analiziranje.

Za potrebe kemijskih analiza nutritivnog sastava pripremljene su homogene smjese uzoraka svježih plodova goji bobica, soka i voćne kaše. Berba plodova odvijala se sredinom srpnja. Uzorci su čuvani u hladnjaku.

3.2. Metode određivanja kemijskog sastava

3.2.1. Određivanje udjela voćne kaše i soka u svježoj sirovini

S obzirom na postavljeni cilj rada određen je udio voćne kaše i soka u svježoj sirovini goji bobica.

Aparatura i pribor:

- kuhinjski nož
- plastični tanjurić
- podložak
- tehnička vaga

Postupak određivanja udjela voćne kaše i soka:

Izvažu se svježi plodovi goji bobica. Posebno se izvaže odstranjena voćna kaša i sok dobiven iz svježih plodova goji bobica.

Formula:

$$\text{Iskoristivost (\%)} = \frac{\text{m (mesnih polutka)}}{\text{m (cijelog ploda)}} * 100$$

$$\text{Udio ostatka (\%)} = \frac{\text{m (ostataka)}}{\text{m (cijelog ploda)}} * 100$$

3.2.2. Određivanje ukupne suhe tvari sušenjem na 105 °C

Ovisno o sastavu proizvoda, za određivanje ukupne suhe tvari primjenjuju se tri postupka sušenja: sušenje na 105 °C, sušenje u vakuumu i destilacija. Ukupnu suhu tvar čini cjelokupna količina tvari iz sastava proizvoda, koja ne isparava pod definiranim uvjetima (Katalinić, 2006). U ovom radu za potrebe određivanja suhe tvari svježih bobica i voćne kaše korištena je metoda sušenja pri 105 °C (AOAC, 1995).

Aparatura i pribor:

- laboratorijski sušionik
- eksikator
- staklene posudice
- kvarcni pijesak
- analitička vaga
- stakleni štapić odgovarajuće duljine ovisno o veličini posudice

Postupak određivanja:

U osušenu i izvaganu staklenu posudicu s poklopcem stavi se oko 5 g kvarcnog pijeska i stakleni štapić. Zatim se osuši u laboratorijskom sušioniku pod određenim uvjetima sa skinutim poklopcem. Nakon sušenja poklopac se stavi na posudicu, posudica se izvadi iz sušionika i ohladi u eksikatoru i zatim važe s točnošću 0,0002 g.

U izvaganu i ohlađenu posudicu s pijeskom stavi se oko 2,5 g pripremljenog uzorka, koji se dobro izmiješa staklenim štapićem i sve zajedno izvaže točnošću 0,0002 g.

Staklena posudica u kojoj se nalazi pijesak i ispitivana količina uzorka stavi se u laboratorijski sušionik zagrijan na 105 °C ± 0,5 °C u kojem se zagrijava jedan sat sa skinutim poklopcem. Nakon vaganja i hlađenja, sušenje se nastavlja sve dok razlika nakon dva uzastopna sušenja u razmaku od pola sata ne bude manja od 0,001 g. Iznova se važe s točnošću ± 0,0002 g.

<u>Formula:</u> Suha tvar (%) = $\frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0} \times 100$

Prema kojoj je:

m_0 (g) – masa posudice i pomoćnog materijala (stakleni štapić, pijesak, poklopac)

m_1 (g) – masa posudice s ispitivanim uzorkom prije sušenja

m_2 (g) – masa posudice s ostatkom nakon sušenja

3.2.3.Određivanje topljive suhe tvari piknometrom

<u>Aparatura i pribor:</u>

- analitička vaga
- piknometar
- lijevak za piknometar
- filtar papir

Postupak određivanja:

Otopinom uzorka napuniti piknometar volumena 50 mL do vrha i staviti u vodenu kupelj na temperaturu od 15 °C. Nakon 20 minuta filtar papirom se odstrani višak tekućine iznad oznake, piknometar se izvadi iz kupelji i čistom krpom se osuše vanjske stjenke piknometra. Nakon 10-minutnog stajanja na sobnoj temperaturi piknometar se izvaže na analitičkoj vagi. Iz masa analizirane otopine izrazi se gustoća otopine pri 15°C. Dobivenu vrijednost usporedimo s podacima u tablicama za očitanje postotka šećera pri 15°C.

Formula:

$$d_{15/15} = \frac{m_1 - m_0}{m_2 - m_0}$$

Prema kojoj je:

$d_{15/15}$ – relativna gustoća otopine pri 15°C

m_0 – masa praznog piknometra

m_1 – masa piknometra s uzorkom

m_2 – masa piknometra s vodom (pri 15°C)

3.2.4. Određivanje topljive suhe tvari

Određivanje se temelji na očitavanju topljive suhe tvari izravno na ljestvici refraktometra (AOAC, 1995).

Aparatura i pribor:

- stakleni štapić
- refraktometar

Postupak određivanja:

Pomoću staklenog štapića dio uzorka se stavi na donju učvršćenu prizmu refraktometra. Preko nje se odmah stavi gornja pokretna prizma. Izvor svjetlosti se postavi tako da dobro osvijetli vidno polje. Topljiva suha tvar izravno se očita na ljestvici refraktometra.

3.2.5. Određivanje ukupne kiselosti

Ova se metoda temelji na potenciometrijskoj titraciji otopinom natrijeva hidroksida, a primjenjuje se za određivanje ukupne kiselosti u voću, povrću i proizvodima od voća i povrća.

Aparatura i pribor:

- odmjerna tikvica, obujma 250 mL
- graduirana pipeta, obujma 25 i 100 mL
- analitička vaga
- bireta obujma 100 mL
- filter papir
- potenciometar sa staklenom elektrodom

Reagensi:

- natrijev hidroksid, otopina c (NaOH) = 0,1 mol/L
- puferna otopina poznatog pH

Priprema uzoraka:

Uzorak se homogenizira i odvagne se 20 g i prenese se u odmjernu tikvicu obujma 200 mL. Tikvica se naopuni do oznake s destiliranom vodom i njezin se sadržaj dobro promućka i profiltrira. Potenciometar se baždari pomoću puferne otopine. Ovisno o očekivanoj kiselosti otpipetira se 20 mL pripremljenog uzorka i prenese u čašu s miješalicom. Miješalica se pusti u rad, a zatim iz birete dodaje otopina natrijeva hidroksida dok se ne postigne pH oko 7,90 – 8,01.

Formula: Ukupna kiselost (%) = $\frac{V \times F \times G}{D} \times 100$

Prema kojoj je:

V (mL) – volumen utrošene NaOH pri titraciji

F – faktor normaliteta NaOH

G (g/mL) – gramekvivalent najzastupljenije kiseline u uzorku

D (g) – masa uzorka u titriranoj tekućini

3.2.6. Određivanje pH vrijednosti

Mjerenje pH vrijednosti određuje se pH-metrom, uranjanjem kombinirane elektrode u homogenizirani uzorak i očitavanjem vrijednosti (AOAC, 1995).

Aparatura i pribor:

- magnet za miješanje

- magnetska miješalica
- čaša volumena 25 mL
- analitička vaga
- pH-metar

Priprema uzoraka:

Uzorci se profiltriraju kako bi se uklonile balastne tvari, a zatim slijedi postupak određivanja pH vrijednosti.

Postupak određivanja:

Sva mjerenja napravljena su na digitalnom pH - metru (Mettler Toledo, Švicarska). Prije mjerenja pH-metar se baždari pufer otopinom poznate pH vrijednosti kod sobne temperature. pH vrijednost se određuje uranjanjem elektrode u ispitivani uzorak.

3.2.7. Određivanje L-askorbinske kiseline

2,6-p-diklorfenolindofenol oksidira L-askorbinsku kiselinu u dehidroaskorbinsku kiselinu, dok boja reagensa ne prijeđe u bezbojnu leukobazu pa služi istovremeno i kao indikator ove redoks reakcije. Ova metoda se primjenjuje za određivanje askorbinske kiseline u proizvodima od voća i povrća (AOAC, 1995).

