

# Utjecaj biostimulatora na prinos i mineralni sastav ploda rajčice u hidroponskom uzgoju

---

**Gotić, Anja**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2022**

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

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:204:906708>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-11**



*Repository / Repozitorij:*

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



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
AGRONOMSKI FAKULTET**

**UTJECAJ BIOSTIMULATORA NA PRINOS I MINERALNI  
SASTAV PLODA RAJČICE U HIDROPONSKOM UZGOJU**

DIPLOMSKI RAD

Anja Gotić

Zagreb, rujan, 2022.

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
AGRONOMSKI FAKULTET**

Diplomski studij:

Hortikultura - Povrčarstvo

**UTJECAJ BIOSTIMULATORA NA PRINOS I MINERALNI  
SASTAV PLODA RAJČICE U HIDROPONSKOM UZGOJU**

DIPLOMSKI RAD

Anja Gotić

Mentor:

prof. dr. sc. Lepomir Čoga

Zagreb, rujan, 2022.

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
AGRONOMSKI FAKULTET**

**IZJAVA STUDENTA  
O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI**

Ja, **Anja Gotić**, JMBAG 0178091855, rođena 28.2.1993. u Zagrebu, izjavljujem da sam samostalno izradila diplomski rad pod naslovom:

**UTJECAJ BIOSTIMULATORA NA PRINOS I MINERALNI SASTAV PLODA RAJČICE U  
HIDROPONSKOM UZGOJU**

Svojim potpisom jamčim:

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

U Zagrebu, dana \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
*Potpis studentice*

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
**AGRONOMSKI FAKULTET**

**IZVJEŠĆE**

O OCJENI I OBRANI DIPLOMSKOG RADA

Diplomski rad studentice **Anje Gotić**, JMBAG 0178091855, naslova

**UTJECAJ BIOSTIMULATORA NA PRINOS I MINERALNI SASTAV PLODA RAJČICE U  
HIDROPONSKOM UZGOJU**

obranjen je i ocijenjen ocjenom \_\_\_\_\_, dana \_\_\_\_\_.

Povjerenstvo:

1. Prof. dr. sc. Lepomir Čoga mentor
2. Prof. dr. sc. Nina Toth član
3. Izv. prof. dr. sc. Božidar Benko član

potpisi:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

## Zahvala

Ovime zahvaljujem prof. dr. sc. Lepomiru Čogi, prof. dr. sc. Nini Toth i izv. prof. dr. sc. Božidaru Benku na svojoj pomoći i strpljenju koje su mi iskazali tijekom izrade diplomskog rada.

Zahvaljujem svim djelatnicima Zavoda za povrćarstvo i Zavoda za ishranu bilja na pomoći koju su mi pružili.

Zahvaljujem svojoj obitelji i prijateljima koji su mi bili podrška.

## Sadržaj

1. Uvod .....	1
1.1. Cilj rada .....	1
2. Razrada literature .....	2
2.1. Rajčica.....	2
2.2. Hidroponski uzgoj.....	4
2.3. Biostimulatori.....	7
3. Materijali i metode .....	11
3.1. Kultivari rajčice .....	11
3.2. Korišteni biostimulatori .....	12
3.3. Izvođenje pokusa.....	13
3.4. Laboratorijska analiza.....	16
3.5. Statistička analiza.....	16
4. Rezultati i rasprava .....	17
4.1. Sastavnice prinosa .....	17
4.1.1. Broj tržnih plodova .....	18
4.1.2. Masa tržnih plodova.....	18
4.1.3. Tržni prinos .....	19
4.1.4. Udio netržnih plodova .....	19
4.2. Mineralni sastav.....	19
5. Zaključak .....	31
6. Popis literature.....	32
Životopis .....	35

# Sažetak

Diplomskog rada studentice **Anje Gotić**, naslova

## UTJECAJ BIOSTIMULATORA NA PRINOS I MINERALNI SASTAV PLODA RAJČICE U HIDROPONSKOM UZGOJU

Cilj istraživanja bio je utvrditi utjecaj biostimulatora Actiwave, Humistar i Phylgreen na mineralni sastav i prinos tržnih i udio netržnih plodova rajčice u hidroponskom uzgoju. Dvofaktorijalni pokus proveden je 2019. godine na pokušalištu Zavoda za povrćarstvo, Agronomskog fakulteta. Postavljen je po metodi slučajnog bloknoeg rasporeda u tri ponavljanja. U pokusu su testirana dva rana hibridna kultivara rajčice: 'Alamina' i 'Vasanta' u četiri tretmana: kontrola (K), Actiwave (A), Humistar (H) i Phylgreen (P). U odnosu na kontrolu pozitivan utjecaj biostimulatora na tržni prinos ploda ostvaren je samo kod kultivara 'Alamina'. Najveći prinos tržnih plodova od 13,83 kg/biljci ostvaren je kod biljaka tretiranih Phylgreenom, zatim Humistarem dok su kontrola (10,75 kg/biljci) i Actiwave (10,62 kg/biljci) ostvarile značajno manji prinos. Sva tri biostimulatora, u svim terminima berbe, u oba kultivara, imala su pozitivan utjecaj na akumulaciju većine makro i mikroelemenata u plodu rajčice, osim magnezija i bakra. Značajno veći sadržaj N, P i Mg, a manji sadržaj Ca utvrđen je kod kultivara 'Vasanta' u odnosu na kultivar 'Alamina', dok je sadržaj kalija bio značajno veći samo u drugom uzorkovanju. Slična situacija je i s mikroelementima, veći sadržaj Zn, Mn i Cu utvrđen je u svim uzorkovanjima, a Fe u prvom uzorkovanju kod kultivara 'Vasanta' u odnosu na kultivar 'Alamina'.

**Ključne riječi:** rajčica, biostimulator, prinos, mineralni sastav



## Summary

Of the master's thesis – student **Anja Gotić**, entitled

### **EFFECT OF BIOSTIMULANTS ON YIELD AND MINERAL COMPOSITION OF TOMATO FRUIT IN HYDROPONIC SYSTEM**

The purpose of the research was to determine the effect of Actiwave, Humistar and Phylgreen biostimulants on the mineral composition and yield of marketable and share of nonmarketable tomato fruits grown in hydroponic system. A two-factorial experiment was conducted in 2019 at the experimental field of the Department of Vegetable Crops, Faculty of Agriculture. It was set up according to the random block design in three replications. In the experiment, two early hybrid tomato cultivars were tested: 'Alamina' and 'Vasanta' in four treatments: control (K), Actiwave (A), Humistar (H) and Phylgreen (P). In relation to the control, the positive impact of the biostimulants on the marketable fruit yield was achieved only in the 'Alamina' cultivar. The highest yield of marketable fruits of 13.83 kg/plant was achieved in plants treated with Phylgreen, followed by Humistar, while the control (10.75 kg/plant) and Actiwave (10.62 kg/plant) achieved a significantly lower yield. All three biostimulants, in all harvest times, in both cultivars, had a positive impact on the accumulation of most macro and microelements in the tomato fruit, except for Mg and Cu. A significantly higher content of N, P and Mg, and a lower content of Ca was found in the 'Vasanta' cultivar compared to 'Alamina' cultivar, while the potassium content was significantly higher only in the second sampling. The situation is similar with microelements, a higher content of Zn, Mn and Cu was determined in all samplings, and Fe in the first sampling in the 'Vasanta' cultivar compared to 'Alamina' cultivar.

**Keywords:** tomato, biostimulant, yield, mineral composition

# 1. Uvod

Zbog rastuće svjetske populacije, poljoprivreda je suočena sa sve većim zahtjevima za hranom, a istovremeno se mora nositi i s nedostatkom obradivih površina, degradacijom tla i klimatskim promjenama. Sve češće se javljaju elementarne nepogode poput tuče, suše, poplava, požara i ekstremnih promjena temperatura koje uzrokuju velike financijske štete poljoprivrednicima. Zbog svoje osjetljivosti upravo je poljoprivreda ta za koju je nužno razvijati nove tehnologije te poticati održivu proizvodnju i revitalizaciju osiromašenih poljoprivrednih površina (Schneider et al., 2011).

Hidroponskim uzgojem ostvaruje se veći prinos, bolja je iskoristivost površine odnosno moguće je uzgojiti veći broj biljaka na jedinici površine nego uzgojem u tlu. Smanjuje se zagađenje voda zatvorenim sustavom, kvaliteta proizvoda je veća i moguće je kontrolirati uvijete u zaštićenom prostoru i po potrebi ih korigirati. Hidroponskim načinom uzgoja, također se smanjuje i upotreba zaštitnih sredstava koja prekomjernim korištenjem predstavljaju problem u poljoprivredi; njihovim dugotrajnim korištenjem javlja se otpornost kod biljnih patogena, a moguća je i akumulacija ostataka zaštitnih sredstava u biljkama, tlu i životinjama (Grujić Tomas, 2019).

Kao solucija na smanjenu otpornost biljaka, smanjeni prinos i sl. nude se biostimulatori. To su kemijski preparati dobiveni iz biljnih i životinjskih ostataka i mikroorganizama ili mogu biti sintetskog porijekla. Njihova je zajednička značajka da utječu na fiziološke procese u biljkama, podižu razinu njihove otpornosti na stresne situacije i time indirektno utječu na povećanje i kvalitetu prinosa, pod uvjetom da biljke imaju na raspolaganju dostatnu količinu pristupačnih hranjiva. Nadalje, upotrebom biostimulatora, u nekim kulturama došlo je do povećanja klorofila, topivih šećera, karotenoida i vitamina C (Calvo et al., 2014).

## 1.1. Cilj rada

Cilj rada bio je utvrditi učinak biostimulatora na mineralni sastav i prinos plodova rajčice u hidroponskom uzgoju.

## 2. Razrada literature

### 2.1. Rajčica

Rajčica (*Solanum lycopersicum* L.) je jednogodišnja biljka iz porodice pomoćnica (Solanaceae) čija je pradomovina područje Anda u Južnoj Americi. Iako se još uvijek pouzdano ne zna gdje je nastala kultivirana rajčica, istraživanja ukazuju da je uzgoj započeo prije otprilike 7000 godina na području današnjeg Meksika (Razifard et al., 2020). U Španjolsku je rajčica donesena u 16. stoljeću odakle se počela širiti Starim svijetom, prvenstveno kao ukrasna biljka zbog sumnje da je otrovna kao i drugi pripadnici njezine porodice (Lešić et al., 2004).

Zahvaljujući napretku poljoprivrede i sposobnosti rajčice za prilagodbu na različite uvjete, njen uzgoj je moguć čak i na prostorima s nepovoljnim klimatskim uvjetima i na različitim vrstama tla zbog čega je danas jedna od najpopularnijih povrtnih vrsta u svijetu, ali i u Hrvatskoj. Konzumira se svježa kao prilog jelima ili u obliku prerađevina kao što su sokovi, juhe i koncentрати, te je sastojak mnogim jelima raznih kultura. Konzumiranjem rajčice u tijelo se unose mnoge kemijske tvari bitne za naše zdravlje poput vitamina i minerala od kojih najviše vitamin C, te značajne količine kalija. Ima pozitivan učinak na bolesti srca, jetre i bubrega, i snažno antikancerogeno i antioksidativno djelovanje zbog prisutnosti karotenoida likopena (Lešić et al., 2004).

Rajčica je jednogodišnja povrtna kultura koja se uzgaja radi ploda, bobice, slatkog i kiselog okusa. Korijenov sustav rajčice sačinjava glavni korijen s lateralnim žilama, koji može narasti do dubine od 1 m i promjera do 1,5 m. Njezina stabljika je zeljasta sa sposobnošću razvoja adventivnog korijenja, a ovisno o načinu rasta razlikuju se determinatna odnosno niska i indeterminatna odnosno visoka rajčica. Stabljike indeterminatnih sorti mogu narasti više od 1 m visine zbog čega im je potrebna potpora tijekom uzgoja dok stabljikama determinatnih sorti to nije potrebno jer im visina doseže do 1 m. Listovi su neparno perasti i raspoređeni su naizmjenično na stabljici, a sastoje se od liski različitih oblika i veličina. Cvjetovi su dvospolni, žute boje i građeni na osnovi broja pet što znači da je cvijet sastavljen od pet latica, pet lapova i pet prašnika obavijenih oko tučka. Također je i samooplodna biljka. Cvjetovi formiraju cvat koji može biti jednostavan ili sastavljen grozd. Plod rajčice je bobica koju čini meso i pulpa, a ovisno o kultivaru boja zreloga ploda može biti od žute pa sve do

ljubičaste boje. Po obliku može biti srolikog, šljivolikog, cilindričnog oblika ili okruglog oblika s varijacijama. Sjeme rajčice je sitno i prekriveno dlačicama. Klije u temperaturnom rasponu od 13 do 35 °C, ali neki kultivari mogu podnijeti i temperature izvan navedenog raspona. Optimalna temperatura za klijanje je od 20 do 25 °C. Za normalan rast rajčici su potrebne optimalne dnevne i noćne temperature koje iznose od 20 do 25 °C danju i od 13 do 17 °C noću (Lešić et al., 2004).

