

Utjecaj vrste gnojiva na specijalizirane metabolite ploda bamije (*Abelmoschus esculentus* L.)

Spahija, Sara

Master's thesis / Diplomski rad

2019

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://um.nsk.hr/um:nbn:hr:204:795372>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-13**



Repository / Repozitorij:

[Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb](#)





Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture



UTJECAJ VRSTE GNOJIVA NA SPECIJALIZIRANE METABOLITE PLODA BAMIJE (*ABELMOSCHUS ESCULENTUS L.*)

DIPLOMSKI RAD

Sara Spahija

Zagreb, rujan, 2019.



Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture



Diplomski studij:

Ekološka poljoprivreda i agroturizam

**UTJECAJ VRSTE GNOJIVA NA SPECIJALIZIRANE
METABOLITE PLODA BAMIJE (*ABELMOSCHUS
ESCULENTUS L.*)**

DIPLOMSKI RAD

Sara Spahija

Mentor:

doc. dr. sc. Jana Šic Žlabur

Zagreb, rujan, 2019.



Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture



IZJAVA STUDENTA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, **Sara Spahija**, JMBAG 0178101156, rođena 24.06.1995. u Čakovcu, izjavljujem da sam samostalno izradila diplomski rad pod naslovom:

UTJECAJ VRSTE GNOJIVA NA SPECIJALIZIRANE METABOLITE PLODA BAMIIJE

(*ABELMOSCHUS ESCULENTUS L.*)

Svojim potpisom jamčim:

- da sam jedina autorica ovoga diplomskog rada;
- da su svi korišteni izvori literature, kako objavljeni tako i neobjavljeni, adekvatno citirani ili parafrazirani, te popisani u literaturi na kraju rada;
- da ovaj diplomski rad ne sadrži dijelove radova predanih na Agronomskom fakultetu ili drugim ustanovama visokog obrazovanja radi završetka sveučilišnog ili stručnog studija;
- da je elektronička verzija ovoga diplomskog rada identična tiskanoj koju je odobrio mentor;
- da sam upoznata s odredbama Etičkog kodeksa Sveučilišta u Zagrebu (Čl. 19).

U Zagrebu, dana _____

Potpis studenta / studentice



Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture



IZVJEŠĆE

O OCJENI I OBRANI DIPLOMSKOG RADA

Diplomski rad studentice **Sare Spahija**, JMBAG 0178101156, naslova

UTJECAJ VRSTE GNOJIVA NA SPECIJALIZIRANE METABOLITE PLODA BAMIJE

(ABELMOSCHUS ESCULENTUS L.)

obranjen je i ocijenjen ocjenom _____, dana _____.

Povjerenstvo:

potpisi:

- | | | | |
|----|------------------------------|--------|-------|
| 1. | doc. dr. sc. Jana Šic Žlabur | mentor | _____ |
| 2. | doc. dr. sc. Sanja Radman | član | _____ |
| 3. | prof. dr. sc. Sandra Voća | član | _____ |

Sadržaj

| | | |
|--------|---|----|
| 1. | Uvod | 1 |
| 1.1. | Cilj istraživanja | 2 |
| 2. | Pregled literature | 3 |
| 2.1. | Rasprostranjenost bamije | 3 |
| 2.2. | Morfološke značajke | 3 |
| 2.3. | Ekološki uvjeti | 4 |
| 2.4. | Agrotehničke mjere | 4 |
| 2.5. | Vrste gnojiva | 5 |
| 2.6. | Berba plodova bamije | 6 |
| 2.7. | Kemijski i nutritivni sastav ploda bamije | 7 |
| 3. | Materijali i metode | 8 |
| 3.1. | Biljni materijal | 8 |
| 3.1.1. | Postavljanje i provedba pokusa | 8 |
| 3.1.2. | Priprema tradicionalnih preparata od koprive i gaveza | 11 |
| 3.2. | Metode | 14 |
| 3.2.1. | Određivanje suhe tvari sušenjem na 105 °C | 14 |
| 3.2.2. | Određivanje topljive suhe tvari | 14 |
| 3.2.3. | Određivanje L- askorbinske kiseline (vitamina C) | 15 |
| 3.2.4. | Određivanje sadržaja ukupnih fenola Folin-Ciocalteu metodom | 17 |
| 3.2.5. | Određivanje ukupnih klorofila | 18 |
| 3.2.6. | Određivanje antioksidacijskog kapaciteta | 19 |
| 3.2.7. | Statistička obrada podataka | 21 |
| 4. | Rezultati i rasprava | 22 |
| 5. | Zaključak | 27 |
| 6. | Literatura | 28 |
| 7. | Prilozi | 31 |
| | Životopis | 33 |

Sažetak

Diplomskog rada studentice **Sare Spahija**, naslova

UTJECAJ VRSTE GNOJIVA NA SPECIJALIZIRANE METABOLITE PLODA BAMIJE (*ABELMOSCHUS ESCULENTUS L.*)

Bamija (*Abelmoschus esculentus* L.) je jednogodišnja, grmolika biljka koja pripada porodici Malvaceae te se pretežito uzgaja u tropskim i suptropskim područjima. Nutritivno je važna sirovina zbog visokog udjela prehrambenih vlakana te vitamina C. Prilikom uzgoja gnojidbom se značajno može utjecati na konačnu kvalitetu namirnice. Cilj istraživanja bio je utvrditi utjecaj ekoloških gnojiva (1 komercijalni i 2 tradicionalna) u usporedbi s klasičnim mineralnim gnojivom i kontrolom (varijante bez gnojidbe) na sadržaj sekundarnih specijaliziranih metabolita i nutritivni sastav ploda bamije. Kod plodova bamije tretiranih tradicionalnim gnojivom od gaveza utvrđen je najviši sadržaj topljive suhe tvari (10,50 %), vitamina C (25,06 mg/100 g svježe tvari) i ukupnih klorofila (0,08 mg/g), dok je kod plodova biljaka tretiranih ekološkim gnojivom „Siforga“ utvrđen najniži sadržaj topljive suhe tvari (6,40 %), vitamina C (18,61 mg/100 g svježe tvari), ukupnih fenola (104,82 mg GAE/100 g svježe tvari) i ukupnih klorofila (0,04 mg/g). Temeljem rezultata istraživanja može se zaključiti kako je tretman biljaka tradicionalnim ekološkim gnojivima od gaveza i koprive značajno pozitivno utjecao na sadržaj sekundarnih specijaliziranih metabolita i nutritivni sastav ploda bamije u usporedbi s mineralnim i biokomercijalnim gnojivom. S obzirom na dobivene rezultate, u svrhu gnojidbe preporuča se korištenje tradicionalnih ekoloških gnojiva uz istovremeno smanjen unos mineralnih koji onečišćuju okoliš i dovode do degradacije tla.

Ključne riječi: bamija, sekundarni metaboliti, nutritivni sastav, tradicionalna gnojiva, mineralno gnojivo

Summary

Of the master's thesis – student **Sara Spahija**, entitled

The effects that different varieties of fertiliser have on specialized metabolite fruit of Okra (*Abelmoschus esculentus* L.)

Okra (*Abelmoschus esculentus* L.) is an annual, shrubby plant belonging to the Malvaceae family, mainly grows in tropical and subtropical areas. Raw material is nutritionally important because of the high content of dietary fibre and vitamin C. When grown, fertilization can significantly affect the final quality of the food. The aim of the study was to determine the influence of organic fertilizers (1 commercial and 2 traditional) compared to conventional mineral fertilizer and control (non-fertilizer variants) on the content of secondary specialized metabolites and nutritional value of okra fruit. The highest content of total soluble solids (10.50 %), vitamin C (25.06 mg/100 g FW) and total chlorophylls (0.08 mg/g) was determined in fruits treated with traditional comfrey fertilizer, while in plant fruits treated with organic fertilizer 'Siforga' the lowest content of total soluble solids (6.40 %), vitamin C (18.61 mg/100 g FW), total phenols (104.82 mg GAE/100 g FW) and total chlorophylls (0.04 mg/g) was determined. Based on the obtained results, it can be concluded that the treatment of okra plants with traditional organic fertilizers of comfrey and nettle had a significant positive effect on the content of secondary specialized metabolites and nutritional composition of okra fruit compared to mineral and bio commercial fertilizer. Given the results, for the fertilization purposes, it is recommended the use of traditional organic fertilizers, simultaneously reducing the intake of mineral fertilizers that pollute the environment and lead to soil degradation.

Keywords: okra, secondary metabolites, nutritional value, traditional fertilizers, mineral fertilizer

1. Uvod

Bamija (*Abelmoschus esculentus* L.) je jednogodišnja, grmolika biljka koja pripada porodici Malvaceae te je u naše krajeve dospjela iz Afrike, točnije iz Etiopije (Vojnović, 2017). Uzgaja se u mnogim dijelovima svijeta, posebno u tropskim i suptropskim zemljama (Benchasri, 2012). Bamija (engl. *okra*) je poznata po mnogim lokalnim imenima u različitim dijelovima svijeta. U Engleskoj se naziva *damini prsti*, u Sjedinjenim Američkim Državama *gumbo*, u Španjolskoj *guino-gombo*, u Portugalu *guibeiro*, u Ujedinjenim Arapskim Emiratima *bamyah*, dok u Indiji *bhindiin* (Gemedé i sur., 2015).

U svom kemijskom sastavu, bogata je proteinima, ugljikohidratima, mineralima i vitaminima (posebice vitaminom C) i igra važnu ulogu u prehrani ljudi zbog svojih antioksidacijskih svojstava (Benchasri, 2012). Zbog svog bogatog nutritivnog sastava koristi se u prehrambenoj industriji, u kulinarstvu, u kozmetičkoj i farmaceutskoj industriji te u narodnoj medicini. U prehrambene svrhe koristi se plod bamije koji je visoke nutritivne vrijednosti. Plodovi bamije koriste se u salatama, varivima, juhama, mogu se jesti svježi, kuhani, prženi ili sušeni. S obzirom na visok sadržaj prehrambenih vlakana, posebice sluzi, često se koristi kao prirodni zgušnjivač, emulgator, a također, važno je naglasiti kako sluzi ploda bamije vežu i kolesterol. Sluzi ploda bamije imaju i medicinsku primjenu, koriste se kao zamjena za plazmu ili za povećanje volumena krvi. Sjeme bamije koristi se u maloj mjeri i u naftnoj industriji. Može se koristiti i kao nadomjestak za kavu. Bamija ima potencijalno dobar zdravstveni učinak na neke bolesti, poput kardiovaskularnih bolesti, dijabetes tipa 2, bolesti probavnog sustava, raka debelog crijeva i slično. Također, bamija se koristi u prirodnoj kozmetici kao prirodni biljni botoks kojim se sprječava preuranjeno starenje kože. Iz svega navedenog vidljivo je da bamija ima široku paletu zdravstvenih i nutritivnih pogodnosti te se preporuča njena česta konzumacija (Gemedé i sur., 2015).