Aparatura i pribor:

- analitička vaga
- čaše volumena 100 mL
- bireta 50 mL
- odmjerna tikvica volumena 100 mL
- homogenizator

Reagensi:

- 2,6-p-diklorfenolindofenol
- 2 %-tna oksalna kiselina

Priprema uzoraka:

Uzorak se homogenizira uz dodatak 2 %-tne otopine oksalne kiseline i kvantitativno prenosi u odmjernu tikvicu od 100 mL. Uz povremeno miješanje odmjernu tikvicu se nadopuni do oznake otopinom oksalne kiseline. Filtrat se titrira otopinom 2,6-p-diklorfenolindofenolom. Iz utrošenog 2,6-p-diklorfenolindofenola za titraciju filtrata do pojave ružičaste boje izračuna se količina L-askorbinske kiseline u uzorcima te se izrazi u mg/100g svježe mase.

Formula:

$$\text{Vitamin C (mg/100g)} = \frac{V \times F}{D} \times 100$$

Prema kojoj je:

V (mL) – volumen utrošenog 2,6-p-diklorfenolindofenola pri titraciji

F – faktor normaliteta 2,6-p-diklorfenolindofenola

D (g) – masa uzorka u titriranoj tekućini

3.2.8. Određivanje sadržaja β-karotena

Metoda se bazira na odjeljivanju biološki aktivnih od ostalih karotenoidnih pigmenata u nekom ekstraktu, pomoću specifičnog adsorbensa sa različitim afinitetom na različite pigmente. Pod određenim uvjetima različiti materijali mogu se razdijeliti na relativno oštre zone ili vrpce. Pojedini pigmenti pokazuju karakteristične apsorpcione maksimume, kod kojih se može njihova koncentracija odrediti fotometrijski.

Aparatura i pribor:

- staklena čaša
- stakleni štapić
- staklene kivete
- lijevak za odjeljivanje
- vata

Kemikalije:

- adsorbens
- petroleter
- 2 %-tna otopina acetona
- kvarcni pijesak

- standard β-karotena
- smjesa petroleter – aceton 1:1. Na litru smjese se doda 1 g hidrokinon

Postupak određivanja:

1. Ekstrakcija pigmenta:

U čašu volumena 50 mL odvaže se 1-2 g uzorka, zatim se dodaje ista ta količina kvarcnog pijeska, 5 ml petroleter-acetona i dobro izmrvi staklenim štapićem. Dobiveni ekstrakt se ostavi da stoji dok se čvrsti dijelovi ne slegnu. U lijevak za odjeljivanje volumena 250 mL, u koji je naliveno oko 50 mL destilirane vode, dekantira se otapalo, a vlažni talog dalje mrvi dok se ne razore obojeni dijelovi uzorka. Usitnjavanje i dekantiranje se ponavlja tako dugo dok se još ekstrahira karoten, odnosno dok je uzorak još uvijek obojen karakterističnom bojom. Za većinu materijala dovoljno je 5-8 ekstrakcija.

2. Ispiranje acetona:

Tragovi acetona se moraju potpuno odstraniti iz petroletera. To se postiže pomoću posebne aparature. Pipac gornjeg lijevka podesi se tako da pušta 100-200 kapi vode u minuti. Višak vode otječe noseći aceton i druge supstance otopljene u vodi ostavljajući karotene u petroleterskom sloju. Kada je ispiranje završeno vodeni sloj je bistar čak i kad padaju kapi vode.

3. Pročišćavanje petroleterskog ekstrakta:

Eluat se prenese u odmjernu tikvicu odgovarajućeg volumena, ovisno o količini ekstrahiranog uzorka karotena (10, 25 ili 50 mL) i nadopuni se petroleterom do oznake.

4. Spektrofotometrijsko očitanje:

Intenzitet boje ekstrakta mjeri se pri valnoj duljini od 450 nm, prema petroleteru kao slijepoj probi. Standardna krivulja izradi se pomoću standarda β-karotena ili smjese od 90% beta i 10% alfa karotena otapanjem u petroleteru. Koncentracija karotena konačne otopine koja se fotometira izražena je u μg/mL.

Formula:

$$\beta\text{-karotena } (\mu g/100\ g) = \frac{V}{m} \times 100 \times c$$

Prema kojoj je:

V (mL) – konačni volumen elauata

m (g) – odvaga

c (g/mL) – koncentracija karotena očitana iz dijagrama za izmjerenu vrijednost apsorbance

3.2.9. Određivanje ukupnih fenola

Ukupni fenoli određuju se spektrofotometrijski u etanolnom ekstraktu uzorka mjerenjem nastalog intenziteta obojenja pri valnoj duljini 750 nm. Metoda se bazira na kolornoj reakciji fenola s Folin-Ciocalteu reagensom. Folin-Ciocalteu reagens je smjesa fosfowolframove i fosfomoliden kiseline, a pri oksidaciji fenolnih spojeva ove kiseline reduciraju se u wolfram-oksid i molibden-oksid koji su plavo obojeni (Ough i Amerine, 1988).

Aparatura i pribor:

- filter papir
- stakleni lijevci
- pipete, volumena 1 mL, 2 mL, 5 mL, 10 mL i 25 mL
- odmjerne tikvice volumena 50 mL i 100 mL
- povratno hladilo
- kivete
- tikvica s okruglim dnom volumena 100 mL
- spektrofotometar

Kemikalije:

- 96 %-tni etanol
- 80 %-tni etanol
- Folin-Ciocalteu reagens
- zasićena otopina natrijeva karbonata

Priprema uzoraka:

10 g uzorka se izvaže s točnošću ± 0,01 g i homogenizira se s 40 mL 80 %-tnog etanola. Homogena smjesa se kuha 10 minuta uz povratno hladilo. Dobiveni ekstrakt se filtrira u odmjernu tikvicu od 100 mL. Zaostali talog zajedno s filter papirom se prebaci s 50 mL 80 %-tnog etanola u tikvicu sa šlifom i dodatno kuha uz povratno hladilo još 10 minuta. Dobiveni ekstrakt se spoji s prethodno dobivenim ekstraktom i nadopuni do oznake s 80 %-tnim etanolom.

Postupak određivanja:

U odmjernu tikvicu od 50 mL otpipetira se 0,5 mL ekstrakta, 30 mL destilirane vode i 2,5 mL F.C. reagensa. Sve skupa se promiješa. Pripremljenoj smjesi doda se 7,5 mL zasićene otopine natrijevog karbonata. Dobro se izmiješa, nadopuni destiliranom vodom do oznake te se ostavi dva sata na sobnoj temperaturi (Slika 6). Zatim se mjeri apsorbancija pri valnoj duljini 750 nm uz destiliranu vodu kao slijepu probu.

Formula: $y = 0{,}001\ x + 0{,}0436$

Prema kojoj je:

y – apsorbancija na 750 nm

x – koncentracija galne kiseline (mg/L)

Slika 6. Određivanje ukupnih fenola (foto: Jagatić, 2016)

3.2.10. Određivanje flavonoida i neflavonoida

Za taloženje flavonoidnih fenolnih spojeva preporuča se upotreba formaldehida. Formaldehid reagira s C-6 ili C-8 pozicijom na 5,7-dihidroksi flavonoidu stvarajući metilol derivate koji dalje reagiraju s drugim flavonoidnim spojevima također na C-6 ili C-8 poziciji. Pri tome nastaju kondenzirane molekule koje se uklone filtriranjem. Ostatak neflavonoidnih fenola određuje se po metodi za ukupne fenole (Ough i Amerine, 1988). Razlika ukupnih fenola i neflavonoida daje količinu flavonoida.

