# Mineralni sastav i prinos rige pri primjeni poboljšivača tla i biostimulatora

**Lemić, Gašpar**

**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:204:294253

*Rights / Prava:* In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-03-28**

*Repository / Repozitorij:*

Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb

zir.nsk.hr

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
**AGRONOMSKI FAKULTET**

# MINERALNI SASTAV I PRINOS RIGE PRI PRIMJENI POBOLJŠIVAČA TLA I BIOSTIMULATORA

DIPLOMSKI RAD

Gašpar Lemić

Zagreb, rujan, 2017.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
**AGRONOMSKI FAKULTET**

Diplomski studij:
Hortikultura – Povrćarstvo

# MINERALNI SASTAV I PRINOS RIGE PRI PRIMJENI POBOLJŠIVAČA TLA I BIOSTIMULATORA

DIPLOMSKI RAD

Gašpar Lemić

Mentorica: Doc. dr. sc. Sanja Fabek Uher

Zagreb, rujan, 2017.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
**AGRONOMSKI FAKULTET**

**IZJAVA STUDENTA**
O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, **Gašpar Lemić**, JMBAG 0135209599, rođen 27.11.1989. u Zadru, izjavljujem da sam samostalno izradio diplomski rad pod naslovom:

**MINERALNI SASTAV I PRINOS RIGE PRI PRIMJENI POBOLJŠIVAČA TLA I BIOSTIMULATORA**

Svojim potpisom jamčim:

- da sam jedini autor 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 upoznat s odredbama Etičkog kodeksa Sveučilišta u Zagrebu (Čl. 19).

U Zagrebu, dana _____ _____

*Potpis studenta*

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
**AGRONOMSKI FAKULTET**

**IZVJEŠĆE**
O OCIJENI I OBRANI DIPLOMSKOG RADA

Diplomski rad studenta **Gašpara Lemića**, JMBAG 0135209599, naslova

**MINERALNI SASTAV I PRINOS RIGE PRI PRIMJENI POBOLJŠIVAČA TLA I BIOSTIMULATORA**

obranjen je i ocijenjen ocjenom _____, dana _____.

| Povjerenstvo: | | potpisi: |
|---|---|---|
| 1. Doc. dr. sc. Sanja Fabek Uher | mentor | _____ |
| 2. Izv. prof. dr. sc. Nina Toth | član | _____ |
| 3. Prof. dr. sc. Lepomir Čoga | član | _____ |

**SADRŽAJ**

1. UVOD ..... 1
2. PREGLED LITERATURE ..... 2
2.1. Riga ..... 2
2.1.1. Porijeklo i upotreba ..... 2
2.1.2. Biološka svojstva ..... 2
2.1.3. Morfološka svojstva ..... 3
2.1.4. Hranidbena vrijednost ..... 3
2.2. Uzgoj rige ..... 5
2.2.1. Način uzgoja ..... 5
2.2.2. Štetočinje i mjere njege ..... 6
2.2.3. Rokovi uzgoja, dužina vegetacije i prinos ..... 7
2.3. Biostimulatori ..... 9
2.4. Poboljšivači tla ..... 10
3. MATERIJAL I METODE ISTRAŽIVANJA ..... 12
4. REZULTATI I RASPRAVA ..... 16
4.1. Morfološka svojstva rige ..... 16
4.1.1. Masa rozete ..... 16
4.1.2. Visina rozete ..... 17
4.1.3. Broj listova ..... 18
4.1.4. Masa listova po sadnom mjestu i prinos ..... 20
4.2. Mineralni sastav rige ..... 22
4.2.1. Udio suhe tvari ..... 22
4.2.2. Količina dušika ..... 23
4.2.3. Količina fosfora ..... 24
4.2.4. Količina kalija ..... 25
4.2.5. Količina kalcija ..... 26
4.2.6. Količina magnezija ..... 28
4.2.7. Količina željeza ..... 29
4.2.8. Količina cinka ..... 30
4.2.9. Količina mangana ..... 31
4.2.10. Količina bakra ..... 32
5. ZAKLJUČCI ..... 33
6. POPIS LITERATURE ..... 34
ŽIVOTOPIS ..... 39

# Sažetak

Diplomskog rada studenta Gašpara Lemića, naslova

**Mineralni sastav i prinos rige pri primjeni poboljšivača tla i biostimulatora**

Biostimulatori i poboljšivači tla omogućuju povoljnije uvjete u tlu za rast i razvoj biljke te u novije vrijeme imaju sve značajniju ulogu u proizvodnji povrća. Biljke tretirane biostimulatorima ostvaruju veću otpornost na stres uzrokovan nepovoljnim abiotskim i biotskim čimbenicima. Poboljšivači tla su tvari s osnovnom namjenom poboljšavanja kemijskih, fizikalnih i bioloških svojstava tla. Zbog sve veće ponude biostimulatora i poboljšivača tla na tržištu, potrebno je istražiti njihov utjecaj na morfološka svojstva, prinos i hranidbenu vrijednost različitih povrtnih vrsta. Stoga je, tijekom proljetnog roka 2016. godine u Zagrebu (Žitnjak) provedeno istraživanje čiji je cilj bio utvrditi utjecaj biostimulatora 'Bio-algeen S92' i poboljšivača tla 'Azomite' te njihove kombinacije na mineralni sastav i prinos rige (*Eruca sativa* Mill.) u usporedbi s kontrolnom varijantom. Riga je uzgajana iz presadnica na polietilenskoj foliji u negrijanom zaštićenom prostoru. Mjerena su morfološka svojstva nadzemnog dijela biljke (masa, visina, broj listova) i masa listova po sadnom mjestu te je određen prinos. U prvoj berbi, provedenoj 40 dana nakon sadnje, provedena je i analiza mineralnog sastava listova rige. Najveći prinos u prvoj i drugoj berbi, kao i ukupni prinos rige (3,96 kg/m$^2$), utvrđen je kod biljaka tretiranih kombinacijom preparata 'Azomite' + 'Bio-algeen S92'. Između testiranih tretmana utvrđene su statistički opravdane razlike u količini svih minerala, osim fosfora. Opravdano najveća količina željeza, cinka i mangana zabilježena je kod tretmana 'Azomite' + 'Bio-algeen S92'. Na temelju ostvarenih rezultata, u uzgoju rige može se preporučiti primjena kombinacije preparata 'Azomite' i 'Bio-algeen S92' zbog pozitivnog utjecaja na morfološka svojstva i mineralni sastav listova.

**Ključne riječi**: *Eruca sativa* Mill., hranidbena vrijednost, višekratna berba

# Summary

Of the master's thesis – student **Gašpar Lemić,** entitled

**Mineral content and yield of rocket due to application of soil conditioners and biostimulants**

Biostimulants and soil conditioners provide improved soil conditions for growth and development of plants and also play a significant role in modern vegetables production. Plants treated with biostimulants achieve higher resistance to unfavourable abiotic and biotic stresses. Soil conditioners are substances with main purpose of improving the chemical, physical and biological characteristics of the soil. Due to the increasing availability of biostimulants and soil conditioners in the market, it is necessary to research their influence on morphological traits, yield and nutritional value of different vegetable species. Therefore, during the spring-summer growing period of 2016 research was conducted on a family farm in Zagreb (Žitnjak). The aim of the research was to determine the effect of biostimulant 'Bio-algeen S92', soil conditioner 'Azomite' and their combinations on the mineral content and yield of rocket (*Eruca sativa* Mill.) compared to the control. Rocket was grown from seedlings on polyethylene mulch in an unheated greenhouse. The morphological properties (mass, height, number of leaves), leaf mass per planting place and yield were determined. Mineral content of rocket was analysed after first harvest (40 days after planting). The highest yield in the first and second harvest, as well as the total yield of the rocket (3.96 kg $m^{-2}$), was determined in rocket treated with the combination of 'Azomite' and 'Bio-algeen S92'. Among the tested treatments, statistically justified differences in the amount of all minerals except for phosphorus were determined. The highest amount of iron, zinc, and manganese was recorded by the application of 'Azomite' + 'Bio-algeen S92'. On the basis of the obtained results, the combination of 'Azomite' and 'Bio-algeen S92' can be recommended for growing rocket due to a positive influence on morphological properties and mineral content of leaves.

**Keywords**: *Eruca sativa* Mill., nutritional value, multiple harvest

## 1. UVOD

Riga (*Eruca sativa* Mill.) je sve popularnija povrtna vrsta pa su posljednjih godina, njezina proizvodnja i potrošnja u Europi, u kontinuiranom porastu. Ova povrtna vrsta na tržištu dolazi samostalno ili u kombinaciji s drugim lisnatim povrćem kao oprano, rezano i pakirano povrću s oznakom „pripremljeno za jelo“ pa se smatra proizvodom dodane vrijednosti (Toth i sur., 2012). Pakiranjem listova rige u odgovarajuće vrećice omogućava se duže čuvanje proizvoda, u usporedbi s klasičnim načinom prodaje bez zaštitne ambalaže kod kojeg brzo dolazi do venuća i sušenja listova (Padulosi, 1995).

Sve je izraženiji interes potrošača za konzumacijom funkcionalnih namirnica koje, uz osnovnu nutritivnu vrijednost imaju i pozitivan učinak na ljudsko zdravlje. Vrste iz porodice krstašica (Brassicaceae), kojoj pripada i riga, ističu se sadržajem vitamina C, karotenoida i fenolnih spojeva (Bozokalfa i sur., 2011). Prema Jakše i sur. (2012) riga je sve traženija na tržištu zbog pikantnog okusa listova i sadržaja glukozinolata koji doprinose funkcionalnim svojstvima ove povrtne vrste.

Riga je na tržištu dostupna tijekom cijele godine, a njezin uzgoj na tlu karakterizira jednostavna tehnologija s niskim troškovima proizvodnje (Esiyok i sur., 2013; Bozokalfa i sur., 2011). Cjelogodišnja opskrba tržišta lisnatim povrćem zahtjeva proizvodnju u zaštićenom prostoru, naročito u razdoblju kad je uzgoj na otvorenom ograničen, a cijene visoke (Toth i sur., 2012).

Svaki alternativni sustav koji smanjuje upotrebu fosilnih goriva, kao i negativan utjecaj na ekosustav doprinosi stvaranju održivih „temelja“ biljne proizvodnje za buduće naraštaje (Berlyn i Sivaramakrishnan, 1996). Primjena poboljšivača tla i biostimulatora sve je češća u proizvodnji povrća s ciljem povećanja otpornosti biljaka na stres uzrokovan nepovoljnim abiotskim i biotskim čimbenicima te povećanja dostupnosti hraniva u tlu što utječe na prinos i kvalitetu povrća. Biostimulatori i poboljšivači tla poboljšavaju uvjete u tlu za rast i razvoj biljke tijekom cijelog vegetacijskog ciklusa. Uslijed primjene biostimulatora biljke imaju veću toleranciju na abiotske uzročnike stresa, olakšano je usvajanje i translokacija hranjiva te poboljšana regulacija vode u biljci (Verplancken, 2011).

Zbog sve veće ponude biostimulatora i poboljšivača tla na tržištu, potrebno je istražiti njihov utjecaj na morfološka svojstva, prinos i nutritivnu vrijednost različitih povrtnih vrsta. Cilj rada bio je istražiti utjecaj biostimulatora i poboljšivača tla te njihove kombinacije na mineralni sastav i prinos rige u usporedbi s kontrolnom varijantom u proljetnom roku uzgoja u zaštićenom prostoru.

# 2. PREGLED LITERATURE

## 2.1. Riga

### 2.1.1. Porijeklo i upotreba

Riga potječe s Mediterana i Azije (Padulosi, 1995), a pripada porodici krstašica (Brassicaceae) koja obuhvaća 365 rodova i 3250 vrsta (Ghazali i sur., 2014). Riga se uzgaja zbog listova koji se koriste kao povrće, a sjeme se koristi za proizvodnju ulja. Zbog dobivanja ulja uzgaja se uglavnom u Indiji. Također, riga se uzgaja u Iranu, Afganistanu, Pakistanu i Etiopiji (Padulosi, 1995).

Listovi rige koriste se tisućama godina u prehrani ljudi, proizvodnji dezodoransa i kozmetike te u medicinske svrhe (Hall i sur., 2012) što ukazuje na važnost rige. Mladi listovi se koriste u liječenju želučanih problema, a imaju i diuretičko i antiskorbutno djelovanje. Cvjetovi rige upotrebljavaju se za liječenje konstipacije. Ulje ekstrahirano iz sjemena rige naneseno na kožu ima antimikrobna svojstva i djeluje repelentno na uši (Ghazali i sur., 2014).

Naziv *Eruca* potječe od latinske riječi „uro“ ili „urere“ što znači „žariti“, a odnosi se na gorkast okus listova koji potječe od glukozinolata. Biološka uloga glukozinolata u rigi je „obrambena“, odnosno, ovi spojevi doprinose sprečavanju napada biljojeda i patogena koji se hrane biljnim dijelovima. Glukorafanin, glukobrasicin i 4-metoksiglukobrasicin su prevladavajući glukozinolati u biljkama rige (Hall i sur., 2012).

### 2.1.2. Biološka svojstva

Riga se može uzgajati izravnom sjetvom ili iz presadnica. Klijanje je epigejsko, a minimalna temperatura za klijanje je 10 °C pri kojoj do nicanja dolazi nakon 6 do 8 dana. Klijanje sjemena pri temperaturi od 25 °C nastupa nakon 24 sata u ljetnom periodu, a pri temperaturi od 10 do 15 °C klijanje se produžuje za 2 do 3 dana. Klijavost sjemena povećava se upotrebom fungicida tijekom čuvanja sjemena, naročito protiv uzročnika gljivičnih bolesti iz roda *Aspergillus* (*A. flavus, A. niger, A. funegatus*) te *Alternaria alternata* i *Alternaria flavus* (Padulosi, 1995).

Klijavost sjemena rige iznosi oko 85 %, a smanjuje se za 15 do 20 % pri kasnijem roku sjetve (Padulosi i Pignone, 1997). Prema navodima Padulosi (1995) namakanje sjemena u vodi tijekom 6 sati doprinosi visokoj klijavosti sjemena.

Optimalne temperature za rast i razvoj rige su od 22 do 24 °C tijekom dana i od 16 do 18 °C tijekom noći (Toth i sur., 2012). Temperature iznad 25 °C danju i 18 °C noću te dugi dani u trajanju od 14 sati utječu na prorastanje rige i prelazak u generativnu fazu (Padulosi, 1995; Toth i sur., 2012). Također, Padulosi (1995) navodi pozitivan učinak dnevnih temperatura od 20 °C, kao i noćnih temperatura od 13 °C na formiranje lisne mase rige.

### 2.1.3. Morfološka svojstva

Riga se uzgaja zbog listova koji su pikantnog okusa zbog prisutnosti glukozinolata, a listovi su bogati i vitaminima, osobito vitaminom C s prosječnom količinom 75 mg/100 g svježe tvari (Lešić i sur., 2004). U vegetativnoj fazi riga razvija rozetu lišća na kratkoj stabljici. Listovi su na kratkim peteljkama, lirasti, nazubljeni ili urezani (slika 2.1.3.1.). Donji listovi su lagano mesnati, rijetko glatki, karakterističnog mirisa (Lešić i sur., 2004). Prema Hall i sur. (2012) listovi rige su tamnozeleni i manji od 20 cm duljine, dok je glavni korijen rige tanak i vitak.



Slika 2.1.3.1. Riga (*Eruca sativa* Mill.)
<http://www.silviocicchi.com>

Riga je jednogodišnja zeljasta biljka, uspravne stabljike koja se grana do 80 cm visine i na vrhu razvija cvjetove. Lapovi su dužine 9 do 12 mm, latice jajolikog oblika bijeložute ili ljubičasto-smeđe boje, dužine 15 do 22 mm. Cvjetna stapka je čvrsta i kratka uz stabljiku. Plodnica tučka sadrži 12 do 50 sjemenih zametaka. Sjeme je duljine od 1,7 do 3 mm, a može biti različite boje, od žuto zelene do smeđe (Padulosi, 1995). Plod je komuška sa sjemenom okruglog oblika apsolutne težine oko 2 g (Lešić i sur., 2004).

### 2.1.4. Hranidbena vrijednost

Padulosi (1995), USDA (2016) i Nurzynska-Wierdak (2015) navode količinu suhe tvari u listovima rige oko 9 %, dok je prosječan sadržaj bjelančevina od 2,58 do 2,8 %. Prema istim autorima raspon udjela vlakana u listovima rige je od 0,9 do 1,6 % (tablica 2.1.4.1.).

Padulosi (1995) prema Haag i Minami (1988) navodi da su biljke rige stare 41 dan sadržavale značajno veću količinu željeza, mangana, cinka i kalcija u odnosu na mlađe biljke rige (20, 27 i 34 dana nakon nicanja). U istom istraživanju nisu utvrđene razlike u količini fosfora, kalija, magnezija, bora, bakra i sumpora obzirom na starost biljke (tablica 2.1.4.2.).

Tablica 2.1.4.1. Hranidbena vrijednost rige prema literaturnim navodima

| | Mjerna jedinica | Padulosi (1995) | USDA (2016) | Nurzynska-Wierdak (2015) |
|---|---|---|---|---|
| Energetska vrijednost | kcal | 23 | 25 | 24,7 |
| Količina vode | % | 91 | 91,71 | 90,64 |
| Bjelančevine | % | 2,6 | 2,58 | 2,8 |
| Lipidi | % | 0,3 | 0,66 | 0,42 |
| Ugljikohidrati | % | 3,9 | 3,65 | - |
| Vlakna | % | 0,9 | 1,6 | 1,6 |

Tablica 2.1.4.2. Količina minerala rige ovisno o starosti biljke (Haag i Minami, 1988; Padulosi, 1995)

| Minerali | Starost biljke (dana nakon nicanja) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 20 | 27 | 34 | 41 |
| | % | | | |
| Dušik, N | 4,98 | 6,18 | 4,69 | 4,04 |
| Fosfor, P | 0,51 | 0,50 | 0,43 | 0,50 |
| Kalij, K | 5,20 | 4,48 | 5,10 | 5,51 |
| Kalcij, Ca | 1,56 | 1,68 | 1,74 | 2,19 |
| Magnezij, Mg | 0,45 | 0,42 | 0,41 | 0,43 |
| Sumpor, S | 0,49 | 0,43 | 0,46 | 0,36 |
| | mg/kg suhe tvari | | | |
| Bor, B | 59 | 42 | 41 | 39 |
| Bakar, Cu | 21 | 20 | 18 | 21 |
| Željezo, Fe | 872 | 891 | 1096 | 1543 |
| Mangan, Mn | 32 | 32 | 33 | 66 |
| Cink, Zn | 118 | 114 | 87 | 229 |

## 2.2. Uzgoj rige

### 2.2.1. Način uzgoja

Riga se na otvorenom sije od veljače do rujna, do 1 cm dubine s razmakom između redova 15 do 30 cm, a kasnije u fazi kotiledona se prorjeđuje na razmak 5 do 10 cm između biljaka (Lešić i sur., 2004).