Bamija optimalan rast i razvoj ostvaruje u toplijem dijelu godine i vrlo je osjetljiva na niske temperature (Vojnović, 2017). Zahtijeva umjerenu količinu oborina, od 80 do 100 cm i prosječnu temperaturu od 20 °C do 30 °C. Preferira dobro isušene pješčane ilovače s visokim sadržajem organske tvari, gdje je pH tla 6-7 (Benchasri, 2012). Ukoliko tlo nema zadovoljavajući omjer hranivih tvari potrebno je vršiti gnojidbu. Gnojidba je važna agrotehnička mjera kojom se uvelike utječe na kemijski sastav i sadržaj specijaliziranih metabolita neke sirovine. Nebalansirana gnojidba može negativno utjecati na kemijski sastav te su stoga vrsta i količina gnojiva važni u ostvarenju nutritivno visoko kvalitetne sirovine. Također, vrlo je bitno poticati ekološki uzgoj, koji između ostalog pretpostavlja i upotrebu preparata koji nisu u kategoriji mineralnih gnojiva, poput ekoloških tradicionalnih preparata od koprive i gaveza, ekoloških gnojiva i slično. Upotrebom ekoloških preparata i u gnojidbi bamije djeluje se povoljno na plodove tako što ih se jača i obogaćuje mineralima (Omahen, 1985), a također preparati djeluju insekticidno na cijelu biljku (Thun, 1999). U Republici Hrvatskoj postoji veliki potencijal ekološkog uzgoja bamije, no vrste te količine gnojiva u ekološkoj proizvodnji još uvijek nisu dovoljno istražene.

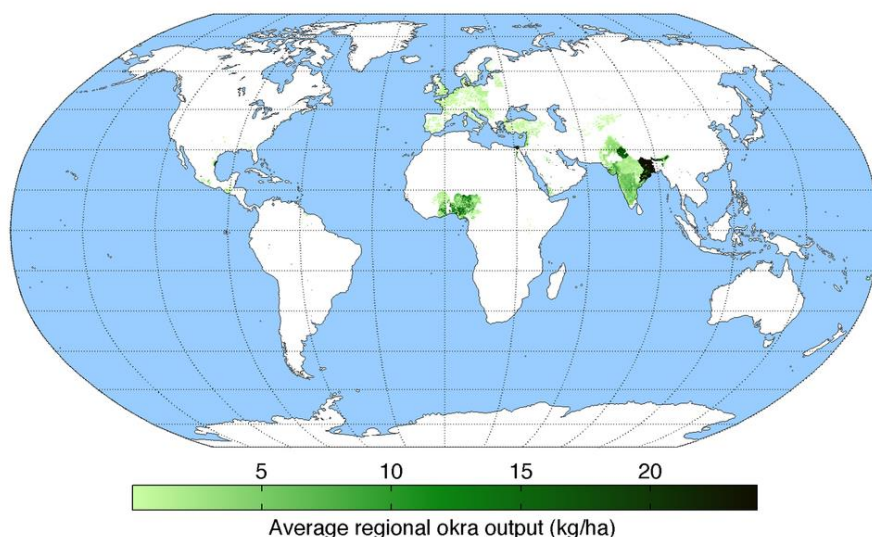
1.1. Cilj istraživanja

Utvrditi utjecaj ekoloških gnojiva (1 komercijalni i 2 tradicionalna) u usporedbi s klasičnim mineralnim gnojivom i kontrolom (varijante bez gnojidbe) na sadržaj sekundarnih specijaliziranih metabolita i nutritivni sastav ploda bamije.

2. Pregled literature

2.1. Rasprostranjenost bamije

Bamija (*Abelmoschus esculentus* L.) je u naše krajeve dospjela iz Afrike (Etiopije). Naziv koji se za spomenutu biljnu vrstu koristi u Hrvatskoj potječe od arapske riječi *bamyah*, a poznata je još pod nazivima okra i damini prsti. Ovu povrtnu vrstu odlikuje specifičan okus, a zbog njene ljekovitosti preporuča se redovita konzumacija (Vojnović, 2017). Benchasri (2012) navodi kako se bamija uzgaja u mnogim dijelovima svijeta, posebno u tropskim i suptropskim zemljama. Komercijalno se uzgaja u zemljama (Slika 2.1.1.) poput Turske, Indije, Japana, zapadne Afrike, Bangladeša, Afganistana, Pakistana, Cipra, Brazila, Tajlanda i u južnim Sjedinjenim Američkim Državama (Benjawan i sur., 2007).



Slika 2.1.1. Rasprostranjenost bamije (www.wikimedia.org)

2.2. Morfološke značajke

Bamija (Slika 2.2.1.) je jednogodišnja biljka i ima kratku vegetaciju. Korijen je dubok, vretenast, slabo razgranat, postrano se razvija u površinskom sloju tla. Stabljike su uspravne, razgranate, visoke, ovisno o sorti od 60 cm do 2 m. Stabljika je na početku zeljasta, a kasnije odrveni. Listovi su spiralno raspoređeni, okrugli ili ovalni, trokrpasti ili peterokrpasti. U pazusima listova pojavljuju se pojedinačni, dvospolni cvjetovi koji mogu biti bijeli ili žuti s tamnocrvenom ili ljubičastom pjegicom (Lešić i sur., 2002). Cvjetovi su veliki i pentamerni, promjera oko 5 cm, svijetložute su boje. Imaju dvostruko ocvijeće koje se sastoji od čaške i vjenčića. Plodnica tučka je nadržala i plod je tobolac na kratkoj stapci koji sadrži 70-80 okruglastih sjemenki (Gligić, 1953).



Slika 2.2.1. Bamija (foto: Spahija, 2019)

2.3. Ekološki zahtjevi i biološke karakteristike

Bamija je biljka kratkog dana, ali ima široku geografsku rasprostranjenost i njezini kultivari uvelike se razlikuju po osjetljivosti na temperaturu. Za normalan rast i razvoj bamije potrebne su temperature iznad 20 °C (Benchasri, 2012). Za klijanje i brzo nicanje optimalne su temperature od 30 °C do 35 °C, dok je za vegetativni rast potrebna minimalna temperatura od 15 °C, optimalna je 30 do 35 °C (Lešić i sur., 2002). Bamija s obzirom na ishranjenost tolerira siromašnija tla, no preferira dobro isušene pješčane ilovače s visokim sadržajem organske tvari, gdje je pH 6-7 (Benchasri, 2012). Zahtjeva umjerenu količinu oborina od 80 do 100 cm i prosječnu temperaturu od 20 °C do 30 °C, koje su optimalne za uzgoj, cvjetanje i plodonošenje. U pravilu je samooplodna biljka, ali zbog atraktivnih cvjetova koji privlače razne kukce može doći i do stranooplodnje, entomofilije (Pešak, 2012).

2.4. Agrotehničke mjere

Bamija se može lako uzgajati izravnom sjetvom na otvoreno, no u našim klimatskim uvjetima sigurniji uzgoj je iz presadnica. Sjetva na otvoreno provodi se kada prođe opasnost od proljetnih mrazeva i niskih temperatura, te kada tlo na 5 cm dubine postigne temperaturu višu od 15 °C. Međuredni razmak prilikom sjetve je 60 – 100 cm, razmak u redu je 20 – 30 cm, a sije se na dubinu 2 – 3 cm. Prije sjetve se preporuča sjeme namočiti 24 sata u toplu

vodu (oko 30 °C), za omekšavanje sjemene ljuske i bolje nicanje. Za 1 ha potrebno je 5 – 10 kg sjemena. Nakon sjetve, cvatnja počinje za 6 – 8 tjedana, a nakon toga nekoliko dana kasnije počinje i berba plodova (Lešić i sur., 2002). Presadnice se uzgajaju u zaštićenom prostoru u polistirenskim kontejnerima s grudom supstrata tijekom 4 do 6 tjedana, a kada imaju 3 do 4 prava lista sade se na otvorenom. Sade se krajem travnja ili početkom svibnja u gredice koje se pokrivaju crnom PE folijom, a preporuča se i navodnjavanje sustavom kap po kap (Vojnović, 2017).

2.5. Vrste gnojiva

Gnojdba je jedna od najvažnijih agrotehničkih mjera. Još uvijek se u poljoprivrednoj proizvodnji najviše upotrebljavaju mineralna gnojiva, no zbog sve većeg razvijanja svijesti o hrani koju konzumiramo potencira se upotreba organskih (ekoloških, bioloških) gnojiva. Organska gnojiva povoljno djeluju na kemijska, biološka i fizikalna svojstva tla. Omogućuju povećanje populacije mikroorganizama, pojačava se humifikacija te povećava sadržaj humusa u tlu. Biogeni elementi se oslobađaju sporo do oblika koji biljke mogu usvajati. Razgradnju organske tvari obavljaju mikroorganizmi i to samo kad su uvjeti za to povoljni (temperatura, vlaga, pH i dr.). Djeluju dugotrajno tijekom više godina te jačaju otpornost biljaka na pojavu bolesti i štetočina. Korisna su za okoliš jer nakon njihove razgradnje, odnosno mineralizacije, nema značajnih količina štetnih ostataka, nisu podložna ispiranju. Potiču život u tlu od mikroorganizama (gljive i bakterije) do mezofaune (gujavice, crvi) koji se hrane organskom tvari i utječu na bolje prozračivanje i dreniranost tla. Mogu se obogaćivati mineralnim gnojivima i tako prilagoditi formulaciju (omjer NPK hraniva) različitim biljnim vrstama (Vukadinović i Jug, 2015). Nedostaci upotrebe organskih gnojiva očituju se u sporom otpuštanju hranivih tvari, onečišćavanju okoliša kod mineralizacije izvan vegetacijskog perioda, posebice dušikom. Organska gnojiva su skuplja od mineralnih. Primjena je često otežana zbog njihovog oblika, a peletiranje jako poskupljuje njihovu primjenu. Tekuće vrste organskog gnojiva, gnojovka i gnojnica moraju se primjenjivati posebnim strojevima koji se zovu aplikatori. Pri nepravilnom skladištenju i primjeni vrlo su visoki gubici, posebice dušika. Organska gnojiva koja nisu u potpunosti kompostirana mogu uzrokovati probleme kada se koriste kao svježe gnojivo zbog pojave dušične depresije, širenja korova sjemenom, bolesti i štetočina i slično (Vukadinović i Jug, 2015).