Aparatura i pribor:

- stakleni lijevci
- filter papir
- analitička vaga
- staklene kivete
- Erlenmeyer-ova tikvica sa šlifom i čepom volumena 25 mL
- pipete volumena 1 mL, 2 mL, 5 mL, 10 mL i 25 mL
- spektrofotometar

Kemikalije:

- formaldehid
- dušik za propuhivanje uzorka
- zasićena otopina natrijeva karbonata
- klorovodična kiselina, HCl 1:4 (konc. HCl razrijedi se vodom u omjeru 1:4)
- Folin-Ciocalteu reagens
- 80 %-tni etanol

Priprema uzoraka:

Ekstrakt ukupnih fenola koristi se i za određivanje flavonoida i neflavonoida.

Postupak određivanja:

Otpipetira se 10 mL ekstrakta u tikvicu od 25 mL i doda 5 mL otopine HCl (1:4) te 5 mL formaldehida. Smjesa se propuše dušikom, zatvori i ostavi stajati 24 sata na sobnoj temperaturi u mraku. Sljedeći dan se profiltrira preko filter papira te slijedi postupak kao za određivanje ukupnih fenola.

Račun:

Koncentracija neflavonoida izračunava se na isti način kao i koncentracija fenola uzimajući u obzir i dodatna razrjeđenja. Iz razlike količine ukupnih fenola i neflavonoida odredi se količina ukupnih flavonoida.

3.2.11. Određivanje sadržaja antocijana

Metoda se temelji na principu da se HSO_3^- ion veže na antocijane na položaju 2' te tako prevodi obojeni kation antocijana u bezbojni leuko oblik. Kontrolni uzorak se tretira destiliranom vodom. Kolorimetrijski se određuje razlika apsorbancije u oba uzorka. Dobivena razlika pokazuje količinu antocijana (Ough i Amerine, 1988).

Aparatura i pribor:

- staklena čaša volumena 50 mL
- pipete volumena 2 mL, 5 mL, 10 mL i 20 mL
- kivete

- epruvete
- analitička vaga
- spektrofotometar
- centrifuga

Kemikalije:

- 96 %-tni etanol sa 0,1 % (v/v) HCl (0,1 mL konc. klorovodične kiseline nadopuni se s 96 %-tnim etanolom do 100 mL)
- 2 %-tna vodena otopina kolorovodične kiseline
- 15 %-tna otopina natrij-hidrogensulfita

Priprema uzoraka:

U kivetu se odvaže 2 g uzorka, otpipetira se 2 mL 96 %-tnog etanola s 0,1 % (v/v) HCl i 40 mL 2 %-tne otopine klorovodične kiseline. Dobro se promiješa i kivete se stave na centrifugiranje 10 minuta pri 4500 o/min. Nakon centrifugiranja bistri dio se od dekantira i dalje koristi za analizu.

Postupak određivanja:

Nakon centrifugiranja, od bistrog dijela otopine otpipetira se po 10 mL u dvije epruvete. U jednu se doda 4 mL destilirane vode, a u drugu 4 mL 15 %-tnog natrijevog hidrogensulfita. Epruvete stoje 15 minuta na sobnoj temperaturi nakon čega se mjeri apsorbancija pri 520 nm. Slijepa proba je 2 %-tna otopina klorovodične kiseline.

Formula:

$$A_C \text{ (mg/L)} = 615 \times (A_1 - A_2)$$

Prema kojoj je:

A_c (mg/L) – količina antocijana u ispitivanom uzorku

615 – faktor preračunavanja

A_1 - apsorbancija uzorka kojem je dodana voda

A_2 - apsorbancija uzorka kojem je dodana 15 %-tna otopina natrijeva hidrogensulfita

3.2.12. Određivanje antioksidacijskog kapaciteta ABTS metodom

Metoda se temelji na gašenju stabilnog plavo-zelenog radikal-kationa 2,2'-azinobis (3-etilbenzotiazolin-6-sulfonska kiselina) koji se oblikuje bilo kemijskom ili enzimskom oksidacijom otopine ABTS-a čiji je karakterističan adsorpcijski maksimum pri valnoj duljini od 734 nm. U prisutnosti antioksidansa ABTS kation se reducira u ABTS, a reakcija se očituje obezbojenjem plavo-zelene otopine. Udio uklonjenih ABTS radikala koji „gase“ različiti antioksidansi mjeri se praćenjem smanjenja apsorbancije ABTS radikala te se uspoređuje sa smanjenjem apsorbancije koju uzrokuje dodatak određene količine Troloxa (6-hidroksi-2,5,6,7,8-tetrametilkroman-2-karbonska kiselina) pri istim uvjetima (Miller i sur., 1993; Re i sur., 1999).

Priprema reagensa:

1.dan:

- 140 mM otopina kalijeva persulfata, $K_2S_2O_8$ (0,1892 g $K_2S_2O_8$ izvaže se i otopi u 5 mL destilirane vode u odmjernoj tikvici od 10 mL

- 7 mM ABTS otopina (0,0192 g ABTS reagensa otopi se u 5 mL destilirane vode u odmjernoj tikvici od 10 mL)
- stabilna ABTS otopina (88 µL $K_2S_2O_8$ otopine (140mM) prenese su u tikvicu u kojoj se nalazi 5 mL otopine ABTS-a; sadržaj tikvice se dobro promiješa, zatvori, obloži aluminijskom folijom i ostavi stajati 12-16 sati pri sobnoj temperaturi; stajanjem intenzitet plavo-zelene boje se pojačava)

2.dan:

Na dan provođenja svih analiza priprema se 1 %-tna otopina ABTS. Nakon toga mjeri se apsorbanca 1 %-tne otopine ABTS pri 734 nm koja mora iznositi 0,70 ± 0,02. Ako apsorbanca otopine ne iznosi 0,734 onda ju je potrebno namjestiti, odnosno ako je apsorbanca premala u tikvicu od 100 mL pripremljene 1 %-tne otopine ABTS treba dodati još par kapi stabilne ABTS otopine, a ako je apsorbanca prevelika onda treba razrijediti odnosno u tikvicu dodati još 96 %-tnog etanola.

Priprema uzoraka:

Procedura ekstrakcije uzoraka ista je kao i u protokolu određivanja fenola Folin-Ciocalteu metodom. ABTS metodu najbolje je provesti kada se rade i fenoli te iz pripremljenih fenolnih ekstrakata napraviti analizu i za fenole i za ABTS tako da se poslije rezultati sadržaja fenola i ABTS-a mogu korelirati.

10 g uzorka izvaže se izravno u Erlenmeyerovu tikvicu sa šlifom i doda se 40 mL 80 %-tnog etanola te se kuha uz povratno hladilo 10 minuta. Nakon kuhanja sadržaj se profiltrira u odmjernu tikvicu od 100 mL. Ostatak taloga zajedno s filtar papirom prebaci se Erlenmeyerovu tikvicu, doda se 50 mL etanola i ponovo kuha 10 minuta uz hladilo. Nakon

toga sadržaj se profiltrira u istu tikvicu od 100 mL odnosno ekstrakti se spoje, ohlade, nakon čega se odmjerna tikvica od 100 mL nadopuni 80 %-tnim etanolom do oznake.

Postupak određivanja (spektrofotometrijski):

160 µL uzorka pomiješa se s 2 mL 1 %-tne otopine ABTS te se nakon 1 minute mjeri apsorbanca na 734 nm. Za slijepu probu se koristi 96 %-tni etanol.

3.3. Statistička obrada podataka

Pokus je postavljen po sistemu slučajnog blok rasporeda. Sve laboratorijske analize rađene su u tri repeticije. Podaci su statistički obrađeni u programskom sustavu SAS, verzija 9.3 (SAS, 2010). Rezultati su podvrgnuti jednosmjernoj analizi varijance (ANOVA). Srednje vrijednosti uspoređene su t-testom (LSD), a smatraju se značajno različitim pri $p \leq 0,0001$. Korišten je Duncanov test značajnosti razlika (1%). Uz rezultate u tablicama nalaze se i eksponenti različitih slova koji označavaju značajne statističke razlike između promatranih kemijskih parametara kod $p \leq 0,0001$.