U većini mediteranskih zemalja riga se uzgaja izravnom sjetvom. Na rast i razvoj rige utječu fizikalne i kemijske karakteristike tla, gnojidba, klimatski čimbenici i sortiment (Esiyok i sur., 2013).

Također, riga se može uzgajati iz presadnica, čime se postiže kraći razvojni ciklus, ranija berba, ujednačeni rast biljaka i smanjeni razvoj korova (Padulosi i Pignone, 1997). Polistirenski kontejneri najčešće se pune kombinacijom treseta i perlita, a sije se jedna ili više sjemenki po lončiću ovisno o klijavosti sjemena (Karlsson i Berbenyan, 2014).

Nakon sjetve na površinu polistirenskih kontejnera nanosi se sloj perlita ili vermikulita, a zatim se kontejneri zalijevaju te premještaju u komoru za naklijavanje. Optimalne temperature klijanja su 20 do 28 °C sa 60 do 80 % vlage zraka (Karlsson i Berbenyan, 2014).

Klijanje rige započinje nakon 2 do 3 dana, a presadnice se smatraju prikladnima za ručnu ili strojnu sadnju kad razviju 3 prava lista. Vegetacijski prostor može varirati od 0,02 $m^2$ (20×10 cm) do 0,03 $m^2$ (20×15 cm), što rezultira sklopom 35 do 50 presadnica/$m^2$, odnosno, od 200 do 300 biljaka/$m^2$. Presadnice se najčešće sade na crnu ili bijelu polietilensku (PE) foliju, debljine 0,05 mm (Padulosi, 1995).

Korištenje polietilenskih folija i agrotekstila u uzgoju rige značajno može utjecati na ukupan prinos i raniju berbu. U istraživanju Francke (2011) upotreba perforirane polietilenske folije i agrotekstila značajno je utjecala na porast temperature tla od 1,7 do 3,6 °C na dubini od 5 cm i 1,2 do 2,8 °C na dubini od 10 cm. Najveća temperatura tla (21,8 °C) zabilježena je na dubini od 5 cm pod crnom polietilenskom folijom. Također, nicanje sjemena rige započelo je 5 do 7 dana nakon sjetve pod crnom polietilenskom folijom, 9 do 10 dana nakon sjetve pod agrotekstilom, a kod uzgoja bez malča nicanje je zabilježeno 12 do 16 dana nakon sjetve (Francke, 2011).

U istraživanju Toth i sur. (2012) tijekom cjelogodišnjeg uzgoja rige u plutajućem hidroponu, najmanja i najveća temperatura zraka bile su u rasponu 5,3 do 18,0 °C i 16,4 do 45,1 °C, a relativna vlaga zraka 48,1 do 78,9 %. Najveća varijabilnost minimalne temperature zraka zabilježena je u proljetnom, manja u jesensko-zimskom i najmanja u ljetnom uzgojnom razdoblju. Isti autori navode važnost relativne vlage zraka kao abiotskog čimbenika zbog značajnog učinka na intenzitet transpiracije. Srednja relativna vlaga zraka, kao rezultat minimalne i maksimalne, u navedenom istraživanju bila je veća u jesensko-zimskom uzgoju (73,5 %) u odnosu na ljetno i proljetno razdoblje (53,6 i 57,5 %).

Prema Padulosi (1995) te Padulosi i Pignone (1997) optimalna količina hraniva za uzgoj rige na tlu su 100 kg N/ha, 50 do 60 kg $P_2O_5$/ha i 100 do 120 kg $K_2O$/ha, dok Ugur i sur. (2010) navode gnojidbu rige na pjeskovito-glinastom tlu sa 150 kg N/ha, 120 kg $P_2O_5$/ha i 180 kg $K_2O$/ha

U istraživanju Nurzynska-Wierdak (2009) su testirane 2 doze dušika (300 i 600 mg/L) i 3 doze kalija (300, 600 i 900 mg/L). Testirane doze dušika i kalija značajno su utjecale na

količinu i kvalitetu rige. Primjena veće koncentracije dušika rezultirala je značajno većom masom listova (20,1 g/loncu), u odnosu na biljke u čijem je uzgoju primijenjena manja doza dušika (17,5 g/loncu). Također, primjena veće doze dušika (600 mg/L) rezultirala je značajno većom količinom proteina, ali i manjim sadržajem vitamina C, ukupnih šećera i monosaharida u listovima rige. Veće koncentracije kalija (600 i 900 mg/L) rezultirale su većom količinom suhe tvari (10,4 % ST), ali i manjom količinom proteina i monosaharida u odnosu na primjenu manje doze kalija (300 mg/L). Riga tretirana najmanjom dozom kalija rezultirala je većom količinom kalija (200,8 mg K/100 g svježe tvari) i ukupnih šećera (1,25 %) u listovima rige.

Navodnjavanje je osnova proizvodnje povrća, naročito u ljetnim rokovima uzgoja. Kod uzgoja povrtnih vrsta na otvorenom ili u zaštićenom prostoru najčešće se koristi sustav navodnjavanja kišenjem i lokalizirano navodnjavanje. Važno je odabrati pravilan sustav navodnjavanja za određenu vrstu. Povrtne vrste plitkog korijena zahtijevaju opskrbu vodom u većem broju obroka manjeg intenziteta navodnjavanja (Lešić i sur., 2004)

Navodnjavanje sustavom kišenja ne osigurava ujednačenu opskrbu vodom kroz supstrat što može nepovoljno utjecati na biljke, naročito u rizosferi u ljetnom razdoblju godine. Sustavi podzemnog navodnjavanja distribuiraju vodu izravno u zonu korijenovog sustava te smanjuju upotrebu vode za 85 %, a hranjiva i do 50 % u odnosu na navodnjavanje kišenjem. Također, smanjeno je onečišćenje podzemnih voda i napadi štetočinja su znatno niži (Nicola i sur., 2005).

U uzgoju rige na polietilenskoj foliji najčešće se koristi sustav za navodnjavanje kapanjem, a cijevi za navodnjavanje s kapaljkama se postavljaju ispod polietilenske folije. Kod uzgoja rige na tlu, najčešće se koristi sustav za navodnjavanje kišenjem pomoću rasprskivača srednjeg kapaciteta (120 L/h) koji opskrbljuju biljke vodom (5 do 6 L/m po satu). U zaštićenim prostorima koriste se sustavi za navodnjavanje kišenjem s visokotlačnim prskalicama malog kapaciteta (10-15 mm/h) koje značajno smanjuju zbijanje tla. Prilikom navodnjavanja nužno je pratiti zasićenost biljke vodom, budući da se riga uzgaja u gustom sklopu, a previsoka vlaga može rezultirati pojavom gljivičnih bolesti. Između dviju berbi optimalna je količina vode od 20 do 30 $m^3$/ha (Padulosi i Pignone, 1997).

### 2.2.2. Štetočinje i mjere njege

Gljivične bolesti izazivaju najveće štete u uzgoju rige. U fazi kotiledona biljke mogu propasti uslijed zaraze gljivama iz rodova *Fusarium*, *Pythium* i *Rhizoctonia*, dok sekundarno korijenje najčešće mogu zaraziti gljive iz roda *Botrytis* i *Sclerotinia*. Gljive iz roda *Alternaria* najčešće oštećuju plojku lista, peteljku i hipokotil. U zaštićenim prostorima zaraza može biti izraženija zbog optimalnih temperatura i vlage zraka za razvoj uzročnika biljnih bolesti. Riga je osjetljiva na plamenjaču (*Phytophtora brassicae* L.) koja može uzrokovati velike štete. Fikomicete plamenjače uništavaju listove rige, a simptomi se pojavljuju kao žućenje dijelova listova koji posmeđe i nekrotiziraju, a oštećenja na listovima smanjuje upotrebnu vrijednost proizvoda. Plamenjača se javlja u vlažnim uvjetima pri temperaturi od 10 do 16 °C, a zaražene biljke propadaju u roku 1 do 2 dana (Padulosi i Pignone, 1997).

U uzgoju rige probleme mogu stvarati kupusni buhači (*Phyllotreta nemorum*, *Phyllotreta atra*, *Phyllotreta nigripes* i *Phyllotreta undulata*). Buhači se na kupusnjačama javljaju u velikim populacijama za topla i suha vremena uzrokujući štete na mladim biljkama.

Kupusni buhači su kornjaši od 1,5 do 3 mm dužine sjajno crne, plave ili tamno zelene boje, dok neke vrste imaju žute uzdužne crte na pokrilju. Odrasli kukci rade štete izgrizajući rupice na lišću. Prezimljuju odrasli oblici u tlu koji izlaze rano u proljeće hraneći se na kupusnjačama. Ženke kupusnih buhača odlažu jaja u tlo, a tijekom ljeta se javljaju odrasli oblici i nanose štete na mladom lišću. Buhači imaju jednu do dvije generacije godišnje. Manje površine i rasadnike moguće je fizički zaštititi postavljanjem zaštitnih mreža „insect proof" na otvore, dok se kemijske metode suzbijanja provode pri oštećenju više od 10 % lisne površine (Berić i Slovic, 2015).

Prema trogodišnjem istraživanju Gengotti i Tommasini (2008) prirodni insekticidi (rotenon, piretrin, azadiraktin (neem) i piperonil butoksid) su pokazali lošu učinkovitost u zaštiti rige protiv kupusnih buhača (*Phyllotreta* spp.). Također, u istraživanju je korišten agrotekstil za izravno prekrivanje biljaka te za prekivanje niskih tunela. Agrotekstil je pokazao visoku učinkovitost (46 do 92 %) zaštite protiv kupusnih buhača s malim oštećenjima na listovima.

Riga je brzorastuća kultura koja u optimalnim uvjetima prekriva tlo u kratkom vremenskom periodu smanjujući rast korova. Između berbi je moguća pojava korova kao što su mišjakinja (*Stellaria media L.*), čestoslavica (*Veronica spp.*) i ostale korovne vrste prisutne u zimskom periodu uzgoja, dok su u ljetnom periodu uzgoja najčešće vrste: tušt (*Portulaca oleracea* L.), pepeljuga (*Chenopodium album* L.), crna pomoćnica (*Solanum nigrum* L.) i obični koštan (*Echinochloa crus-galli* L.). Učinkovita metoda suzbijanja korova je postavljanje malča. U zaštiti tla od korova i štetočinja koriste se metode sterilizacije tla (parom, plamenikom), (Padulosi i Pignone, 1997), nekemijske mjere (plodored, obrada tla, okopavanje, međuusjevi, zelena gnojidba), solarizacija tla (Barić i sur., 2014).

U Hrvatskoj nema registriranih herbicida za rigu za uzgoj na otvorenom i u zaštićenim prostorima (www.fis.mps.hr).

### 2.2.3. Rokovi uzgoja, dužina vegetacije i prinos

Berba rige u fazi rozete započinje 20 do 60 dana nakon sjetve ili sadnje, ovisno o načinu i roku uzgoja, sortimentu, klimatskim uvjetima i potrebama tržišta. Prema Padulosi i Pignone (1997) u uzgoju rige je moguća višekratna berba (4 do 5 berbi) u razmacima od 10 do 20 dana, dok Padulosi (1995) navodi neisplativost nastavka uzgoja poslije treće berbe, što ovisi o pedoklimatskim uvjetima i proizvodnom ciklusu.

Beru se mladi listovi rige pazeći da se očuva vegetativni vrh i osigura ponovni razvoj rozete (Stephens, 1994). Najčešće vrijeme berbe rige je u jutarnjim satima kako bi se osiguralo dovoljno vremena za primarnu doradu, pakiranje i plasman rige na tržište istog dana (Siomos i Koukounaras, 2007).

Prema Geršak i sur. (2012) višekratnom berbom rige postiže se veći prinos po jedinici površine. Isti autori navode da je rigu potrebno brati u pravilnim vremenskim razmacima kako bi se ostvario ravnomjeran prinos.

U istraživanju Doležalova i sur. (2013) provedenom u Češkoj riga je uzgajana izravnom sjetvom 11. travnja, 21. travnja i 2. svibnja u proljetnom roku, odnosno, 23. kolovoza, 26. kolovoza i 13. rujna u ljetnom roku. Berba rige provedena je 6 do 11 tjedana

nakon sjetve u fazi 8 do 10 potpuno razvijenih listova. Autori su utvrdili da je optimalno vrijeme sjetve rige u Češkoj u drugoj polovici travnja i krajem kolovoza, dok je za uzgoj rige iz presadnica optimalna sadnja krajem travnja.

U istraživanju Varga i sur. (2012) na području Cluj-Napoca (Rumunjska), riga je sijana 24. ožujka u dva sklopa (300 i 150 biljaka/m²), a ostvaren je prinos 2,24 kg/m², odnosno, 1,61 kg/m². U kasnijem roku sjetve (3. travnja) ostvaren je prinos 1,64 kg/m² pri gušćem, odnosno, 0,85 kg/m² pri rjeđem sklopu.

U istraživanju Acikgoz (2011) provedenom u Turskoj, u listovima rige uzgajane u jesenskom roku (sjetva 1. listopada) utvrđeno je 57,41 mg vitamina C/100 g svježe tvari, dok je neznatno manja koncentracija vitamina C (55,51 mg/100 g svježe tvari) utvrđena kod rige iz proljetnog uzgoja (sjetva 1. ožujka). Također, u jesenskom roku uzgoja utvrđen je veći prinos (12,5 t/ha) te količina dušika 3,69 % N/ST, fosfora 0,30 % P/ST i kalija 3,02 % K/ST u odnosu na proljetni rok uzgoja gdje je ostvaren prinos 11 t/ha te količina dušika 3,08 % N/ST, fosfora 0,25 % P/ST i kalija 2,81 % K/ST.

U istraživanju Nurzynska-Wierdak (2009) u klimatskim uvjetima istočne Poljske (Lublin), riga je uzgajana u negrijanom zaštićenom prostoru sjetvom u lonce volumena 2 L. Riga je sijana u rujnu, dok je berba provedena 55 do 60 dana nakon sjetve. U istraživanju Nurzynska-Wierdak (2015) riga je uzgajana u grijanom zaštićenom prostoru sjetvom 20. ožujka, a berba je provedena 10. svibnja. Istraživanjem je utvrđen udio suhe tvari u rasponu od 8,2 do 11,0 % ST.

Prema istraživanjima Bozokalfa i sur. (2009) te Varga i sur. (2012) dužina vegetacije rige je oko 40 dana, dok Doležalova i sur. (2013) navode dužinu vegetacije rige od 52 do 79 dana ovisno o roku sjetve (tablica 2.2.3.1.).

Tablica 2.2.3.1. Dužina vegetacije rige prema literaturnim podacima

| | Lokacija | Sjetva | Berba |
|---|---|---|---|
| Fontana i Nicola (2009) | Italija | 25. studenog | 4. veljače |
| Nurzynska-Wierdak (2009) | Poljska | 1.-7. rujna | 26. listopada - 1. studenoga |
| Bozokalfa i sur. (2009) | Turska | 1. veljače | 15. ožujka |
| Nurzynska-Wierdak (2015) | Poljska | 20. ožujka | 10. svibnja |
| Varga i sur. (2012) | Rumunjska | 24. ožujka | 3. svibnja |
| | | 3. travnja | 13. svibnja |
| Doležalova i sur. (2013) | Češka | 11. travnja | 8. lipnja |
| | | 21. travnja | 22. lipnja |
| | | 2. svibnja | 28. lipnja |
| | | 23. kolovoza | 14. listopada |
| | | 26. kolovoza | 8. studeni |
| | | 13. rujna | 1. prosinca |

Prema Padulosi i Pignone (1997) mnogi proizvođači koriste agrotekstil mase 17 do 20 g/m² kojim se prekriva usjev nakon berbe kako bi skratili razdoblje do sljedeće berbe. Berba se najčešće obavlja ručno pomoću noža ili srpa, dok dužina listova varira od 5 do 8 cm u prvoj berbi, odnosno, od 8 do 15 cm u sljedećim berbama. Riga pod utjecajem dužeg dana, svjetla i visokih temperatura ulazi u generativnu fazu što zaustavlja daljnju berbu. Zahtjevi tržišta za rigom se razlikuju pa pojedini potrošači zahtijevaju rigu iz 2. ili 3. berbe zbog bolje konzistentnosti listova, intenzivnije arome i dužeg očuvanja, dok drugi potrošači zahtijevaju nježne i mekane listove rige, blage arome. Vrijednost proizvoda se smanjuje kad su peteljke veće dužine od plojke lista rige.

Fontana i Nicola (2009) navode veći prinos rige (2,18 kg/m²) postignut u hidroponskoj proizvodnji tehnikom plutajućih ploča u odnosu na prinos rige (0,54 kg/m²) postignut proizvodnjom na tlu pri istom vegetacijskom sklopu od 2134 biljaka/m² u oba sustava. Riga uzgojena na tlu imala je značajno veću količinu suhe tvari (15,9 % ST) u odnosu na rigu iz hidroponskog uzgoja (11,2 % ST). Prema literaturnim podacima prinos rige kod uzgoja na tlu može varirati od 1,73 kg/m² (Cavarianni i sur., 2008) do 2,76 kg/m² (Varga i sur., 2012).

U istraživanju Toth i sur. (2012) proizvodni ciklus uzgoja rige u plutajućem hidroponu tijekom jesensko-zimskog razdoblja bio je duži za 41 i 33 dana u odnosu na ljetno i proljetno uzgojno razdoblje. U ljetnom uzgojnom razdoblju od sjetve do prve berbe bilo je potrebno prosječno 22 dana, a od prve do druge berbe 14 dana. U proljetnom razdoblju, prva berba uslijedila je 32 dana nakon sjetve, a druga 14 dana kasnije. Najveći prinos rige (3,31 kg/$m^2$) ostvaren je tijekom proljetnog razdoblja uzgoja dok je u ljetnom i jesensko-zimskom razdoblju prosječan prinos bio 2,60 kg/$m^2$, odnosno, 2,14 kg/$m^2$.

Riga se uspješno može skladištiti na 0 °C do 16 dana, dok se pri 5 °C kvaliteta narušava i vrijeme skladištenja se smanjuje za 3 dana. Kvaliteta rige pri temperaturi skladištenja od 10 °C naglo se smanjuje, a vrijeme skladištenja rige smanjuje se na 8 dana. Također, temperatura značajno utječe na respiraciju rige tijekom skladištenja te se linearno povećava od 0 do 10 °C što svrstava rigu u kulture s visokim udjelom respiracije. Veliki problem kod skladištenja rige predstavlja degradacija klorofila u listu i gubitak vode, što rezultira žućenjem, venućem i sušenjem listova (Siomos i Koukounaras, 2007).