Uzgaja se na otvorenom i u zaštićenom prostoru izravnom sjetvom ili presadnicama. Kod uzgoja na otvorenom priprema tla uključuje oranje na dubinu do 40 cm i podizanje gredica, gnojidbu tla organskim i mineralnim gnojivima te tretiranje tla herbicidima za zaštitu usjeva od korova. Najčešće se sadnja presadnica obavlja u razmaku između redova 80 do 100 cm, a ovisno o vremenu uzgoja razmak može biti i 30 do 40 cm ili 50 do 70 cm. Sadnji prethodi malčiranje i postavljanje potpore za visoke kultivare te sustava za navodnjavanje kapanjem. Navodnjavanje može izostati na srednje teškim tlima ako se akumulirala dovoljna količina vlage u hladnijem dijelu godine i prije nastupa ljetnih suša dok je kod lakših tipova tala sustav za navodnjavanje nužan. Ostale mjere njege su pinciranje zaperaka, plodosmjena i primjena zaštitnih sredstava. Berba visokih kultivara rajčice je višekratna i obavlja se ručno. Beru se plodovi u tehnološkoj zriobi (zelena, žuta, ružičasta i crvena zrioba), a u kojoj fazi zriobe će se ubrati ovisi o blizini tržišta kojemu su namijenjeni. Uzgoj rajčice na otvorenom ostvaruje prinos od 30 do 80 t/ha (Lešić et al., 2004).

Uzgoj u zaštićenim prostorima omogućava cjelogodišnju opskrbu tržišta svježim proizvodima i prerađevinama. Pri tome se razlikuje konvencionalni uzgoj (uzgoj u tlu i supstratima) i uzgoj u hidroponima. Kako bi se suzbili patogeni organizmi tlo se prije sadnje sterilizira termički vodenom parom ili kemijski pomoću plinova (fumigacija), a zatim se ore do 30 cm dubine. U gnojidbi rajčice koriste se organska i mineralna gnojiva sukladno zahtjevima kulture i fizikalno kemijskim značajkama tla. U prosjeku se sade 3 do 4 biljke/m<sup>2</sup> s međurednim razmakom 80 do 100 cm i 30 do 40 cm između biljaka u redu. Nakon obrade tla i prije sadnje potrebno je postaviti potporu u obliku žica na koju se potom privezuje plastično vezivo. U zaštićenim prostorima uzgajaju se samo indeterminantni kultivari čije su odlike čvrstoća ploda, rana i jednolična zrioba, otpornost na bolesti, viruse, nematode, nepovoljne temperature i vlagu zraka. Njega uključuje uklanjanje zaperaka svakog tjedna, a dva mjeseca prije kraja berbe uklanja se vegetacijski vrh. Također se uklanjaju stari i požutjeli listovi s nižih dijelova biljaka kako bi se izbjegla pojava bolesti i štetnika. Za normalan rast i

razvoj potrebno je održavati dnevnu temperaturu od 18 do 25 °C i noćnu od 11 do 18 °C. Na početku uzgoja biljke se navodnjavaju kapanjem jednom tjedno, a tijekom ljetnih mjeseci najmanje dva puta tjedno, 20 do 30 L/m<sup>2</sup> s temperaturom vode oko 18 °C. Uz navodnjavanje istovremeno se primjenjuje i prihrana tekućim NPK gnojivom u omjeru 10:5:4. Za uspješnu oplodnju koriste se mehanički podražaji i zajednice bumbara čija primjena povećava prinos za 17 %. Za suzbijanje korova mogu se koristiti kultivatori ili se ručno plijeviti, a po potrebi se koriste zaštitna sredstva protiv štetnika. Beru se plodovi u crvenoj ili ružičastoj zriobi dva do tri puta tjedno, a može i češće ako su temperature više. Može se ostvariti prinos od 15 do 50 kg/m<sup>2</sup>. Plodovi moraju biti zdravi, neoštećeni, čvrsti, jednolično obojeni i ujednačene krupnoće. Sortiraju se po veličini i po boji i pakiraju se u jednom sloju u kartonske ili plastične kutije ili drvene letvarice s čaškama okrenute prema gore. Rajčica se skladišti samo ako je to nužno jer pri niskim temperaturama gubi organoleptička svojstva (Lešić et al., 2004).

## 2.2. Hidroponski uzgoj

Hidroponski uzgoj je metoda uzgoja biljaka bez tla odnosno uzgoj biljaka u hranjivoj otopini s ili bez supstrata. Ovim načinom uzgoja biljkama se osigurava optimalna količina hranjiva kako bi se ostvario njihov puni potencijal. Naziv hidropon složenica je nastala od dviju grčkih riječi, *hydros* što znači voda i *ponos* što znači rad. Premda njihovo postojanje do danas nije potvrđeno, smatra se da su Semiramidini viseći vrtovi u Babilonu bili najraniji primjer ovakvog načina uzgoja. Kao primjere hidroponije u raznim literaturama spominju se i splavovi na kojima je narod Azteka uzgajao poljoprivredne kulture.

Razvoj hidroponskog uzgoja prošao je daleki put od jednostavnih plutajućih „otoka” do današnjih automatiziranih sustava. U Europi su u 17. stoljeću započela istraživanja o uzgoju biljaka bez tla. Engleski znanstvenik John Woodward je 1699. godine na menti proveo istraživanje u kojemu je zaključio da voda sama po sebi ne uzrokuje rast i razvoj biljaka, a tek je 1840. Francuz Boussingault ispitivao uzgoj biljaka na različitim supstratima i s hranjivim otopinama što je dovelo do novih spoznaja o ishrani bilja i kemijskom sastavu tla. Dvojica njemačkih znanstvenika, Sachs i Knop značajno su pridonijeli daljnjem razvoju hidropona. Dokazali su da za

rast i razvoj biljaka nije potrebno tlo nego minerali koje ono sadrži i da su dušik, kalij, fosfor, magnezij, kalcij, željezo i sumpor nužni u ishrani biljaka. Sachs je objavio standardnu formulu za hranjivu otopinu koja se u daljnjim istraživanjima koristila gotovo cijelo stoljeće, a koristi se i danas, dok je Knop razvio tehniku „vodene kulture”. Dvadesetih godina prošlog stoljeća, u Sjedinjenim Američkim Državama nastojalo se unaprijediti tada poznate tehnike uzgoja kako bi se postigla proizvodnja velikih razmjera. Tako su tijekom Drugog svjetskog rata Sjedinjene Države primijenile hidroponski uzgoj kako bi prehranile svoju vojsku smještenu na otocima Tihog oceana (Jonas, 1982; Grujić Tomas, 2019).

Suvremena hidroponska proizvodnja koristi se za uzgoj poljoprivrednih i ukrasnih kultura za opskrbu tržišta tijekom cijele godine. Odvija se u zaštićenom prostoru čime je omogućeno kontroliranje čimbenika neophodnih za biljke. Proizvodnja je automatizirana, provode se analize vode i hranjivih otopina koje se po potrebi korigiraju. Pomoću računala moguće je kontrolirati temperaturu i relativnu vlagu zraka, kvalitetu i temperaturu vode, količinu svjetla koju biljke primaju, odrediti točnu formulaciju hranjive otopine koja je potrebna povrtnim kulturama, kao i elektroprovodljivost i pH reakciju. Ovako visoko sofisticirana proizvodnja omogućuje uzgoj velikih količina povrća na maloj jedinici površine, uz smanjenu potrošnju pesticida i gnojiva čime se ujedno smanjuje i kontaminacija okoliša. Izostaju sterilizacija i obrada tla, nema gubitka velikih količina vode, a čimbenicima bitnim za rast i razvoj biljaka može se upravljati u cilju optimuma za svaku vrstu. Nedostaci hidroponskog uzgoja su velika financijska ulaganja u infrastrukturu i energente i nužan visoki stupanj obrazovanja osoblja za upravljanje i održavanje sustava (Bogović, 2011; Grujić Tomas, 2019).

Ovisno o izvedbi, razlikuje se nekoliko tipova hidropona: tehnika hranjivog filma, aeroponski uzgoj, plutajući sustav kontejnera, sustav plime i oseke, kapilarni uzgoj i kapajući sustav. Također, hidroponi se razlikuju s obzirom na primjenu hranjive otopine s ili bez supstrata. Supstrati su homogene smjese koje se sastoje od minimalno dvije komponente organskog, anorganskog ili sintetskog podrijetla. U organske supstrate ubrajaju se kokosova vlakna, treset, kora drveta, piljevina, ljuske riže, u anorganske se ubrajaju perlit, vermikulit, kamena vuna, glina (ekspandirana i kalcinirana) i pijesak dok se u sintetske supstrate ubrajaju poliuretanska i polistirenska pjena te urea-formaldehid. Odlike koje dobar supstrat mora posjedovati su inertnost, povoljan kapacitet za zrak i vodu, dobra pH reakcija, povoljan odnos

ugljika i dušika, specifična masa, dreniranost, sterilnost i dobar biljno hranidbeni kapacitet (Čoga, 2018).

**Tehnika hranjivog filma** izvedena je tako da se u glavnom spremniku miješa voda s hranjivima te se istovremeno dobivena otopina obogaćuje kisikom pomoću pumpe za zrak, a zatim se pomoću pumpe za vodu hranjiva otopina dostavlja biljkama. Biljke se nalaze u lončićima unutar kanala kroz koje cirkulira hranjiva otopina i održava korijenje vlažnim tijekom cijelog uzgoja. Nakon prolaska kroz kanale preostala otopina se slobodnim padom vraća u glavni spremnik i ponovno koristi.

**Aeroponski uzgoj** je uzgoj biljaka u "lebdećem" stanju. U ovom obliku hidropona svi biljni dijelovi su u zraku, a korijen se, umjesto da je uronjen u hranjivu otopinu, povremeno prska aerosolom hranjive otopine. Budući da je u ovom obliku hidropona korijen biljaka izložen zraku, hranjivu otopinu nije potrebno obogaćivati kisikom. Učinkovitost aeroponskog uzgoja je veća nego kod drugih oblika hidropona te je zabilježen i brži rast biljaka nego u supstratima (Grujić Tomas, 2019).

**Plutajući sustav kontejnera** najčešće se primjenjuje za uzgoj povrtnih kultura kratke vegetacije poput lisnatog povrća i začinskog bilja. To je metoda uzgoja koja se sastoji od bazena ispunjenog hranjivom otopinom dubine 20 do 25 cm, na čijoj površini plutaju kontejneri s biljkama čije korijenje je tijekom cijelog uzgoja u hranjivoj otopini. Kao i kod tehnike hranjivog filma, u bazenima se nalaze pumpe za zrak za obogaćivanje vode kisikom.

**Sustav plime i oseke** po izvedbi je sličan tehnici hranjivog filma, a razlika je u opskrbi hranjivima. Kao što i sam naziv sugerira, sustav se sastoji od dvije faze; u prvoj fazi kanal ili potopni stol se ispunjavaju otopinom svakih nekoliko sati, ovisno o zahtjevu biljke i korištenom supstratu, a zatim se preostala otopina „povlači” u spremnik za ponovnu upotrebu. Procesom upravlja vremenski sklop koji u određeno vrijeme pumpa hranjivu otopinu u kanale.

**Kapilarni uzgoj** sastoji se od spremnika za hranjivu otopinu, pumpe za zrak i posuda za biljke ispunjene supstratom. Za dovod hranjiva do biljaka koristi se stijanj koji pomoću kapilarnosti doprema hranjivu otopinu do biljaka. Najčešće se primjenjuje za uzgoj lončanica koje sporije rastu od drugih biljaka.

**Kapajući sustav** (uzgoj na supstratima) najzastupljeniji je hidroponski sustav u svijetu. Koristi se u najvećoj mjeri za uzgoj plodovitog povrća, cvijeća i atraktivnih voćnih vrsta (bobičasto voće, trešnja...). Glavni dijelovi sustava su sustav za

fertirigaciju, sustav za grijanje, sustav za prozračivanje, orošavanje i zasjenjivanje, sustav za dodavanje CO<sub>2</sub>. Hranjiva otopina dovodi se podvodnom pumpom do svake biljke (kapaljkom). Višak hranjive otopine koji se procijedi iz ploče vraća se u spremnik za ponovnu upotrebu – zatvoreni sustav ili izlazi iz sustava – otvoreni sustav (Grujić Tomas, 2019).

### **2.3. Biostimulatori**

Iako se o biostimulatorima raspravljalo još u 30-im godinama prošloga stoljeća, i danas su još uvijek nepoznanica. Značajan doprinos razumijevanju i razvoju biostimulatora daju razni međunarodni znanstveni skupovi organizirani u posljednjih nekoliko godina (Yakhin et al., 2017). Jedna od mnogih definicija biostimulatora je da su to tvari ili mikroorganizmi koji imaju sposobnost unaprijediti djelotvornost hranjiva, poboljšati toleranciju na negativne utjecaje abiotičkih čimbenika i poboljšati kvalitativna svojstva usjeva (Du Jardin, 2015).