4. REZULTATI I RASPRAVA

4.1. Udio soka i voćne kaše u goji bobicama

U Tablici 1 prikazan je udio soka i kaše u svježoj sirovini goji bobica. Prema Tablici 1 od ukupne mase sirovine (svježih bobica) koja je iznosila 4190,6 g dobiveno je 1500 mL soka, što čini iskoristivost od 35,79 %. Također, odvajana je i kaša koja je prikazana kao udio ostatka, a iznosi 61,43 %. Prema dobivenim rezultatima udio soka je vrlo nizak , ali s obzirom na bogat nutritivni sastav, sok predstavlja mogući novi proizvod.

Tablica 1. Udio soka i kaše u goji bobicama

Uzorak	m (svježe bobice) (g)	V (sok) (mL)	m (kaša, ostatak) (g)	Udio ostatka (%)	Udio soka (%)
Goji bobice	4190,6	1500	2574,1	61,43	35,79

4.2. Osnovni kemijski sastav goji bobica

U Tablici 2 prikazani su rezultati analize osnovnog kemijskog sastava istraživanih uzoraka goji bobica, a obuhvaćaju udio suhe tvari (%), topljivu suhu tvar (%), sadržaj ukupnih kiselina (%) te pH vrijednost. Značajna signifikantna razlika ($p<0,001$) između istraživanih uzoraka utvrđena je samo za parametar ukupne suhe tvari, dok za ostale istraživane parametre ona nije utvrđena. Temeljem dobivenih rezultata može se zaključiti kako između svježih bobica, soka i ostatka kaše nisu utvrđene razlike u topljivoj suhoj tvari, sadržaju ukupnih kiselina i pH vrijednosti.

Tablica 2. Osnovni kemijski sastav istraživanih uzoraka goji bobica

UZORAK	SUHA TVAR (%) **	TSS (%) NS	UK. KISELINE (%) NS	pH NS
Svježe bobice	23,02[ab]±0,23	11,50±2,12	0,42±0,07	4,80±0,06
Sok	14,08[b]±0,47	13,25±1,77	0,35±0,01	4,78±0,01
Kaša	29,52[a]±2,85	12,00	0,40±0,01	4,70±0,02

TSS – topljiva suha tvar; ** $p < 0,01$; NS – nije signifikantno

Sadržaj suhe tvari neke sirovine predstavlja postotak mase suhe tvari koji je ostao nakon procesa uklanjanja vode iz svježeg uzorka (Smith, 1997). Visoke vrijednosti suhe tvari u istraživanim uzorcima goji bobica dokazuju visoku nutritivnu vrijednost goji bobica kao voćne kulture. Dobivene vrijednosti suhe tvari s obzirom na istraživane uzorke goji bobica su visoko značajne te su varirale od 14,08 % (sok) do 29,52 % (kaša). Rezultati suhe tvari u svim istraživanim uzorcima bili su manji od vrijednosti dobivenih u dosadašnjim istraživanjima; Istrati i sur. (2013) navode vrijednost od 59,16 % u svježim plodovima goji bobica. Plodovima nisu odstranjene koštice što nije bitno utjecalo na dobivene rezultate. Na razlike u rezultatima utječu različiti faktori kao što su sorta i ekološki faktori. Najvažniji faktori zbog kojih se javljaju razlike u rezultatima su lokalitet i klimatski uvjeti odnosno temperatura.

Topljiva suha tvar predstavlja količinu i vrstu šećera, a najčešće se određuje očitanjem izravno s refraktometra (Hui i sur., 2006). Kod dobivenih vrijednosti topljive suhe tvari istraživanih uzoraka goji bobica nije dokazana značajna razlika. Vrijednosti topljive suhe tvari kod uzoraka goji bobica variraju od 11,50 % (svježe bobice) do 12,00 % (kaša). Istrati i sur. (2013) navode da vrijednost topljive suhe tvari u soku goji bobica iznosi više od 10 % što je u skladu sa dobivenim rezultatima ovog istraživanja.

Sadržaj ukupnih kiselina u voćnim vrstama je općenito značajno viši nego u povrtnim (Hui i sur., 2011). Sadržaj ukupnih kiselina u analiziranim uzorcima goji bobica izražen je prema jabučnoj kiselini, a varira od 0,35 % (sok) do 0,42 % (svježe bobice). Prema rezultatima istraživanja nije utvrđena značajna razlika u sadržaju ukupnih kiselina između uzoraka svježih goji bobica, soka i kaše. Istraživanja drugih autora pokazala su da sadržaj ukupnih kiselina kod svježih goji bobica iznosi 1,54 % (Istrati i sur., 2013). Na razliku u sadržaju ukupnih kiselina također mogu utjecati različiti faktori, a najčešći su temperatura i lokalitet.

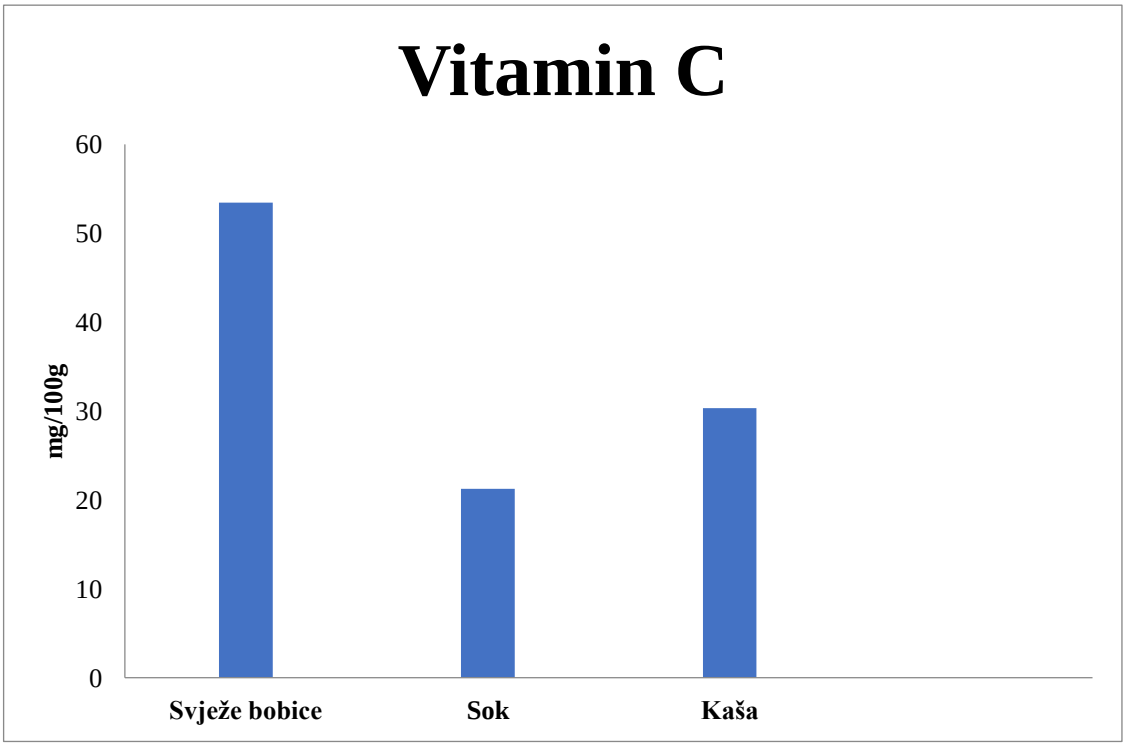
Utvrđena pH vrijednost istraživanih uzoraka goji bobica bila je u rasponu od 4,70 (kaša) do 4,80 (svježe bobice). Dobiveni rezultati pH vrijednosti u skladu su s dobivenim rezultatima ukupnih kiselina gdje nije utvrđena značajna razlika. Istrati i sur. (2013) navode da je pH vrijednost u svježim goji bobicama iznosila 6,05 što pokazuje razliku u odnosu na dobivene vrijednosti. Na razlike u rezultatima su mogli utjecati sorta goji bobica ili tlo. Prema istraživanjima je utvrđena blaga kiselost svježih plodova. Dobiveni rezultati pH vrijednosti, u skladu su s dobivenim rezultatima niskog sadržaja ukupnih kiselina.