Mineralna gnojiva najčešća su vrsta gnojiva u praksi. Proizvode se u različitim formulacijama te su prilagođena za sve biljne vrste i namjene, za predsjetvenu primjenu, kao startna, folijarna gnojiva, za fertigaciju i kemigaciju. Također, mogu se primjenjivati u svim godišnjim dobima što je velika prednost u odnosu na organska gnojiva. Ostale prednosti su još da brzo djeluju, relativno su jeftina, lako i jednostavno se raspodjeljuju zbog granulacije ili unose aplikatorima u tlo (Vukadinović i Jug, 2015). Nedostaci upotrebe mineralnih gnojiva su: većina mineralnih gnojiva topiva su u vodi te su mogući visoki gubici kretanjem vode u tlu ili difuzijom. Također, imaju kratko vrijeme djelovanja, osim ako se koriste oblici s

kontroliranim otpuštanjem dušika. Nisu strukturni dio tla pa povećavaju produktivnost tla povećanjem raspoloživosti hraniva, ali bez poboljšanja njegove strukture. Pri nepravilnoj uporabi mogu smanjiti plodnost tla. Kod nepravilne, prekomjerne ili pogrešne primjene mineralnih gnojiva, koja su po kemijskom sastavu uglavnom soli, opasnost od štetnih posljedica je visoka jer suvišak izaziva nutritivni stres, osmotski stres, u kontaktu s lišćem dehidraciju tkiva, ožegotine i defolijaciju. Sekundarni elementi ishrane (Ca, Mg i S), kao i mikroelementi često nedostaju u mnogim visoko koncentriranim mineralnim gnojivima te ih je potrebno posebno primjenjivati. Nitratni oblik dušika je lako pokretan u tlu, a gubici amonijskog, kod visokog pH, također mogu biti veoma visoki. Visoka je potrošnja energije za proizvodnju mineralnih gnojiva, posebice dušičnih (Vukadinović i Jug, 2015).

Gnojidba kod bamije je vrlo važna agrotehnička mjera jer se njome utječe na kemijski sastav i na sadržaj specijaliziranih metabolita. Ako gnojidba sadržava veće količine dušika, tada se javlja negativan učinak na specijalizirane metabolite i dolazi do smanjenja prinosa. Mineralna gnojiva poboljšavaju prinose bamije i pH tla, ukupni sadržaj hranivih tvari i dostupnost hranivih tvari, no mineralna gnojiva smanjuju kvalitetu obradivih površina, tj. smanjuju plodnost tla, onečišćuju tlo te podzemne vode i slično (Akanbi i sur., 2010). Također, stvara se neravnoteža između hranivih tvari i kiselosti tla (Uka i sur., 2013). Prilikom gnojidbe bamije preporuča se upotreba 600 - 800 kg/ha kombiniranog NPK gnojiva u omjeru 10-20-20 uz prihranu dušikom tijekom vegetacije, 2 do 3 puta s po 20 do 30 kg/ha (Lešić i sur., 2002). Ne smiju se koristiti prevelike količine dušika jer uslijed povećanja nadzemne mase dolazi do smanjenja prinosa. Organska gnojidba bamije djeluje povoljno na samu biljku. Povećava joj se prinos ploda, visina, ima više suhe tvari i postiže raniju cvatnju. Također, mogu se koristiti i tradicionalni ekološki preparati u svrhu gnojidbe, kao na primjer oni od koprive i gaveza, koji jačaju biljku, obogaćuju je mineralima, te djeluju insekticidno (Omahen, 1985; Thun, 1999).

2.6. Berba plodova bamije

Berba počinje krajem svibnja ili početkom lipnja i traje do kraja rujna ili početka listopada. Beru se plodovi dužine 7,5 – 9 cm, tri puta tjedno te se na ovaj način može postići prinos od 20 t/ha. Kod nas, najveća je potražnja za plodovima dužine 3 – 5 cm. Plodovi se beru ručno, tako da se plod malo zaokrene i otkine. Problem prilikom ručne berbe može biti pojava alergijske reakcije (dermatitisa) kod pojedinih berača uzrokovana od sitnih i oštrih dlačica na cijeloj biljci, dok mlada biljka ima nježnije dlačice (Slika 2.6.1.). Ukoliko se plodovi ne beru, za 50 do 60 dana na jednoj biljci dozrije samo 5 ili 6 plodova. Plodovi vrlo brzo gube vodu i zato ih treba što prije ohladiti na oko 10 °C, pakirati u manje ambalažne jedinice koje su pokrivene folijom. Na prodajnom mjestu može se održati samo kratko, 2 do 3 dana pri 7 °C, a niže temperature također nisu pogodne jer izazivaju različita oštećenja i odumiranja tkiva (Lešić i sur., 2002).



Slika 2.6.1. Mladi plod bamije sa dlačicama (www.plantea.com)

2.7. Kemijski i nutritivni sastav ploda bamije

Bamija je biljka vrlo bogate nutritivne vrijednosti. Od vitamina, najviše sadrži vitamin A i C (47 mg/100 g svježe tvari), tiamin (0,04 mg/100 g), niacin (0,60 mg/100 g) riboflavin (0,08 mg/100 g) od minerala obiluje kalcijem (84 mg/100 g), fosforom (90 mg/100 g), željezom (1,20 mg/100 g) (Benchasri, 2012; Uka i sur., 2013). Mladi plodovi bamije sadrže 88,6 % vode, energetska im je vrijednost 144,00 kJ, a od nutritivnih komponenata sadrže: proteine (2,10 g), ugljikohidrate (8,20 g), masti (0,20 g), vlakna (1,70 g). U Tablici 2.7.1. prikazana je zastupljenost važnih vitamina i minerala u mg/100g svježim plodovima bamije.

Tablica 2.7.1. Minerali i vitamini u jestivom dijelu bamije (Lešić i sur., 2002)

| Vrsta spoja | Sadržaj |
|-------------|--------------|
| Kalij | 303 mg/100g |
| Kalcij | 81 mg/100g |
| Fosfor | 63 mg/100g |
| Natrij | 8 mg/100g |
| Željezo | 0,8 mg/100g |
| Vitamin C | 21,1 mg/100g |
| Vitamin A | 660 IJ |
| Tiamin | 0,2 mg/100 g |
| Riboflavin | 0,06 mg/100g |
| Niacin | 1,0 mg/100g |

3. Materijali i metode

3.1. Biljni materijal

3.1.1. Postavljanje i provedba pokusa

Monofaktorijalni poljski pokus proveden je na pokušalištu Zavoda za povrćarstvo Agronomskog fakulteta u Zagrebu. Istraživao se utjecaj 5 gnojidbenih tretmana na sadržaj specijaliziranih metabolita i nutritivni sastav bamije. Korišteno je sjeme jedne populacije bamije podrijetlom iz Tovarnika, Vukovarsko-srijemska županija. Datum sjetve bio je 7. svibnja 2019. godine. Sjeme je sijano u polistirenske kontejnere sa 40 lončića (jedno sjeme po lončiću), koji su punjeni komercijalnim supstratom „Klasman“ za proizvodnju presadnica (Slika 3.1.1.1.).



Slika 3.1.1.1. Presadnice bamije u polistirenskim kontejnerima (foto: Spahija, 2019)

Razvijene presadnice su zatim sađene na otvoreno 10. lipnja 2019. godine (Slike 3.1.1.2.) na crni polietilenski film na razmak 35 x 30 cm, čime je postignut sklop od 10 biljaka/m². Površina jedne parcele iznosila je 1m², a pokus je postavljen prema slučajnom bloknom rasporedu u 3 ponavljanja.



Slika 3.1.1.2. Bamija na crnom polietilenskom filmu (foto: Spahija, 2019)

Prije sadnje u tlo je aplicirano organsko dehidrirano gnojivo „Siforga“ (Slika 3.1.1.3.), te mineralno gnojivo NPK formulacije 10-20-20 (Slika 3.1.1.4.), dok su preparati na bazi koprive i gaveza primjenjivani razrijeđeni vodom u omjeru 1:10 na tjednoj bazi kroz razdoblje od mjesec dana (Tablica 3.1.1.1.), odnosno do kraja berbe plodova.



Slika 3.1.1.3. Organsko gnojivo „Siforga“ (foto: Spahija, 2019)



Slika 3.1.1.4. NPK mineralno gnojivo (foto: Spahija, 2019)

Tablica 3.1.1.1. Datumi aplikacije preparata od koprive i gaveza u tlo

| Vrsta gnojiva | Datum apliciranja |
|----------------|-------------------|
| Kopriva, gavez | 14.6. |
| Kopriva, gavez | 19.6. |
| Kopriva, gavez | 27.6. |
| Kopriva, gavez | 3.7. |
| Kopriva, gavez | 10.7. |
| Kopriva, gavez | 18.7. |
| Kopriva, gavez | 26.7. |

Tijekom provedbe pokusa redovito su se provodile mjere njege nasada, okopavao se i plijevio korov. Navodnjavanje se provodilo sustavom kap po kap. Budući da na bamiji nisu primijećeni nikakvi štetnici ni bolesti, mjere zaštite od istih nisu bile provođene.

Berba plodova bamije započela je 10. srpnja 2019., odnosno kad su plodovi dosegli veličinu od 3 do 5 cm (Slika 3.1.1.5.). Plodovi su brani ručno, na način da su lagano zaokrenuti i otkinuti ili su odrezani škarama.



Slika 3.1.1.5. Ubrani plod bamije (foto: Spahija, 2019)

3.1.2. Priprema tradicionalnih preparata od koprive i gaveza

Samonikli biljni materijal koprive i gaveza za pripremu ekoloških tradicionalnih preparata ubran je 31. svibnja 2019. godine na lokaciji Maksimir u Zagrebu. Kopriva (*Urtica dioica* L.) je ljekovita i jestiva samonikla biljka (Slika 3.1.2.1.). Ima široku primjenu u biovrtlarstvu, a najviše se koristi za pripravke kojima se jača otpornost biljaka, sredstva za prskanje protiv nametnika i kao tekuće gnojivo za biljke. Kopriva kao tekuće gnojivo za biljke djeluje uravnotežujuće i ljekovito, ona potiče rast i stvaranje klorofila te privlači gujavice u vrt koje su važne za rahljenje tla. Koprivino gnojivo je bogato dušikom (Kolar-Fodor, 2009).

Gavez (*Symphytum officinale* L.) je samonikla, trajna zeljasta biljka koja je rasprostranjena po cijeloj središnjoj Europi (Slika 3.1.2.2.). Listovi gaveza mogu se koristiti u povrtlarstvu. Bogati su kalijem i od njih se radi gnojivo koje pospješuje rast plodova (Knežević, 2006). Također, od njegovih listova radi se i vodeni ekstrakt koji jača biljke i obogaćuje ih mineralima. Listovi gaveza, kao i listovi koprive, mogu poslužiti za malčiranje tla između redova biljaka (Omahen, 1985).



Slika 3.1.2.1. Kopriva (www.agroklub.com)



Slika 3.1.2.2. Gavez (www.pijanitvor.com)

Oba ekstrakta pripremala su se na način da je 1 kg usitnjenog materijala svake biljne vrste potopljen u 10 litara vode te ostavljen da fermentira kroz minimalno 2 tjedna (Škvorc, 2017). Omahen (1985) navodi da je preparate potrebno povremeno miješati štapom, a da su za upotrebu spremni kada se prestanu pjeniti (Slika 3.1.2.3.) (Slika 3.1.2.4.). Nakon nekoliko dana ekstrakt poprima neugodan miris, stoga ga se preporuča držati podalje od kuće na otvorenom, a posuda mora biti djelomično pokrivena da se spriječi ulazak životinja. Izrazito je važno da kod berbe i pripreme ekstrakta koprive nemaju sjeme kako ne bi došlo do zasijavanja. Zalijevanje bamije ekstraktima od koprive i gaveza u omjeru 1:10 provodilo se jednom tjedno od 14. lipnja do 26. srpnja 2019. godine. Količina preparata iznosila je 1 dL/biljci bamije, a zalijevano je tlo u području biljaka, ne po zelenim biljnim dijelovima.