Za njihovu proizvodnju upotrebljavaju se raznovrsni sirovi materijali: mikroorganizmi i njihovi metaboliti, morske alge, korijenje, lišće i sjeme biljaka, životinjski ugljikohidrati, kompost, vermikompost, ekstrakti industrijskog otpada i otpadaka od hrane koji se podvrgavaju različitim tehnološkim procesima: fermentacije, hidrolize, ekstrakcije, procesuiranja i pročišćavanja. Po sastavu biostimulatori mogu biti sačinjeni od raznih šećera, masti i proteina, biljnih hormona, vitamina i drugih spojeva, ali valja napomenuti da je njihov sastav podložan promjenama. Čimbenici koji mogu utjecati na sastav biostimulatora su vrijeme proizvodnje i vrsta organizma koji se koristi u proizvodnji, njegovo fiziološko stanje i uvjeti u kojima raste (Yakhin et al., 2017).

Kako bi se postigao pozitivan učinak, biostimulatori moraju imati sposobnost doprijeti u biljci do aktivnog mjesta. Istraživanja vezana za transport biostimulatora kroz biljku otkrila su da na njih uvelike utječu klimatski čimbenici. Istraživanje na listovima kruške pokazalo je da prolaz kalijevih i kalcijevih soli prestaje kada vlaga zraka padne ispod njihove točke higroskopsnosti (Schönherr, 2001). Utjecaj klimatskih čimbenika potvrđen je i u istraživanju Pecha et al. (2011) gdje je utvrđeno da nepovoljni uvjeti mogu smanjiti prodiranje i do 40 puta, pa čak i potpuno zaustaviti proces kod nedovoljne vlage u zraku. Preporučuju aplikaciju biostimulatora u rano



jutro i navečer te nakon obilne kiše. Također su utvrdili i da biljke najbolje usvajaju biostimulatore u odsutnosti vjetra.

Razlikuje se klasifikacija biostimulatora, predlažu se podjele prema načinu djelovanja i porijeklu aktivne tvari, prema načinu djelovanja na biljke ili prema njihovim fiziološkim reakcijama i prema funkcijama u poljoprivredi (Yakhin et al., 2017). Prema sadržaju i porijeklu biostimulatora razlikuju se mikrobnii inokulanti, huminske kiseline, fulvo kiseline, hidrolizati proteina i aminokiselina i ekstrakti morskih algi (Calvo et al., 2014).

Mikrobni inokulanti su mikroorganizmi izolirani iz tla, vode, biljaka i gnojiva (Calvo et al., 2014), dostupni u obliku disperzivnih granula, praha, peleta i formulacija na bazi tekućine (Berg, 2009), a njihov izbor ovisi o cijeni, dostupnosti na tržištu i potrebama biljke (Arora et al., 2010). Apliciraju se u tlo ili biljku kako bi se poboljšala plodnost tla, rast, produktivnost i zdravlje biljke te kontrolirala pojava korova, bolesti i štetnika što ih čini prikladnom zamjenom za poljoprivredna kemijska sredstva koja imaju značajan negativan utjecaj na okoliš i ljudsko zdravlje (Alori i Babalola, 2018). Tako je u istraživanjima na rajčici, kukuruzu, pšenici i pamuku uočeno da se upotrebom inokulanata, osim rasta i prinosa, poboljšalo i usvajanje dušika, fosfora i kalija. U drugim istraživanjima postignut je isti učinak na prinos i rast, ali tako da su inokulanti utjecali na sintezu i razgradnju biljnih hormona. Također je smanjen i negativan utjecaj abiotičkih čimbenika. Posljedice suše na biljke umanjene su povećanom asimilacijom prolina, povećanjem lisne površine i biomase biljaka, povećanjem sadržaja vode i vodnim potencijalom. Upotrebom mikroorganizama smanjen je i negativan utjecaj zaslanjenosti tla, a povezuje se s povećanim usvajanjem topivih šećera (Calvo et al., 2014). Mikrobni inokulanti imaju ulogu i u zaštiti biljaka. Pokazalo se da inokulanti gljivica poput *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp. i *Bacillus* spp. djeluju inhibitorno na gljivične patogene (Alori i Babalola, 2018). Osim u poljoprivredi, koriste se i u prehrambenoj industriji. Njihovom primjenom moguće je poboljšati organoleptička svojstva hrane i produžiti rok trajanja proizvoda, te proizvesti razne aditive poput vitamina, boja i enzima koji se dodaju u hranu (Vitorino i Bessa, 2017).

Humusne tvari su organski spojevi dobiveni razgradnjom mrtvih organizama: biljaka, životinja i mikroorganizama, ali i metaboličkom aktivnošću mikroorganizama (Du Jardin, 2015). Sadrže proteine, ugljikohidrate, lignine i alifatske biopolimere. Sadrže huminske i fulvo kiseline (Calvo et al., 2014) koje se razlikuju u njihovoj

molekularnoj masi koja je kod huminskih kiselina veća te u topivosti s obzirom na to da su fulvo kiseline topive u kiselom i bazičnom mediju, a huminske samo u bazičnom (Calvo et al., 2014). Mogu se aplicirati folijarno ili putem korijena. Provedena su mnoga istraživanja o utjecaju kiselina na žitarice i povrćarske kulture te je uočeno da utječu na dostupnost hranjiva, prinos i fiziologiju tretiranih biljaka. U istraživanju Adani et al. (1998) na rajčici korištena su dva komercijalna preparata kako bi se ispitalo djelovanje huminske kiseline. Oba preparata utjecala su na pojačan rast korijena biljaka te na usvajanje N, P, Fe i Cu. Uočeno je da se dodavanjem huminske kiseline smanjilo usvajanje K. U dvogodišnjem istraživanju (Yildirim, 2007) testirao se utjecaj različitih koncentracija huminske kiseline na prinos, rast i kvalitetu rajčica. Preparati su aplicirani folijarno i u tlo. U usporedbi s kontrolom, uočeno je da je aplikacijom huminskih kiselina povećan sadržaj suhih tvari listova i stabljike te količina ukupnih topivih čvrstih tvari i vitamina C. Također je zabilježen i pozitivan utjecaj na plodove. Povećao se broj plodova po biljci, njihova masa i promjer. Lulakis i Petsas (1995) testirali su huminske i fulvo kiseline na presadnicama rajčice. Uočili su pojačan rast korijena i izbojaka dva tjedna nakon sjetve te da su visoke koncentracije kiselina imale inhibitorni učinak na rast istih. Na mnogim drugim kulturama zabilježeni su utjecaji kiselina na rast korijena i izbojaka, prinos, usvajanje hranjiva, povećanja broja cvjetova i plodova po biljci, na sadržaj klorofila, ugljikohidrata, na posljedice suše i dr. (Calvo et al., 2014).

Proizvodi na bazi proteina obuhvaćaju hidrolizate mješavine aminokiselina i peptida biljnog i životinjskog podrijetla i pojedinačne aminokiseline kao što su prolin i glutamat. Aminokiseline i peptidi se dobivaju kemijskom, termičkom ili enzimatskom hidrolizom proteina iz nusproizvoda poljoprivredne industrije (Du Jardin, 2015). Mnogobrojna istraživanja pokazala su da imaju učinak na metabolizam biljaka i njihovo zdravlje, usvajanje dušika putem korijena, da povećavaju toleranciju na negativne učinke abiotičkih stresova, te da utječu na povećanje prinosa. Zabilježeni su i neizravni utjecaji kao što su povećana mikrobna aktivnost i biomasa, disanje i plodnost tla (Du Jardin, 2015). Njihova učinkovitost ovisi o odabranom proteinskom supstratu i specifičnim uvjetima hidrolize (Pecha et al., 2011).

Ekstrakti morskih algi su najčešće dobiveni iz smeđih algi kao što su *Ascophyllum nodosum*, *Sargasum*, *Turbinaria* spp. i dr. Dobiveni ekstrakti se mogu koristiti samostalno kao biostimulatori ili u kombinaciji s gnojivima i mikro hranjivima. Utvrđeno je da djeluju kao kelatori poboljšavajući strukturu i prozračnost tla i

iskoristivost hranjiva od strane biljaka. Pokazalo se da kod rajčice i drugih poljoprivrednih kultura utječu na rast korijena (dužina, volumen i lateralni rast). Također je uočeno i pojačano usvajanje makro i mikroelemenata i povećanje prinosa te poboljšana tolerantnost na biotske i abiotske stresove (Calvo et al., 2014). Zapažen je utjecaj i na metabolizam biljaka. U istraživanju na špinatu postignut je veći udio topivih proteina, veći sadržaj flavonoida i povećan antioksidativni kapacitet.

### 3. Materijali i metode

#### 3.1. Kultivari rajčice

U istraživanje su bila uključena dva rana hibridna kultivara rajčice: 'Alamina' i 'Vasanta'.

'Alamina' (slika 3.1.1.) je rani hibridni kultivar kratke vegetacije za uzgoj tijekom proljeća i jeseni. Formira visoku prozračnu stabljiku s ujednačenim plodovima. Plodovi su čvrsti, okruglog oblika i crvene boje te postižu masu od 180 do 220 g. Daje kvalitetne plodove u hladnijem i toplijem dijelu godine te pri smanjenom osvjetljenju. Kultivar je otporan na virus mozaika rajčice, virus pjegavosti i venuća rajčice, baršunastu plijesan lista rajčice, fuzarioze, verticilioze i nematode *Meloidogyne* ([www.kadmo.hr](http://www.kadmo.hr)).



Slika 3.1.1. Plodovi hibridnog kultivara 'Alamina'

Izvor: [www.kadmo.hr](http://www.kadmo.hr)

'Vasanta' (slika 3.1.2.) je semideterminantni hibridni kultivar koji formira bujnu i snažnu stabljiku. Daje čvrste, okrugle plodove, tamnocrvene boje i izvrsne kvalitete, postižu masu od 170 do 200 g. Preporučuje se za rani uzgoj na jednoj grani, a za veći prinos uzgaja se na dvije grane. Kultivar je otporan na virus mozaika rajčice, virus pjegavosti i venuća rajčice, žutu kovrčavost lista rajčice, baršunastu plijesan lista rajčice, fuzarioze, verticilioze i nematode *Meloidogyne* ([www.hollandfarming.ro](http://www.hollandfarming.ro)).



Slika 3.1.2. Plodovi hibridnog kultivara 'Vasanta'

Izvor: [www.hollandfarming.ro](http://www.hollandfarming.ro)

### 3.2. Korišteni biostimulatori

Actiwave (Valagro S.p.A., Italija) je prirodni preparat koji sadrži betain, kaidrin i algininsku kiselinu. Betain poboljšava korištenje dostupne vode i pruža veću otpornost na vanjske utjecaje. Kaidrin pojačava sposobnost biljaka za usvajanja i upotrebu hranjiva čak i u uvjetima koji nisu optimalni za rast. Algininska kiselina poboljšava strukturu i vodozračni odnos tla. Korištenjem Actiwave preparata smanjuje se količina nitrata u voću i povrću i gubitak hranjiva ispiranjem ([www.valagro.com](http://www.valagro.com)).

Humistar (Tradecorp, Španjolska) je biostimulator dobiven iz leonardita koji sadrži huminske i fulvo kiseline, aminokiseline, proteine, peptide i druge spojeve. Koristi se kod poljoprivrednih kultura za poboljšanje usvajanja hranjiva i za bolje ukorjenjivanje biljaka nakon presađivanja, a dodavanjem u tlo poboljšava se struktura i vodozračni odnos te također ima utjecaj i na mikrobiološku aktivnost u tlu. Preparat se može dodavati izravno u tlo ili pomoću navodnjavanja u kombinaciji s drugim gnojivima ([www.agroexpert.hr](http://www.agroexpert.hr)).

Phylgreen (Tradecorp, Španjolska) je tekući preparat dobiven iz smeđe alge *Ascophyllum nodosum*. Dobiven je hladnim prešanjem algi kako bi se sačuvali aktivni sastojci. Preparat ima pozitivno djelovanje na cvatnju i oplodnju čak i pri nepovoljnim vremenskim uvjetima, potiče rast korijena čime se povećava usvajanje hranjiva i vode. Poboljšava metabolizam i vegetativni rast i povećava otpornost na patogene

kao što su botritis, plamenjača, fitoftora i dr. te povećava otpornost na biotske i abiotske stresove kao što su zaslanjenost tla, suša, visoke i niske temperature ([www.agroexpert.hr](http://www.agroexpert.hr)). Pogodan je za primjenu kod svih poljoprivrednih kultura (naročito kod plodovitog povrća) tijekom cijele vegetacije, pogodan je za ekološku proizvodnju jer ne sadrži kemijska otapala i sintetske hormone te je djelotvoran i u malim količinama, za primjenu preko lista upotrebljava se 1 L/ha, a za fertirigaciju 1-2 L/ha. Glavna značajka preparata je visok sadržaj elicitora koji u niskim koncentracijama aktiviraju obrambeni mehanizam kod biljaka izloženih stresnim uvjetima i patogenima ([www.gnojidba.info](http://www.gnojidba.info)).