Danas na tržištu postoji potražnja za rozetama rige sa ili bez korijena, a za proizvodnju takve rige najprikladniji se pokazao hidroponski uzgoj. Riga za prodaju na „zelenim tržnicama“ pakira se odmah nakon berbe u papirnate vrećice od 100 do 150 g, dok se riga za trgovačke lance procesira i primarno dorađuje u pogonima za doradu i pakira u polietilenske vrećice od 100 do 150 g (Siomos i Koukounaras, 2007).

### 2.3. Biostimulatori

Biostimulatori su spojevi, većinom prirodnog porijekla, koji primijenjeni na biljku ili tlo reguliraju i/ili povećavaju biljne fiziološke procese (Verplancken, 2011). Ova sredstva ne sadrže dodatne kemijske i sintetičke tvari za regulaciju rasta biljke. Biostimulatori najčešće sadrže humusne tvari koje su sastavni dio organske tvari tla (65 do 70 %), produkte mikrobiološke razgradnje sirovine biljnog porijekla te humusne i fulvokiseline (Russo i Berlyn, 1990).

Većina biostimulatora sadrži ekstrakte morskih algi (Berlyn i Sivaramakrishnan, 1996), ekstrakte biljaka, aminokiseline i minerale koji djeluju u sinergiji pri različitim koncentracijama (Vernieri i sur., 2005). Morske alge sadrže fitohormone (citokinine) te adenin i zeatin. Citokinini zacjeljuju rane, usporavaju starenje i klorozu, povećavaju razvoj kloroplasta i staničnu diobu, formiranje organa i stimulaciju ili inhibiciju povećanja stanica (Russo i Berlyn, 1990). Biostimulatori se mogu aplicirati u tlo/supstrat ili folijarno te utječu na metabolizam nitrata, mikrobiološku aktivnost u tlu, rast i razvoj biljke (Vernieri i sur., 2005).

Prema rezultatima istraživanja Vernieri i sur. (2005) dodavanje biostimulatora u hranjivu otopinu u uzgoju rige rezultiralo je značajno većim prinosom u odnosu na biljke kod kojih nisu primijenjeni biostimulatori. Također, dodavanje biostimulatora hranjivoj otopini utjecalo je i na povećanje koncentracije klorofila u listu izravno djelujući na količinu nitrata te kvalitetu rige.

Prema istraživanju Jakše i sur. (2012) dodavanjem biostimulatora utvrđen je brži rast biljaka rige i izražen rast biljaka u visinu te 29 % veći prinos u odnosu na biljke uzgajane u istim uvjetima no bez primjene biostimulatora.

Djelovanje biostimulatora najbolje dolazi do izražaja kad su biljke izložene stresu uslijed klimatskih uvjeta, zaraze biljnim bolestima ili manjkom hranjiva. Biostimulatori mogu pojačati metabolizam, unaprijediti efikasnost i produktivnost klorofila, povećati koncentraciju antioksidansa i dostupnost hranjiva. Biostimulatori ne djeluju na rast i razvoj biljaka u optimalnim uvjetima, ali imaju zaštitnu ulogu u stresnim uvjetima (nepovoljni abiotski i biotski čimbenici), (Jakše i sur., 2012).

Prema Berlyn i Sivaramakrishnan (1996) biostimulatori potiču rast i razvoj biljke te utječu na veći prinos, a pri tom smanjujući upotrebu gnojiva do 50 %. Jedan od glavnih sastojaka biostimulatora su esencijalni vitamini potrebni biljci, a najzastupljenija je askorbinska kiselina (vitamin C) koja potiče rad ksilema. Listovi biljke u stresnim uvjetima proizvode nedostatnu količinu vitamina B kompleksa koji su potrebni za rast i razvoj korijena, a upotreba biostimulatora pospješuje produkciju listova te olakšava usvajanje vode i hranjiva. Također, biljke tretirane biostimulatorima su otpornije na štetnike zbog jačeg vigora, što utječe na proizvodnju obrambenih biljnih supstanci kao što su polifenoli (Berlyn i Sivaramakrishnan, 1996).

## 2.4. Poboljšivači tla

Prema Zakonu o gnojivima i poboljšivačima tla (NN 163/03) poboljšivači tla su tvari dodane u tlo s osnovnom namjenom poboljšavanja fizikalnih i/ili kemijskih svojstava i/ili biološke aktivnosti tla. Poboljšivači djeluju na pH, vodo-zračne odnose u tlu, koncentraciju hranjiva i fizikalna svojstva tla (Traunfeld i Nibali, 2013).

Kemijska svojstva tla su važni čimbenici plodnosti tla, koji utječu na složene odnose s njegovim mehaničkim, fizikalnim i biološkim svojstvima (Jug, 2013). Kemijska svojstva tla su reakcija tla (pH), sorpcija, salinitet, dok su fizikalna svojstva tekstura, struktura, poroznost, gustoća, konzistencija te vodni i zračni kapacitet tla (Bensa i Miloš, 2011a; Bensa i Miloš,

2011b). Također, fizikalna svojstva tla utječu na rast i razvoj korijenovog sustava, volumen korijena, mikrobiološku aktivnost tla, mobilnost i usvajanje hranjiva iz tla.

Roy i sur. (2006) navode da je kemijska svojstva tla lakše poboljšati od fizikalnih svojstava tla. Optimalna pH vrijednost tla jedna je od najvažnijih kemijskih osobina za uspješnu proizvodnju bilja, jer utječe na povoljne uvjete za rast biljke, dostupnost hranjiva i eliminaciju toksičnih supstanci u tlu.

Poboljšivači tla koji djeluju na fizikalne osobine tla stvaraju povoljne uvjete za rast i razvoj korijenovog sustava, što se u kasnijim fazama očituje poboljšanim vigorom biljke. Fizički poboljšivači tla stvaraju stabilne čestice pa je maksimalna infiltracija, a i ispiranje tla je svedeno na minimum. Krajnji cilj korištenja ovakvih poboljšivača je uskladiti fizičke karakteristike tla s fiziološkim potrebama biljne vrste. Unutar fizičkih poboljšivača tla razlikuju se mineralni i organski poboljšivači te ostale tvari kao što su pepeo, kanalizacijski mulj, otpadne vode, bentonit (Severson i Shacklette, 1988).

Mineralne tvari koje se koriste kao poboljšivači tla su glineni minerali (montmorilonit, ilit, kaolinit, vermikulit), zeoliti, vulkanske tvari (perlit, bazalt, pijesak), gips i vapnenac (Severson i Shacklette, 1988).

Organske tvari koje se koriste kao poboljšivači tla su uglavnom životinjskog porijekla (stajski gnoj, ostaci mesne industrije) i biljnog porijekla (ostaci bilja, kompost, treset, ostaci drvne industrije i tvornice papira), (Cooperband, 2002).

Organski poboljšivači tla najčešće se koriste za opskrbu tla esencijalnim hranjivima, obnovu organske tvari i mikrobiološku aktivnost tla. Prednost povećanja organske tvari tla očituje se povećanom infiltracijom vode i vodnog kapaciteta, aeracijom tla, stvaranjem stabilnih strukturnih agregata tla i boljoj opskrbi biljaka hranjivima (Allen i sur., 2007).

## 3. MATERIJAL I METODE ISTRAŽIVANJA

Istraživanje je provedeno u proljetnom roku uzgoja 2016. godine u negrijanom zaštićenom prostoru na OPG-u Martinec u Zagrebu (lokacija Žitnjak). Pokus je postavljen po metodi slučajnog bloknog rasporeda u 3 ponavljanja (slika 3.1.). Testiran je utjecaj biostimulatora 'Bio-algeen S92' i poboljšivača tla 'Azomite' te njihove kombinacije na mineralni sastav i prinos rige u usporedbi s kontrolnom varijantom.



Slika 3.1. Istraživanje primjene poboljšivača tla i biostimulatora u uzgoju rige
(Foto: G. Lemić)

'Bio algeen S92' je stimulator rasta i razvoja biljaka na osnovi morskih algi. Sadrži poliuronske sastojke iz morskih algi, mikroelemente, vitamine, aminokiseline i alginske kiseline (www.ecoland.hr).

'Azomite' (hidratizirani natrijev kalcijev aluminijev silikat) je poboljšivač tla koji sadrži različite minerale i elemente (tablica 3.1.) potrebne za optimalan rast i razvoj biljaka (www.proeco.hr). 'Azomite' je prirodni materijal bez aditiva i dodataka dobiven taloženjem ostataka vulkanskih erupcija u blizini mora (www.azomite.com).

Riga ('Selvatica', Enza Zaden) je sijana 18. siječnja 2016. u polistirenske kontejnere dimenzija 50×33 cm punjene tresetom Brill tip 4 (Brill Substrate GmbH & Co., Njemačka). Klijanje i nicanje te razvoj presadnica rige provedeno je u negrijanom zaštićenom prostoru.

Presadnice su posađene 22. veljače na crnu perforiranu foliju Agryl P50 (50 g/m²) u negrijanom zaštićenom prostoru (visoki tunel) površine 90 m², a ukupna površina pokusa iznosila je 57,6 m². Presadnice rige su sađene na razmak 15×15 cm. Prije sadnje, kontejneri s presadnicama su namočeni u posudi volumena 20 L ispunjenom vodom i preparatom 'Promot WP' (*Trichoderma harzianum* i *Trichoderma koningii*), (20 g/20 L vode).

Tablica 3.1. Kemijski sastav preparata 'Bio-algeen S92' i 'Azomite'

| Minerali (%) | 'Bio-algeen S92' | 'Azomite' |
|---|---|---|
| Dušik, N | 0,020 | 0,15 |
| Fosfor, $P_2O_5$ | 0,006 | 0,15 |
| Kalij, $K_2O$ | 0,096 | 5,23 |
| Kalcij, CaO | 0,31 | 3,67 |
| Magnezij, MgO | 0,021 | 0,37 |
| Sumpor, S | 0,080 | - |
| Ugljikov dioksid, $CO_2$ | <0,01 | - |
| Natrij, Na | 1,30 | 2,07 |
| Titanijev dioksid, $TiO_2$ | - | 0,20 |
| Silicijev dioksid, $SiO_2$ | - | 65,85 |
| Aluminijev oksid, $Al_2O_3$ | - | 11,43 |

Kemijska analiza tla pokusne površine provedena je u laboratoriju Zavoda za ishranu bilja Agronomskog fakultetu u Zagrebu. Uzorak tla je pripremljen (sušenje/usitnjavanje/prosijavanje/homogeniziranje) prema normi HRN ISO 11464 (http://www.hzn.hr). Humus je određen bikromatnom metodom po Tjurinu (Škorić, 1982), a ukupni dušik prema normi HRN ISO 11261:2004 (http://www.hzn.hr). pH reakcija tla je utvrđena u 1 M HCl i $H_2O$ u omjeru 1:2,5 prema protokolu HRN ISO 10390:2004 (http://www.hzn.hr). Pristupačni fosfor i kalij u tlu određeni su ekstrakcijom u amonij-acetatu AL metodom (Egner i sur., 1960).

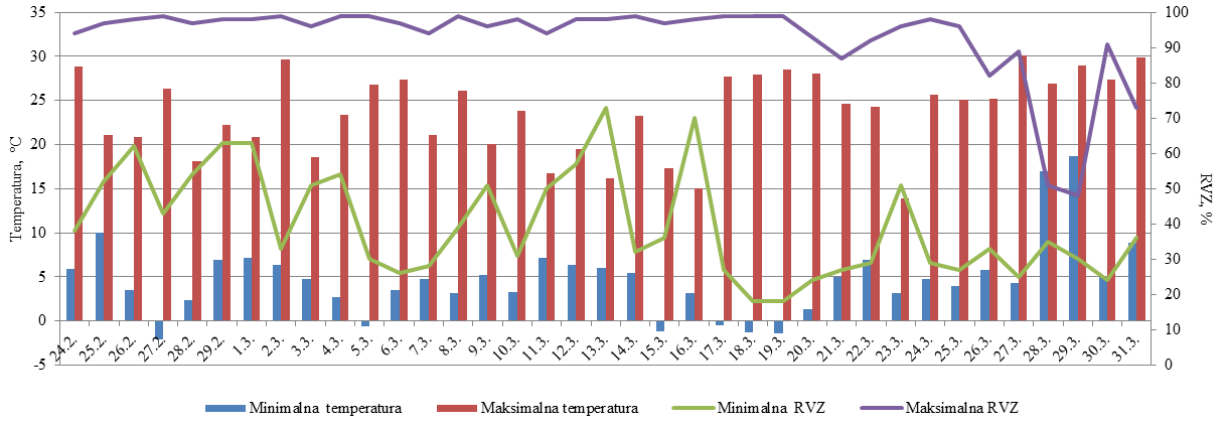
Kemijskom analizom tla utvrđene su sljedeće vrijednosti: pH 8, sadržaj humusa 3,97 %, sadržaj ukupnih karbonata 11,9 % $CaCO_3$, količina ukupnog dušika 0,20 % N. Količina fosfora i kalija iznosila je 58,6 mg $P_2O_5$/100 g, odnosno, 37 mg $K_2O$/100 g tla što ukazuje na vrlo bogatu opskrbljenost tla biljci pristupačnim fosforom te bogatu opskrbljenost tla biljci pristupačnim kalijem.

U negrijanom zaštićenom prostoru provedena je osnovna gnojidba organskim dehidriranim gnojivom s 25 % organske tvari (Adriatica fertilizzanti, Italija) u količini od 1,5 t/ha i 444 kg NPK 15-15-15 (Petrokemija, Kutina). Također, prije sadnje, na pojedinim parcelama, u tlo je dodan poboljšivač tla 'Azomite' (500 kg/ha) i provedeno je frezanje do 20 cm dubine. Riga se navodnjavala po potrebi sustavom kišenja.

Svakodnevno su mjerene minimalna i maksimalna temperatura te relativna vlaga zraka u zaštićenom prostoru do prve berbe provedene 1. travnja (grafikon 3.1.). Od sadnje do 27. ožujka vrijednosti minimalne temperature zraka bile su niže od 10 °C, s negativnim vrijednostima zabilježenim 27. veljače (-2,1 °C), 5. ožujka (-0,6 °C), 15. ožujka (-1,2 °C) te u razdoblju od 17. do 19. ožujka (-0,5, -1,3 i -1,4 °C). Vrijednosti maksimalne temperature zraka do 1. berbe varirale su od 13,9 do 30,1 °C, s prosječnim vrijednostima od 8,1 do 23,9 °C (podaci nisu prikazani). Toth i sur. (2012) navode da je za rast listova rige optimalan raspon dnevnih i noćnih temperatura od 22 do 24 °C, odnosno, 16 do 18 °C.

Vrijednosti minimalne vlage zraka od sadnje do 1. berbe bile su u rasponu od 18 do 73 %, dok su vrijednosti maksimalne vlage zraka varirale od 48 do 99 % (grafikon 3.1.).

Navedeno je rezultiralo prosječnom vlagom zraka u rasponu od 39 do 85,5 % (podaci nisu prikazani). Vrijednosti maksimalne vlage zraka značajnije su varirale samo u trećoj dekadi ožujka, kada su variranja minimalne vlage zraka bila neznatna, odnosno, u rasponu od 24 do 36 %, s iznimkom 23. ožujka (51 %).




Grafikon 3.1. Temperatura i relativna vlaga zraka u zaštićenom prostoru tijekom istraživanja

Tijekom vegetacije na pojedinim parcelama je korišten biostimulator 'Bio-algeen S92' koji se primjenjivao folijarno prskanjem 2 L/ha uz utrošak 400 L vode u 3 obroka. Prskanja su provedena 3. ožujka, 13. ožujka i 9. travnja. Pri višekratnim berbama rige provedenim 1. travnja, 15. travnja i 4. svibnja, u fazi razvijenih 6 do 8 listova, na reprezentativnim uzorcima biljaka mjereni su masa rozete, broj i dužina listova te masa listova po sadnom mjestu na temelju čega je utvrđen prinos (slika 3.2.). U laboratoriju Zavoda za ishranu bilja Agronomskog fakulteta standardnim analitičkim metodama (AOAC, 1995) određena je količina minerala (N, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn i Cu) u listovima rige nakon prve berbe.

Uzorci biljnog materijala osušeni su (105 °C), samljeveni i homogenizirani te analizirani u laboratoriju. Količina makroelemenata izražena je kao postotak u suhoj tvari (% suhe tvari (ST), % N/ST, % P/ST, % K/ST, % Ca/ST, % Mg/ST), dok je količina mikroelemenata izražena u mg/kg suhe tvari.




Slika 3.2. Razlike između testiranih poboljšivača tla i biostimulatora u uzgoju rige, berba 4. svibnja 2016. (Foto: G. Lemić)

Određivanje suhe tvari provedeno je gravimetrijskom metodom prema normi HRN ISO 11465:2004 (http://www.hzn.hr). Za utvrđivanje ukupnog dušika korištena je metoda po Kjeldahlu (AOAC, 1995). Fosfor je utvrđen digestijom s koncentriranom $HNO_3$ i $HClO_4$ (Milestone 1200 Mega Microwave Digester), spektrofotometrijski (AOAC, 1995). Kalij je određen plamenfotometrijom, nakon digestije s koncentriranom $HNO_3$ i $HClO_4$ (Milestone 1200 Mega Microwave Digester), AOAC (1995). Kalcij, magnezij, željezo, mangan, cink i bakar utvrđeni su atomskom apsorpcijskom spektofotometrijom, nakon digestije s koncentriranom $HNO_3$ i $HClO_4$ (Milestone 1200 Mega Microwave Digester), AOAC (1995).

Za statističku obradu dobivenih rezultata korišten je statistički program Windows SAS® Software v.9.1 (2002). Razlike između testiranih tretmana za sva promatrana svojstva analizirane su analizom varijance (ANOVA), a tako utvrđene značajne razlike između prosječnih vrijednosti testirane su LSD testom na razini signifikantnosti $p \leq 0,05$ i $p \leq 0,01$.

# 4. REZULTATI I RASPRAVA

U tablici 4.1. prikazani su rezultati analize varijance (ANOVA) za morfološka svojstva rige tijekom tri berbe (izuzev mase listova po sadnom mjestu i prinos za koje su mjerenja provedena samo u dvije berbe). Utvrđene značajne razlike između prosječnih vrijednosti testirane su LSD testom na razini signifikantnosti $p \leq 0,05$ i $p \leq 0,01$. Između testiranih tretmana, u prvoj berbi utvrđene su statistički opravdane razlike u broju listova, masi listova po sadnom mjestu i prinosu, dok su u drugoj berbi utvrđene značajne razlike u visini rozete te masi listova po sadnom mjestu i prinosu rige. U trećoj berbi utvrđene su opravdane razlike između tretmana u broju listova, masi i visini rozete biljaka rige.