4.3. Rezultati analize bioaktivnih tvari u uzorcima goji bobica

Na Grafovima 1, 2 i 3 prikazani su rezultati sadržaja bioaktivnih tvari analiziranih uzoraka goji bobica. Rezultati svih bioaktivnih tvari pokazali su značajne statističke razlike ($p<0,001$) između analiziranih uzoraka goji bobica (Tablica 1, Prilog).

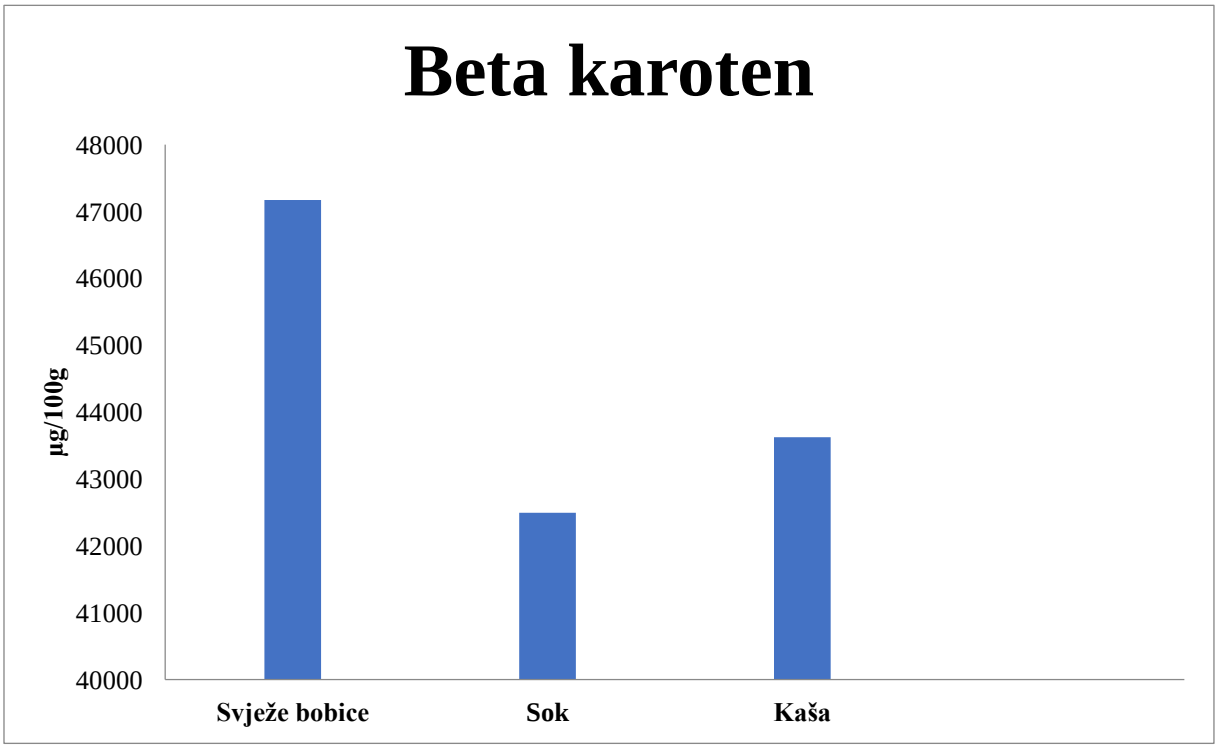
Vitamin C je vrlo važan antioksidacijski spoj u voću. Esencijalna je tvar te ju ljudsko tijelo ne može samostalno proizvesti već je mora unijeti hranom (Kastner, 2003). Glavna posljedica nedostatka vitamina C u ljudskom organizmu je pojava bolesti skorbut (Davies i sur., 1991). Vitamin C najprisutniji je u svježem voću i povrću. Prema rezultatima ovog istraživanja, sadržaj vitamina C varira od 21,25 mg/100g (sok) do 53,45 mg/100g (svježe

bobice) (Grafikon 1). Najmanji sadržaj utvrđen je u uzorcima soka dok je najveći utvrđen u svježim bobicama. Istraživanja drugih autora pokazala su da se sadržaj vitamina C kod svježih goji bobica kreće od 29 mg/100g do 49 mg/100g (Donno i sur., 2015), što odgovara rezultatima ovog istraživanja.



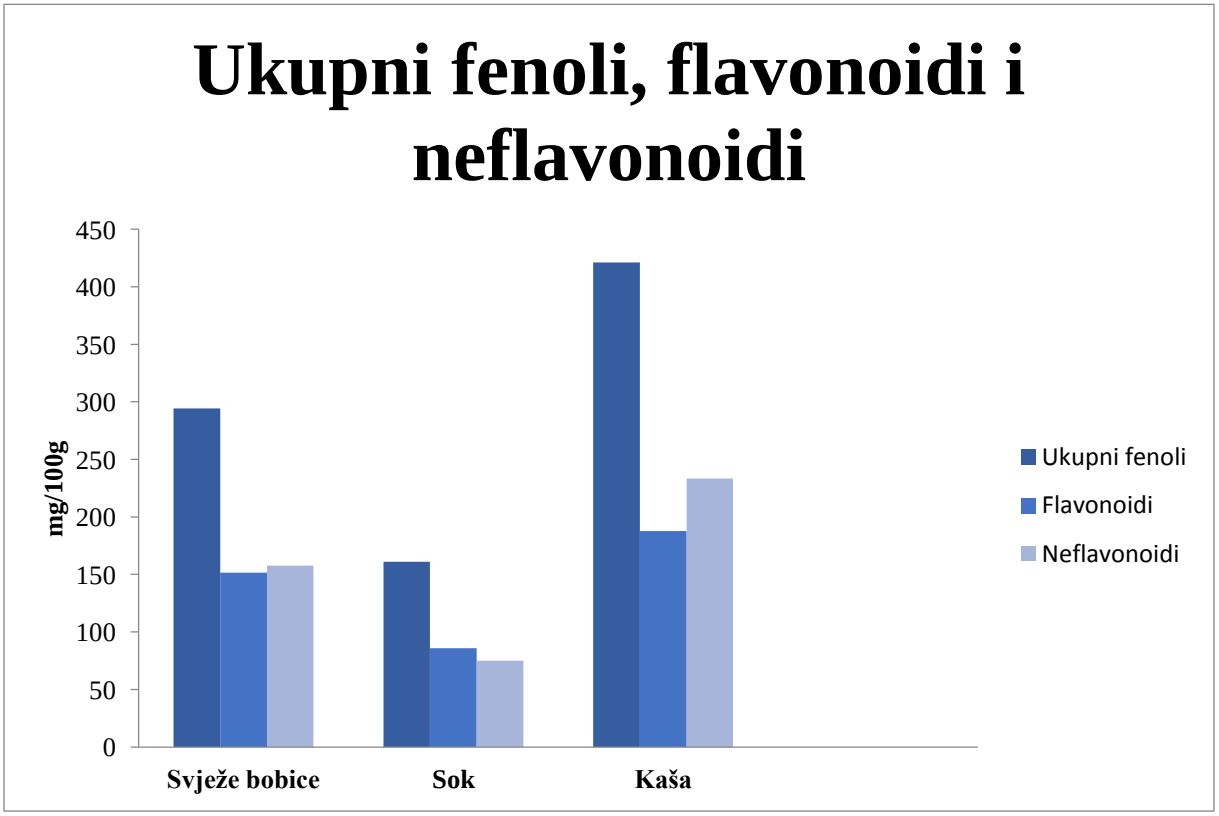
Grafikon 1. Rezultati sadržaja vitamina C (mg/100 g)