Slika 3.1.2.3. Preparat od koprive (foto: Spahija, 2019)



Slika 3.1.2.4. Preparat od gaveza (foto: Spahija, 2019)

3.2. Metode

3.2.1. Određivanje suhe tvari sušenjem na 105 °C

Ukupnu suhu tvar čini cjelokupni sadržaj tvari iz sastava proizvoda, koja ne isparava pod definiranim uvjetima. Sušenjem pri 105 °C određuje se ostatak uzorka nakon sušenja do konstantne mase (AOAC, 1995).

Aparatura i pribor:

- laboratorijski sušionik,
- eksikator sa sredstvom za sušenje,
- staklene posudice,
- analitička vaga,
- stakleni štapić odgovarajuće duljine ovisno o veličini posudice,
- kvarcni pijesak.

Postupak određivanja:

U suhu i izvaganu staklenu posudicu s poklopcem stavi se oko 5 g kvarcnog pijeska i stakleni štapić. U izvaganu posudicu s kvarcnim pijeskom stavi se oko 2,5 g pripremljenog uzorka, koji se dobro izmiješa staklenim štapićem i sve zajedno izvaže. Staklena posudica u kojoj se nalazi kvarcni pijesak i ispitivana količina uzorka stavi se u laboratorijski sušionik zagrijan na $105 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ te se zagrijava jedan sat sa skinutim poklopcem. Nakon hlađenja u eksikatoru i vaganja, sušenje se nastavlja sve dok razlika nakon dva uzastopna sušenja u razmaku od pola sata ne bude manja od 0,001 g.

Račun:

$$\text{Suha tvar (\%)} = \frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0} \times 100$$

Gdje je:

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

m_1 (g) - masa posudice s ispitivanim uzorkom prije sušenja,

m_2 (g) - masa posudice s ostatkom nakon sušenja.

3.2.2. Određivanje topljive suhe tvari

Refraktometrija se kao analitički postupak temelji na poznatom fizikalnom zakonu loma (refrakcije) svjetla, prema kojem se zraka svjetla, prelazeći iz jedne prozirne tvari u drugu, lomi pod određenim kutom na razdjelnoj graničnoj ravnini, u kojoj se te dvije tvari dodiruju. Taj kut, nazvan indeks loma, uz standardne je uvjete temperature i gustoće prozirnih tvari konstantne veličine, a mjeri se u kutnim stupnjevima. Topljiva suha tvar može

se odrediti ručnim refraktometrom. Tako određena količina suhe tvari prividna je i izražava se kao vrijednost saharoze, a naziva se prividnim šećerom. Određivanje topljive suhe tvari u proizvodima od voća i povrća temelji se na očitavanju topljive suhe tvari izravno na ljestvici refraktometra ili na mjerenju indeksa refrakcije ispitivane otopine na 20 °C, na temelju kojeg se pomoću tablice izračunava količina topljive suhe tvari. Ova se metoda primjenjuje prije svega na tekuće i poluguste (kašaste) proizvode od voća i povrća te na proizvode s cijelim plodovima i dijelovima plodova (Zavadlav, 2015).

Aparatura i pribor

-refraktometar sa ljestvicom za mjerenje indeksa refrakcije, graduiranom na 0,001, s mogućnošću procjene do 0,0002, koji mora biti podešen tako da na 20 °C pokazuje za destiliranu vodu 0% suhe tvari.

-refraktometar s ljestvicom za izravno očitavanje suhe tvari (mase saharoze) u postocima, graduiran na 0,5%, s mogućnošću procjene 0,25%, koji mora biti podešen tako da na 20 °C pokazuje za destiliranu vodu 0% suhe tvari.

-uređaj za cirkulaciju vode koji održava konstantnu temperaturu prizmi refraktometra na 20 °C s točnošću 0,5 °C.

Zbog jednostavnosti upotrebe ručni je refraktometar pogodan za određivanje šećera na proizvodnoj površini. Laboratorijski refraktometar ima precizniju podjelu skale s mogućnošću točnijeg očitavanja. Refraktometar je baždaren prema destiliranoj vodi na 20 °C, prema kojoj mu je utvrđena 0 (nula) na skali za očitavanje te prema otopini šećera (saharoze), prema kojoj mu je određen raspon skale za očitavanje. Razdjelci na skali odgovaraju postotku šećera te su i označeni kao postotak i Brixovi stupnjevi. Analitička je upotreba refraktometra višestruka, a najviše se upotrebljava za određivanje kvantitativnog sastava i količine topljive suhe tvari neke sirovine. Određivanje kvantitativnog sastava odnosi se na određivanje postotka neke prirodne tvari u njezinoj vodenoj otopini (Zavadlav, 2015).

Postupak

Na početku rada refraktometar se baždari pomoću destilirane vode pri sobnoj temperaturi. Pomoću staklenog štapića dio uzorka stavi se na donju učvršćenu prizmu refraktometra. Poklopi se prozirnim poklopcem i usmjeri prema izvoru svjetla. Izvor svjetlosti se postavi tako da dobro osvijetli vidno polje. Topljiva suha tvar direktno se očitava na ljestvici refraktometra. Stupanj Brix-a odgovara 1 gramu šećera na 100 grama otopine.

3.2.3. Određivanje L- askorbinske kiseline (vitamina C)

2,6-diklorindofenol oksidira L-askorbinsku kiselinu u dehidroksiaskorbinsku kiselinu, dok boja reagensa ne prijeđe u bezbojnu leukobazu, pa služi istovremeno i kao indikator ove

redoks reakcije. Ova se metoda primjenjuje za određivanje askorbinske kiseline u proizvodima od voća i povrća (AOAC, 2002).

Aparatura i pribor:

- homogenizator,
- analitička vaga,
- odmjerne tikvice volumena 100 mL,
- čaše volumena 100 mL,
- bireta 50 mL

Reagensi:

- 2,6-diklorindofenol

Priprema uzoraka:

Na odmjernu tikvicu od 100 mL postavi se lijevak te se preko njega u tikvicu izvaže 10 g uzorka na tehničkoj vagi. Takav se uzorak kvantitativno prenese u tikvicu pomoću 2 %-tne otopine oksalne kiseline. Odmjerna se tikvica nadopuni do oznake otopinom oksalne kiseline.

Postupak određivanja:

Sadržaj iz odmjerne tikvice se profiltrira, a filtrat služi za određivanje askorbinske kiseline. Otpipetira se 10 mL filtrata koji se titrira otopinom 2,6-diklorindofenola i to do pojave ružičaste boje koja mora biti postojana barem pet sekundi. Iz volumena 2,6-diklorindofenola utrošenog za titraciju filtrata, izračuna se količina L-askorbinske kiseline (vitamina C) u uzorku, koja se izražava u mg/100g svježe mase.

Postupak određivanja:

Sadržaj iz odmjerne tikvice se profiltrira, a filtrat služi za određivanje askorbinske kiseline. Otpipetira se 10 mL filtrata koji se titrira otopinom 2,6-diklorindofenola i to do pojave ružičaste boje koja mora biti postojana barem pet sekundi. Iz volumena 2,6-diklorindofenola utrošenog za titraciju filtrata, izračuna se količina L-askorbinske kiseline (vitamina C) u uzorku, koja se izražava u mg/100g svježe mase.

Račun:

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

Gdje je:

V - mL utrošenog 2,6-diklorindofenola pri titraciji,

F* - faktor otopine 2,6-diklorindofenola,

D - masa uzorka u filtratu u gramima.

Određivanje faktora otopine 2,6-diklorindofenola:

Za određivanje faktora otopine 2,6-diklorindofenola potrebno je napraviti otopinu askorbinske kiseline koja će se titirati s otopinom 2,6-diklorindofenola. Prema očitom volumenu potrebnog 2,6-diklorindofenola izračuna se faktor te otopine. U odmjernu tikvicu od 50 mL na analitičkoj vagi odvagane se $\pm 0,0100$ g askorbinske kiseline, a tikvica nadopuni do oznake 2%-tnom otopinom oksalne kiseline. U Erlenmeyerovu tikvicu od 50 mL otpipetira se 5 mL 2%-tne otopine oksalne kiseline i 5 mL pripremljene otopine askorbinske kiseline te se titrira s otopinom 2,6-diklorindofenola do pojave ružičaste boje koja mora biti postojana. Iz podatka utrošenog volumena otopine 2,6-diklorindofenola potrebnog za titraciju određene mase askorbinske kiseline izračuna se faktor otopine 2,6-diklorindofenola.

3.2.4. Određivanje sadržaja ukupnih fenola Folin-Ciocalteu metodom

Metoda se zasniva na obojenoj reakciji koju fenoli razvijaju s Folin-Ciocalteu reagensom. Intenzitet nastalog obojenja mjeri se spektrofotometrijski pri valnoj duljini od 750 nm (Ough i Amerine, 1988).

Aparatura i pribor:

- tehnička vaga
- konusna tikvica
- odmjerna tikvica (50 i 100 ml)
- obični lijevak
- filtar papir
- povratno vratilo
- pipete (1, 2, 5, 10 i 25 ml)
- kivete
- spektrofotometar

Kemikalije:

- etanol (80%)
- Folin-Ciocalteu reagens
- zasićena otopina natrijeva karbonata (Na_2CO_3)

Postupak određivanja:

*Izrada baždarnog pravca:

Za izradu baždarnog pravca odvagati 500 ml galne kiseline, otopiti u 80%-om etanolu i nadopuniti u odmjernoj tikvici do oznake. Od pripremljene otopine galne kiseline pripremiti razrjeđenja u odmjernim tikvicama od 100 ml, tako da se otpipetira redom 0, 1, 2, 3, 5, 10 ml standarda (stock otopina) u svaku tikvicu, a potom tikvica nadopuni do oznake 80%-im

etanolom. Koncentracije galne kiseline u tikvicama iznose 0, 50, 100, 150, 250 i 500 ml/L. Iz svake tikvice otpipetirati 0,5 ml uzorka u odmjerne tikvice od 50 ml. Potom u tikvice redom dodati: 30 ml destilirane vode, 2,5 ml Folin- Ciocalteu reagensa (razrjeđenog u omjeru 1:2 destiliranom vodom) i 7,5 ml otopine zasićenog natrijevog karbonata. Sadržaj tikvece dobro izmješati i nadopuniti destiliranom vodom do oznake. Uzorke ostaviti stajati 2h na sobnoj temperaturi. Nakon što su uzorci odstajali izmjeriti apsorbancu otopina pri valnoj duljini od 750 nm uz destiliranu vodu kao slijepu probu.