Tablica 4.1. Analiza varijance za morfološka svojstva i prinos rige tijekom tri berbe

| Berba | Rozeta | | | Masa listova po sadnom mjestu | Prinos |
|---|---|---|---|---|---|
| | Masa | Visina | Broj listova | | |
| 1. | n.s. | n.s. | * | ** | ** |
| 2. | n.s. | * | n.s. | ** | ** |
| 3. | ** | ** | ** | | |

Razine statističke značajnosti: * $p \leq 0,05$, ** $p \leq 0,01$, n.s. nije signifikantno

## 4.1. Morfološka svojstva rige

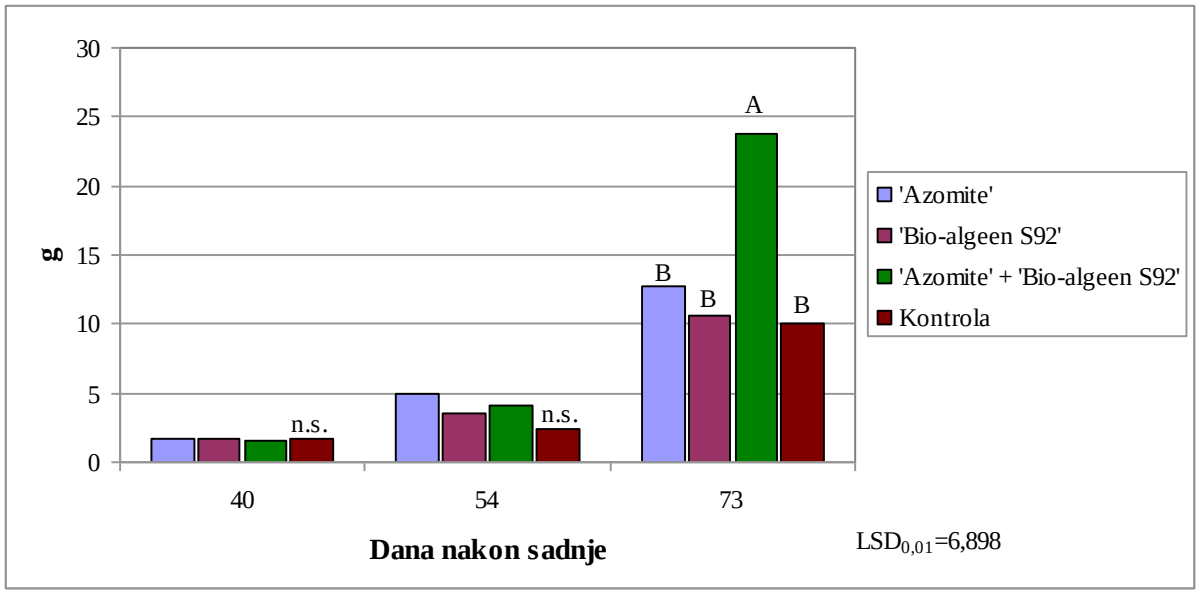
### 4.1.1. Masa rozete

U prvoj i drugoj berbi nisu utvrđene razlike u masi rozete obzirom na tretiranja (grafikon 4.1.1.1.), a prosječna masa rozete rige iznosila je 1,67 g u prvoj, odnosno, 3,74 g u drugoj berbi (podaci nisu prikazani). U trećoj berbi utvrđene su statistički opravdane razlike u masi rozete te je najveća masa izmjerena kod biljaka tretiranih kombinacijom 'Azomite' + 'Bio- algeen S92' (23,84 g). Masa rozete kod ostalih tretmana bila je statistički jednaka i iznosila je 10,03 g (kontrola), 10,59 g ('Bio-algeen S92') i 12,78 g ('Azomite').

U istraživanju Nurzynska-Wierdak (2009) u uzgoju rige u loncima volumena 2 L prosječna masa rozete iznosila je 6 g.

U istraživanju Cavarianni i sur. (2008) riga je uzgajana hidroponski, tehnikom hranjivog filma, a testirane su sorte 'Selvatica', 'Folha Larga' i 'Cultivada' s prosječnom masom rozete 3,49, 14,76 i 20,38 g.

Prema rezultatima istraživanja Doležalova i sur. (2013) u uzgoju rige izravnom sjetvom, masa rozete varirala je od 15 do 60 g, dok je kod uzgoja iz presadnica masa rige varirala od 10 do 49 g.




Različita slova predstavljaju značajno različite prosječne vrijednosti prema LSD testu, (A) p≤0,01

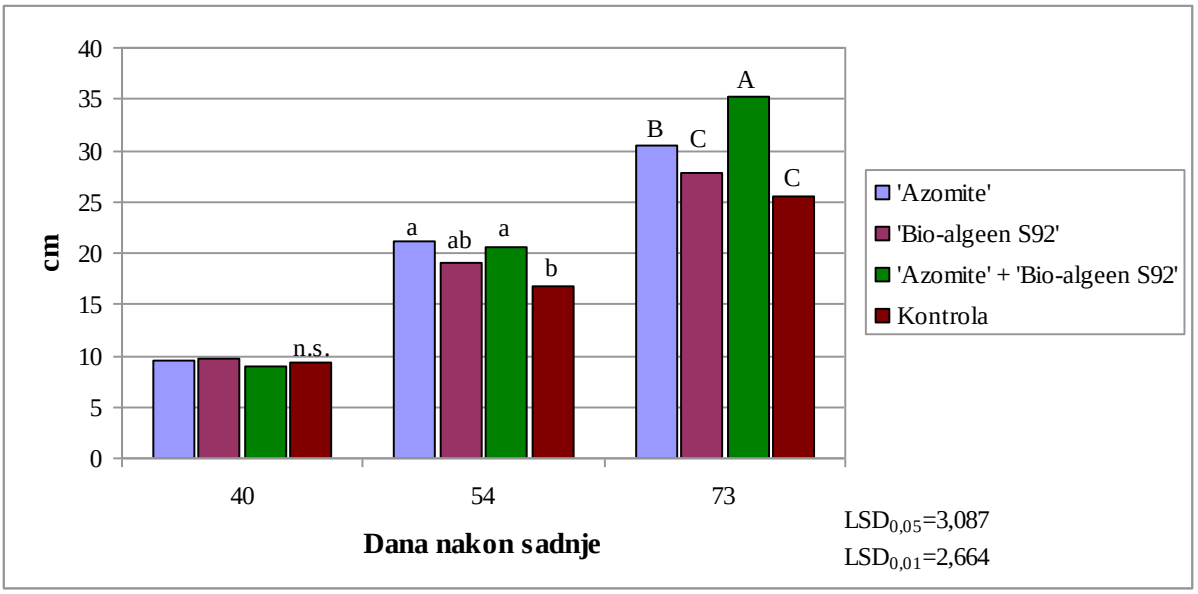
Grafikon 4.1.1.1. Masa rozete rige

U istraživanju Berbekov i Ezaov (2014) kod uzgoja rige iz presadnica i gustoće sklopa 230 biljaka/m$^2$, masa rozete u zimsko-proljetnom roku rige varirala je od 47,1 do 49,3 g, odnosno, od 40,2 do 41,8 g u proljetno-ljetnom roku. Navedene vrijednosti značajno su veće u odnosu na rezultate mase rozete ostvarene u ovom diplomskom radu.

### 4.1.2. Visina rozete

Iz grafikona 4.1.2.1. vidljivo je da u prvoj berbi nisu utvrđene značajne razlike između tretmana, a prosječna visina rozete bila je 9,37 cm (podaci nisu prikazani). U drugoj berbi visina rozete iznad 20 cm izmjerena je kod tretmana 'Azomite' + 'Bio-algeen S92' i bila je statistički jednaka visini rozete biljaka tretiranih preparatom 'Azomite' (21,15 cm). Najmanja visina rozete izmjerena je na kontrolnim parcelama u drugoj (16,7 cm), odnosno, trećoj berbi (25,6 cm). Uslijed primjene biostimulatora i poboljšivača tla ('Azomite' + 'Bio algeen S92') u trećoj berbi izmjerena je najveća visina rozete rige (35,25 cm). Visina rozete iznad 30 cm ostvarena je i kod tretmana 'Azomite', dok je najmanja i statistički jednaka visina rozete izmjerena kod tretmana 'Bio algeen S92' (27,8 cm), odnosno, na kontrolnim parcelama (25,6 cm).

U istraživanju Jakše i sur. (2012) riga je sijana u polistirenske kontejnere ispunjene tresetom. Primjenom vodotopivog gnojiva WSF 10-5-26+ME (2 g/L po m$^2$) ostvarena je prosječna visina rozete rige 9,9 cm, dok je primjenom vodotopivog gnojiva WSF 6-12-36+ME (1,1 g/L po m$^2$) u kombinaciji sa biostimulatorom (1,7 ml/L) ostvarena veća prosječna visina rozete rige (11,6 cm). Uslijed izostanka primjene vodotopivih gnojiva i biostimulatora prosječna visina rozete rige iznosila je 8,1 cm.




Različita slova predstavljaju značajno različite prosječne vrijednosti prema LSD testu, (a) p≤0,05 i (A) p≤0,01

Grafikon 4.1.2.1. Visina rozete rige

U istraživanju Nurzynska-Wierdak (2009) primjena različitih kalijevih gnojiva (KCl i $K_2SO_4$) rezultirala je visinom rozete rige 15,7 i 16,7 cm.

U istraživanju Berbekov i Ezaov (2014) prosječna visina biljaka rige varirala je od 11,6 do 19,8 cm. Navedeno je značajno veće od vrijednosti koje navode Cavarianni i sur. (2008) za sortu 'Cultivada' (16,59 cm), odnosno, za sorte 'Selvatica' i 'Folha Larga' (6,55 i 13,90 cm).

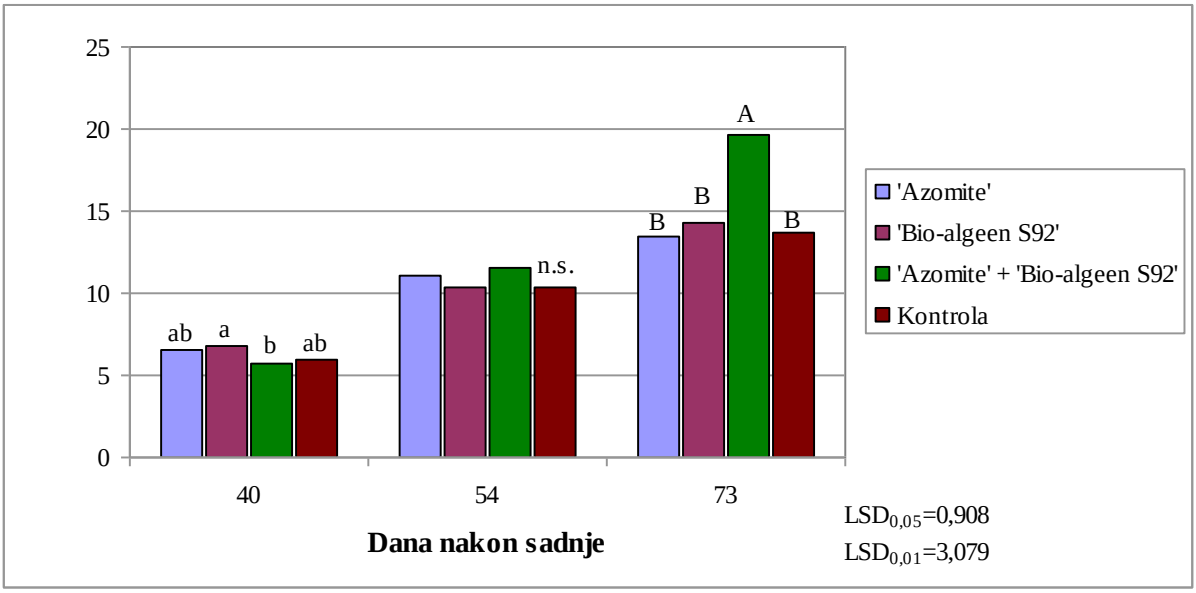
U istraživanju Dudaš i sur. (2016) biljke kultivara salate glavatice 'Four seasons' (*Lactuca sativa* var. *capitata* L.) tretirane su biostimulatorom 'Bio-algeen S90'. Biostimulator je primijenjen folijarno u koncentraciji 200 ml/biljci u dva navrata. Primjena navedenog biostimulatora rezultirala je većom visinom biljaka (10,87 cm) u odnosu na biljke na kontrolnim parcelama (6,73 cm).

U istraživanju (Abdalla, 2013) ekstrakt listova biljke *Moringa oleifera* korišten je kao biostimulator u uzgoju rige. Biljke kultivar rige 'Balady' tretirane biostimulatorom u 2 %-tnoj koncentraciji izdvajale su se većom visinom rozete (23,6 cm) u odnosu na biljke s kontrolnih parcela (17, 8 cm).

### 4.1.3. Broj listova

U grafikonu 4.1.3.1. prikazane su razlike u broju listova između testiranih tretmana u istraživanju. Statistički opravdane razlike utvrđene su u prvoj i trećoj berbi. U prvoj berbi prosječan broj listova bio je 6,25 dok je u drugoj i trećoj berbi iznosio 10,85 i 15,28 (podaci nisu prikazani). Najveći broj listova u prvoj berbi izmjeren je kod biljaka tretiranih s 'Bio algeen S92' (6,8), a najmanji kod tretmana 'Azomite' + 'Bio algeen S92' (5,7). No, suprotan trend je zabilježen u drugoj i trećoj berbi te je kod kombinacije poboljšivača tla i biostimulatora ('Azomite' + 'Bio algeen S92') utvrđen najveći broj listova (11,5 i 19,6). U

trećoj berbi je statistički jednak broj listova ostvaren kod varijanti 'Azomite' (13,5), 'Bio algeen S92' (14,3) i kontrola (13,7).




Različita slova predstavljaju značajno različite prosječne vrijednosti prema LSD testu, (a) p≤0,05 i (A) p≤0,01

Grafikon 4.1.3.1. Broj listova rige

U istraživanju Nurzynska-Wierdak (2009) primjena KCl i $K_2SO_4$ u uzgoju rige rezultirala je s 8,2 i 8,9 listova pri berbi. U istraživanju Cavarianni i sur. (2008) testirane sorte rige 'Selvatica', 'Folha Larga' i 'Cultivada' razvile su prosječno 8,83, 10,47 i 11,45 listova.

U istraživanju Francke (2011) riga uzgojena na polietilenskoj foliji razvila je 9,4 lista, dok su biljke rige uzgajane na nepokrivenom tlu razvile 8,8 listova. Biljke izravno prekrivene agrotekstilom razvile su 8,2 lista. Berbekov i Ezaov (2014) navode raspon broja listova rige od 10,4 do 17,9.

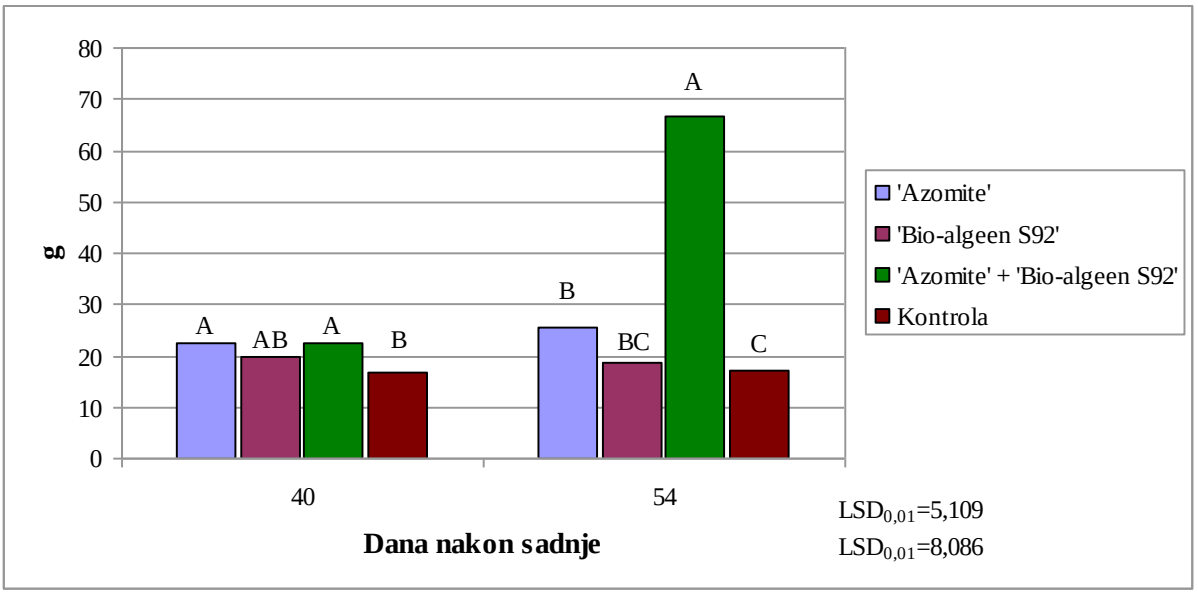
U istraživanju Dudaš i sur. (2016) utvrđen je veći broj listova (19,2) salate glavatice tretirane preparatom 'Bio-algeen S90' u odnosu na broj listova (13) u kontrolnoj varijanti.

Prema istraživanju diplomskog rada Sabljak Štibohar (2016) presadnice kultivara paprike 'Kalifornijsko čudo' tretirane su biostimulatorom 'Bio-Plantella' i poboljšivačem tla 'Ekorast' 43 i 50 dana nakon sjetve. Tretiranje biljaka preparatom 'Bio-Plantella' 43 dana nakon sjetve rezultirao je s prosječno 5,5 listova. Na kontrolnim parcelama i uslijed primjene preparata 'Ekorast' izmjeren je jednak broj listova (6,3). Tretiranje biljaka paprike 50 dana nakon sjetve preparatima 'Bio-Plantella' i 'Ekorast' rezultiralo je s prosječno 6,9 i 7,3 listova, dok je na kontrolnim biljkama izmjeren manji broj listova (6,5).