Beta karoten je široko rasprostranjeni biljni pigment koji se nalazi u voću i povrću u svim nijansama od žute i narančaste pa sve do tamno zelene boje (Katalinić, 2006). Poznat je antioksidans koji djeluje kao zaštita od slobodnih radikala koji oštećuju stanice tijela i dovode do brojnih poremećaja i bolesti. Istraživanja su dokazala da goji bobice imaju veći sadržaj beta karotena čak i od mrkve (Medina, 2011). Sadržaj beta karotena u ovom istraživanju za uzorke goji bobica bio je u rasponu od 42494,33 µg/100g (sok) do 47170,32 µg/100g (svježe bobice) (Grafikon 2). U ovim analizama utvrđene su visoko signifikantne statističke razlike u sadržaju beta karotena ($p<0,0001$) između analiziranih uzoraka, pri čemu je u svježim bobicama utvrđena najveća količina, dok u soku najmanja (Tablica 1, Prilog). Rodriguez-Amaya (2002) navodi da sadržaj beta karotena u svježim plodovima goji bobica iznosi 40537,13 µg/100 g dok su u ovom istraživanju dobivene značajno veće vrijednosti.



Grafikon 2. Rezultati sadržaja beta karotena (µg/100 g svježe tvari)

Uz vitamin C, najvažniji antioksidacijski spojevi su fenolni spojevi (Podsedek, 2005). Fenoli su grupa kemikalija široko rasprostranjeni u carstvu biljaka (Cartea i sur., 2011), a pokazuju različite biološke aktivnosti od kojih je najvažnija da djeluju kao reducenti (Rice-Evans i sur., 1995; Hui i sur., 2006; Ignat i sur., 2011). Zaštitna uloga fenolnih spojeva u voću i povrću je njihova mogućnost sparivanja elektrona slobodnog radikala, aktiviranja antioksidacijskih enzima, kelatnog vezanja iona prijelaznih kovina i inhibiranja oksidaza (Hui i sur., 2011). U ovom istraživanju utvrđene su signifikantne statističke razlike u sadržaju ukupnih fenola ($p<0,0001$) između uzoraka svježih bobica, soka i kaše (Tablica 1, Prilog). Sadržaj ukupnih fenolnih spojeva u ovom istraživanju za uzorke goji bobica bio je u rasponu od 161,04 mg/100g (sok) do 421,17 mg/100g (kaša).



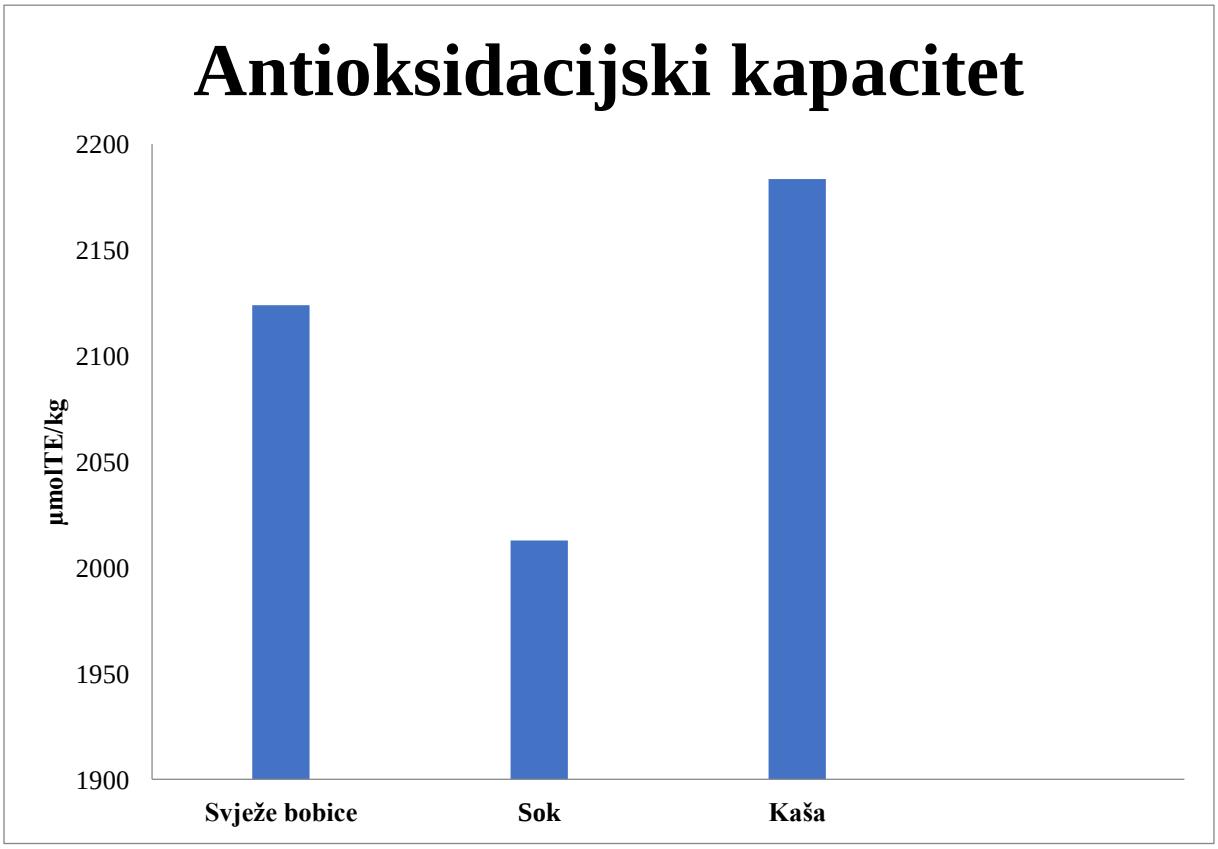
Grafikon 3. Rezultati sadržaja ukupnih fenola, flavonoida i neflavonoida (mg/100g)

Kosar i sur. (2003) navode da je ukupna količina fenolnih spojeva u uzorcima svježih plodova goji bobica iznosila 351 mg/100g, dok Donno i sur. (2015) navode da ukupna količina fenola iznosi 268,35 mg/100g. Rezultati fenolnih spojeva, dobiveni ovim istraživanjem, poklapaju se s navedenim literaturnim navodima.

Flavonoidi spadaju u skupinu najčešćih i široko rasprostranjenih biljnih fenola (Jahangir, 2009). Nedavna istraživanja su pokazala da flavonoidi u goji bobicama štite krvne stanice i mitohondrij od mogućih šteta tijekom oksidacije (Luo i sur.,2004; Burke i sur., 2005). Neflavonoidi su prema kemijskoj strukturi jednostavniji od flavonoida. U ovom istraživanju uzorci goji bobica imaju značajno visoku količinu flavonoida i neflavonoida (Tablica 1, Prilog). Ovim istraživanjem dobivene vrijednosti flavonoida u rasponu od 85,96 mg/100 g (sok) do 187,79 mg/100 g (kaša) (Grafikon 3). Najveći sadržaj flavonoida utvrđen je u voćnoj kaši što je i očekivano upravo zbog vrlo visokog sadržaja ukupnih fenolnih spojeva. Le i sur. (2007) navode da sadržaj flavonoida u svježim plodovima goji bobica iznosi 53,06 mg/100g što je u skladu s dobivenim rezultatima. Sukladno tome, dobivene vrijednosti neflavonoida su također veće u ovom istraživanju. Najveći sadržaj neflavonoida također je utvrđen u kaši, čak 233,38 mg/100 g (Grafikon 3).