### 3.3. Izvođenje pokusa

Dvofaktorijalni pokus proveden je 2019. godine u plasteniku na pokušalištu Maksimir Zavoda za povrćarstvo, Agronomskog fakulteta. Postavljen je po metodi slučajnog bloknog rasporeda u tri ponavljanja. U pokusu je prvi faktor bio kultivar rajčice (u dvije stepenice): 'Alamina' i 'Vasanta', a drugi faktor je bila primjena biostimulatora (u četiri stepenice): kontrola bez primjene biostimulatora (K) te biostimulatori: Activwave (A), Humistar (H) i Phylgreen (P). Sjetva sjemena obavljena je 1. ožujka, pikiranje biljaka u fazi kotiledonskih listova i začetka pravog lista 10. ožujka, a presađivanje biljaka s 5 pravih listova na ploče kamene vune 10. svibnja. Rajčice su tretirane biostimulatorima različitih koncentracija: Humistar (3%), Activwave (0,5 %), Phylgreen (0,2 %). Od 29. svibnja do 3. srpnja biljke su jednom tjedno tretirane navedenim otopinama u količini od 0,2 L/biljci. U svrhu utvrđivanja učinkovitosti biostimulatora na tržišni prinos i mineralni sastav plodova postavljena je kontrolna varijanta bez tretmana s biostimulatorima.

Tijekom uzgoja biljkama se fertirigacijom osiguravala standardna hranjiva otopina (Enzo et al., 2001) čiji je sastav naveden u tablici 3.3.1. U početku vegetacije biljke su navodnjavane do 6 puta na dan, a u punoj vegetaciji obroci su povećani i do 24 puta na dan u količini od 4,5 L/biljci/dan. Osim navodnjavanja provodilo se pinciranje zaperaka, vezanje stabljika i rezanje donjih listova.

Tablica 3.3.1. Sastav hranjive otopine

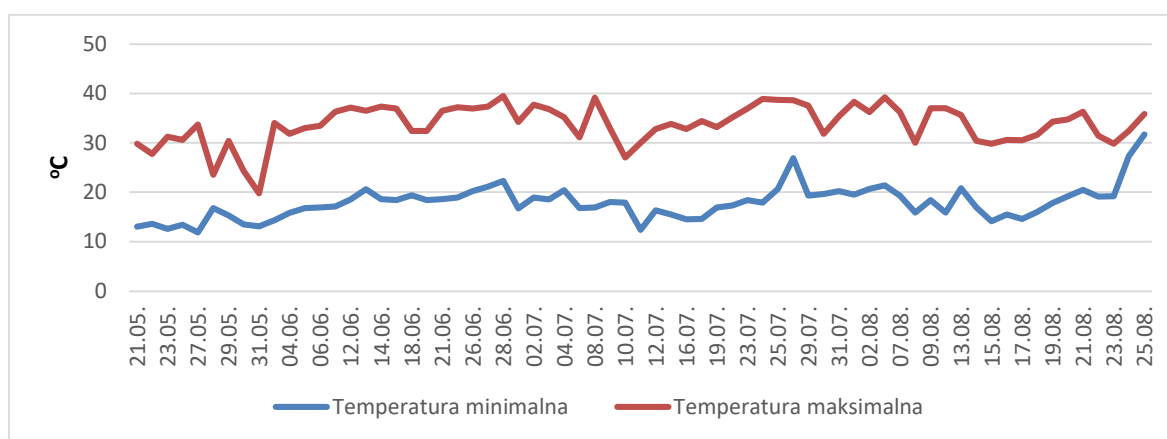
	Spremnik	Zona korijena
EC mS/cm	2,30	3,00
pH	5,5-6,2	5,5-6,2
	Spremnik	
Makroelementi	mmol/L	mg/L
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	13,75	193
H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	1,75	39
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	3,75	120
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	1,25	17,5
K <sup>+</sup>	8,75	342
Ca <sup>2+</sup>	4,25	48
Mg <sup>2+</sup>	2,00	170
Mikroelementi	μmol/L	mg/L
Fe <sup>3+</sup>	15,00	0,80
Mn <sup>2+</sup>	10,00	0,55
B <sup>3+</sup>	30,00	0,33
Zn <sup>2+</sup>	5,00	0,33
Cu <sup>2+</sup>	0,75	0,05
Mo <sup>8+</sup>	0,50	0,05

Izvor: Enzo et al. (2001).

Također, svakodnevno su praćene temperatura i relativna vlaga zraka u plasteniku te pH i EC vrijednosti hranjive otopine u spremniku i području korijena biljaka (tablica 3.3.2.). Iz grafikona 3.3.1. mogu se iščitati svakodnevno bilježene temperature. Najniža temperatura iznosila je 11,9 °C (27. svibanj), a najviša 39,2 °C (6. kolovoz). U grafikonu 3.3.2. prikazana je relativna vlaga zraka. Najviša vlaga zraka (99 %) zabilježena je 12. kolovoza, a najniža (22 %) je zabilježena 12. srpnja.

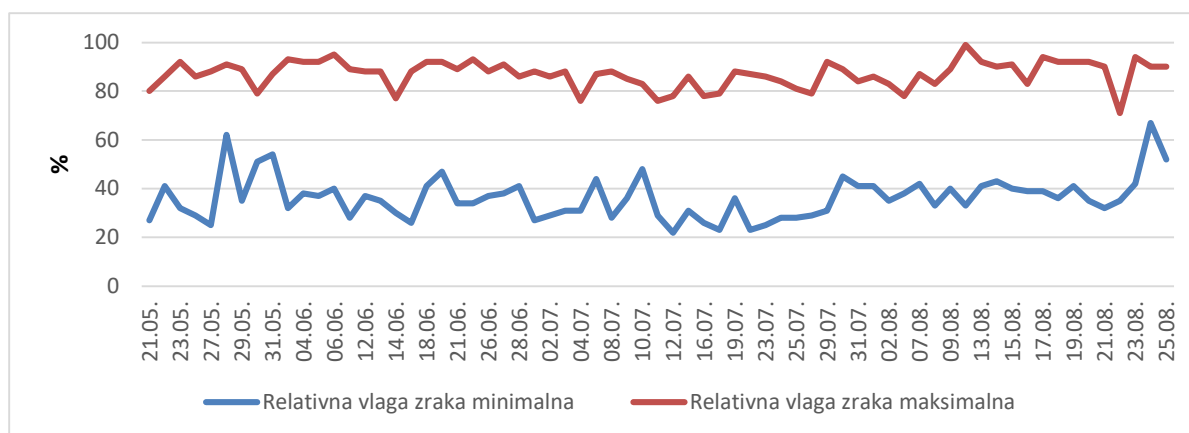
Tablica 3.3.2. pH i EC vrijednost hranjive otopine s obzirom na tretman i vrijeme uzorkovanja

	pH	EC (dS/m)
Datum 29. 5. 2019.		
Spremnik	6,26	2,09
Kontrola	6,92	2,05
Actiwave	6,90	2,00
Humistar	6,88	2,00
Phylgreen	6,73	2,00
Datum 17. 6. 2019.		
Spremnik	6,75	2,00
Kontrola	6,90	1,71
Actiwave	6,98	1,88
Humistar	6,91	1,66
Phylgreen	6,86	1,58



Grafikon 3.3.1. Minimalna i maksimalna temperatura zraka u plasteniku, Zagreb, 2019.





Grafikon 3.3.2. Minimalna i maksimalna relativna vlaga zraka u plasteniku, Zagreb, 2019.

### 3.4. Laboratorijska analiza

U Analitičkom laboratoriju Zavoda za ishranu bilja Agronomskog fakulteta plodovi rajčice bili su podvrgnuti sušenju na 105 °C do konstantne mase, a potom samljeveni i homogenizirani za jednokratno određivanje mineralnog sastava ploda. Za određivanje ukupnog dušika korištena je metoda po Kjeldahlu (AOAC, 2015), za određivanje ukupnog fosfora koristila se spektrofotometrija (AOAC, 2015) nakon digestije s koncentriranom HNO<sub>3</sub> i HClO<sub>4</sub> (MILESTONE 1200 Mega Microwave Digester). Za određivanje ukupnog kalija koristila se plamenfotometrija (AOAC, 2015) nakon digestije s koncentriranom HNO<sub>3</sub> i HClO<sub>4</sub> (MILESTONE 1200 Mega Microwave Digester). Za određivanje ukupnog kalcija i magnezija te ukupnog željeza, mangana, cinka, bakra i teških metala korištena je atomska apsorpcijska spektrometrija (AOAC, 2015) nakon digestije s koncentriranom HNO<sub>3</sub> i HClO<sub>4</sub> (MILESTONE 1200 Mega Microwave Digester).

### 3.5. Statistička analiza

Prikupljeni podaci tijekom provedenog istraživanja statistički su obrađeni u programskom sustavu SAS. Provedena je jednosmjerna analiza varijance (ANOVA), a srednje vrijednosti su uspoređene t-testom na razini različitosti  $p \leq 0,01$ .

## 4. Rezultati i rasprava

### 4.1. Sastavnice prinosa

Od 10. srpnja do 8. kolovoza obavljeno je ukupno 8 berbi plodova rajčice te su bilježene i utvrđene sastavnice prinosa: broj tržnih plodova, masa tržnih plodova, tržni prinos i udio netržnih plodova (tablica 4.1.1.).

Tablica 4.1.1. Sastavnice prinosa rajčice

Tretman		Broj tržnih plodova	Masa tržnih plodova (g)	Tržni prinos (kg/biljka)	Udio netržnih plodova (%)
Kultivar	Alamina (A)	61 <sup>B</sup>	199	12,13 n.s.	35,11 <sup>A</sup>
	Vasanta (V)	68 <sup>A</sup>	173	11,65 n.s.	29,17 <sup>B</sup>
Biostimulator	Kontrola (K)	61 <sup>AB</sup>	192	11,60 n.s.	35,11 n.s.
	Actiwave (A)	59 <sup>B</sup>	192	11,24 n.s.	33,71 n.s.
	Phylgreen (P)	67 <sup>AB</sup>	185	12,24 n.s.	29,47 n.s.
	Humistar (H)	71 <sup>A</sup>	176	12,48 n.s.	29,70 n.s.
Interakcija	A×K	54 <sup>C</sup>	201	10,75 <sup>B</sup>	43,60 <sup>A</sup>
	A×A	56 <sup>C</sup>	191	10,62 <sup>B</sup>	37,08 <sup>AB</sup>
	A×P	62 <sup>BC</sup>	223	13,83 <sup>A</sup>	32,61 <sup>B</sup>
	A×H	74 <sup>A</sup>	180	13,33 <sup>A</sup>	27,45 <sup>B</sup>
	V×K	68 <sup>AB</sup>	183	12,44 <sup>AB</sup>	26,88 <sup>B</sup>
	V×A	62 <sup>BC</sup>	192	11,87 <sup>AB</sup>	30,34 <sup>B</sup>
	V×P	73 <sup>AB</sup>	147	10,65 <sup>AB</sup>	26,26 <sup>B</sup>
	V×H	68 <sup>AB</sup>	172	11,63 <sup>B</sup>	32,67 <sup>AB</sup>

Vrijednosti s različitim slovima u istom stupcu značajno se razlikuju ( $p \leq 0,01$ ).

#### **4.1.1. Broj tržnih plodova**

Iz tablice 4.1.1. vidljivo je da je kultivar rajčice 'Vasanta' ostvario veći broj tržnih plodova (68) od kultivara 'Alamina' (61). Nakon apliciranja biostimulatora, biljke tretirane biostimulatorom Humistar razvile su najveći broj tržnih plodova (71), a zatim biljke tretirane Phylgreenom (67). Znatno manji broj tržnih plodova dale su biljke kod kojih je izostalo tretiranje (61) i kod biljaka na kojima je korišten Actiwave (59). Tijekom testiranja interakcija na kultivaru 'Alamina' najveći broj tržnih plodova ubran je kod rajčica tretiranih Humistatom (74), a zatim kod rajčica tretiranih Phylgreenom (62). Kod rajčica tretiranih Actiwaveom (56) i kod rajčica u kontrolnoj varijanti (54) broj tržnih plodova bio je približno jednak. Kod testiranja na kultivaru 'Vasanta' najveći broj tržnih plodova utvrđen je u interakciji s preparatom Phylgreen (73), a najmanji u interakciji s Actiwaveom (62). Biljke tretirane Humistatom i kontrolne biljke imale su jednak broj tržnih plodova (68).

#### **4.1.2. Masa tržnih plodova**

Prosječna masa tržnih plodova kultivara 'Alamina' iznosila je 199 g, a kultivara 'Vasanta' 173 g, što ukazuje da su plodovi kultivara 'Alamina' bili krupniji. Biljke tretirane Actiwaveom i biljke kod kojih je izostalo tretiranje postigle su najveće i jednake mase tržnih plodova (192 g), a nešto manja masa (185 g) zabilježena je kod biljaka tretiranih Phylgreenom, dok su značajno manju masu (176 g) imali tržni plodovi biljaka tretirani Humistatom. Plodovi kultivara 'Alamina' postigli su najveću masu (223 g) nakon tretiranja preparatom Phylgreen, a zatim u kontrolnom tretmanu (201 g). Značajno manje mase tržnih plodova postigle su biljke ovog kultivara tretirane Actiwaveom (191 g) i Humistatom (180 g). Kultivar 'Vasanta' postigao je najveću masu plodova (192 g) nakon tretiranja Actiwaveom, dok su biljke tretirane Humistatom i Phylgreenom imale manju masu tržnih plodova u odnosu na kontrolnu varijantu.