### 4.1.4. Masa listova po sadnom mjestu i prinos

Iz grafikona 4.1.4.1. vidljive su statistički opravdane razlike u masi listova po sadnom mjestu rige između tretmana testiranih u istraživanju. U prvoj berbi tretmani 'Azomite' + 'Bio-algeen S92' i 'Azomite' imali su najveću masu listova po sadnom mjestu (22,4 i 22,6 g). Uslijed tretmana 'Bio-algeen S92' ostvarena je manja i statistički jednaka masa listova po sadnom mjestu (19,7 g). Najmanja masa listova po sadnom mjestu (16,6 g) utvrđena je na kontrolnim parcelama i bila je statistički jednaka masi listova ostvarenoj primjenom preparata 'Bio-algeen S92'.

U drugoj berbi najveća masa listova po sadnom mjestu (66,8 g) izmjerena je kod biljaka tretiranih kombinacijom preparata 'Azomite' + 'Bio-algeen S92'. Značajno manja i statistički jednaka masa listova po sadnom mjestu izmjerena je od biljaka tretiranih preparatom 'Azomite' (25,7 g) i 'Bio-algeen S92' (18,8 g). Kao i u prvoj berbi, najmanja masa listova po sadnom mjestu utvrđena je na kontrolnim parcelama (17,3 g) i bila je statistički jednaka vrijednosti ostvarenoj primjenom 'Bio-algeen S92' (grafikon 4.1.4.1.). Prosječne vrijednosti mase listova rige po sadnom mjestu bile su 20,33 g u prvoj berbi, odnosno 32,15 g u drugoj berbi (podaci nisu prikazani).




Različita slova predstavljaju značajno različite prosječne vrijednosti prema LSD testu, (A) p≤0,01

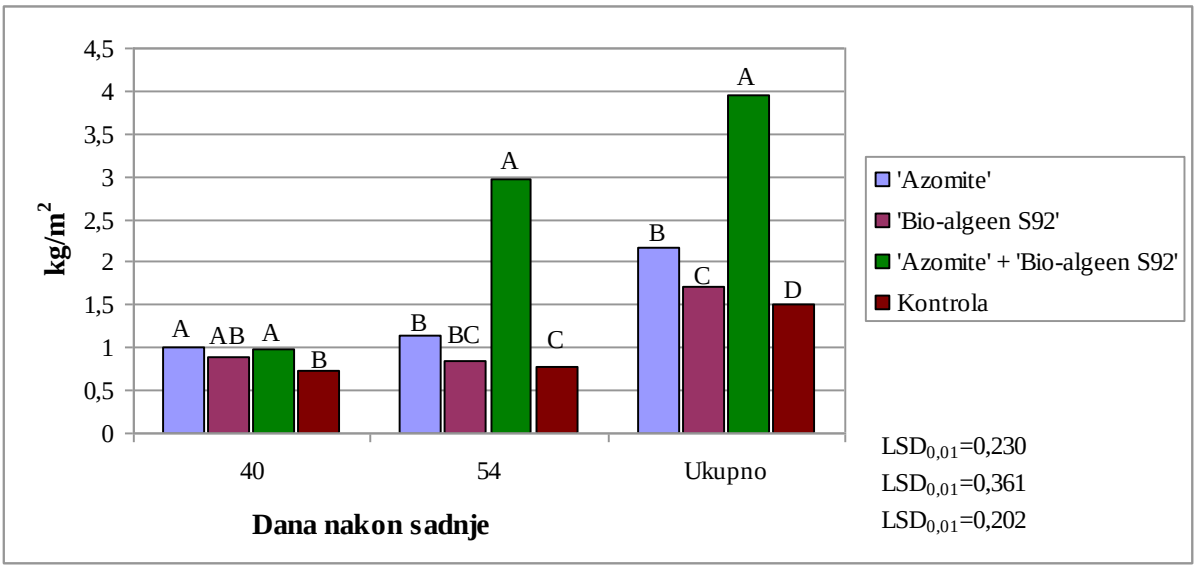
Grafikon 4.1.4.1. Masa listova/sadnom mjestu rige

U prvoj i drugoj berbi utvrđene su značajne razlike u prinosu rige između testiranih tretmana (grafikon 4.1.4.2.). U prvoj berbi tretmani 'Azomite' i 'Azomite' + 'Bio-algeen S92' ostvarili su statistički jednak prinos (1,01 i 0,99 kg/m$^2$). Najmanji prinos (0,74 kg/m$^2$) utvrđen je na kontrolnoj varijanti i bio je statistički jednak prinosu ostvarenom primjenom preparata 'Bio-algeen S92' (0,88 kg/m$^2$).

U drugoj berbi tretman 'Azomite' + 'Bio-algeen S92' rezultirao je najvećim prinosom (2,97 kg/m$^2$). Prinos biljaka tretiranih preparatima 'Azomite' (1,15 kg/m$^2$) bio je statistički jednak prinosu tretmana 'Bio-algeen S92' (0,84 kg/m$^2$), dok je izostanak primjene

biostimulatora i poboljšivača tla rezultirao najmanjim prinosom (0,77 kg/m$^2$), (grafikon 4.1.4.2.).

Prosječni pojedinačni prinos prve i druge berbe iznosio je 0,90, odnosno, 1,43 kg/m$^2$ (podaci nisu prikazani). Iz grafikona 4.1.4.2. vidljivo je da je najveći ukupni prinos rige (3,96 kg/m$^2$) tijekom ovog istraživanja utvrđen kod biljaka tretiranih preparatima 'Azomite' + 'Bio-algeen S92'. Primjena preparata 'Azomite' rezultirala je ukupnim prinosom 2,16 kg/m$^2$, dok je primjena biostimulatora 'Bio-algeen S92' rezultirala manjim ukupnim prinosom (1,72 kg/m$^2$). Najmanji ukupan prinos (1,50 kg/m$^2$) ostvaren je na kontrolnim parcelama.




Različita slova predstavljaju značajno različite prosječne vrijednosti prema LSD testu, (A) p≤0,01

Grafikon 4.1.4.2. Prinos rige tijekom dvije berbe i ukupan prinos

U istraživanjima Doležalova i sur. (2013) te Padulosi i Pignone (1997) prosječni prinos rige uzgajane na otvorenom i u zaštićenom prostoru iznosio je 16 t/ha, odnosno, 18 t/ha.

U istraživanju Varga i sur. (2009) riga sijana u proljetnom roku u gustom sklopu (1024 biljaka/m$^2$) ostvarila je ukupan prinos 2,71 kg/m$^2$, dok je u rjeđem sklopu (394 biljaka/m$^2$) ukupni prinos bio veći i iznosio 3,13 kg/m$^2$. Prema rezultatima istraživanja Varga i sur. (2012) riga uzgajana u sklopu 300 i 150 biljaka/m$^2$ ostvarila je ukupan prinos 4,48 i 3,23 kg/m$^2$.

Prema Francke (2011) riga uzgajana na polietilenskoj foliji ostvarila je ukupan prinos od 1,46 kg/m$^2$ u odnosu na prinos ostvaren na nepokrivenom tlu (1,39 kg/m$^2$).

Prema rezultatima istraživanja Acikgoz (2011) riga uzgajana na tlu ostvarila je prinos 11 t/ha u proljetnom roku, odnosno, 12,5 t/ha u jesenskom roku uzgoja.

U istraživanju Toth i sur. (2012) riga je uzgajana u plutajućem hidroponu i bez obzira na testiranu gustoću sjetve (6 i 9 g/m$^2$), najveći prinos rige (3,31 kg/m$^2$) ostvaren je u proljetnom razdoblju uzgoja i bio je veći nego u ljetnom i jesensko-zimskom razdoblju (2,60 i 2,14 kg/m$^2$).

U istraživanju Fontana i Nicola (2009) riga uzgajana hidroponski, tehnikom plutajućih ploča, ostvarila je prinos 1,93 kg/m$^2$ što je bilo značajno veće u odnosu na prinos rige uzgojene na tlu (0,49 kg/m$^2$).

U istraživanju Cavarianni i sur. (2008) uzgajane su sorte rige 'Selvatica', 'Folha Larga' i 'Cultivada' u hidroponskom uzgoju tehnikom hranjivog filma s prosječnim prinosom 0,31, 1,31 i 1,81 kg/$m^2$.

Prema istraživanju Wierzbowska i sur. (2015) kultivari krumpira 'Irga', 'Satina', 'Sylvana' i 'Volumia' tretirani biostimulatorom 'Bio-algeen S90' ostvarili su 16 % veći prinos u odnosu na netretirane biljke. U istraživanju Dudaš i sur. (2016) utvrđen je veći prinos salate glavatice tretirane preparatom 'Bio-algeen S90' (3,1 kg/$m^2$) u odnosu na netretirane biljke (2 kg/$m^2$).

### 4.2. Mineralni sastav rige

U ovom diplomskom radu, osim morfoloških svojstava, određen je i mineralni sastav listova rige obzirom na primjenu biostimulatora 'Bio-algeen S92', poboljšivača tla 'Azomite' i njihove kombinacije. Analiza mineralnog sastava provedena je u uzorcima biljnog materijala iz prve berbe provedene 40 dana nakon sadnje.

U tablici 4.2.1. prikazani su rezultati analize varijance (ANOVA) za mineralni sastav rige u prvoj berbi. Utvrđene značajne razlike između prosječnih vrijednosti testirane su LSD testom na razini signifikantnosti $p \leq 0,05$ i $p \leq 0,01$. Između testiranih tretmana utvrđene su statistički opravdane razlike u količini svih minerala, osim fosfora.

Tablica 4.2.1. Analiza varijance za mineralni sastav rige u prvoj berbi

| ST | N | P | K | Ca | Mg | Fe | Zn | Mn | Cu |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ** | ** | n.s. | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** |

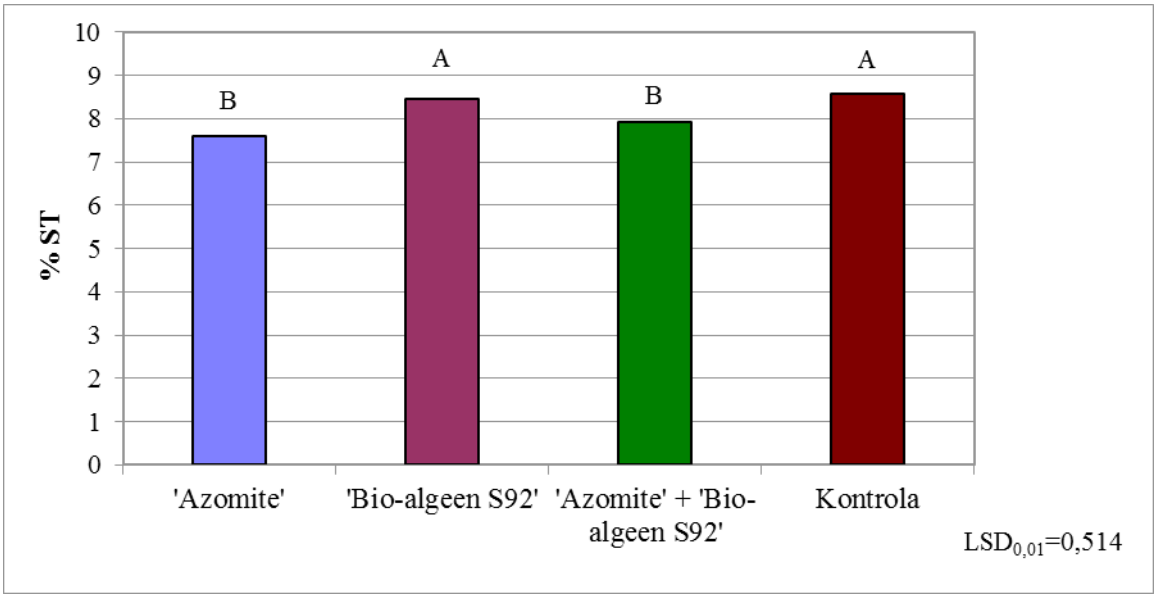
Razine statističke značajnosti: * $p \leq 0,05$, ** $p \leq 0,01$, n.s. nije signifikantno

#### 4.2.1. Udio suhe tvari

U grafikonu 4.2.1.1. prikazana je količina suhe tvari u listovima rige. Prosječna količina suhe tvari u listu rige bila je 8,14 % suhe tvari (ST), (podaci nisu prikazani). Najveća količina suhe tvari utvrđena je kod biljaka tretiranih preparatom 'Bio-algeen S92' i na kontrolnim parcelama i iznosila je 8,47 % ST, odnosno, 8,56 % ST. Kod biljaka tretiranih preparatima 'Azomite' i 'Azomite' + 'Bio-algeen S92' utvrđena je manja i statistički jednaka količina suhe tvari (7,61 i 7,92 % ST).

Prema USDA (2016) prosječna količina suhe tvari u listovima rige iznosi 8,29 % ST. U istraživanju Fontana i Nicola (2009) riga uzgajana na tlu imala je prosječno 10 % ST, a udio suhe tvari bio je veći od vrijednosti rige uzgajane u plutajućem hidroponu (8 %).

U istraživanju Nurzynska-Wierdak (2015) primjenom $K_2SO_4$ u uzgoju rige ostvaren je udio suhe tvari 13,33 % ST i bio je značajno veći nego kod primjene KCl (9,01 % ST).




Različita slova predstavljaju značajno različite prosječne vrijednosti prema LSD testu, (A) p≤0,01

Grafikon 4.2.1.1. Količina suhe tvari rige

U istraživanju Kunicki i sur. (2010) u proljetnom roku kultivari špinata 'Rembrandt F1' i 'Spiros F1' primjenom biostimulatora 'Aminoplant' u koncentraciji od 3 L/ha ostvarili su manju količinu suhe tvari (7,2 i 6,7 % ST), u odnosu na kontrolnu varijantu (9,1 i 7,4 % ST). Također, primjenom preparata 'Aminoplant' u manjoj koncentraciji (1,5 L/ha) kod kultivara 'Rembrandt F1' utvrđena je količina suhe tvari 8,5 % ST, a kod kultivara 'Spiros F1' 8,4 % ST.

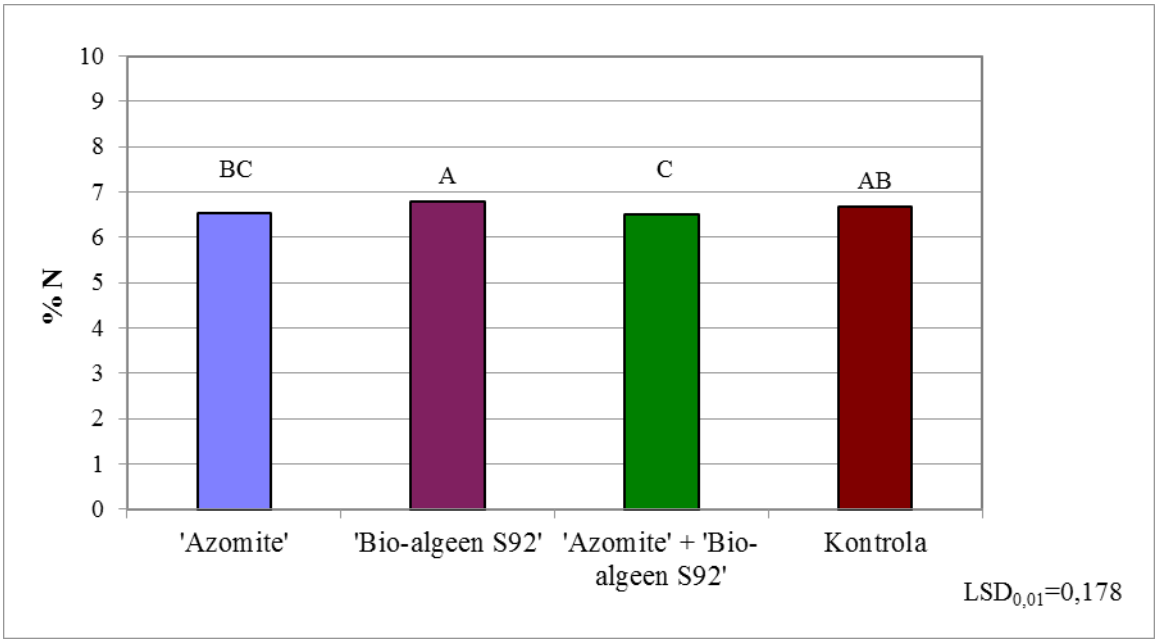
Prema rezultatima istraživanja Sabljak Štibohar (2016) presadnice paprike 'Kalifornijsko čudo' tretirane preparatima 'Bio-Plantella' i 'Ekorast' imale su manju količinu suhe tvari u listovima (14,29 i 13,59 %) u usporedbi s količinom suhe tvari na netretiranim biljkama (14,81 %).

### 4.2.2. Količina dušika

U grafikonu 4.2.2.1. prikazana je ukupna količina dušika u suhoj tvari rige. Prosječna količina dušika u suhoj tvari iznosila je 6,63 % N/ST (podaci nisu prikazani), a najveća količina dušika utvrđena je kod biljaka tretiranih preparatom 'Bio-algeen S92' (6,79 % N/ST). Najmanja količina dušika utvrđena je kod kombinacije 'Azomite' + 'Bio-algeen S92' (6,50 % N/ST) i bila je statistički jednaka količini dušika uslijed primjene preparata 'Azomite' (6,54 % N/ST).

U istraživanjima Barlas i sur. (2011) te Haag i Minami (1988) utvrđena je manja količina dušika u suhoj tvari rige (4,32 i 4,98 % N/ST).

U istraživanju Acikgoz (2011) rok sjetve je utjecao na količinu dušika u suhoj tvari rige te je kod biljaka čija je sjetva provedena 1. rujna količina dušika bila 3,69 % N/ST, odnosno, 3,08 % N/ST kod biljaka iz sjetve 1. ožujka. U istraživanju Nurzynska-Wierdak (2009) ostvarena je veća količina dušika (5,7 % N/ST) u suhoj tvari rige.




Različita slova predstavljaju značajno različite prosječne vrijednosti prema LSD testu, (A) p≤0,01

Grafikon 4.2.2.1. Količina dušika u suhoj tvari rige

Prema Francke (2012) primjena različitih materijala za izravno prekrivanje biljaka rige rezultirala je različitom količinom usvojenog dušika. Uslijed primjene polietilenske folije (100 perforacija/m²) količina dušika u listovima iznosila je 3,65 % N/ST, dok je primjena agrotekstila (17 g/m²) rezultirala manjom količinom dušika (3,14 % N/ST). Najmanja količina dušika (2,93 % N/ST) utvrđena je kod biljaka rige uzgajane bez prekrivanja.

U istraživanju Dudaš i sur. (2016) kultivar salate 'Four seasons' tretiran preparatom 'Bio-algeen S90' rezultirao je 34 % manjom količinom nitrata u svježoj lisnoj masi u odnosu na kontrolne biljke.