4.4.Antioksidacijski kapacitet

Antioksidacijski spojevi predstavljaju inhibitore oksidacijskih procesa u organizmu koji mogu dovesti do razvoja kroničnih bolesti kao što su bolesti krvožilnog sustava ili rak (Prakash i sur., 2001). Antioksidansi su ključni za zdravlje i normalno djelovanje ljudskog organizma. Istraživanja su pokazala kako antioksidansi, poput vitamina C, fenolnih kiselina, karotenoida, antocijana i drugih spojeva, pozitivno utječu na ljudsko zdravlje (Istrati i sur., 2013).



Grafikon 4. Antioksidacijski kapacitet uzoraka goji bobica

Rezultati određivanja antioksidacijskog kapaciteta u ovom istraživanju pokazuju statistički značajnu razliku između uzoraka svježih bobica, soka i kaše (Tablica 1, Prilog). Vrijednosti antioksidacijskog kapaciteta kod analiziranih uzoraka variraju od 2012,86 µmolTE/kg (sok) do 2183,45 µmolTE/kg (kaša) (Grafikon 4). Prema rezultatima, najviši antioksidacijski kapacitet utvrđen je za uzorak kaše (2183,45 µmolTE/kg). Uzorak kaše je ujedno imao i značajno veći sadržaj fenolnih spojeva, što je razlog i najvećem utvrđenom antioksidacijskom kapacitetu s obzirom na ostale uzorke goji bobica. Prakash i sur. (2001) navode da vrijednost antioksidacijskog kapaciteta kod svježih goji bobica iznosi 3500 µmolTE/kg dok su u ovom istraživanju dobivene značajno manje vrijednosti.

5. ZAKLJUČAK

Rezultatima istraživanja sadržaja bioaktivnih tvari u svježim bobicama, kaši i soku dokazana je značajna statistička razlika.

Ovim istraživanjem utvrđeno je da uzorci voćne kaše sadrže najviše bioaktivnih tvari. Međutim, prema rezultatima istraživanja najveći sadržaj vitamina C i beta karotena utvrđen je u svježim plodovima.

Iz analize mehaničkog sastava goji bobica može se zaključiti da je udio soka vrlo nizak, ali s obzirom na bogat nutritivni sastav sve više se uzgajaju i koriste kao namirnica u prehrani, neovisno konzumiraju li se svježe ili konzervirane. Prema rezultatima ovog istraživanja utvrđena je razlika samo za količinu ukupne suhe tvari, dok za ostale istraživane parametre ona nije utvrđena. Temeljem dobivenih rezultata možemo zaključiti kako između svježih bobica, soka i ostatka kaše nisu utvrđene razlike u topljivoj suhoj tvari, sadržaju ukupnih kiselina i pH vrijednosti. Visoka vrijednost suhe tvari u istraživanim uzorcima goji bobica dokazuju visoku nutritivnu vrijednost goji bobica kao voćne kulture.

Rezultati svih bioaktivnih tvari pokazali su značajne statističke razlike između analiziranih uzoraka. Prema rezultatima ovog istraživanja najmanji sadržaj vitamina C utvrđen je u uzorcima soka dok je najveći utvrđen u svježim bobicama. U ovim analizama utvrđene su značajne razlike u sadržaju beta karotena, pri čemu je najveća količina utvrđena u svježim bobicama, a u soku najmanja. Također su utvrđene i značajne signifikantne statističke razlike u sadržaju ukupnih fenola i fenolnih spojeva. Utvrđeno je da kaša zbog svog vrlo visokog sadržaja fenolnih spojeva ima najveći sadržaj flavonoida i neflavonoida te najveći utvrđeni antioksidacijski kapacitet s obzirom na ostale uzorke goji bobica.

Rezultati ovog istraživanja mogu poslužiti kao osnova za buduća istraživanja mehaničkog sastava, razlika u osnovnom kemijskom sastavu i sadržaju bioaktivnih tvari u goji bobicama, koje su zbog svog pozitivnog utjecaja na ljudsko zdravlje sve popularnija

namirnica u svakodnevnoj prehrani. Goji bobice sadrže otrovnog alkaloida solanina koji se nalazi u ljusci nezrelih plodova, a uklanja se guljenjem ili termičkom obradom. U zrelim goji bobicama nije prisutan.

Mogu se konzumirati u obliku sušenog voća, svježeg voća ili soka, a najjednostavnije način konzumacije goji bobica je u obliku suhog ekstrakta (osušenog bobičastog voća). Zato na tržištu postoje sušene bobice ili sok od goji bobica. Dostupne su i u obliku nezaslađene kaše.

6. POPIS LITERATURE

AOAC (1995). Official methods of Analysis (16th ed.). Washington, DC: Association of Offical Analytical Chemists.

AOAC (2002). Official methods of analysis (17th ed.). Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists.

Balouchi Z., Peyvast G.A., Ghasemnezhad M., Saadatian M. (2011). Changes of antioxidant compunds of broccoli (*Brassica oleracea L. var. Italica*) during storage at low and high temperaturas. South-Western Journal of Horticulture Biology and Environment, 2(2):193-212.

Berendschot T.T., Broekmans W.M., Klopping-Ketelaars I.A., Kardinaal A.F., Van Poppel G., Van Norren D. (2002). Lens aging in relation to nutritional determinants and possible risk factors for age-related cataract. Arch Ophthalmology, 120(12):1732-7.

Bernstein P.S., Zhao D.Y., Wintch S.W., Ermakov I.V., McClane R.W., Gellermann W. (2002). Resonance Raman measurement of macular carotenoids in normal subjects and in agerelated macular degeneration patients. Ophthalmology, 109(10):1780.

Burke D.S., Smidt C.R., Vuong L.T. (2005): *Momordica cochinchinensis, Rosa roxburghii*, wolfberry and sea buckthorn highly nutritional fruits supported by tradition and science. Current Topics in Nutraceutical Research, 3(4): 259-266.

Cartea M. E., Francisco M., Soengas P., Velasco P. (2011). Phenolic Compounds in Fruits and Vegetables. Molecules, 16:251-280.

Daugs, D. (2014). Grow the alpha superfood in your garden. Countryside and Small Stock Journal, 7: 63-67.

Davies M. B., Autin J., Partridge D. A. (1991). Vitamin C: Its Chemistry an Biochemistry. The Royal Society of Chemistry, Cambridge.

Demchak K., Heidenreich C. (2014). Goji berry culture. Penn State Extension. Dostupno: http://extension.psu.edu/plants/treefruit/news/2014/goji-berry-culture; Pristupljeno: 20.12.2016.

Donno D., Beccaro G.L., Mellano M.G., Cerutti A.K., Bounous G. (2015). Goji berry fruit (*Lycium spp*.): antioxidant compound fingerprint and bioactivity evaluation. Journal of Functional Food, 18: 757-1200.

Feskanich D., Ziegler R.G., Michaud D.S., Giovannucci E.L., Speizer F.E., Willett W.C., Colditz G.A. (2000). Prospective study of fruit and vegetable consumption and risk of lung cancer among men and women. Journal of National Cancer Institute, 92: 1812–23.

Gan L, Zhang S.H., Liu Q., Xu H.B. (2003). A polysaccharide-protein complex from Lycium barbarum upregulates cytokine expression in human peripheral blood mononuclear cells. European Journal of Pharmacology, 471: 217–222.

Gülçin I., Mshvildadze V., Gepdiremen A., Elias R. (2006). Antioxidant activity of a triterpenoid glycoside isolated from the berries of *Hedera colchica*: 3-O-(β-Dglucopyranosyl)-hederagenin. Phytotherapy Researches, 20: 130–134.

Heidenreich C. (2014). Goji berry culture. Penn State Extension. Dostupno: http://extension.psu.edu/plants/treefruit/news/2014/goji-berry-culture; Pristupljeno: 12.1.2017.