*Estrakcija fenolnih spojeva iz uzorka:

Na tehničkoj vagi odvagati 10 g s točnošću $\pm 0,01$ i homogenizirati s 40 mL 80%-tnog etanola. Homogenu smjesu kuhati 10 min uz povratno hladilo. Dobiveni ekstrakt filtrirati u odmjernu tikvicu od 100 mL preko naboranog filter papira. Zaostali talog zajedno s filter papirom ponovno prebaciti u tikvicu sa šlifom, dodati 50 mL 80%-tnog etanola i uz povratno hladilo kuhati još 10 min. Dobiveni ekstrakt spojiti s prethodno dobivenim ekstraktom i odmjernu tikvicu nadopuniti do oznake 80%-im etanolom. U odmjernu tikvicu od 50 mL otpipetirati 0,5 mL ekstrakta i redom dodati: 30 mL destilirane vode, 2,5 mL Folin- Ciocalteu reagensa (razrjeđenog u omjeru 1:2 destiliranom vodom) i 7,5 mL otopine zasićenog natrijeva karbonata. Sadržaj tikvice dobro izmješati i nadopuniti destiliranom vodom do oznake. Uzorke ostaviti stajati 2h na sobnoj temperaturi. Nakon što su uzorci odstajali izmjeriti apsorbancu otopina pri valnoj duljini 750 nm uz destiliranu vodu kao slijepu probu.

3.2.5. Određivanje ukupnih klorofila

Poznato je nekoliko validiranih metoda za određivanje klorofila u biljnim uzorcima. U ovom radu klorofilni pigmenti određivani su spektrofotometrijski metodom po Holmu (1954) i Wetsteinu (1957). Cilj ove metode je odrediti koncentraciju kloroplastnih pigmenata (klorofil-a, klorofil-b i ukupnih klorofila a i b) u acetonskom ekstraktu biljnog materijala.

Aparatura i pribor:

- vaga
- tarionik
- tučak
- Büchnerov lijevak
- Erlenmeyerova tikvica (300 mL)
- vakuum pumpa na vodeni mlaz
- odmjerna tikvica od 25 mL
- spektrofotometar (Shimadzu UV 1650 PC)

Kemikalije:

- aceton (p.a.)
- magnezijev karbonat (MgCO_3)
- kvarcni pijesak

Postupak određivanja:

Postupak ekstrakcije i određivanja pigmenata treba izvoditi brzo, u zamračenim uvjetima. U staklenoj kiveti je odvagano 0,20 g svježeg, homogeniziranog, lista bosiljka. Na uzorak je dodano malo praha MgCO_3 (zbog neutralizacije kiselosti) i ukupno 15 mL acetona. Smjesa je homogenizirana laboratorijskim homogenizatorom kako bi se klorofili iz biljnog filtrat filtrat kvantitativno prenesen u odmjernu tikvicu od 25 mL koja se nadopuni do oznake acetonom. Apsorbance valnim duljinama 662, 644 i 440 nm očitane su spektrofotometrom koristeći aceton kao slijepu probu. Dobivene vrijednosti apsorpcije (662A, 644A i 440A) uvrštene su u Holm-Weststtainove jednadžbe za izračunavanje koncentracije pigmenata u mg/dm^3 :

$$\text{klorofil a} = 9,784 \times A_{662} - 0,990 \times A_{644} \text{ [mg}/\text{dm}^3\text{]}$$

$$\text{klorofil b} = 21,426 \times A_{644} - 4,65 \times A_{662} \text{ [mg}/\text{dm}^3\text{]}$$

$$\text{klorofil a+b} = 5,134 \times A_{662} + 20,436 \times A_{644} \text{ [mg}/\text{dm}^3\text{]}$$

$$\text{karotenoidi} = 4,695 \times A_{440} - 0,268 \times (\text{klorofil a+b}) \text{ [mg}/\text{dm}^3\text{]}.$$

Brojevi u jednadžbama su molarni apsorpcijski koeficijenti po Holmu i Wetstteinu. Formula za izračunavanje koncentracije pigmenata na mg/g svježe tvari ploda glasi:

$$c \text{ (mg/g)} = \frac{c_1 \times V}{m},$$

Gdje je:

c – masena koncentracija pigmenata izražena u mg/g svježe tvari ploda

c_1 – masena koncentracija pigmenata izražena u mg/L

V – volumen filtrata (odmjerne tikvice) mL

m – masa uzorka izražena u mg

3.2.6. Određivanje antioksidacijskog kapaciteta

Metoda se temelji na gašenju stabilnog plavo-zelenog radikal-kationa 2,2'-azinobis (3-etilbenzotiazolin-6-sulfonska kiselina) (ABTS^+ radikal-kationa) 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 apsorpcije ABTS radikala te se uspoređuje sa smanjenjem apsorpcije koju uzrokuje dodatak određene količine Troloxa (6-

hidroksi-2,5,6,7,8-tetrametilkroman-2-karbonska kiseline) 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 odmjerne tikvici od 10 mL
- 7 mM ABTS otopina (0,0192 g ABTS reagensa otopi se u 5 mL destilirane vode u odmjerne tikvici od 10 mL)
- stabilna $ABTS^{\cdot+}$ otopina (88 μ L $K_2S_2O_8$ otopine (140mM) prenese se 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%-na otopina $ABTS^{\cdot+}$ (1 mL $ABTS^{\cdot+}$ otopine otpipetira se u odmjernu tikvicu od 100 mL i nadopuni 96%-im etanolom do oznake. Nakon toga mjeri se apsorbancu 1%-ne otopine $ABTS^{\cdot+}$ pri 734 nm koja mora iznositi $0,70 \pm 0,02$. Ako apsorbancu otopine ne iznosi 0,734 onda ju je potrebno namjestiti, odnosno ako je apsorbancu premala u tikvicu od 100 mL pripremljene 1%-ne otopine $ABTS^{\cdot+}$ treba dodati još par kapi stabilne $ABTS^{\cdot+}$ otopine, a ako je apsorbancu prevelika onda treba razrijediti odnosno u tikvicu (100 mL) dodati još 96 %-og etanola.

NAPOMENA: Isti dan kada se pripremi 1%-na otopina $ABTS^{\cdot+}$ s podešenom apsorbancu na $0,70 \pm 0,02$ treba napraviti i sve analize uzoraka (i baždarni pravac ako je to potrebno) jer je $ABTS^{\cdot+}$ otopina nestabilna i nepostojana već unutar 24 sata.

Priprema uzoraka za analizu:

Procedura ekstrakcije iz 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 (300 mL) i doda se 40 mL 80 %-og etanola te se kuha uz povratno hladilo 10 minuta. Nakon kuhanja sadržaj se profiltrira u odmjernu tikvicu od 100 mL. Ostatak taloga zajedno s filter papirom prebaci se u Erlenmeyerovu tikvicu (istu, 300 mL), doda se 50 mL etanola i ponovno kuha 10 min uz hladilo. Nakon toga sadržaj se profitrira u istu tikvicu od 100 mL odnosno ekstrakti se spoje, ohlade, nakon čega se odmjerne tikvice od 100 mL nadopuni 80 %-im etanolom do oznake. Ako je potrebno ekstrakte treba razrijediti 80 %-im etanolom (u slučaju prevelike apsorbance).

Postupak određivanja (spektrofotometrijski):

160 μ L uzorka (ekstrakta) pomiješa se s 2 mL 1%-ne otopine $ABTS^{\cdot+}$ te se nakon 1 min mjeri apsorbancu na 734 nm. Za slijepu probu se koristi 96 % etanol.

Izrada baždarnog pravca:

Za izradu baždarnog pravca u ABTS metodi koristi se Trolox koji uzrokuje smanjenje boje ABTS^{•+} otopine. Točke određene za izradu baždarnog pravca su sljedeće: 0, 100, 200, 400, 1000, 2000 i 2500 $\mu\text{mol}/\text{dm}^3$. Najprije se pripremi *stock* otopina i to tako da se u odmjernu tikvicu od 25 mL izvaže 0,0156 Trolox-a, a tikvica se 80 %-im etanolom nadopuni do oznake. Iz *stock* otopine uzimaju se sljedeći volumeni Trolox-a za pripremu daljnjih razrjeđenja koja se pripremaju u odmjernim tikvicama od 25 mL¹:

- 0 → 0 mL Trolox (samo EtOH)
- 100 → 0,4 mL
- 200 → 0,8 mL
- 400 → 1,6 mL
- 1000 → 4 mL
- 2000 → 8 mL
- 2500 → 10 mL

Nakon pripreme navedenih koncentracija Trolox-a iz svake tikvice u kojoj je navedena koncentracija Trolox-a uzima se 160 μL otopine Trolox-a i dodaje 2 mL 1%-ne ABTS^{•+} otopine podešene apsorbance ($0,70 \pm 0,02$). Nakon što pomiješamo dodanu koncentraciju Trolox-a i 1 %-ne ABTS^{•+} otopine izmjeri se apsorbanca pri 734 nm. I tako za svaku točku koncentracije Troloxa. Temeljem izmjerenih vrijednosti apsorbance za svaku točku napravi se baždarni pravac.

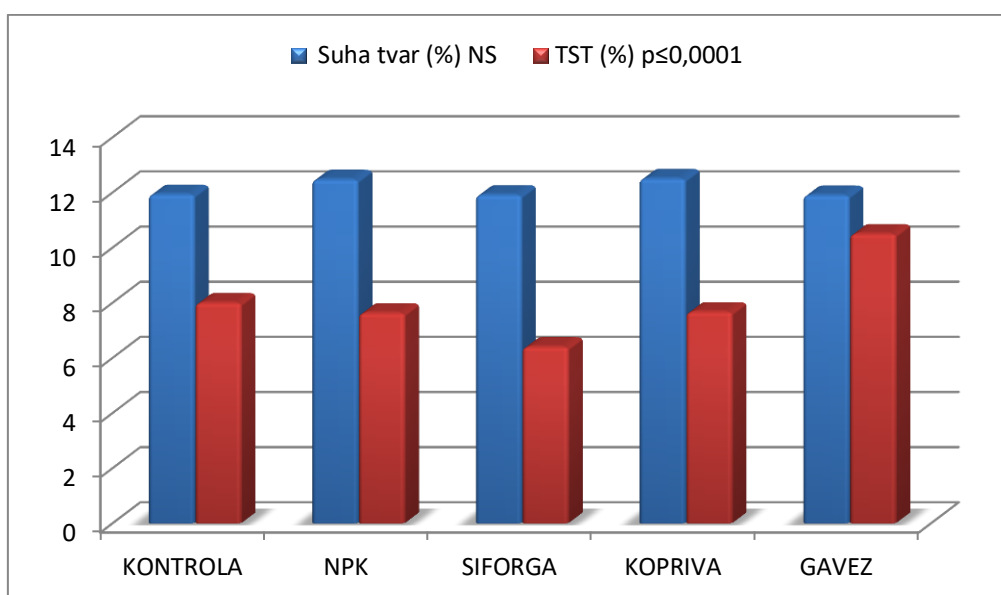
3.2.7. Statistička obrada podataka

Istraživanje u polju na otvorenom tlu kao i uzgoj populacije bamije postavljeno je po metodi slučajnog bloknoeg rasporeda u tri ponavljanja. Sve laboratorijske analize rađene su u tri ponavljanja. Rezultati su statistički obrađeni u programskom sustavu SAS, verzija 9.3 (SAS, 2010). Rezultati su podvrgnuti analizi varijance (ANOVA). Korišten je Duncanov test značajnosti razlika (5 %). Srednje vrijednosti uspoređene su t-testom (LSD), a smatraju se značajno različitim prema $p \leq 0,0001$. U tablicama su uz rezultate, u eksponentima, prikazana različita slova koja označavaju grupe uzoraka, a izražena je i standardna devijacija.