Prema rezultatima istraživanja Wierzbowska i sur. (2015) kultivari krumpira 'Irga', 'Satina' i 'Sylvana' tretirani preparatom 'Bio-algeen S90' ostvarili su manju količinu dušika u suhoj tvari gomolja (0,90, 0,86 i 0,84 % N/ST) u odnosu na kontrolu (0,98, 0,94 i 0,86 % N/ST).

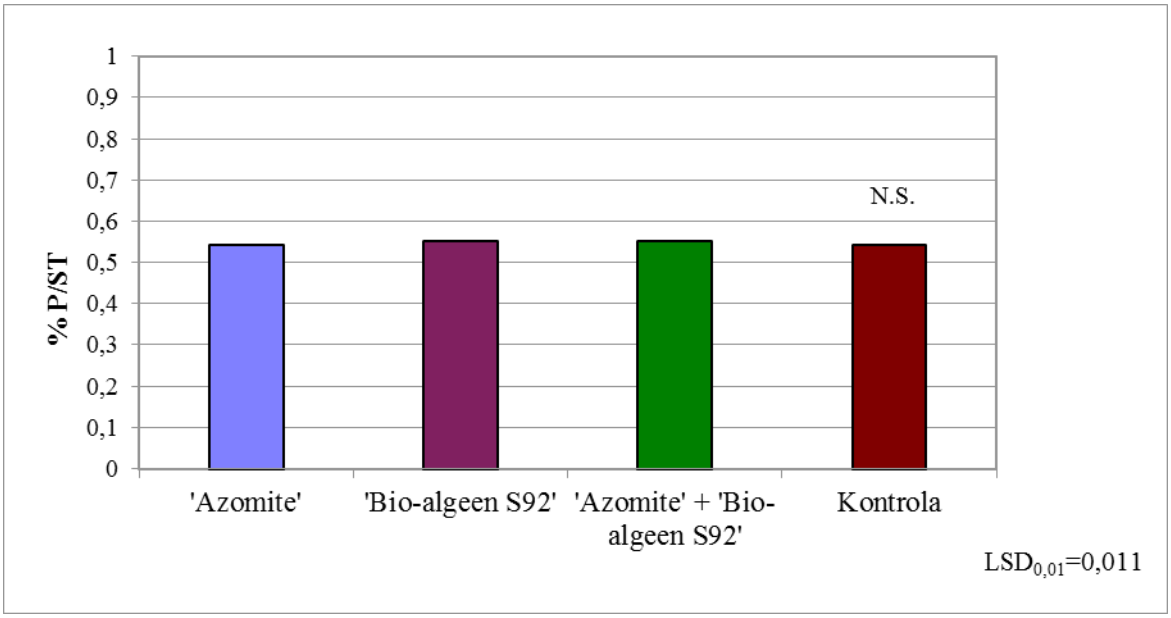
### 4.2.3. Količina fosfora

U grafikonu 4.2.3.1. vidljivo je da u ovom istraživanju nisu utvrđene razlike u količini fosfora u suhoj tvari rige. Prosječna količina fosfora iznosila je 0,55 % P/ST (podaci nisu prikazani). U istraživanju Barlas i sur. (2011) te Acikgoz (2011) količina fosfora u suhoj tvari rige bila je značajno manja u odnosu na rezultate dobivene ovim istraživanjem i iznosila je 0,26 i 0,30 % P/ST.

U istraživanju Haag i Minami (1988) količina fosfora u suhoj tvari rige bila je 0,51 % P/ST, dok Nurzynska-Wierdak (2009) navode minimalno variranje količine fosfora rige od 0,55 do 0,58 % P/ST.

U istraživanju Francke (2012) prekrivanjem biljaka perforiranom polietilenskom folijom utvrđena je količina fosfora (0,68 % P/ST) u listovima rige, dok je primjenom

agrotekstila postignuta veća količina fosfora (0,73 % P/ST). U listovima rige uzgajane bez prekrivanja količina fosfora je iznosila 0,79 % P/ST.




Grafikon 4.2.3.1. Količina fosfora u suhoj tvari rige

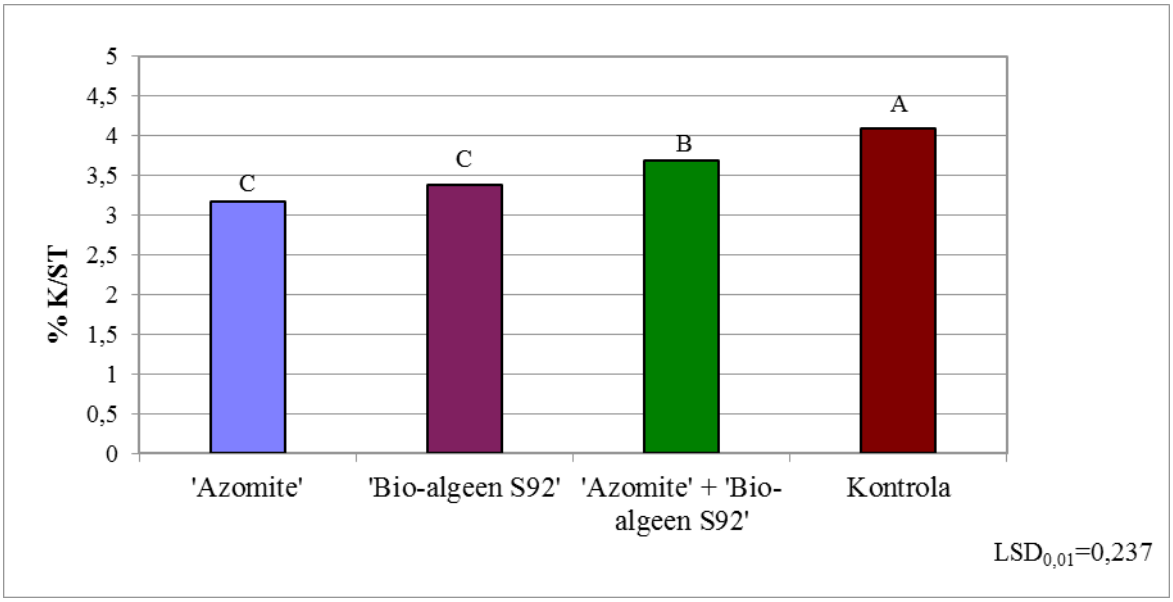
U istraživanju Cavarianni i sur. (2008) u listovima sorti rige 'Cultivada', 'Folha Larga' i 'Selvatica' u hidroponskom uzgoju utvrđena količina fosfora iznosila je 0,41, 0,40 i 0,34 % P/ST.

U istraživanju Dudaš i sur. (2016) utvrđena je statistički jednaka količina fosfora kultivara salate 'Four seasons' uslijed primjene biostimulatora 'Bio-algeen S90' (1,09 % P/ST) u odnosu na kontrolu (0,98 % P/ST). Također, Smolen i Sady (2010) navode statistički jednaku količinu fosfora kultivara špinata 'Spinaker F1' tretiranog biostimulatorom 'Pentakeep V' i kontrolne varijante (0,74 % P/ST).

Količina fosfora u biljkama varira od 0,3 do 0,5 % P/ST. Potrebe biljke za fosforom su najveće u početnom stadiju biljke za razvoj korijenovog sustava (Vukadinović i Vukadinović, 2011).

### 4.2.4. Količina kalija

Količina kalija u listovima rige varirala je od 3,17 ('Azomite') do 4,09 % K/ST (kontrola). Kod biljaka tretiranih kombinacijom poboljšivača tla i biostimulatora ('Azomite' + 'Bio-algeen S92') količina kalija bila je 3,69 % K/ST i veća nego kod pojedinačne primjene testiranih preparata (grafikon 4.2.4.1.). Prema deklaraciji, poboljšivač tla 'Azomite' sadrži 5,23 % $K_2O$, dok biostimulator 'Bio-algeen S92' sadrži 0,096 % $K_2O$.




Različita slova predstavljaju značajno različite prosječne vrijednosti prema LSD testu, (A) p≤0,01

Grafikon 4.2.4.1. Količina kalija u suhoj tvari rige

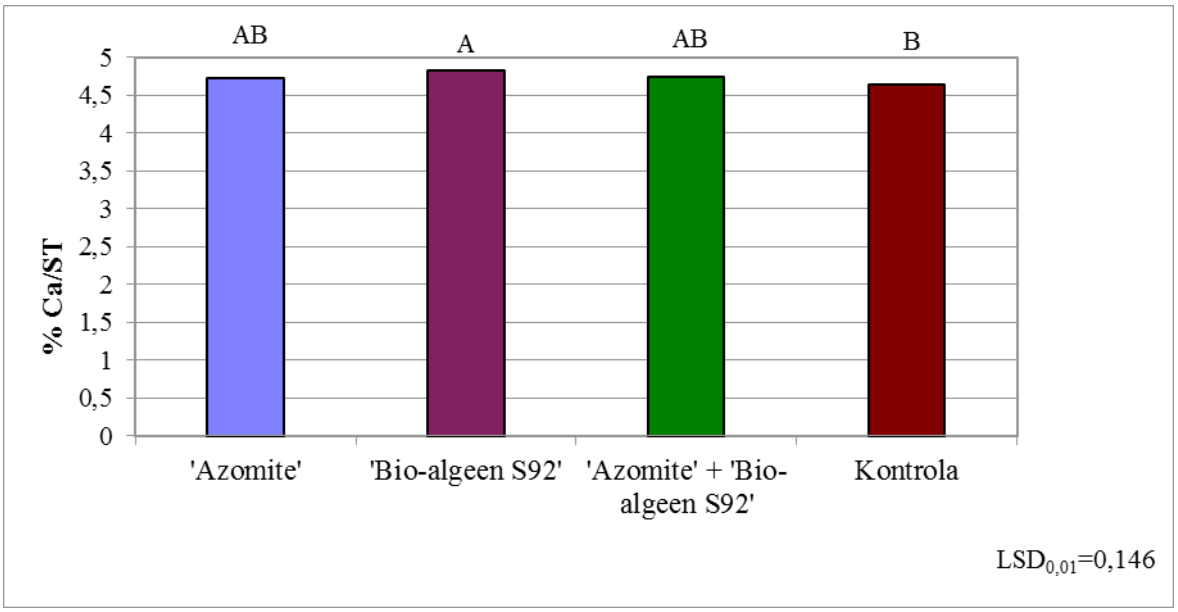
U istraživanju Nurzynska-Wierdak (2009) na količinu kalija u suhoj tvari rige utjecala je primjena kalijevih gnojiva, a veće su vrijednosti utvrđene kod primjene $K_2SO_4$ (6,07 % K/ST) dok je primjena KCl rezultirala manjom količinom kalija u listovima rige (5,85 % K/ST). U istraživanju Barlas i sur. (2011) utvrđena je manja količina kalija (5,14 % K/ST) u listovima rige, dok je prema rezultatima istraživanja Acikgoz (2011) količina kalija rige tijekom jesenskog roka uzgoja iznosila 3,02 % K/ST, odnosno, 2,81 % K/ST tijekom proljetnog roka uzgoja. Francke (2012) navodi podjednaku količinu kalija (2,78 % K/ST) u suhoj tvari rige, dok je u istraživanju Haag i Minami (1988) količina kalija u suhoj tvari rige bila 5,20 % K/ST.

### 4.2.5. Količina kalcija

U grafikonu 4.2.5.1. prikazana je ukupna količina kalcija u suhoj tvari listova rige. Utvrđene vrijednosti kalcija s obzirom na primijenjene tretmane varirale su od 4,64 % Ca/ST (kontrola) do 4,82 % Ca/ST ('Bio-algeen S92'). Primjena preparata 'Azomite' te kombinacije 'Azomite' + 'Bio-algeen S92' rezultirala je podjednakom količinom kalcija (4,72 i 4,73 % Ca/ST) i statistički jednakom količini utvrđenoj u biljkama tretiranih preparatom 'Bio-algeen S92'. Prema deklaraciji preparata, biostimulator 'Bio-algeen S92' sadrži 0,31 % CaO, dok poboljšivač tla 'Azomite' sadrži 3,67 % CaO.

U istraživanju Acikgoz (2011) utvrđena je značajno manja količina kalcija (1,40 % Ca/ST) u suhoj tvari rige u odnosu na vrijednosti utvrđene u ovom diplomskom radu. Nurzynska-Wierdak (2009) navodi veću količinu kalcija u listovima rige, u rasponu od 3,22 do 3,35 % Ca/ST.

U istraživanju Cavarianni i sur. (2008) ostvarene su značajne razlike između sorata rige u količini kalcija u listovima. Sorte 'Cultivada' i 'Folha Larga' ostvarile su podjednaku količinu kalcija (2,27 % Ca/ST), dok je kod sorte 'Selvatica' utvrđena veća količina kalcija (3,14 % Ca/ST).




Različita slova predstavljaju značajno različite prosječne vrijednosti prema LSD testu, (A) p≤0,01

Grafikon 4.2.5.1. Količina kalcija u suhoj tvari rige

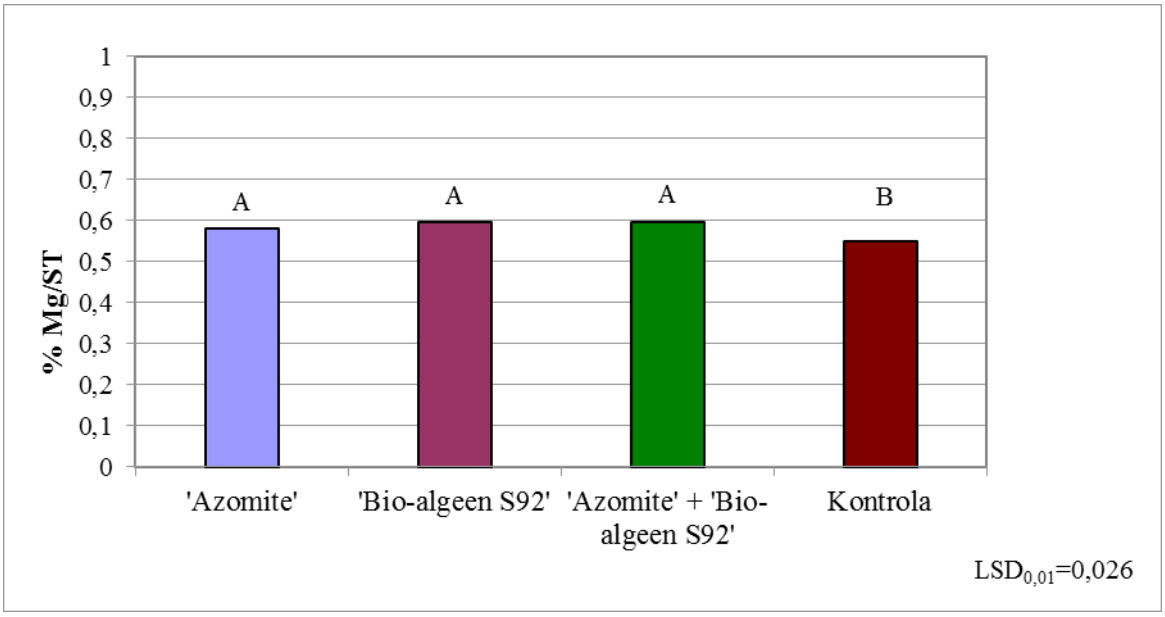
Prema USDA (2016) svježa riga sadrži 160 mg Ca/100 g svježe lisne mase, dok je u istraživanju Bukhsh i sur. (2007) ostvarena količina kalcija bila značajno manja (70 mg Ca/100 g svježe tvari).

Visoka količina kalcija u suhoj tvari rige u odnosu na navode različitih autora može biti rezultat visoke opskrbljenosti tla pokusne površine karbonatima (11,9 % $CaCO_3$) i visoke pH vrijednosti tla (8).

Prema navodima Vukadinović i Vukadinović (2011) u vlažnijim uvjetima kad je tlo dobro opskrbljeno vodom, odnosno, smanjivanjem koncentracije otopine tla povećava se usvajanje dvovalentnih kationa ($Ca^{2+}$ i $Mg^{2+}$), a u sušnijim jednovalentnih ($K^+$ i $Na^+$). Podjednak omjer kalija i kalcija u istraživanju vjerojatno je rezultat visoke pH vrijednosti tla i temperature zraka u zaštićenom prostoru te obilnog navodnjavanja pri čemu su se stvorili uvjeti za intenzivno usvajanje kalcija, odnosno, biljke na kontrolnim parcelama usvojile su veću količinu kalija.

### 4.2.6. Količina magnezija

U grafikonu 4.2.6.1. prikazana je količina magnezija u listovima rige ovisno o primijenjenim tretmanima. Statistički jednaka količina magnezija utvrđena je kod biljaka tretiranih preparatima 'Azomite', 'Bio-algeen S92' te njihovom kombinacijom (0,58, 0,59 i 0,59 % Mg/ST). Na kontrolnim parcelama utvrđena je najmanja količina magnezija u listovima rige (0,55 % Mg/ST).




Različita slova predstavljaju značajno različite prosječne vrijednosti prema LSD testu, (A) p≤0,01

Grafikon 4.2.6.1. Količina magnezija u suhoj tvari rige

U istraživanju Barlas i sur. (2011) količina magnezija u listovima rige iznosila je 0,58 % Mg/ST što je sukladno rezultatima ovog diplomskog rada. Haag i Minami (1988) navode manju količinu magnezija (0,45 % Mg/ST) rige.

Nurzynska-Wierdak (2009) te Francke (2012) navode podjednaku količinu magnezija u listovima rige (oko 0,37 % Mg/ST), dok Acikgoz (2011) navodi značajno manju prosječnu količinu magnezija (0,14 % Mg/ST) u suhoj tvari rige.