### **4.1.3. Tržni prinos**

Kultivar 'Alamina' ostvario je nešto veći prinos tržnih plodova (12,13 kg/biljci) u odnosu na kultivar 'Vasanta' (11,65 kg/biljci). Primjenom biostimulatora najveći prinos (12,48 kg/biljci) ostvarile su biljke tretirane Humistarom, zatim Phylgreenom (12,24 kg/biljci), dok su biljke tretirane Actiwaveom imale manji tržišni prinos (11,24 kg/biljci) u odnosu na kontrolni tretman (11,6 kg/biljci). Biljke tretirane Phylgreenom ostvarile su tržišni prinos od 12,24 kg/biljci, a kilogram manje biljke tretirane Actiwaveom. Kod testiranja interakcija na kultivaru 'Alamina' najveći tržišni prinos (13,83 kg/biljci) postignut je Phylgreenom, slijedi Humistar s 13,33 kg/biljci, a podjednak tržišni prinos ostvarile su kontrola (10,75 kg/biljci) i Actiwave (10,62 kg/biljci). Treba naglasiti da kod kultivara 'Vasanta' nije utvrđen pozitivan utjecaj biostimulatora na tržišni prinos, što potvrđuju niže vrijednosti tržišnog prinosa kod sva tri biostimulatora u odnosu na kontrolnu varijantu.

### **4.1.4. Udio netržnih plodova**

Kod kultivara 'Alamina' utvrđen je značajno veći udio (35,11 %) netržnih plodova, oko 17 % više u odnosu na kultivar 'Vasanta'. Primjena biostimulatora nije imala opravdan pozitivan učinak na udio netržnih plodova. U kontrolnom tretmanu je udio netržnih plodova bio relativno veći (35,11 %), nego pri upotrebi biostimulatora: Actiwave (33,71 %), Phylgreen (29,47 %) i Humistar (29,70 %). Kod kultivara 'Alamina' najmanji broj netržnih plodova utvrđen je kod biljaka tretiranih Humistarom (27,45 %) i Phylgreenom (32,61 %), a najveći na kontrolnoj varijanti (43,60 %). Kod kultivara 'Vasanta' situacija je bila obrnuta. Kontrolna varijanta imala je manji broj netržnih plodova u odnosu na primjenu biostimulatora Actiwave i Humistar, dok je nešto manji broj netržnih plodova utvrđen samo kod tretmana Phylgreenom.

## **4.2. Mineralni sastav**

Za analizu mineralnog sastava prikupljeni su reprezentativni uzorci tijekom četiri berbe, 17. i 24. srpnja (2. i 3. berba) za prvo uzorkovanje i 14. i 21. (4. i 5. berba)

kolovoza za drugo uzorkovanje. Do analize koja je provedena u studenome 2019. godine uzorci su čuvani na propisan način u zamrzivaču. Rezultati analize mineralnog sastava plodova rajčice prikazani su u tablicama 4.2.1., 4.2.2. i 4.2.3.

Iako sadržaj makro i mikroelemenata predstavlja relativno mali dio suhe tvari u plodu rajčice, oni su dio nutritivnog profila i imaju značajan utjecaj na kvalitetu i prinos ploda rajčice. Pozitivan i značajan učinak primijenjenih biostimulatora na akumulaciju većine makro i mikroelemenata (N, P, K, Ca, Fe, Zn i Mn) u plodu rajčice utvrđen je u oba uzorkovanja, dok se sadržaj magnezija nije značajnije razlikovao neovisno o primijenjenom biostimulatoru i terminu uzorkovanja.

Analizirajući mineralni sastav po kultivarima, značajno veći sadržaj N, P i Mg, a manji sadržaj Ca utvrđen je kod kultivara 'Vasanta' u odnosu na kultivar 'Alamina', dok je sadržaj kalija bio značajno veći samo u drugom uzorkovanju.

U prvom uzorkovanju (tablica 4.2.1.), značajno veći sadržaj N, P, K i Ca u plodu rajčice utvrđen je u varijantama tretiranim biostimulatorima u odnosu na kontrolnu varijantu dok razlike u sadržaju magnezija među varijantama tretiranim biostimulatorima nisu bile značajne. Značajno najveći sadržaj kalija u plodovima utvrđen je kod varijante tretirane s biostimulatorom Activave koji sadrži betain, kaidrin i algininsku kiselinu, zatim pri tretmanu Humistarom i najmanji pri tretmanu Phylgreenom.

Analizirajući interakciju između kultivara i tretmana biostimulatorima dolazi se do zaključka da je najveći sadržaj dušika kod kultivara 'Alamina', u prvom uzorkovanju utvrđen kod biljaka tretiranih Phylgreenom, a u drugom uzorkovanju kod biljaka tretiranih Humistarom. Kod kultivara 'Vasanta' najveći sadržaj dušika u prvom uzorkovanju utvrđen je kod biljaka tretiranih Humistarom, a u drugom uzorkovanju Phylgreenom.

U odnosu na dušik, sadržaj fosfora u plodu kultivara 'Alamina', u prvom uzorkovanju nije se značajnije razlikovao ovisno o primijenjenom biostimulatoru, dok je kod kultivara 'Vasanta' najveći sadržaj fosfora utvrđen kod biljaka tretiranih Phylgreenom. U drugom uzorkovanju, kod oba kultivara najveći sadržaj fosfora utvrđen je kod biljaka tretiranih biostimulatorom Phylgreenom.

Za razliku od fosfora, najveći sadržaj kalija kod oba kultivara, u prvom uzorkovanju utvrđen je kod biljaka tretiranih biostimulatorom Activave, a u drugom uzorkovanju kod biljaka tretiranih Phylgreenom.

U pogledu kalcija, u prvom uzorkovanju kod kultivara 'Alamina' najveći sadržaj Ca u plodu utvrđen je kod biljaka tretiranih Phylgreenom, a kod kultivara 'Vasanta' kod biljaka tretiranih Actiwaveom. U drugom uzorkovanju, najveći i isti sadržaj Ca u plodu kod kultivara 'Alamina' utvrđen je kod biljaka tretiranih s Actiwaveom i Phylgreenom.

Značajno veći sadržaj Zn, Mn i Cu, u oba uzorkovanja utvrđen je kod kultivara 'Vasanta' u odnosu na kultivar 'Alamina', dok je veći sadržaj Fe utvrđen samo u prvom uzorkovanju (tablica 4.2.3.). Kod oba kultivara, veći sadržaj željeza dobiven je pri tretmanu Phylgreenom, zatim Humistarom, a najmanji pri tretmanu Actiwaveom.

Za razliku od željeza najveći sadržaj cinka u plodovima rajčice, u prvom uzorkovanju utvrđen je kod biljaka tretiranih Humistarom, a u drugom uzorkovanju kod biljaka tretiranih Phylgreenom. Analizirajući interakciju između kultivara i tretmana s biostimulatorima dolazi se do zaključka da je najveći sadržaj cinka kod kultivara 'Alamina', u oba uzorkovanja utvrđen kod biljaka tretiranih Phylgreenom. Kod kultivara 'Vasanta' najveći sadržaj cinka u prvom uzorkovanju utvrđen je kod biljaka tretiranih Humistarom, a u drugom uzorkovanju Phylgreenom.

Sadržaj mangana u plodu rajčice bio je značajno veći kod varijanti tretiranih biostimulatorima u odnosu na kontrolu, dok su razlike između pojedinih biostimulatora bile zanemarive. Analizirajući interakciju između kultivara i tretmana s biostimulatorima dolazi se do zaključka da je najveći sadržaj mangana kod kultivara 'Alamina', u oba uzorkovanja utvrđen kod biljaka tretiranih Humistarom. Kod kultivara 'Vasanta' najveći sadržaj mangana u prvom uzorkovanju utvrđen je kod biljaka tretiranih biostimulatorom Actiwave, a u drugom uzorkovanju Humistarom.

U odnosu na navedene elemente utjecaj biostimulatora na sadržaj bakra nije bio signifikantan u prvom uzorkovanju dok je u drugom uzorkovanju utvrđen značajan i negativan utjecaj. Analizirajući interakciju između kultivara i tretmana s biostimulatorima dolazi se do zaključka da je najveći sadržaj bakra kod kultivara 'Alamina', u oba uzorkovanja utvrđen kod kontrolnih biljaka bez tretmana. Kod kultivara 'Vasanta' najveći sadržaj bakra u prvom uzorkovanju utvrđen je kod biljaka tretiranih s biostimulatorima Actiwave i Humistar, a u drugom uzorkovanju kod kontrolnih biljaka i biljaka tretiranih Phylgreenom.

Tablica 4.2.1. Sadržaj suhe tvari i makroelemenata u plodu rajčice u prvom uzorkovanju

Tretman	Suha tvar (ST), %		Makroelement, % ST					
Kultivar		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	P	K <sub>2</sub> O	K	Ca	Mg
Alamina (A)	6,54	2,26 <sup>B</sup>	1,20 <sup>b</sup>	0,52 <sup>b</sup>	3,87	3,21	0,17 <sup>a</sup>	0,14 <sup>B</sup>
Vasanta (V)	6,49	2,62 <sup>A</sup>	1,21 <sup>a</sup>	0,53 <sup>a</sup>	3,91	3,24	0,16 <sup>b</sup>	0,15 <sup>A</sup>
LSD	0,1517 n.s.	0,0544	0,0088	0,0088	0,0998 n.s.	0,0783 n.s.	0,0088	0,0122
Biostimulator								
Kontrola (K)	6,44 <sup>B</sup>	2,34 <sup>B</sup>	1,12 <sup>C</sup>	0,50 <sup>B</sup>	3,63 <sup>C</sup>	3,01 <sup>C</sup>	0,12 <sup>B</sup>	0,14
Actiwave (A)	6,36 <sup>B</sup>	2,45 <sup>A</sup>	1,22 <sup>B</sup>	0,54 <sup>A</sup>	4,10 <sup>A</sup>	3,41 <sup>A</sup>	0,17 <sup>A</sup>	0,15
Humistar (H)	6,75 <sup>A</sup>	2,50 <sup>A</sup>	1,22 <sup>B</sup>	0,53 <sup>A</sup>	3,96 <sup>AB</sup>	3,29 <sup>AB</sup>	0,18 <sup>A</sup>	0,14
Phylgreen (P)	6,53 <sup>AB</sup>	2,47 <sup>A</sup>	1,25 <sup>A</sup>	0,55 <sup>A</sup>	3,85 <sup>B</sup>	3,20 <sup>B</sup>	0,18 <sup>A</sup>	0,15
LSD	0,2977	0,0769	0,0172	0,0172	0,196	0,1537	0,0172	0,0124 n.s.
Interakcija								
A×K	6,89 <sup>AB</sup>	2,15 <sup>F</sup>	1,09 <sup>d</sup>	0,48 <sup>c</sup>	3,51 <sup>d</sup>	2,91 <sup>d</sup>	0,13 <sup>c</sup>	0,12 <sup>B</sup>
A×A	6,36 <sup>CD</sup>	2,23 <sup>EF</sup>	1,22 <sup>b</sup>	0,53 <sup>a</sup>	4,41 <sup>a</sup>	3,43 <sup>a</sup>	0,17 <sup>ab</sup>	0,14 <sup>AB</sup>
A×H	6,51 <sup>BC</sup>	2,26 <sup>DE</sup>	1,23 <sup>ab</sup>	0,54 <sup>a</sup>	3,97 <sup>ab</sup>	3,30 <sup>ab</sup>	0,18 <sup>ab</sup>	0,14 <sup>AB</sup>
A×P	6,43 <sup>C</sup>	2,37 <sup>D</sup>	1,24 <sup>a</sup>	0,54 <sup>a</sup>	3,85 <sup>bc</sup>	3,19 <sup>bc</sup>	0,19 <sup>a</sup>	0,15 <sup>AB</sup>
V×K	6,00 <sup>D</sup>	2,52 <sup>C</sup>	1,15 <sup>c</sup>	0,51 <sup>b</sup>	3,75 <sup>c</sup>	3,11 <sup>c</sup>	0,11 <sup>c</sup>	0,16 <sup>A</sup>
V×A	6,36 <sup>CD</sup>	2,66 <sup>AB</sup>	1,22 <sup>b</sup>	0,54 <sup>a</sup>	4,07 <sup>a</sup>	3,38 <sup>a</sup>	0,18 <sup>ab</sup>	0,16 <sup>A</sup>
V×H	6,99 <sup>ABC</sup>	2,74 <sup>A</sup>	1,22 <sup>b</sup>	0,52 <sup>ab</sup>	3,96 <sup>ab</sup>	3,28 <sup>ab</sup>	0,16 <sup>b</sup>	0,15 <sup>AB</sup>
V×P	6,63 <sup>ABC</sup>	2,57 <sup>BC</sup>	1,25 <sup>a</sup>	0,55 <sup>a</sup>	3,85 <sup>bc</sup>	3,20 <sup>bc</sup>	0,16 <sup>b</sup>	0,15 <sup>AB</sup>
LSD	0,421	0,1087	0,0175	0,0175	0,1997	0,1566	0,0175	0,0243

Vrijednosti s različitim slovima u istom stupcu značajno se razlikuju ( $p \leq 0,01$ ).