4. Rezultati i rasprava

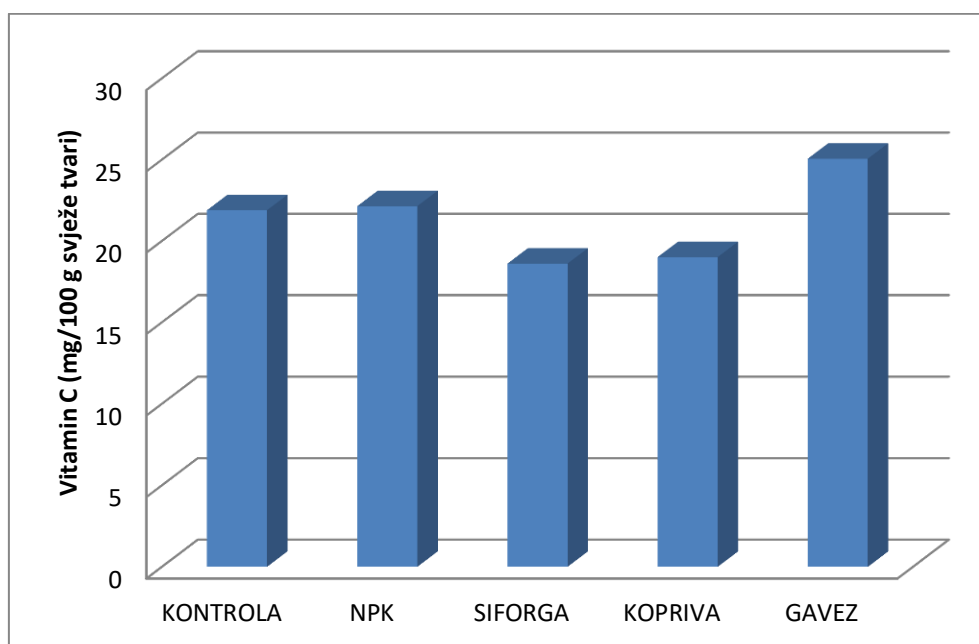
Rezultati osnovnog kemijskog sastava ploda bamije prikazani su u grafikonu 4.1. i tablici 1 (Prilog rada). Između svih analiziranih uzoraka bamije sadržaj suhe tvari nije se značajno statistički razlikovao. Sadržaj suhe tvari u analiziranim uzorcima bamije bio je u rasponu od 11,90 do 12,50 %. Plodovi bamije koji su bili tretirani tradicionalnim gnojivom od gaveza sadržavali su najmanji postotak suhe tvari, dok je najveći postotak ukupne suhe tvari utvrđen u plodovima bamije tretiranim tradicionalnim gnojivom od koprive. Autori Akanbi i sur. (2010) navode da se veći sadržaj suhe tvari u plodovima bamije ostvaruje većim unosom hranivih tvari iz organskih i mineralnih gnojiva. Pravilnom primjenom hranivih tvari može se utjecati i na povećanje suhe tvari ploda bamije. U plodovima bamije tretiranih kompostom sadržaj topljive suhe tvari iznosio je 15,34 %, dok su plodovi bamije tretirani dušičnim gnojivom sadržavali oko 15 % suhe tvari (Akanbi i sur., 2010). Naime, prema istraživanju autora Akanbi i sur. (2010) korištenjem dušičnih (N) gnojiva i/ili komposta sadržaj suhe tvari u plodovima bamije povećavao se za 20 - 23 % u odnosu na dobivene rezultate u ovom istraživanju.

Između analiziranih uzoraka bamije utvrđene su visoko signifikantne statističke razlike ($p \leq 0,0001$) za sadržaj topljive suhe tvari. Sadržaj topljive suhe tvari bio je u rasponu od 6,40 do 10,50 %. Najmanji postotak topljive suhe tvari sadržavali su plodovi bamije koji su bili tretirani ekološkim gnojivom „Siforga“, dok je najveći postotak topljive suhe tvari utvrđen u plodovima bamije tretiranim tradicionalnim gnojivom od gaveza. Shah i sur. (2018) navode vrijednosti topljive suhe tvari u plodu bamije od 2,55 %, što je znatno niže u usporedbi s rezultatima dobivenim u ovom istraživanju. Iz navedenog, može se zaključiti da je korištenje tradicionalnog gnojiva od gaveza značajno utjecalo na povećanje sadržaja topljive suhe tvari.



Grafikon 4.1. Osnovni kemijski sastav ploda bamije tretiranog različitim vrstama gnojiva

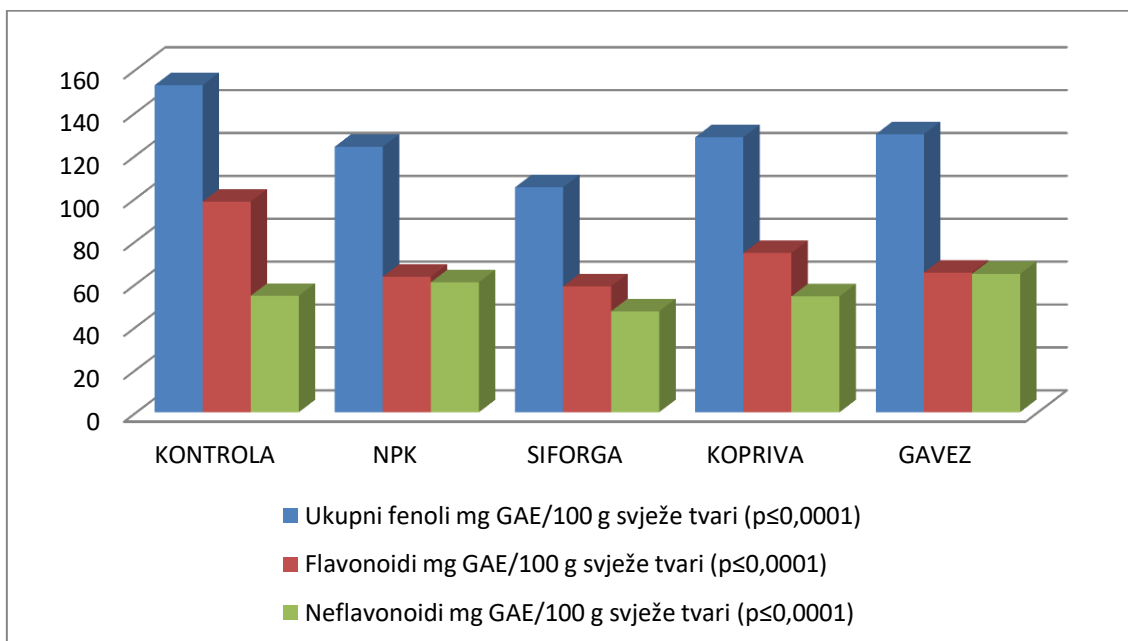
Bamija sadrži brojne bioaktivne spojeve koji imaju važnu ulogu u zaštiti organizma od slobodnih radikala poput vitamina C, fenolnih spojeva, klorofila i slično. U grafikonu 4.2. i tablici 2 (Prilog rada) prikazan je sadržaj vitamina C ploda bamije. Utvrđena je signifikantna statistička razlika za sadržaj vitamina C između analiziranih uzoraka plodova bamije, a prema čemu se može zaključiti kako je vrsta gnojiva utjecala na sadržaj analiziranog spoja. Sadržaj vitamina C u analiziranim uzorcima bamije bio je u rasponu od 18,61 do 25,06 mg/100 g svježe tvari. Najmanji sadržaj vitamina C utvrđen je kod plodova bamije tretiranih ekološkim gnojivom „Siforga“, dok je najveći sadržaj vitamina C utvrđen kod plodova tretiranih tradicionalnim gnojivom od gaveza. Gemedede i sur. (2015) navode vrijednosti vitamina C u svježim plodovima bamije u rasponu od 16 do 29 mg/100 g svježe tvari, a što je u suglasnosti s rezultatima dobivenim u sklopu ovog istraživanja. Iz dobivenih rezultata može se zaključiti kako tradicionalno ekološko gnojivo od gaveza pozitivno utječe na sadržaj vitamina C u plodovima bamije. Važno je naglasiti kako druga istraživanja navode negativan utjecaj veće količine dušika iz mineralnih gnojiva na sadržaj vitamina C (Radman i sur., 2015), a što se nije potvrdilo rezultatima ovog istraživanja s obzirom da primijenjena formulacija NPK gnojiva nije negativno utjecala na sadržaj vitamina C. Naime, uzorci plodova bamije tretirani mineralnim gnojivom nisu imali niže vrijednosti vitamina C u usporedbi s kontrolnom skupinom.



Grafikon 4.2. Sadržaj vitamina C (mg/100 g svježe tvari) u plodovima bamije

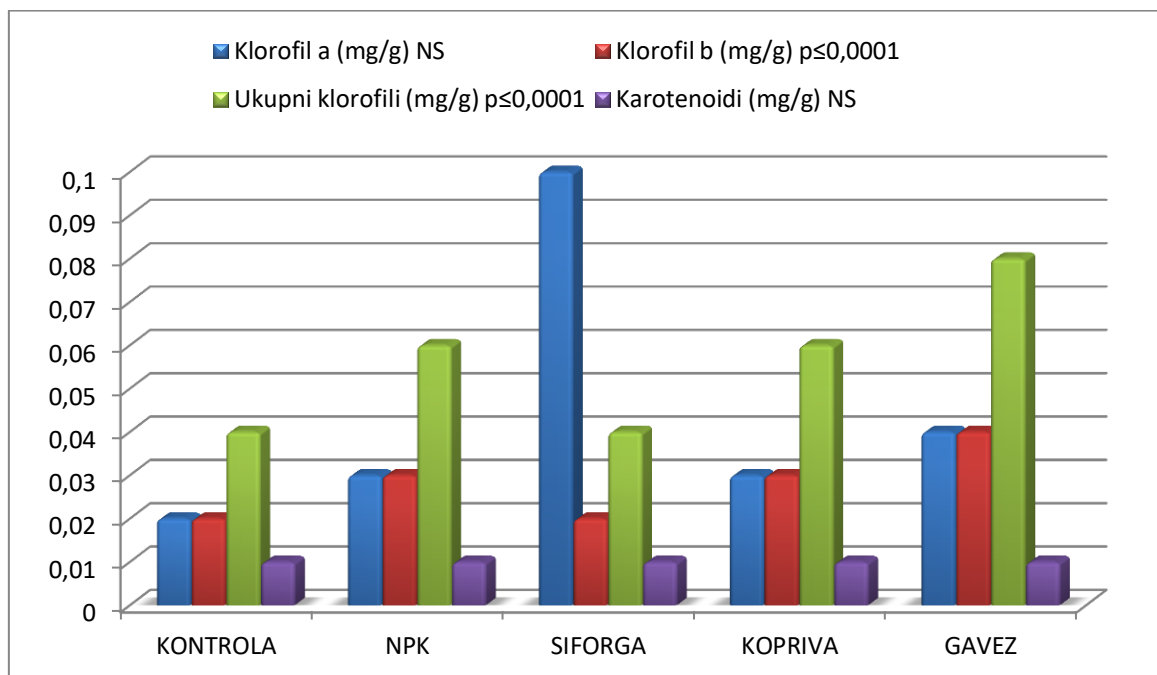
U grafikonu 4.3. i tablici 2 (Prilog rada) prikazani su rezultati sadržaja ukupnih fenola, flavonoida i neflavonoida u analiziranim plodovima bamije. Između svih analiziranih uzoraka bamije utvrđene su visoko signifikantne statističke razlike ($p \leq 0,0001$) u sadržaju ukupnih fenola. Također, ta razlika je utvrđena i kod flavonoida i neflavonoida. Sadržaj ukupnih