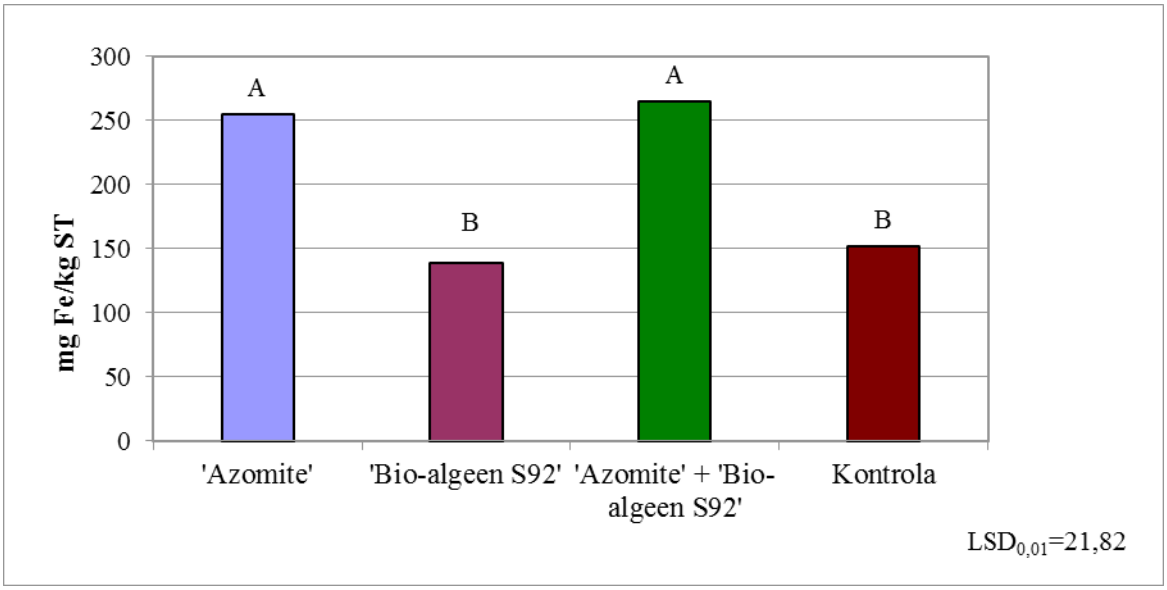
Prema USDA (2016) prosječna količina magnezija iznosi 47 mg/100 g svježe tvari, dok rezultati istraživanja Bukhsh i sur. (2007) ukazuju na veću količinu magnezija (70,9 mg/100 g svježe tvari).

U istraživanju Abdalla (2013) upotreba ekstrakta biljke *Moringa oleifera* kao biostimulatora u 2 %-tnoj koncentraciji rezultirala je većom količinom magnezija rige (0,57 % Mg/ST) u odnosu na količinu magnezija (0,36 % Mg/ST) biljaka s kontrolnih parcela.

Prema Vukadinović i Vukadinović (2011) prosječna količina magnezija u biljkama je u rasponu od 0,15 do 0,35 % Mg/ST, a magnezij je visoko zastupljen u klorofilu mladih listova. Tarantino i sur. (2015) navode da aplikacija biostimulatora kod lisnatog povrća može povećati koncentraciju klorofila u listu biljke.

### 4.2.7. Količina željeza

Iz grafikona 4.2.7.1. su vidljive statistički opravdane razlike u količini željeza s obzirom na primijenjene preparate. Najveća količina željeza, iznad 250 mg Fe/kg ST, utvrđena je u biljkama kod kojih je korišten poboljšivač tla 'Azomite' (254,4 mg Fe/kg ST) te uslijed primjene kombinacije preparata 'Azomite' + 'Bio-algeen S92' (264,3 mg Fe/kg ST). Na kontrolnim parcelama te kod biljaka tretiranih preparatom 'Bio-algeen S92' utvrđena je najmanja i statistički jednaka količina željeza (151,5 i 138,7 mg Fe/kg ST). Prosječna količina željeza u suhoj tvari rige u ovom istraživanju bila je 202,23 mg Fe/kg ST (podaci nisu prikazani).




Različita slova predstavljaju značajno različite prosječne vrijednosti prema LSD testu, (A) p≤0,01

Grafikon 4.2.7.1. Količina željeza u suhoj tvari rige

Prema Barlas i sur. (2011) riga sadrži 350 mg Fe/kg ST, dok Acikgoz (2011) navodi manju količinu željeza (102,4 mg Fe/kg ST). U istraživanju Bozokalfa i sur. (2011) količina željeza u suhoj tvari rige iznosila je 115,2 mg Fe/kg ST.

U istraživanju Bozokalfa i sur. (2009) testirana su dva kultivara rige različitog porijekla (Italija i Francuska). Kultivar porijeklom iz Italije sadržavao je 141 mg Fe/kg ST, a kultivar porijeklom iz Francuske je sadržavao 274 mg Fe/kg ST. Bukhsh i sur. (2007) navode značajno manju prosječnu količinu željeza u suhoj tvari rige (37 mg Fe/kg ST).

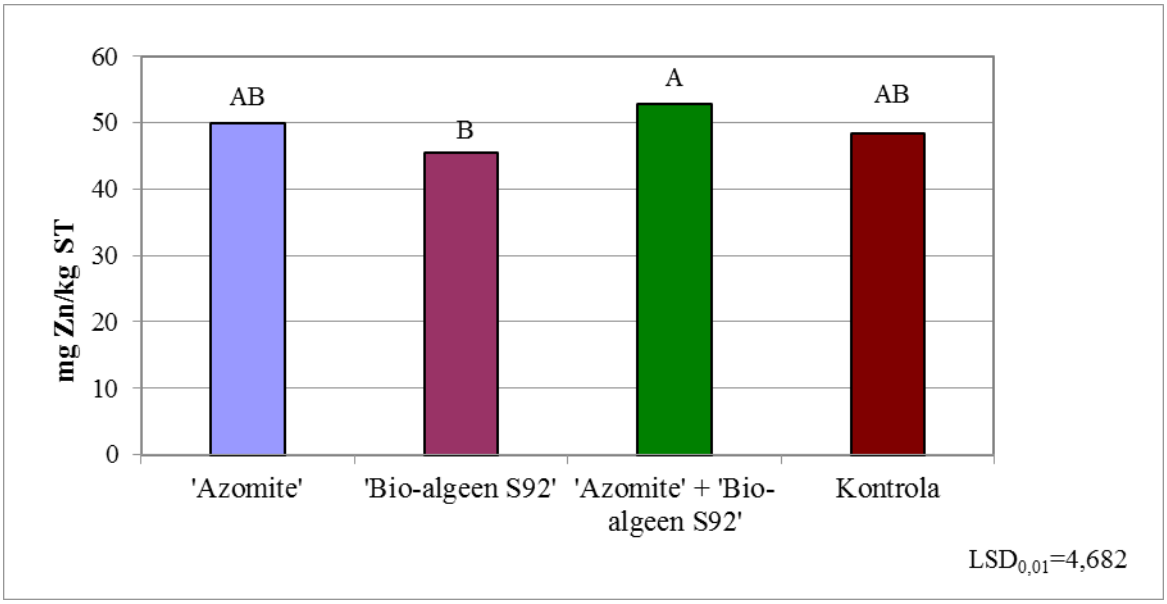
Prema USDA (2016) prosječna količina željeza u listovima rige je 14,6 mg Fe/kg svježe lisne mase. Prema Lešić i sur. (2004) količina željeza u kelju nije značajna (4,3 do 9 mg Fe/kg svježe tvari), dok kupus i matovilac sadrže prosječno 4 do 20 mg Fe/kg svježe tvari. Prema istim autorima salata glavatica sadrži veću količinu željeza (3 do 62 mg Fe/kg), dok se špinat u odnosu na ostale povrtne kulture izdvaja velikom količinom željeza (28 do 119 mg Fe/kg svježe tvari).

U istraživanju Smolen i Sady (2010) špinat tretiran biostimulatorom 'Pentakeep V' imao je manju količinu željeza (453,5 mg Fe/kg ST) u usporedbi s kontrolnim biljkama (468,2 mg Fe/kg ST).

Prema rezultatima istraživanja Majkowska-Gadomska i Wierzbicka (2013) kultivari patlidžana 'Black Beauty' i 'Violetta Lunga' tretirani biostimulatorom 'Asahi SL' ostvarili su manju količinu željeza u plodovima (6,49 i 5,24 mg Fe/kg ST) u odnosu na netretirane biljke (7,01 i 9,95 mg Fe/kg ST).

### 4.2.8. Količina cinka

U grafikonu 4.2.8.1. prikazane su statistički opravdane razlike u količini cinka u suhoj tvari rige. Količina cinka varirala je od 45,5 mg Zn/kg ST ('Bio-algeen S92') do 52,8 mg Zn/kg ST ('Azomite' + 'Bio-algeen S92'). Biljke tretirane preparatom 'Azomite' te biljke s kontrolnih parcela prema količini cinka (49,8 i 48,4 mg Zn/kg ST) nisu se statistički razlikovale od vrijednosti ostvarenih pri kombinaciji 'Azomite' + 'Bio-algeen S92'. Prosječna količina cinka u suhoj tvari rige u ovom istraživanju iznosila je 49,12 mg Zn/kg ST (podaci nisu prikazani). Podjednaku prosječnu količinu cinka (43,87 mg Zn/kg ST) u listovima rige navode Bozokalfa i sur. (2011).




Različita slova predstavljaju značajno različite prosječne vrijednosti prema LSD testu, (A) p≤0,01

Grafikon 4.2.8.1. Količina cinka u suhoj tvari rige

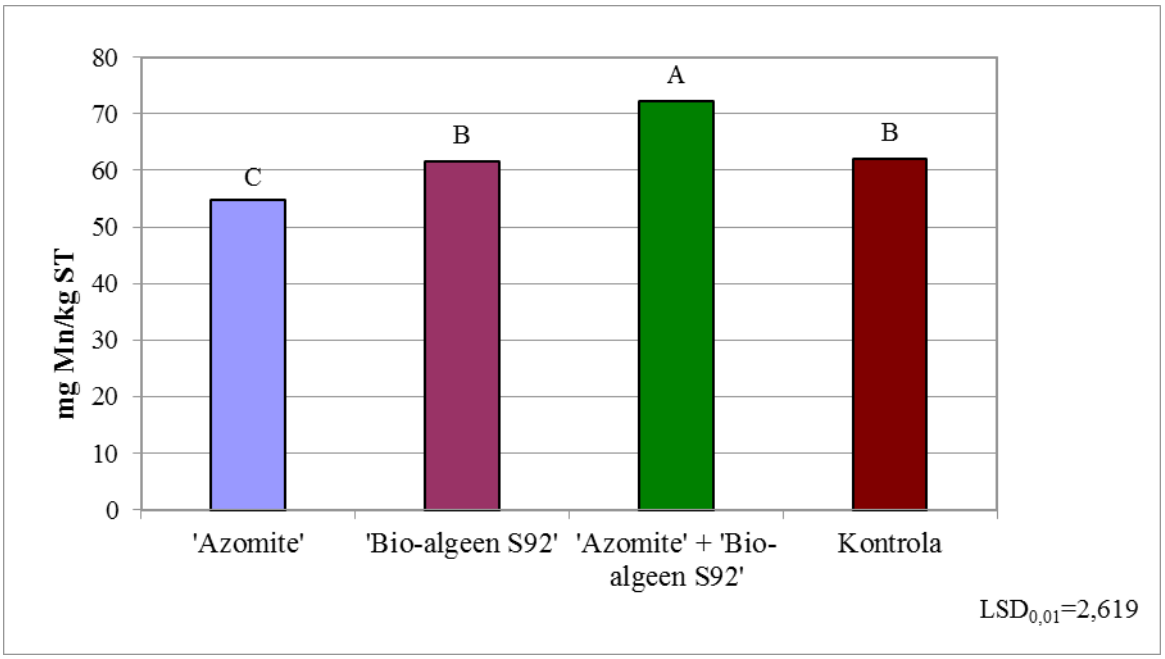
U istraživanju Barlas i sur. (2011) prosječna količina cinka iznosila je 64,86 mg Zn/kg ST, dok Acikgoz (2011) navodi značajno manju prosječnu količinu cinka u listovima rige (34,18 mg Zn/kg ST). Prema rezultatima istraživanja Haag i Minami (1988) riga sadrži mnogo veću količinu cinka (118 mg Zn/kg ST).

U istraživanju Smolen i Sady (2010) kultivar špinata 'Spinaker F1' tretiran biostimulatorom 'Pentakeep V' ostvario je manju količinu cinka (191,8 mg Zn/kg ST) u odnosu na netretirane biljke (195 mg Zn/kg ST).

Prema istraživanju Parađiković i sur. (2013) kultivari paprike 'Blondy F1' i 'Century F1' tretirani biostimulatorom ostvarili su veću količinu cinka (32,9 i 22,7 mg Zn/kg ST) u odnosu na netretirane biljke (22,4 i 14,5 mg Zn/kg ST).

### 4.2.9. Količina mangana

Primjena poboljšivača tla i biostimulatora značajno je utjecala na količinu mangana rige u ovom istraživanju (grafikon 4.2.9.1.). Količina mangana varirala je od 54,7 mg Mn/kg ST ('Azomite') do 72,2 mg Mn/kg ST ('Azomite' + 'Bio-algeen S92'). Statistički jednaka količina mangana utvrđena je kod biljaka tretiranih preparatom 'Bio-algeen S92' (61,6 mg Mn/kg ST) i na kontrolnim parcelama (62,1 mg Mn/kg ST).




Različita slova predstavljaju značajno različite prosječne vrijednosti prema LSD testu, (A) p≤0,01

Grafikon 4.2.9.1. Količina mangana u suhoj tvari rige

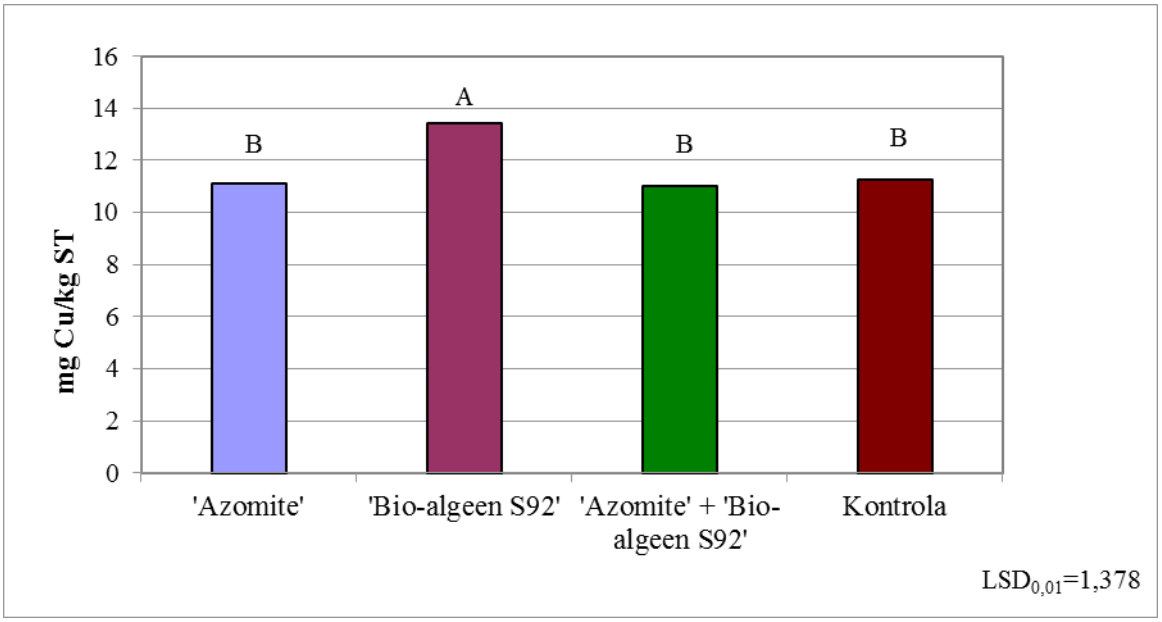
U istraživanju Acikgoz (2011) utvrđena je veća količina mangana (100,2 mg Mn/kg ST) u suhoj tvari rige u odnosu na rezultate ostvarene u ovom diplomskom radu.

Prema Haag i Minami (1988) te Barlas i sur. (2011) prosječna količina mangana u listovima rige iznosi 32 mg Mn/kg ST, odnosno, 40,58 mg Mn/kg ST. Bozokalfa i sur. (2011) navode prosječnu količinu mangana 47,47 mg Mn/kg ST u listovima rige.

U istraživanju Parađiković i sur. (2013) upotrebom biostimulatora utvrđene su veće količine mangana (153 i 152,5 mg Mn/kg ST) kod kultivara paprike 'Blondy F1' i 'Century F1' u odnosu na biljke kontrolnih parcela (126 i 136,7 mg Mn/kg ST).

### 4.2.10. Količina bakra

Iz grafikona 4.2.10.1. vidljive su statistički opravdane razlike u količini bakra u listovima rige obzirom na primjenu biostimulatora i poboljšivača tla. Najveća količina bakra (13,42 mg Cu/kg ST) utvrđena je kod biljaka tretiranih preparatom 'Bio-algeen S92'. Manja i statistički jednaka količina bakra utvrđena je u listovima biljaka na kontrolnim parcelama (11,3 mg Cu/kg ST) te kod tretmana 'Azomite' (11,1 mg Cu/kg ST) i 'Azomite' + 'Bio-algeen S92' (11,0 mg Cu/kg ST).




Različita slova predstavljaju značajno različite prosječne vrijednosti prema LSD testu, (A) p≤0,01

Grafikon 4.2.10.1. Količina bakra u suhoj tvari rige

U istraživanju Haag i Minami (1988) te Acikgoz (2011) utvrđena je veća količina bakra (21 i 24,1 mg Cu/kg ST) u suhoj tvari rige u odnosu na rezultate ovog diplomskog rada. No, u istraživanju Barlas i sur. (2011) te Bozokalfa i sur. (2011) količina bakra u listovima rige bila je značajno manja (5,37 i 7,6 mg Cu/kg ST).

U istraživanju Smolen i Sady (2010) kultivar špinata 'Spinaker F1' tretiran je biostimulatorom 'Pentakeep V' u koncentraciji (16 ml/100 L) u 2 obroka što je rezultiralo većom količinom bakra (12,5 mg Cu/kg ST) u odnosu na količinu bakra na kontrolnim parcelama (11,5 mg Cu/kg ST).

Također, i u istraživanju Majkowska-Gadomska i Wierzbicka (2013) u plodovima kultivara patlidžana 'Black Beauty' i 'Violetta Lunga' tretiranih biostimulatorom 'Asahi SL' utvrđena je veća količina bakra (0,22 i 0,39 mg Cu/kg ST) u odnosu na kontrolnu varijantu (0,16 i 0,29 mg Cu/kg ST).