Tablica 4.2.2. Sadržaj suhe tvari i makroelemenata u plodu rajčice u drugom uzorkovanju

Tretman	Suha tvar (ST), %	Makroelement, % ST						
Kultivar		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	P	K <sub>2</sub> O	K	Ca	Mg
Alamina (A)	6,83 <sup>a</sup>	2,39 <sup>B</sup>	1,19 <sup>B</sup>	0,52 <sup>B</sup>	4,20 <sup>B</sup>	3,49 <sup>B</sup>	0,19 <sup>A</sup>	0,13 <sup>B</sup>
Vasanta (V)	6,53 <sup>b</sup>	2,63 <sup>A</sup>	1,27 <sup>A</sup>	0,55 <sup>A</sup>	4,41 <sup>A</sup>	3,66 <sup>A</sup>	0,14 <sup>B</sup>	0,15 <sup>A</sup>
LSD	0,267	0,0769	0,0384	0,0122	0,0941	0,0768	0,0122	0,0122
Biostimulator								
Kontrola (K)	6,67	2,27 <sup>B</sup>	1,09 <sup>C</sup>	0,48 <sup>C</sup>	4,03 <sup>C</sup>	3,35 <sup>C</sup>	0,16 <sup>B</sup>	0,14
Actiwave (A)	6,76	2,59 <sup>A</sup>	1,23 <sup>B</sup>	0,54 <sup>B</sup>	4,28 <sup>B</sup>	3,55 <sup>B</sup>	0,18 <sup>A</sup>	0,14
Humistar (H)	6,77	2,57 <sup>A</sup>	1,27 <sup>B</sup>	0,55 <sup>B</sup>	4,39 <sup>B</sup>	3,64 <sup>B</sup>	0,15 <sup>B</sup>	0,14
Phylgreen (P)	6,52	2,62 <sup>A</sup>	1,32 <sup>A</sup>	0,58 <sup>A</sup>	4,53 <sup>A</sup>	3,76 <sup>A</sup>	0,17 <sup>AB</sup>	0,14
LSD	0,3776 n.s.	0,1087	0,0544	0,0172	0,1331	0,1087	0,0172	0,0124 n.s.
Interakcija								
A×K	6,67 <sup>ab</sup>	2,11 <sup>d</sup>	1,06 <sup>E</sup>	0,46 <sup>F</sup>	3,99 <sup>C</sup>	3,31 <sup>C</sup>	0,19 <sup>ab</sup>	0,12 <sup>C</sup>
A×A	6,85 <sup>a</sup>	2,46 <sup>c</sup>	1,18 <sup>CD</sup>	0,52 <sup>DE</sup>	4,11 <sup>C</sup>	3,41 <sup>C</sup>	0,20 <sup>a</sup>	0,12 <sup>C</sup>
A×H	6,99 <sup>a</sup>	2,50 <sup>c</sup>	1,23 <sup>BC</sup>	0,54 <sup>CD</sup>	4,36 <sup>B</sup>	3,62 <sup>B</sup>	0,18 <sup>bc</sup>	0,14 <sup>BC</sup>
A×P	6,79 <sup>ab</sup>	2,49 <sup>c</sup>	1,30 <sup>AB</sup>	0,57 <sup>AB</sup>	4,36 <sup>B</sup>	3,61 <sup>B</sup>	0,20 <sup>a</sup>	0,13 <sup>C</sup>
V×K	6,66 <sup>ab</sup>	2,43 <sup>c</sup>	1,13 <sup>DE</sup>	0,49 <sup>E</sup>	4,07 <sup>C</sup>	3,38 <sup>C</sup>	0,13 <sup>d</sup>	0,15 <sup>AB</sup>
V×A	6,66 <sup>ab</sup>	2,73 <sup>ab</sup>	1,27 <sup>AB</sup>	0,56 <sup>BC</sup>	4,45 <sup>B</sup>	3,69 <sup>B</sup>	0,17 <sup>c</sup>	0,16 <sup>A</sup>
V×H	6,55 <sup>ab</sup>	2,63 <sup>b</sup>	1,30 <sup>AB</sup>	0,57 <sup>AB</sup>	4,41 <sup>B</sup>	3,66 <sup>B</sup>	0,13 <sup>d</sup>	0,15 <sup>AB</sup>
V×P	6,26 <sup>b</sup>	2,74 <sup>a</sup>	1,35 <sup>A</sup>	0,59 <sup>A</sup>	4,71 <sup>A</sup>	3,90 <sup>A</sup>	0,14 <sup>d</sup>	0,15 <sup>AB</sup>
LSD	0,534	0,1108	0,0769	0,0243	0,1883	0,1537	0,0175	0,0243

Vrijednosti s različitim slovima u istom stupcu značajno se razlikuju ( $p \leq 0,01$ ).



Tablica 4.2.3. Sadržaj mikroelemenata u plodu rajčice u prvom i drugom uzorkovanju

Tretman	Mikroelement, mg/kg ST							
Kultivar	Fe		Zn		Mn		Cu	
Alamina (A)	63,29 <sup>B</sup>	66,48	25,05 <sup>B</sup>	23,13 <sup>B</sup>	26,08 <sup>B</sup>	24,85 <sup>B</sup>	9,93 <sup>B</sup>	8,58 <sup>B</sup>
Vasanta (V)	68,80 <sup>A</sup>	65,36	27,66 <sup>A</sup>	24,94 <sup>A</sup>	29,58 <sup>B</sup>	29,93 <sup>A</sup>	10,56 <sup>A</sup>	9,24 <sup>A</sup>
LSD	3,148	1,334 n.s.	1,445	1,124	1,083	1,259	0,4449	0,3584
Biostimulator								
Kontola (K)	60,78 <sup>C</sup>	61,85 <sup>C</sup>	24,75 <sup>B</sup>	21,97 <sup>C</sup>	26,03 <sup>B</sup>	22,48 <sup>C</sup>	10,23	9,22 <sup>a</sup>
Actiwave (A)	64,22 <sup>BC</sup>	66,43 <sup>B</sup>	26,78 <sup>AB</sup>	23,87 <sup>B</sup>	28,13 <sup>A</sup>	28,34 <sup>B</sup>	10,37	8,78 <sup>ab</sup>
Humistar (H)	66,50 <sup>B</sup>	62,65 <sup>C</sup>	27,95 <sup>A</sup>	24,42 <sup>AB</sup>	28,77 <sup>A</sup>	30,95 <sup>A</sup>	10,3	8,54 <sup>b</sup>
Phylgreen (P)	72,68 <sup>A</sup>	72,75 <sup>A</sup>	25,93 <sup>AB</sup>	25,88 <sup>A</sup>	28,40 <sup>A</sup>	27,79 <sup>B</sup>	10,08	9,08 <sup>ab</sup>
LSD	4,451	2,639	2,043	1,59	1,531	1,735	0,4533 n.s.	0,4264
Interakcija								
A×K	62,23 <sup>B</sup>	64,90 <sup>B</sup>	23,50 <sup>d</sup>	22,27 <sup>DE</sup>	23,57 <sup>c</sup>	20,43 <sup>c</sup>	10,07 <sup>b</sup>	8,73 <sup>BC</sup>
A×A	58,83 <sup>B</sup>	64,53 <sup>B</sup>	25,33 <sup>cd</sup>	23,23 <sup>CDE</sup>	25,87 <sup>d</sup>	26,37 <sup>c</sup>	9,97 <sup>b</sup>	8,60 <sup>C</sup>
A×H	60,33 <sup>B</sup>	59,90 <sup>C</sup>	25,67 <sup>c</sup>	22,37 <sup>DE</sup>	27,57 <sup>c</sup>	27,10 <sup>bc</sup>	9,77 <sup>b</sup>	8,40 <sup>C</sup>
A×P	71,77 <sup>A</sup>	73,60 <sup>A</sup>	25,70 <sup>c</sup>	24,63 <sup>BC</sup>	27,33 <sup>cd</sup>	25,50 <sup>cd</sup>	9,93 <sup>b</sup>	8,57 <sup>C</sup>
V×K	59,33 <sup>B</sup>	58,80 <sup>C</sup>	25,00 <sup>c</sup>	21,67 <sup>E</sup>	28,50 <sup>bc</sup>	24,53 <sup>c</sup>	10,40 <sup>ab</sup>	9,70 <sup>A</sup>
V×A	69,60 <sup>A</sup>	65,33 <sup>B</sup>	28,23 <sup>ab</sup>	24,50 <sup>BCD</sup>	30,40 <sup>a</sup>	30,30 <sup>b</sup>	10,77 <sup>a</sup>	8,97 <sup>B</sup>
V×H	72,67 <sup>A</sup>	65,40 <sup>B</sup>	30,23 <sup>a</sup>	26,47 <sup>AB</sup>	29,97 <sup>ab</sup>	34,80 <sup>a</sup>	10,83 <sup>a</sup>	8,67 <sup>BC</sup>
V×P	73,60 <sup>A</sup>	71,90 <sup>A</sup>	26,17 <sup>bc</sup>	27,13 <sup>A</sup>	29,47 <sup>ab</sup>	30,07 <sup>b</sup>	10,23 <sup>ab</sup>	9,60 <sup>A</sup>
LSD	6,295	3,732	2,082	2,249	1,56	1,827	0,641	0,5341

Vrijednosti s različitim slovima u istom stupcu značajno se razlikuju ( $p \leq 0,01$ ).

Kako se u velikom broju radova mineralni sastav izražava na svježju masu ploda zbog lakše usporedbe dobivenih rezultata s literaturnim podacima ukupne količine makro i mikroelemenata na suhu tvar preračunate su na masu svježeg ploda. U konkretnom slučaju to je i logično jer se plod rajčice u značajnoj mjeri konzumira u svježem stanju.

Sadržaj makroelemenata u svježim plodovima testiranih kultivara rajčice s obzirom na učinak biostimulatora prikazan je u grafikonima 4.2.1. – 4.2.4., a sadržaj mikroelemenata u grafikonima 4.2.5. – 4.2.8.

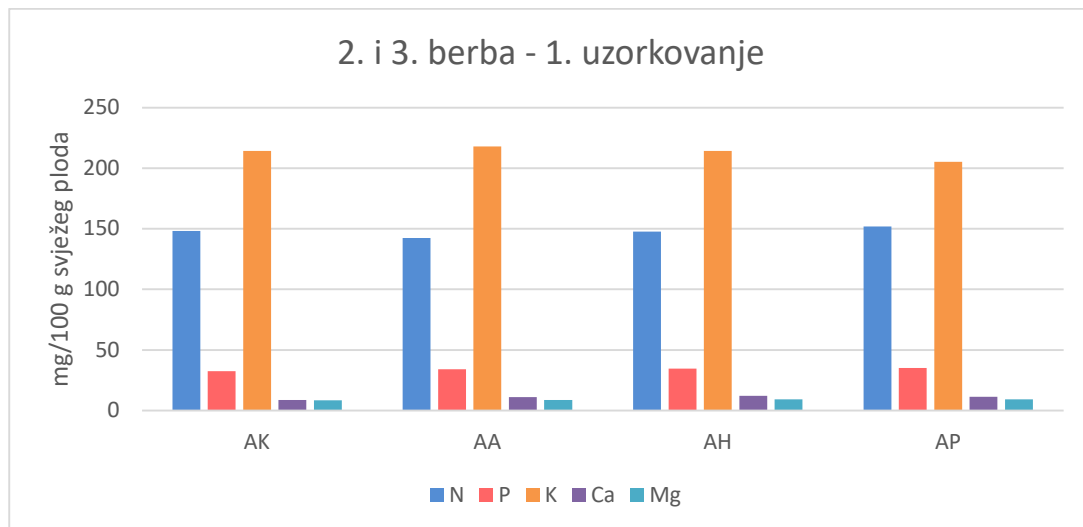
Iz grafikona 4.2.1. i 4.2.2. razvidno je da su vrijednosti dušika u 2. i 3. berbi varirale od 142 do 152 mg N/100 g svježeg ploda kod kultivara 'Alamina' te od 151 do 191 mg N/100 g svježeg ploda kod kultivara 'Vasanta', dok su u 4. i 5. berbi vrijednosti iznosile od 140 do 174 mg N/100 g svježeg ploda kod kultivara 'Alamina' (grafikon 4.2.3.) i 162 do 182 mg N/100 g svježeg ploda kod kultivara 'Vasanta' (grafikon 4.2.4.). Navedene vrijednosti značajno su veće od vrijednosti utvrđenih u istraživanju Chehade et al. (2017) koje su bile u rasponu od 125 do 150 mg N/100 g svježeg ploda.