fenola bio je u rasponu od 104,82 do 152,50 mg GAE/100 g svježe tvari. Najmanji sadržaj ukupnih fenola utvrđen je kod plodova bamije tretiranih ekološkim gnojivom „Siforga“, dok je najveći sadržaj ukupnih fenola utvrđen kod plodova bamije koja je bila posađena na kontrolnoj parceli. Sadržaj flavonoida bio je u rasponu od 57,74 do 98,21 mg GAE/100 g svježe tvari. Najmanji sadržaj flavonoida utvrđen je kod plodova bamije tretiranih ekološkim gnojivom „Siforga“, dok je najveći sadržaj flavonoida utvrđen kod plodova bamije posađene na kontrolnoj parceli. Sadržaj neflavonoida bio je u rasponu od 47,08 do 64,48 mg GAE/100 g svježe tvari. Najmanji sadržaj neflavonoida utvrđen je kod plodova bamije tretiranih ekološkim gnojivom „Siforga“, dok je najveći sadržaj neflavonoida bio kod plodova bamije tretiranih tradicionalnim gnojivom od gaveza. Prema Gemedu i sur. (2015) bamija je bogata fenolnim spojevima, ponajviše flavonoidima koji djeluju antioksidativno na organizam. Plodovi koju su bogati fenolima, nutritivno su kvalitetniji. Također, navode da je u pulpi, sjemenkama i plodovima bamije sadržano od 10,75 do 142,48 mg GAE/100g fenola, a što odgovara rezultatima dobivenima u ovom istraživanju. Prema dobivenim rezultatima, najviši sadržaj ukupnih fenola utvrđen je u kontrolnoj skupini (bez gnojidbe), a što se može objasniti samim karakteristikama fenolnih spojeva. Naime, fenolni spojevi pripadaju skupini sekundarnih biljnih metabolita koje biljka akumulira u stadijima izloženosti stresu. Također, dodatan unos dušika putem različitih vrsta gnojiva pokazuje negativan utjecaj na sadržaj polifenolnih spojeva (Radman i sur., 2015), a što je dokazano i u ovom istraživanju, s obzirom da su biljke koje su bile tretirane gnojivom (neovinso o vrsti istog) imale manji sadržaj ukupnih fenolnih spojeva.



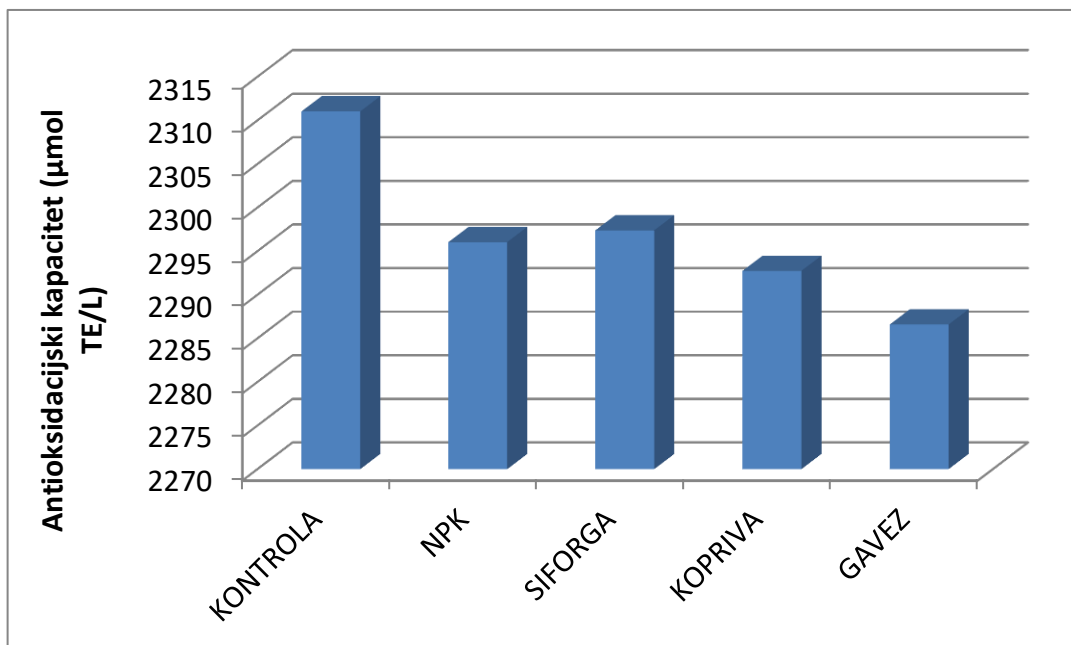
Grafikon 4.3. Sadržaj ukupnih fenola, flavonoida i neflavonoida (mg GAE/100 g svježe tvari) plodova bamije

Vrijednosti sadržaja pigmentnih spojeva (klorofila a, klorofila b, ukupnih klorofila i karotenoida) prikazane su u grafikonu 4.4. te u tablici 3 (Prilog rada). Između svih analiziranih uzoraka plodova bamije sadržaj klorofila a nije se značajno statistički razlikovao, te je u rasponu od 0,02 do 0,10 mg/g. Najmanji sadržaj klorofila a utvrđen je u kontrolnoj skupini, dok je najveći sadržaj klorofila a utvrđen kod plodova bamije tretiranih ekološkim gnojivom „Siforga“. Između svih analiziranih uzoraka bamije utvrđene su visoko signifikantne statističke razlike ($p \leq 0,0001$) u sadržaju klorofila b. Sadržaj klorofila b u uzorcima bamije kreće se u rasponu od 0,02 do 0,04 mg/g svježe tvari. Najmanji sadržaj klorofila b utvrđen je kod plodova bamije posađene na kontrolnoj parceli i kod plodova bamije tretirane ekološkim gnojivom „Siforga“, dok najveći kod plodova bamije tretiranih tradicionalnim gnojivom od gaveza. Između svih analiziranih uzoraka bamije utvrđene su visoko signifikantne statističke razlike ($p \leq 0,0001$) u sadržaju ukupnih klorofila. Sadržaj ukupnih klorofila kreće se u rasponu od 0,04 do 0,08 mg/g svježe tvari. Najmanji sadržaj ukupnih klorofila utvrđen je kod plodova bamije posađene na kontrolnoj parceli i kod plodova bamije tretiranih ekološkim gnojivom „Siforga“. Najveći sadržaj ukupnih klorofila bio je kod plodova bamije tretiranih tradicionalnim gnojivom od gaveza. Između svih analiziranih uzoraka bamije sadržaj karotenoida nije se značajno statistički razlikovao i on iznosi 0,01 mg/g svježe tvari. Prema Yora i sur. (2018) plod bamije sadržava oko 0,102 mg/g klorofila a, 0,041 mg/g klorofila b, 0,143 mg/g ukupnih klorofila i 0,0342 mg/g karotenoida. U ovom istraživanju plodovi bamije imali su manji sadržaj ukupnih klorofila. Iz svega toga je vidljivo da se upotrebom tradicionalnih gnojiva od gaveza i koprive postiže veći sadržaj pigmentnih spojeva, dok biokomercijalna ekološka gnojiva ne pokazuju značajan učinak na sadržaj pigmentnih spojeva u plodovima bamije.



Grafikon 4.4. Pigmentni spojevi ploda bamije

Vrijednosti antioksidacijskog kapaciteta prikazane su u grafikonu 4.5. i tablici 2 (Prilog rada). Između svih analiziranih uzoraka bamije utvrđena je visoko signifikantna statistička razlika ($p \leq 0,0001$) antioksidacijskog kapaciteta, a prema čemu se može zaključiti kako je vrsta gnojiva utjecala na antioksidacijski kapacitet plodova bamije. Antioksidacijski kapacitet analiziranih uzoraka bamije bio je u rasponu od 2286,59 do 2311,03 $\mu\text{mol TE/L}$. Najmanji antioksidacijski kapacitet utvrđen je kod plodova bamije tretiranih tradicionalnim gnojivom od gaveza, dok je najveći antioksidacijski kapacitet utvrđen kod plodova bamije posađene na kontrolnoj parceli. Bamija je poznata po visokoj antioksidativnoj aktivnosti u svim dijelovima biljke, posebice u plodu (Gemede i sur., 2015). Također, uzorci u kojima su utvrđene veće vrijednosti fenola (plodovi bamije tretirani mineralnim gnojivom) imaju i veći antioksidacijski kapacitet, upravo zbog toga što fenolni spojevi manifestiraju jednu od najvećih antioksidativnih aktivnosti (Gemede i sur., 2014).



Grafikon 4.5. Antioksidacijski kapacitet ($\mu\text{mol TE/L}$) plodova bamije

5. Zaključak

Na temelju ostvarenih rezultata provedenog istraživanja može se zaključiti sljedeće:

1. Veći sadržaj suhe tvari u plodovima bamije ostvaruje se korištenjem tradicionalnog gnojiva od koprive, dok je korištenje tradicionalnog ekološkog gnojiva od gaveza značajno utjecalo na povećanje sadržaja topljive suhe tvari.
2. Plodovi bamije tretirani tradicionalnim gnojivom od gaveza imali su veći sadržaj vitamina C, dok su relativno visoke vrijednosti vitamina C utvrđene i kod kontrolne skupine plodova i onih tretiranih mineralnim gnojivom.
3. U kontrolnoj skupini biljaka i biljkama tretiranim tradicionalnim ekološkim gnojivima od koprive i gaveza utvrđen je veći sadržaj ukupnih fenola u usporedbi s biljkama tretiranim mineralnim gnojivom i ekološkim gnojivom „Siforga“.
4. Upotrebom tradicionalnih gnojiva od gaveza i koprive utvrđen je veći sadržaj pigmentnih spojeva (ukupnih klorofila i karotenoida) u plodovima bamije, dok biokomercijalna ekološka gnojiva, poput „Siforge“ ne utječu na povećanje sadržaja pigmentnih spojeva u plodovima bamije.
5. U kontrolnoj skupini biljaka utvrđen je najveći antioksidacijski kapacitet, dok su nešto niže vrijednosti utvrđene u plodovima tretiranim biokomercijalnim ekološkim gnojivom „Siforga“. Uzorci u kojima su utvrđene veće vrijednosti fenola imali su i veći antioksidacijski kapacitet.