# 5. ZAKLJUČCI

Na temelju ostvarenih rezultata istraživanja provedenog u proljetnom roku uzgoja 2016. godine mogu se donijeti sljedeći zaključci:

1. U prvoj i drugoj berbi rige, odnosno, 40 i 54 dana nakon sadnje, nisu utvrđene statistički opravdane razlike u masi rozete rige. U trećoj berbi (73 dana nakon sadnje) najveća masa rozete utvrđena je kod biljaka tretiranih kombinacijom preparata'Azomite' + 'Bio- algeen S92'.
2. Primjena biostimulatora 'Bio- algeen S92' nije ostvarila očekivani pozitivan učinak na morfološka svojstva i prinos rige.
3. Na kontrolnim parcelama, odnosno, uslijed izostanka primjene biostimulatora i poboljšivača tla, utvrđena je najmanja masa, visina i broj listova u rozeti te prinos.
4. Najveći prinos u prvoj i drugoj berbi, kao i ukupni prinos rige (3,96 $kg/m^2$) utvrđen je kod biljaka tretiranih kombinacijom preparata 'Azomite' + 'Bio-algeen S92'.
5. Između testiranih tretmana utvrđene su statistički opravdane razlike u količini svih minerala, osim fosfora.
6. Najveća količina suhe tvari i dušika utvrđena je kod biljaka tretiranih preparatom 'Bio-algeen S92' (8,47 % ST i 6,79 % N/ST) i na kontrolnim parcelama (8,56 % ST i 6,68 %N/ST). Primjena biostimulatora 'Bio-algeen S92' rezultirala je najvećom količinom bakra u listovima rige (13,42 mg Cu/kg ST)
7. Pojedinačna primjena biostimulatora 'Bio-algeen S92' i poboljšivača tla 'Azomite', kao i njihova kombinacija, pozitivno je utjecala na količinu kalcija i magnezija.
8. Opravdano najveća količina željeza, cinka i mangana zabilježena je kod tretmana 'Azomite' + 'Bio-algeen S92' (264,3 mg Fe/kg ST, 52,8 mg Zn/kg ST i 72,2 mg Mn/kg ST).

Zaključno, u uzgoju rige može se preporučiti primjena kombinacije poboljšivača tla 'Azomite' i biostimulatora 'Bio-algeen S92' zbog pozitivnog utjecaja na morfološka svojstva i mineralni sastav.

# 6. POPIS LITERATURE


1. Abdalla M.M. (2013). The potential of *Moringa oleifera* extract as a biostimulant in enhancing the growth, biochemical and hormonal contents in rocket (*Eruca vesicaria* subsp. *sativa*) plants. Academic journals 5(3): 42-49.
2. Acikgoz F.E. (2011). The effects of different sowing time practices on Vitamin C and mineral material content for rocket (*Eruca vesicaria* subsp. *sativa* Mill). Scientific Research and Essays 6(15): 3127-3131.
3. Allen L. H., Brown S., Chaney R., Daniels L. W., Henry L. C., Neuman R. D., Rubin E., Ryan J., Toffey W. (2007). The use of soil amendments for remediation, revitalization and reuse. College of Tropical Agriculture and Human Resources, University of Hawaii at Manoa. < https://clu-in.org/download/remed/epa-542-r-07-013.pdf >. Pristupljeno 10.02.2017.
4. AOAC (1995). Official methods of analysis of AOAC International, 16th Edition, Vol.1, Arlington, USA.
5. Azomite, Natural trace minerals for soil. <http://www.azomite.com/about.html>. Pristupljeno 12.2.2017.
6. Barić K., Ostojić Z., Šćepanović M. (2014). Integrirana zaštita bilja od korova. Glasilo biljne zaštite 14(5): 416-434.
7. Barlas T. N., Irget E. M., Tepecik M. (2011). Mineral content of the rocket plant (*Eruca sativa*). African Journal of Biotechnology 10(64): 14080-14082.
8. Bensa A., Miloš B. (2011a). Fizikalna svojstva tla. Međusveučilišni studij Mediteranska poljoprivreda, Split, Pedologija. <http://www.medp.unist.hr/moduli/pedologija/predavanja/Fizikalna_svojstva_tla.pdf>. Pristupljeno 8.9.2016
9. Bensa A., Miloš B. (2011b). Kemijska svojstva tla. Međusveučilišni studij Mediteranska poljoprivreda, Split, Pedologija. <http://www.medp.unist.hr/moduli/pedologija/predavanja/Kemijska_svojstva_tla.pdf. Pristupljeno 8.9.2016.
10. Berić J., Slovic S. (2015). Štetnici kasnih kupusnjača. Savjetodavna služba. <http://www.savjetodavna.hr/savjeti/17/651/stetnici-kasnih-kupusnjaca/>. Pristupljeno 7.2.2017.
11. Berlyn G.P., Sivaramakrishnan S. (1996). The use of organic biostimulants to reduce fertilizer use, increase stress resistance and promote growth. National proceedings, forest and conservation nursery associations. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research.<http://www.fcanet.org/proceedings/1996/berlyn.pdf>. Pristupljeno 10.10.2016.
12. Bozokalfa K. M., Yagmur B., Ilbi H., Esiyok D., Kavak S. (2009). Genetic variability for mineral concentration of *Eruca sativa* L. and *Diplotaxis tenuifolia* L. accessions. Crop Breeding and Applied Biotechnology 9: 372-381.
13. Bozokalfa K. M., Esiyok D., Yagmur B. (2011). Use of multivariate analysis in mineral accumulation of rocket (*Eruca sativa*) accessions. Genetika 43(3): 437-448.

14. Bukhsh E., Malik A. S., Ahmad S. S. (2007). Estimation of nutritional value and trace elements content of *Carthamus oxyacantha*, *Eruca sativa* i *Plantago ovata*. Pak. J. Bot 39(4): 1181-1187.
15. Cavarianni L. R., Filho C. B. A., Cazetta O. J., May A., Corradi M. M. (2008). Nutrient contents and production of rocket as affected by nitrogen concentrations in the nutritive solution. Sci. Agric. (Piracicaba, Braz.) 65(6): 652-658.
16. Cooperband L. (2002). Building soil organic matter with organic amendments. Center for Integrated Agricultural Systems (CIAS), College of Agricultural and Life Sciences, University of Wisconsin-Madison. < http://www.cias.wisc.edu/wp-content/uploads/2008/07/soilorgmtr.pdf >. Pristupljeno 3.10.2016.
17. Doležalova I., Duchoslav M., Dušek K. (2013). Biology and yield of rocket (*Eruca sativa* Mill.) under field conditions of Czech Republic (Central Europe). Notulae Botanicae Horti Agrobotanici 41(2): 530-537.
18. Dudaš S., Šola I., Sladonja B., Erhatić R., Ban D., Poljuha D. (2016). The effect of biostimulant and fertilizer on 'low input' lettuce production. Acta Bot. Croat. 75(2): 253-259.
19. Ecoland, Zaštita od erozije tla, hidrosjetva, zaštita biljnog i životinjskog svijeta, ekološko zbrinjavanje otpada, pročišćavanje otpadnih i industrijskih voda. < http://www.ecoland.hr/proizvodi/s_92.html >. Pristupljeno 11.2.2017.
20. Egner H., Riehm H. and Domingo W. R. (1960). Untersuchungen über die chemische Bodenanalyse als Grundlage für die Beurteilung des Nahrstoffzustandes der Boden. II. Chemische Extractionsmethoden zur Phosphor-und Kaliumbestimmung. Lantbrukshogskolam Annaler 25: 199-215.
21. Esiyok D., Bozokalfa K. M., Kavak S., Ugur A. (2013). Seed yield, quality and plant characteristics changes or rocket salad (*Eruca sativa* Mill.) under different nitrogen sources and vegetation periods. Suleyman Demirel Universitesi Ziraat Fakultesi Dergisi 8(1): 53-59.
22. Fontana E., Nicola S. (2009). Traditional and soilless culture systems to produce corn salad (*Valerianella olitoria* L.) and rocket (*Eruca sativa* Mill.) with low nitrate content. Journal of Food, Agriculture & Environment 7(2): 405-410.
23. Francke A. (2011). The effect of flat covers on the quantity and quality of arugula yield. Acta Sci. Pol., Hortorum Cultus 10(4): 3-14.
24. Francke A. (2012). Effect of flat covers on macronutrients concentrations in arugula leaves. Journal of Elementology 19(2): 351-360.
25. Ghazali Z. M. H., Naz T., Fatima I., Saghir N. (2014). Morphological variations in different accessions of *Eruca sativa*. Journal of Science 4(7): 452-458.
26. Gengotti S., Tommasini M. G. (2008). Evaluation of natural active ingredients and agronomical techniques against flea beetle (*Phyllotreta* spp.) on open field organic garden rocket (*Eruca sativa*). 16th IFOAM Organic World Congress, Modena, Italy. < http://orgprints.org/view/projects/conference.html >. Pristupljeno 20.2.2017.
27. Geršak D., Vojnović B., Novak E. (2012). Utjecaj višekratne berbe na prinos rige u plutajućem hidroponu. Agronomski glasnik 4: 215-224.
28. Haag H.P., Minami K. (1988). Nutricao mineral de hortalicas. LXXVII. Demanda de nutrientes por uma cultura de rucola. An. ESALQ, Piracicaba 45(2): 589-595.

29. Hall K. D. M., Jobling J. J., Rogers S. G. (2012). Some perspectives on rocket as a vegetable crop: A review. Vegetable crops research bulletin 76: 21-41.
30. Hrvatski zavod za norme (HZN). < http://www.hzn.hr/ >. Pristupljeno 28.01.2017.
31. Jakše M., Hacin J., Kacjan Maršić N. (2012). Production of rocket (*Eruca sativa* Mill.) on plug trays and on a floating system in relation to reduced nitrate content. Acta agriculturae Slovenica 101(1): 59-68.
32. Jug D. (2013). Osnovne značajke tla. Poljoprivredni fakultet Osijek. <http://www.pfos.hr/upload/documents/OBsK-_07%20Osnovne%20znacajke%20tla.pdf >. Pristupljeno 11.10.2016.
33. Karlsson S., Berberyan A. (2014). Guidelines for containerized seedling production. Sustainable Management of Biodiversity South Caucasus. Republic of Armenia, Yerevan <http://biodivers-southcaucasus.org/wp-content/uploads/2015/02/GIZ-Guidelines-Containerized-Seedling-Production-ENGLISH.pdf>. Pristupljeno 10.2.2017.
34. Kunicki E., Grabowska A., Sekara A., Wojciechowska R. (2010). The effect of cultivar type, time of cultivation, and biostimulant treatment on the yield of spinach (*Spinacia oleracea* L.). Folia Horticulturae 22(2): 9-13.
35. Lešić R., Borošić J., Buturac I., Herak-Ćustić M., Poljak M., Romić D. (2004). Povrćarstvo, II. dopunjeno izdanje. Nakladnik Zrinski, Čakovec
36. Majkowska-Gadomska J., Wierzbicka B. (2013). Effect of the biostimulator Asahi SL on the mineral content of eggplants (*Solanum melongenum* L.) grown in an unheated plastic tunnel. Journal Elementol. 18(2): 269-276.
37. Ministarstvo poljoprivrede (2003). Zakon o gnojivima i poboljšivačima tla. <http://www.mps.hr/default.aspx?id=5214>. Pristupljeno 12.2.2017.
38. Nicola S., Hoeberechts J., Fontana E. (2005). Comparison between traditional and soilless culture systems to produce rocket (*Eruca sativa*) with low nitrate content. Acta Horticulturae 697: 549-555.
39. Nurzynska-Wierdak R. (2009). Growth and yield of garden rocket (*Eruca sativa* Mill.) affected by nitrogen and potassium fertilization. Acta Sci. Pol., Hortorum Cultus 8(4): 23-33.
40. Nurzynska-Wierdak R. (2015). Nutritional and energetic value of *Eruca sativa* Mill. leaves. Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus 14(4): 191-199.
41. Padulosi S. (1995). Rocket genetic resources network. Report of the First Meeting, IPGRI, Rome, Italy.
42. Padulosi S., Pignone D. (1997). Rocket: a Mediterranean crop for the world. Report of a workshop, IPGRI, Rome, Italy.
43. Parađiković N., Vinković T., Vinković V. I., Tkalec M. (2013). Natural biostimulants reduce the incidence of BER in sweet yellow pepper plants (*Capsicum annuum* L.). Agricultural and food science 22: 307-317.
44. Popis registriranih sredstava za zaštitu bilja (2017). Ministarstvo poljoprivrede, Republika Hrvatska < https://fis.mps.hr/trazilicaszb/>. Pristupljeno 3.2.2017.
45. Pro eco, Profesionalni preparati za ekološki uzgoj bilja. <http://www.proeco.hr/proizvod/azomite/>. Pristupljeno 11.2.2017.

46. Roy R. N., Finck A., Blair J. G., Tandon S. L. H. (2006). Plant nutrition for food security. FAO, Fertilizer and plant nutrition bulletin, 16. < ftp.fao.org/agl/agll/docs/fpnb16.pdf >. Pristupljeno 14.12.2016.
47. Russo O. R., Berlyn P. G. (1990). The use of organic biostimulants to help low input sustainable agriculture. Journal of Sustainable Agriculture 1(2): 19-42.
48. Sabljak Štibohar D. (2016). Utjecaj roka sjetve i poboljšivača rasta na morfologiju presadnica paprike. Agronomski fakultet, Zagreb <https://repozitorij.agr.unizg.hr/en/islandora/object/agr%3A151>. Pristupljeno 25.6.2017.
49. SAS®/STAT 9.3. 2010. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
50. Severson C. R., Shacklette T. H. (1988). Essential elements and soil amendments for plants: Sources and use for agriculture. U.S. geological survey circular 1017. <https://pubs.usgs.gov/circ/1988/1017/report.pdf>. Pristupljeno 13.10.2016.
51. Siomos S. A., Koukounaras A. (2007). Quality and postharvest physiology of rocket leaves. Global Science Books, Fresh Produce 1(1), 59-65
52. Smolen S., Sady W. (2010). Effect of plant biostimulation with Pentakeep V fertilizer and nitrogen fertilization on the content of macro and micronutrients in spinach. J. Elementol 15(2): 343-353.
53. Stephens M. J. (1994). Arrugula – *Eruca sativa* Mill. IFAS Extension. University of Florida. <http://edis.ifas.ufl.edu/mv010>. Pristupljeno 18.10.2016.
54. Škorić A. (1982). Priručnik za pedološka istraživanja. Fakultet poljoprivrednih znanosti, Zagreb.
55. Tarantino E., Disciglio G., Frabboni L., Libutti A., Gatta G., Gagliardi A., Tarantino A. (2015). Effects of biostimulant application on quali-quantitative characteristics of cauliflower, pepper and fennel crops under organic and conventional fertilization. International Journal of Biological, Biomolecular, Agricultural, Food and Biotechnological Engineering 9(7): 734-738.
56. Toth N., Fabek S., Benko B., Žutić I., Stubljar S., Zeher S. (2012). Učinak abiotskih čimbenika, gustoće sjetve i višekratne berbe na prinos rige u plutajućem hidroponu. Glasnik zaštite bilja 35(5): 24-34.
57. Traunfeld J., Nibali E. (2013). Soil amendments and fertilizers. University of Maryland, extension, HG 42 2013 .< http://extension.umd.edu/sites/extension.umd.edu/files/_images/programs/hgic/Publications/HG42_Soil_Amendments_and_Fertilizers.pdf >. Pristupljeno 17.10.2016.
58. Ugur A., Pesin I., Aslan E. S., Orhan I., Kartal M., Sekeroglu N., Esiyok D., Sener B. (2010). Variations in fatty acid compositions of the seed oil of *Eruca sativa* Mill. caused by different sowing periods and nitrogen forms. Pharmacogn Mag. 6(24): 305-308.
59. USDA (2016). Full report (all nutrients) 11959, Arugula, raw. National Nutrient Database for Standard Reference. < https://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/3569 >. Pristupljeno 20.1.2017.
60. Varga J., Apahidean A.S., Lujerdean A., Bunea A. (2009). Study of some agrotehnological characteristics of rocket (*Eruca sativa* Mill). Bulletin UASVM Horticulture 66(1): 472-474.

61. Varga J., Apahidean A.S., Laczi E., Apahidean A.I. (2012). Studies concerning the sowing period in the arugula (*Eruca sativa* Mill.) plants development. Acta universitatis sapientiae, Agriculture and environment 4: 5-10.
62. Vernieri P., Borghesi E., Ferrante A., Magnani G. (2005). Application of biostimulants in floating system for improving rocket quality. Journal of Food, Agriculture & Environment 3(3&4): 86-88.
63. Verplancken B. (2011). Biostimulants definition agreed. European Biostimulants Industry Council (EBIC). < http://www.biostimulants.eu/2011/10/biostimulants-definition-agreed/ >. Pristupljeno 3.1.2017.
64. Vukadinović V., Vukadinović V. (2011). Ishrana bilja, III. izmijenjeno i dopunjeno izdanje. Nakladnik Poljoprivredni fakultet, Osijek
65. Wierzbowska J., Cwalina-Ambroziak B., Glosek-Sobieraj M., Sienkiewicz S. (2015). Effect of biostimulators on yield and selected chemical properties of potato tubers. Journal of Elementology 20(3): 757-768.

Internet izvori fotografija:
Slika 1. <http://www.silviocicchi.com/pizzachef/la-rucola-selvatica-in-cucina-e-sulla-pizza/>. Anonymous (2015). Pristupljeno 13.09.2016.

# ŽIVOTOPIS

Gašpar Lemić rođen je 27. studenoga 1989. godine u Zadru. Živi u Zadru gdje je pohađao osnovnu i srednju školu (O.Š. Š. Budinić i Tehnička škola). Preddiplomski međusveučilišni studij Mediteranske poljoprivrede u Splitu upisuje 2011. godine. U ljetnom semestru ak. god. 2013./2014. na Institutu za jadranske kulture i melioraciju krša u Splitu odrađuje stručnu praksu u vinogradu i staklenicima (hidroponski uzgoj plodovitog povrća). U 2014. godini završava preddiplomski studij obranom završnog rada 'Uzgoj presadnica plodovitog povrća tehnikom plutajućih ploča' te stječe akademski naziv sveučilišnog prvostupnika inženjera hortikulture. Koautor je znanstvenog rada 'Utjecaj volumena lončića i koncentracije dušika na vegetativna svojstva presadnica rajčice' koji je prezentiran na 51. hrvatskom i 11. međunarodnom simpoziju agronoma u Opatiji.

Diplomski sveučilišni studij Hortikultura, usmjerenje Povrćarstvo u Zagrebu upisuje 2014. godine. Stručnu praksu na diplomskom studiju odrađuje na OPG-u Martinec u Zagrebu tijekom koje je obavljao razne poslove u proizvodnji povrća na otvorenom i u zaštićenim prostorima. Tijekom studija sezonski je radio u rasadniku smilja, kao i poslove uređenja vrtova te rezidbu i berbu maslina. Obavljao je i druge sezonske poslove (konobar, kurir, asistent u automehaničarskoj radionici, poslovi pakiranja, čišćenje brodica, prodaja hrane i pića, radnik u skladištu, građevinski radnik).

Student poznaje engleski jezik, osnove rada na računalu (MS Office, Excel i PowerPoint). Ima završenu školu sportskog penjanja. Korisnik je vozačke dozvole (B kategorija) i voditelj brodice (B i C kategorija).