Količina fosfora u oba kultivara iznosila je od 30 do 38 mg P/100 g svježeg ploda, odnosno u 2. i 3. berbi od 33 do 35 mg P/100 g svježeg ploda kod kultivara 'Alamina' (grafikon 4.2.1.), a kod kultivara 'Vasanta' od 30 do 37 mg P/100 g svježeg ploda (grafikon 4.2.2.). Nešto veće količine utvrđene su u 4. i 5. berbi, od 30 do 37 mg P/100 g svježeg ploda kod kultivara 'Alamina' (grafikon 4.2.3.) i 33 do 38 mg P/100 g svježeg ploda kod kultivara 'Vasanta' (grafikon 4.2.4.). Kao i kod dušika, količina fosfora u drugom uzorkovanju bila je veća nego u prvom uzorkovanju, s najvećom vrijednošću 29 mg P/100 g svježeg ploda.

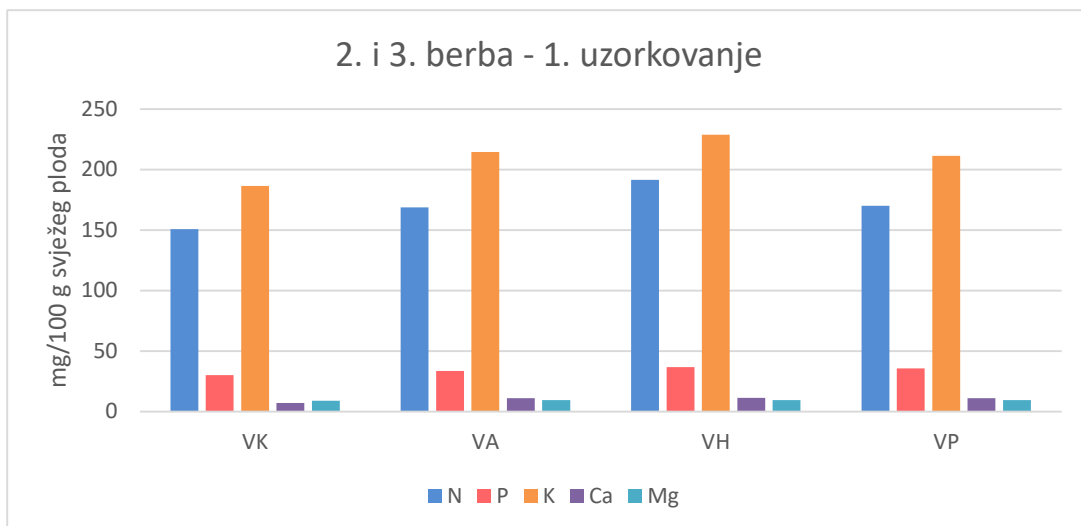
U svježem plodu rajčice, od svih makroelemenata, kalij je najviše zastupljen i njegove vrijednosti bile su značajno više od ostalih minerala. Utvrđene vrijednosti u 2. i 3. berbi kod kultivara 'Alamina' (grafikon 4.2.3.) iznosile su od 205 do 218 mg K/100 g svježeg ploda dok je kod kultivara 'Vasanta' (grafikon 4.2.2.) od 186 do 228 mg K/100 g svježeg ploda. U 4. i 5. berbi vrijednosti kalija povećane su odnosno iznosile su od 221 do 252 mg K/100 g svježeg ploda kod kultivara 'Alamina' (grafikon 4.2.3.) i od 225 do 246 mg K/100 g svježeg ploda kod kultivara 'Vasanta' (grafikon 4.2.4.). Navedene vrijednosti značajno su veće od utvrđenih u istraživanju Chehade et al. (2017) a koje su bile u rasponu od 163 do 191 mg K/100 g svježeg ploda.

Sadržaj kalcija u 2. i 3. berbi varirao je od 8 do 12 mg Ca/100 g svježeg ploda kod kultivara 'Alamina' (grafikon 4.2.3.) te od 7 do 11 mg Ca/100 g svježeg ploda kod kultivara 'Vasanta' (grafikon 4.2.2.). U 4. i 5. berbi ostvareni su nešto bolji rezultati. Kod kultivara 'Alamina' sadržaj kalcija je iznosio od 12 do 13 mg Ca/100 g svježeg ploda (grafikon 4.2.3.), a kod kultivara 'Vasanta' od 8 do 11 mg Ca/100 g svježeg ploda (grafikon 4.2.4.). Za razliku od prethodnih makroelemenata, vrijednosti kalcija kod oba testirana kultivara bile su značajno niže u usporedbi s vrijednostima iz istraživanja Chehade et al. (2017) gdje su vrijednosti kalcija bile od 18 do 24 mg Ca/100 g svježeg ploda.

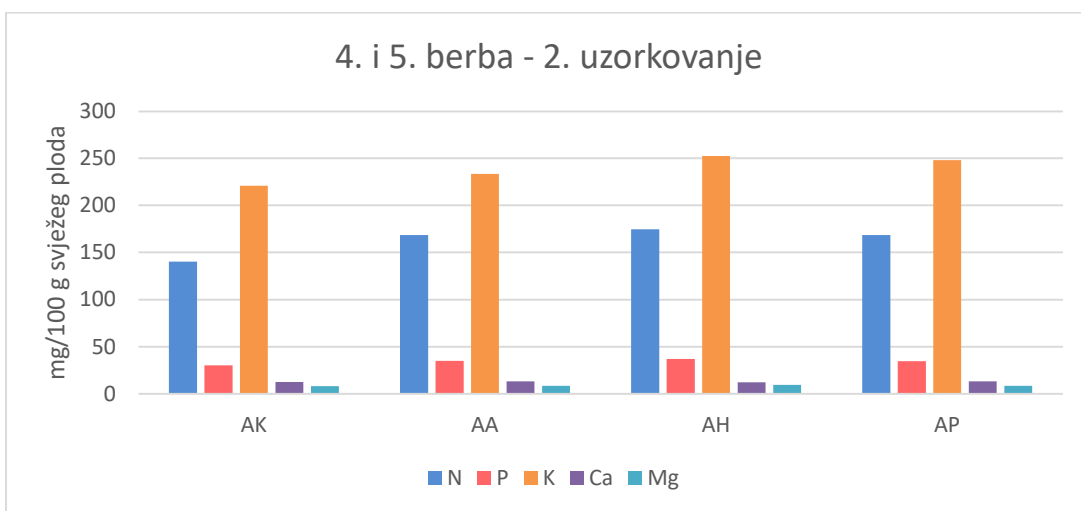
Sadržaj magnezija, u 2. i 3. berbi je iznosio od 8 do 9 mg Mg/100 g svježeg ploda kod kultivara 'Alamina' (grafikon 4.2.3.) i od 9 do 10 mg Mg/100 g svježeg ploda kod kultivara 'Vasanta' (grafikon 4.2.2.). U 4. i 5. berbi vrijednosti magnezija kod kultivara 'Alamina' (grafikon 4.2.3.) bile su jednake kao i kod 2. i 3. berbe (grafikon 4.2.1.), dok se kod kultivara 'Vasanta' količina magnezija neznatno povećala i bila je u rasponu od 9 do 11 mg Mg/100 g svježeg ploda (grafikon 4.2.4.). Kao i kod kalcija, utvrđene vrijednosti za magnezij bile su značajno niže od vrijednosti koje navode Chehade et al. (2017), a koje iznose od 13 do 16 mg Mg/100 g svježeg ploda.



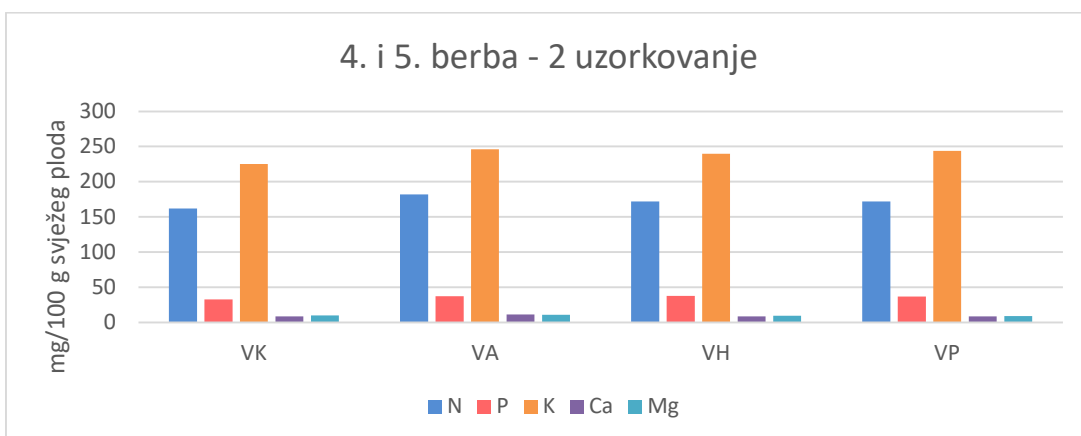
Grafikon 4.2.1. Sadržaj makroelemenata u svježem plodu rajčice kultivara 'Alamina' (mg/100 g svježeg ploda)



Grafikon 4.2.2. Sadržaj makroelemenata u svježem plodu rajčice kultivara 'Vasanta' (mg/100 g svježeg ploda)



Grafikon 4.2.3. Sadržaj makroelemenata u svježem plodu rajčice kultivara 'Alamina' (mg/100 g svježeg ploda)



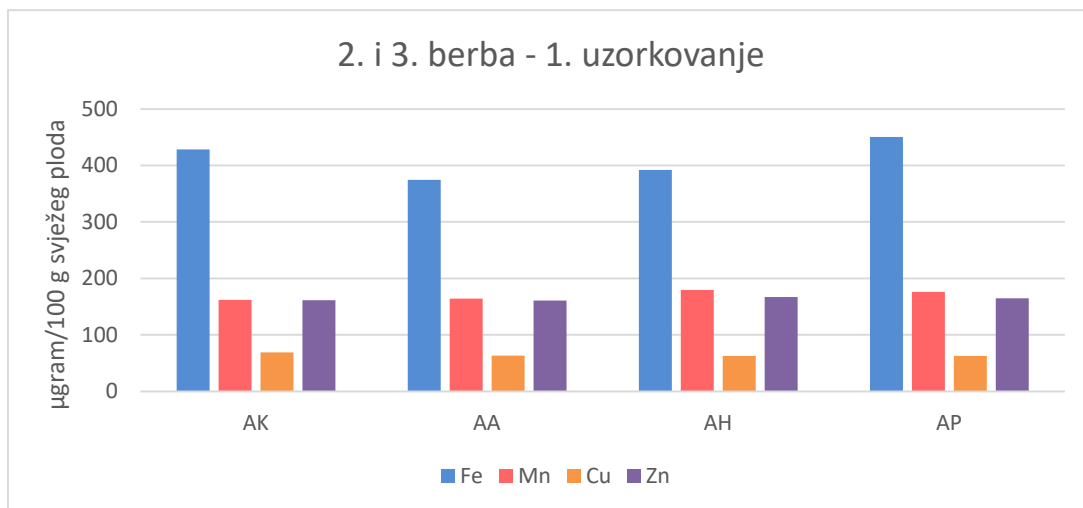
Grafikon 4.2.4. Sadržaj makroelemenata u svježem plodu rajčice kultivara 'Vasanta' (mg/100 g svježeg ploda)

U 2. i 3. berbi količina željeza kod kultivara 'Alamina' iznosila je od 374 do 450  $\mu\text{g Fe}/100\text{ g}$  svježeg ploda (grafikon 4.2.5.) i od 355 do 508  $\mu\text{g Fe}/100\text{ g}$  svježeg ploda kod kultivara 'Vasanta' (grafikon 4.2.6.). U 4. i 5. berbi količina željeza kod kultivara 'Alamina' (grafikon 4.2.7.) se povećala i iznosila je od 418 do 499  $\mu\text{g Fe}/100\text{ g}$  svježeg ploda, dok se kod kultivara 'Vasanta' količina smanjila i bila je u rasponu od 391 do 449  $\mu\text{g Fe}/100\text{ g}$  svježeg ploda (grafikon 4.2.8.). Utvrđene vrijednosti bile su značajno više od vrijednosti koje su navedene kod Chehade et al., a koje iznose od 164 do 231  $\mu\text{g Fe}/100\text{ g}$  svježeg ploda.