Iz dobivenih rezultata vidljivo je da tradicionalno gnojivo od gaveza značajno pozitivno utječe na sadržaj vitamina C, topljivu suhu tvar i ukupne klorofile u plodovima bamije. S obzirom na dobivene rezultate preporuča se korištenje tradicionalnih gnojiva. Također, potrebno je podizanje svijesti o ekološkom načinu tretiranja biljaka te smanjenje unosa mineralnih gnojiva, čija prevelika i nekontrolirana upotreba može dovesti do onečišćenja tla i okoliša.

6. Literatura

1. Akanbi W.B., Togun A.O., Adeliran J.A., Ilupeju E. A.O. (2010). Growth dry matter and fruit yields components of okra under organic and inorganic sources of nutrients. *American-Eurasian Journal of Sustainable Agriculture*, 4 (1): 1-13.
2. AOAC (1995). *Official methods of Analysis* (16 th ed.). Washington, DC: Assosiation of Official Analytical Chemists.
3. AOAC (2002). *Official methods of Analysis* (17 th ed.). Washington, DC: Assosiation of Official Analytical Chemists.
4. Benchasri S. (2012). Okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) as a Valuable Vegetable of the World. *Ratarstvo i povrtarstvo*, 49 (1): 105-112.
5. Benjawan C., Chutichudet P., Kaewsit S. (2007). Effects of green manures on growth, yield and quality of green okra (*Abelmoschus esculentus* L.) Har Lium Cultivar. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 10 (7): 1028-35.
6. Gemede H.F., Ratta N., Haki G.D., Woldegiorgis A.Z., Beyene F. (2014). Nutritional Quality and Health Benefits of Okra (*Abelmoschus esculentus*): A Review. *Global Journal of Medical Research: K Interdisciplinary*. Wollega University, Ethiopia, 14 (5): 2249-4618.
7. Gemede H.F., Ratta N., Haki G.D., Woldegiorgis A.Z., Beyene F. (2015). Nutritional Quality and Health Benefits of Okra (*Abelmoschus esculentus*): A Review. *Journal of Food Processing & Technology*, 6 (6): DOI: 10.4172/2157-7110.1000458.
8. Gligić V. (1953). *Etimološki botanički rečnik*. Veselin Masleša, Sarajevo.
9. Holm G. (1954). Chlorophyll mutations in barley. *Acta Agriculturae Scandinavica*, 4: 457-471.
10. Knežević, M. (2006). *Atlas korovne, ruderalne i travnjačke flore*. Poljoprivredni fakultet, Osijek
11. Kolar-Fodor S. (2009). Bamija – *Hibiscus esculentus*. Dostupno na: <https://www.biovrt.com/povrce/bamija-hibiscus-esculentus/>. Pristupljeno: 6. srpnja 2019.

12. Lešić R., Borošić J., Buturac I., Ćustić M., Poljak M., Romić D. (2002). Povrćarstvo. Zrinski d.d., Čakovec.
13. 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.
14. Omahen M. (1985). Moj bio–vrt. Vrtlarenje bez hemije, kalendar sejanja, sađenja, presađivanja, odgovori iz prakse. Delo, Ljubljana.
15. Ough C.S., Amerine M.A. (1988). Methods for analysis of musts and wines. J. Wiley & Sons. Washington.
16. Pešak S. (2012). Sjemenarstvo na kućnom pragu. Zelena mreža aktivističkih grupa. Dostupno na: <https://www.yumpu.com/xx/document/read/8977262/suncana-pesak-sjemenarstvo-na-kucnom-pragu-16-mb-zmag>. Pristupljeno: 18. lipnja 2019.
17. Radman S., Žutić I., Fabek S., Šic Žlabur J., Benko B., Toth N., Čoga L. (2015). Influence of nitrogen fertilization on chemical composition of cultivated nettle. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 27(12): 889-896.
18. 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 and Medicine*, 26 (9-10): 1231-1237.
19. SAS/STAT (2010). ver. 9.3., SAS Institute, Cary, NC, USA.
20. Shah R., Bhutaka K., Dhruve J.J., Shukla Y.M. (2018). Proximate and antinutrient compositions of indigenous okra (*Abelmoschus esculentus* L.). *International Journal of Chemical Studies*. India, 6(6): 2100-2106.
21. Škvorc J. (2017). Pripravci za jačanje biljaka u ekološkom uzgoju salate. Agronomski fakultet. Zagreb.
22. Thun M. (1999). Praktično vrtlarenje. Bio-dinamička metoda. Bio-zrno d.o.o., Zagreb.
23. Uka U.N., Chukwuka K.S., Iwuagwu M. (2013). Realitive effect of organic and inorganic fertilizers on the growth of okra [*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench]. *Journal of Agricultural Sciences*, 3: 159-166.

24. Vojnović R. (2017). Bamija - ljekovita povrtnica koju svi možemo gajiti. Dostupno na: <https://www.agroklub.ba/povrcarstvo/bamija-ljekovita-povrtnica-koju-svi-mozemo-gajiti/32154/>. Pristupljeno: 15. lipnja 2019.
25. Vukadinović V., Jug I. (2015). Mineralna ili organska gnojiva? Dostupno na: <http://www.ekopoduzetnik.com/tekstovi/mineralna-ili-organska-gnojiva-18727/>. Pristupljeno: 1. srpnja 2019.
26. Wettstein D. (1957). Chlorophyll-letale und der submikroskopische Formwechsel der Plastiden. *Experimental Cell Research*, 12: 427-434.
27. Yora M., Syukur M., Sobir (2018). Characterization of phytochemicals and yield components in various okra (*Abelmoschus esculentus*) genotypes. *Biodiversitas*, 19 (6): 2323-2328.
28. Zavadlav S. (2015). Priručnik za vježbe iz kolegija „Tehnologija bezalkoholnih pića“. Odjel prehrambene tehnologije. Veleučilište u Karlovcu.

Web izvori slika:

1. Rasprostranjenost bamije (www.wikimedia.org) Pristupljeno: 15. lipnja 2019
2. Mladi plod bamije sa dlačicama (www.plantea.com.hr) 16. lipnja 2019.
3. Kopriva (www.agroklub.com) Pristupljeno: 6. srpnja 2019.
4. Gavez (www.pijanitvor.com) Pristupljeno: 6. srpnja 2019.

7. Prilozi

Tablica 1. Osnovni kemijski sastav ploda bamije

| TRETMAN | Suha tvar (%) NS | TST (%) $p \leq 0,0001$ |
|----------|---------------------|----------------------------|
| KONTROLA | $11,93 \pm 0,17$ | $8,00 \text{ b} \pm 0,66$ |
| NPK | $12,47 \pm 0,57$ | $7,63 \text{ b} \pm 0,68$ |
| SIFORGA | $11,91 \pm 0,46$ | $6,40 \text{ c} \pm 1,09$ |
| KOPRIVA | $12,50 \pm 1,54$ | $7,67 \text{ b} \pm 0,49$ |
| GAVEZ | $11,90 \pm 0,23$ | $10,50 \text{ a} \pm 0,44$ |

Tablica 2. Sadržaj specijaliziranih metabolita i antioksidacijski kapacitet ploda bamije

| TRETMAN | Vitamin C (mg/100 g svježe tvari) p≤0,0151 | Ukupni fenoli (mg GAE/100 g svježe tvari) p≤0,0001 | Flavonoidi (mg GAE/100 g svježe tvari) p≤0,0001 | Neflavonoidi (mg GAE/100 g svježe tvari) p≤0,0001 | Antioksidacijski kapacitet (μmol TE/L) p≤0,0001 |
|----------|---|---|--|--|--|
| KONTROLA | 21,89 ab ± 1,38 | 152,50 a ± 1,35 | 98,21 a ± 1,71 | 54,29 c ± 0,38 | 2311,03 a ± 0,26 |
| NPK | 22,14 ab ± 3,63 | 123,85 c ± 1,91 | 63,23 c ± 1,66 | 60,62 b ± 0,52 | 2296,04 c ± 0,26 |
| SIFORGA | 18,61 b ± 1,33 | 104,82 d ± 0,53 | 57,74 d ± 0,90 | 47,08 d ± 0,39 | 2297,39 b ± 0,52 |
| KOPRIVA | 19,01 b ± 0,77 | 128,25 b ± 0,80 | 74,24 b ± 1,81 | 54,01 c ± 1,10 | 2292,74 d ± 0,45 |
| GAVEZ | 25,06 a ± 1,50 | 129,59 b ± 1,37 | 65,12 c ± 2,93 | 64,48 a ± 4,27 | 2286,59 e ± 0,52 |

Tablica 3. Pigmentni spojevi ploda bamije

| TRETMAN | Klorofil a (mg/g) NS | Klorofil b (mg/g) p≤0,0001 | Ukupni klorofili (mg/g) p≤0,0001 | Karotenoidi (mg/g) NS |
|----------|----------------------------|----------------------------------|--|-----------------------------|
| KONTROLA | 0,02 ± 4,25 | 0,02 c | 0,04 c | 0,01 ab ± 1 |
| NPK | 0,03 ± 0,003 | 0,03 b ± 0,01 | 0,06 b ± 0,01 | 0,01 b ± 0,004 |
| SIFORGA | 0,10 ± 0,12 | 0,02 c | 0,04 c | 0,01 ab |
| KOPRIVA | 0,03 | 0,03 b | 0,06 b ± 0,001 | 0,01 ab ± 5,77 |
| GAVEZ | 0,04 | 0,04 a | 0,08 a ± 0,001 | 0,01 a ± 5,77 |

NS- nije signifikantno

Životopis

Sara Spahija rođena je 24.6.1995. godine u Čakovcu. Trenutno živi u Kotoribi, u Međimurju, sa svojim roditeljima. Pohađala je Osnovnu školu Jože Horvata u Kotoribi od 2002. do 2010. godine. Zatim je išla u srednju školu u Gimnaziju Josipa Slavenskog u Čakovcu od 2010. do 2014. godine. Trenutno je peta godina diplomskog studija Ekološka poljoprivreda i agroturizam na Agronomskom fakultetu u Zagrebu. Govori engleski jezik (B2 razina) i njemački jezik (A2 razina) te je u gimnaziji učila i tradicionalni latinski jezik. Odlično se koristi računalom i svim ostalim tehnologijama. Volontirala je kod starijih i nemoćnih osoba te na odjelu pedijatrije u Županijskoj bolnici u Čakovcu. Bavila se atletikom (trčanje, skok u dalj i skok u vis) i pletenjem goblena. Trenutno uz studiranje, pomaže svojim roditeljima na OPG-u s ekološkim uzgojem aronije. Također, obavlja i različite studentske poslove.