Hui Y. H., Castell-Perez E., Cunha L. M., Guerro-Legarreta I., Liang H. H., Lo Y. M., Marshall D. L., Nip W. K., Shahidi F., Sherkat F., Winger R. J., Yam K. L. (2006). Handbook of food science, technology and engineering. Taylor & Francis: 162-171.

Hui Y. H., Chen F., Nollet L. M. L. (2011). Handbook of Fruit and Vegetable Flavors. Hoboken, New Jersey. John Wiley & Sons: 754-775.

Hummer K.E., Pomper K. W., Postman J., Graham C.J., Stover E., Mercure E. W., Aradhya M., Crisosto C. H., Ferguson L., Thompson M. M., Byers P. and Zee F. (2011).

Management of temperate fruit nut and specialty crop genetic resources. Chapter 4: Emerging fruit crops. UC Davis. Dostupno: http://ucce.ucdavis.edu/files/datastore/234-2455.pdf; Pristupljeno: 13.11.2016.

Ignat I., Volf I., Popa V. I. (2011). A critical review of methods for characterisation of polyphenolic compounds in fruits and vegetables. Food Chemistry, 126: 1821-1835.

Istrati D., Vizireanu C., Iordachescu G., Dima F., Garnai M. (2013). Physico-chemical characteristics and antioxidant activity of goji fruits jam and jelly during 19 storage. The Annals of the University Dunarea de Jos of Galati, 37: 100-110.

Jahangir M., Kim H. K., Choi Y. H., Vepoorte R. (2009). Health-Affecting Compounds. Comprehensive reviewsin Food Science and Food Safety, 8: 31-43.

Kastner U. (2003). Vitamin C – seminar paper. Grin, Njemačka.

Katalinić V. (2006). Kemija mediteranskog voća i tehnologija prerade. Kemijsko – tehnološki fakultet, Split.

Kähkönen M.P., Hopia A.I., Vuorela H.J., Rauha J.P., Pihlaja K., Kujala T.S, Heinonen M. (1999): Antioxidant activity of plant extracts containing phenolic compounds. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 47: 3954-3962.

Kosar M., Kirimer N., Altintas A., Baser K.H.C., Demirci B. (2003): Compostion of the essential oils of Lycium barbarum and L. ruthenicum fruits. Chemistry of Natural Compounds, 42: 1.

Kumaran A., Karunakaran R.J. (2007): In vitro antioxidant activities of methanol extracts of five *Phyllanthus* species from India. LWT – Food Science and Technology, 40(2): 344-352.

Le K., Chiu F., and Ng K. (2007). Identification and quantification of antioxidants in Fructus lycii. Food Chemistry, 105: 353-363.

Lim Y.Y., Lim T.T., Tee J.J. (2007): Antioxidant properties of several tropical fruits: A comparative study. Food Chemistry, 103: 1003-1008.

Luo Q., Cai Y., Yan J., Sun M., Corke H. (2004). Hypoglycemic and hypolipidemic effects and antioxidant activity of fruit extracts from Lycium barbarum. Life Science, 76: 137–149.

Medina M.B. (2011): Determination of the total phenolics in juices and superfruits by a novel chemical method. Journal of Functional Foods, 3: 79-87.

Miller N. J., Diplock A. T., Rice-Evans C., Davies M. J., Gopinathan V., & Milner A. (1993). A novel method for measuring antioxidant capacity and its application to monitoring the antioxidant status in premature neonates. Clinical Science, 84 (4): 407-412.

Ough C.S., Amerine M.A. (1988). Methods for Analysis of Musts and Wines. John Wiley & Sons. Washington, 92-146.

Podsędek A. (2005). Natural antioxidants and antioxidant capacity. LWT – Food Science and Technology, 40: 1-11.

Potterat O., Hamburger M. (2008). Goji juice: a novel miraculous cure for longevity and well being? A review of composition, pharmacology, health-related claims and benefits. Schweizerische Zeitschrift für Ganzheitsmedizin, 20: 399–405.

Prakash A., Rigelhof F., Miller E. (2001). Antioxidant activity. Medallion Laboratories Analytical Progress, 19.2: 1-4.

Re R., Pellegrini N., Proteggente A., Pannala A., Yang M., Rice-Evans, C. A. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. Free Radical Biology Medicine, 26: 1231-1237.

Rice-Evans C.A., Miller N.J., Bolwell G.P., Bramley P.M., Pridham J.B. (1995): The relative antioxidant activities of plant-derived polyphenolic flavonoids. Free Radical Research, 22: 375–383.

Rice-Evans C., Miller N., Paganga G. (1997). Antioxidant properties of phenolic compounds. Science Direct, 2: 152-159.

Rodriguez-Amaya D. B., (2002), A guide to carotenoid analysis in foods. ILSI Human Nutrition Institute, 12: 61-65.

SAS/STAT (2010). Version 9.3., SAS Institute, Cary, NC, USA.

Smith D. S., Cash J. N., Nip W. K., Hui Y. H. (1997). Processing vegetables: Science and Technology. Techonomic Publishing AG, Switzerland, 328-344.

Wu S.J., Ng L.T., Lin C.C. (2004). Antioxidant activities of some common ingredients of traditional Chinese medicine, Angelica sinensis, Lycium barbarum and Poria cocos. Phytother Research, 18(12): 1008-12.

Young G, Lawrence R., Schreuder M. (2005). Discovery of the Ultimate Superfood. Essential Science Publishing, 4: 325-328.

Zhang K.Y.B., Leung H.W., Yeung H.W., Wong R.N.S. (2001). Differentiation of Lycium barbarum from its related Lycium species using random amplified polymorphic DNA. Planta Medica, Journal of Medicional Plant and Natural Product Research, 67: 379–381.

Zhao R., Li Q., Xiao B. (2005). Effect of Lycium barbarum polysaccharide on the improvement of insulin resistance in NIDDM rats. Yakugaku Zasshi, 125: 981–988.

Slike:

www.phoenixtearsnursery.com/goji-wolfberry-plant-pruning.html

www.theplantingtree.com/goji-berry-shrub.html

7. PRILOG

Tablica 1. Sadržaj bioaktivnih tvari u uzorcima goji bobica

UZORAK	Vitamin C (mg/100 g) ***	β-karoten (µg%) ***	Ukupni fenoli (mg/100g) ***	Flavonoidi (mg/100g) ***	Neflavonoidi (mg/100g) ***	Antioksidacijski kapacitet (µmolTE/kg) *
Svježe bobice	$53,45^{a}$±1,43	$47140,32^{a}$	$294,18^{b}$±2,32	$151,40^{b}$±1,53	$157,62^{b}$±20,26	$2123,95^{a}$±18,78
Sok	$21,25^{b}$±1,80	$42494,33^{c}$	$161,04^{c}$±0,35	$85,96^{c}$±0,75	$75,08^{c}$±0,39	$2012,86^{a}$±17,46
Kaša	$30,32^{b}$±1,72	$43622,39^{b}$	$421,17^{a}$±1,50	$187,79^{a}$±1,96	$233,38^{a}$±0,45	$2183,45^{a}$±47,55

*** $p < 0,001$; * $0,01 < p > 0$

8. ŽIVOTOPIS

Iva Jagatić rođena je 23. prosinca 1988. godine u Zagrebu. Osnovnu naobrazbu stekla je u Osnovnoj školi Retkovec, a opću XII-u gimnaziju završila je u Zagrebu. Preddiplomski (Bs) studij Biljnih znanosti na Agronomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu upisala je akad. god. 2006./2007. Diplomski (Ms) studij Hortikultura – voćarstvo upisala je akad. god. 2014./2015. na istoimenom fakultetu. Na Bs studiju, osim modula iz biljnih znanosti, upisala je nekoliko modula iz područja Animalnih znanosti kako bi proširila svoje znanje iz tih područja stečenog na početku preddiplomskog studija.