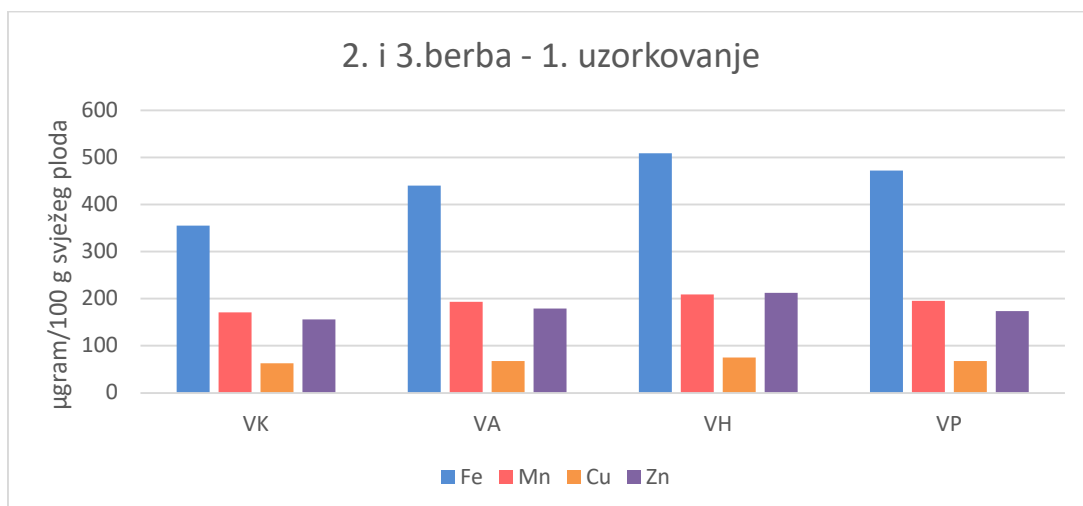
Naspram željeza, količine mangana u 2. i 3. berbi iznosile su od 162 do 179  $\mu\text{g Mn}/100\text{ g}$  svježeg ploda kod kultivara 'Alamina' (grafikon 4.2.5.) te od 170 do 209  $\mu\text{g Mn}/100\text{ g}$  svježeg ploda kod kultivara 'Vasanta' (grafikon 4.2.6.). U 4. i 5. berbi količine željeza iznosile su od 136 do 189  $\mu\text{g Mn}/100\text{ g}$  svježeg ploda kod kultivara 'Alamina' (grafikon 4.2.7.) i 163 do 227  $\mu\text{g Mn}/100\text{ g}$  svježeg ploda kod kultivara 'Vasanta' (grafikon 4.2.8.). Navedene vrijednosti bile su značajno više od vrijednosti željeza kod Chehade et al. (2017), a koje iznose od 47 do 78  $\mu\text{g Mn}/100\text{ g}$  svježeg ploda.

Naspram drugih elemenata, svježa rajčica sadrži veoma male količine bakra. U 2. i 3. berbi plodovi kultivara 'Alamina' sadržavali su bakar u rasponu od 63 do 69  $\mu\text{g Cu}/100\text{ g}$  svježeg ploda (grafikon 4.2.5.), dok su plodovi kultivara 'Vasanta' sadržavali od 62 do 75  $\mu\text{g Cu}/100\text{ g}$  svježeg ploda (grafikon 4.2.6.). U 4. i 5. berbi bile su nešto niže količine, od 57 do 58  $\mu\text{g Cu}/100\text{ g}$  svježeg ploda kod kultivara 'Alamina' (grafikon 4.2.7.) i od 56 do 64  $\mu\text{g Cu}/100\text{ g}$  svježeg ploda kod kultivara 'Vasanta' (grafikon 4.2.8.). Utvrđene vrijednosti bile su značajno niže naspram vrijednosti bakra kod Chehade et al (2017). U svježem plodu rajčice utvrdili su sadržaj u rasponu od 75 do 86  $\mu\text{g Cu}/100\text{ g}$  svježeg ploda.

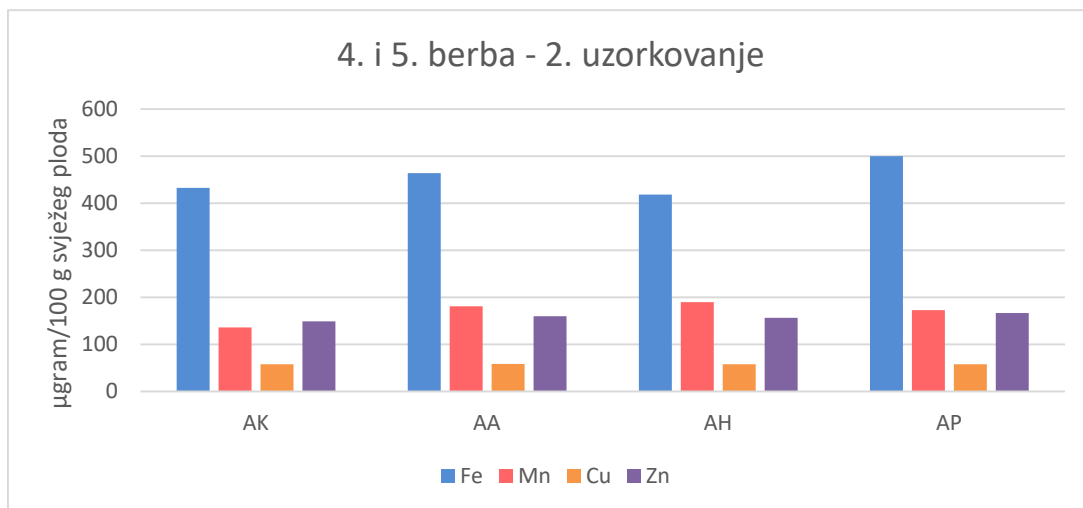
Količine cinka u kultivarima iznosile su od 160 do 167  $\mu\text{g Zn}/100\text{ g}$  svježeg ploda kod kultivara 'Alamina' (grafikon 4.2.5.) te od 155 do 179  $\mu\text{g Zn}/100\text{ g}$  svježeg ploda kod kultivara 'Vasanta' (grafikon 4.2.6.), s iznimkom od 212  $\mu\text{g Zn}/100\text{ g}$  svježeg ploda utvrđenog kod kultivara 'Vasanta' tretiranog Humistarom. U 4. i 5. berbi, kultivar 'Alamina' je dao slabije rezultate, sadržavao je od 148 do 166  $\mu\text{g Zn}/100\text{ g}$  svježeg ploda (grafikon 4.2.7.), dok je kultivar 'Vasanta' sadržavao od 144 do 173  $\mu\text{g Zn}/100\text{ g}$  svježeg ploda (grafikon 4.2.8.). Kod Chehade et al. (2017) vrijednost mangana bila je u rasponu od 135 do 185  $\mu\text{g Zn}/100\text{ g}$  svježeg ploda.



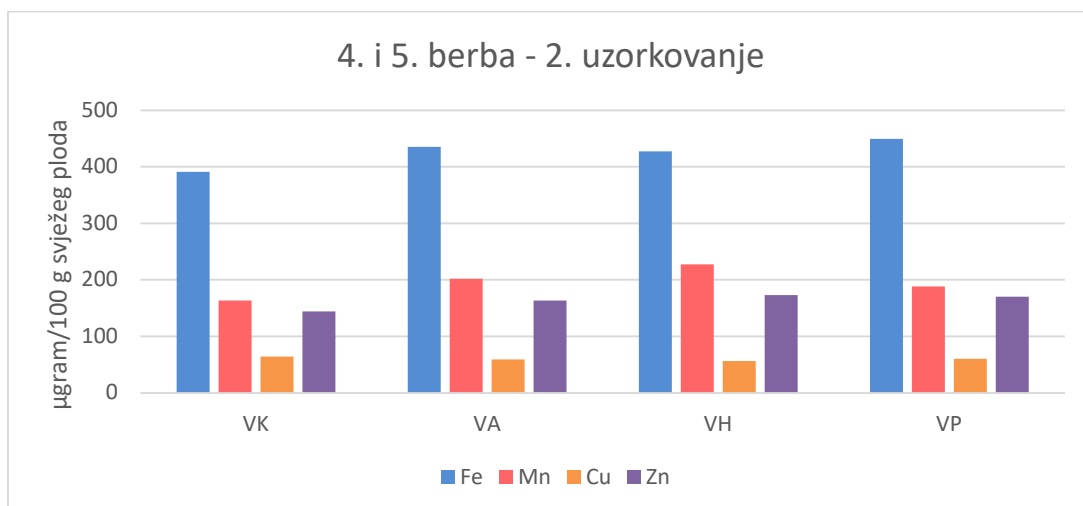
Grafikon 4.2.5. Sadržaj mikroelemenata u plodu rajčice kultivara 'Alamina' (µg/100 g svježeg ploda)



Grafikon 4.2.6. Sadržaj mikroelemenata u plodu rajčice kultivara 'Vasanta' (µg/100 g svježeg ploda)



Grafikon 4.2.7. Sadržaj mikroelemenata u plodu rajčice kultivara 'Alamina' (µg/100 g svježeg ploda)



Grafikon 4.2.8. Sadržaj mikroelemenata u plodu rajčice kultivara 'Vasanta' (µg/100 g svježeg ploda)

## 5. Zaključak

Temeljem dobivenih rezultata istraživanja utjecaja biostimulatora na prinos i mineralni sastav ploda rajčice u hidroponskom uzgoju mogu se izvesti sljedeći zaključci:

- kultivar 'Vasanta' daje značajno veći broj tržnih plodova u odnosu na kultivar 'Alamina', a najveći utjecaj na ovo svojstvo imala je primjena biostimulatora Humistar i Phylgreen,
- u masi tržnih plodova i tržnom prinosu nije bilo značajnih razlika između kultivara niti između tretmana s biostimulatorima. Masa tržnih plodova je kod svih tretmana bila unutar raspona karakterističnog za testirane kultivare. Relativno najveću masu tržnog ploda ostvarila je kombinacija kultivar 'Alamina' i biostimulator Phylgreen, dok je značajno najveći tržni prinos utvrđen pri kombinacijama kultivar 'Alamina' i biostimulatora Phylgreen i Humistar,
- kultivar 'Alamina' imao je značajno veći udio netržnih plodova, za oko 6 % u odnosu na kultivar 'Vasanta'. Relativno najveći udio netržnih plodova zabilježen je u kontrolnom tretmanu bez primjene biostimulatora. Značajno najveći udio netržnih plodova ostvaren je kod kombinacije kultivara 'Alamina' bez biostimulatora i s biostimulatorom Actiwave,
- utvrđeno je da kultivar 'Vasanta' sadrži više makro i mikroelemenata, izuzev kalcija, u odnosu na kultivar 'Alamina'. Također je utvrđeno da su svi biostimulatori imali pozitivan utjecaj na usvajanje minerala. Jedinu mineralnu komponentu na koju biostimulatori nisu utjecali bili su magnezij i bakar dok je sadržaj kalija bio značajan samo u drugom uzorkovanju.

Testirani biostimulatori pokazali su potencijal za unaprjeđenje poljoprivrede; poboljšali su akumulaciju većine makro i mikroelemenata te su utjecali na neke komponente prinosa. Iz tih razloga potrebna su daljnja istraživanja i njihov daljnji razvoj kako bi se proširilo znanje o njihovom mehanizmu djelovanja i otklonili njihovi nedostaci.



## 6. Popis literature

1. Adani F., Genevini P., Zaccheo P., Zocchi G. (1998). The effect of commercial humic acid on tomato plant growth and mineral nutrition. *Journal of Plant Nutrition*, 21(3): 561–575. doi: 10.1080/01904169809365424.
2. Alori E. – T., Babalola O. – O. (2018). Microbial Inoculants for Improving Crop Quality and Human Health in Africa. *Front. Microbiol.* 9:2213. doi: 10.3389/fmicb.2018.02213.
3. Arora N. – K., Khare E., Maheshwari D. – K. (2010). Plant Growth Promoting Rhizobacteria: Constraints in Bioformulation, Commercialization, and Future Strategies. *Microbiology Monographs*, 97–116. doi: 10.1007/978-3-642-13612-2\_5.
4. Berg G. (2009). Plant–microbe interactions promoting plant growth and health: perspectives for controlled use of microorganisms in agriculture. *Appl Microbiol Biotechnol.* 84(1): 11–18. doi: 10.1007/s00253-009-2092–7.
5. Bogović M. (2011). Hidroponski uzgoj povrtnih kultura. *Glasnik zaštite bilja*. 34 (6): 12–16. <https://hrcak.srce.hr/file/240485> – pristupljeno: 3.6.2022.
6. Calvo P., Nelson L., Kloepper J. – W. (2014). Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant and Soil* 383: 3–41. doi: 10.1007/s11104-014-2131-8.
7. Abou Chehade L., Al Chami Z., De Pascali S. – A., Cavoski I., Fanizzi F. – P. (2017). Biostimulants from food processing by – products: agronomic, quality and metabolic impacts on organic tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 98(4): 1426-1436. doi: 10.1002/jsfa.8610.
8. Čoga L. (2018). Ishrana bilja u zaštićenim prostorima. Interna predavanja. Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet.
9. Du Jardin P. (2015). Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. *Scientia Horticulturae*, 196: 3-14.
10. Enzo M., Gianquinto G., Lazzarin R., Pimpini F., Sambo P. (2001). *Principi Technico-agronomici della fertirrigazione e del fuori suolo*. Padova: Tipografikonia Garbin.

11. Grujić Tomas N. (2019). Hidroponski uzgoj biljaka. Završni rad. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku. Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek. <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:346484>. – pristupljeno: 2.6.2022.
12. Jonas J. – B. (1982). Hydroponics: it's history and use in plant nutrition studies. *Journal of Plant Nutrition*, 5(8). doi: 10.1080/01904168209363035.
13. Lešić R., Borišić J., Buturac I., Herak-Čustić M., Poljak M., Romić D. (2004). Rajčica u: *Povrćarstvo. II. dopunjeno izdanje*. Zrinski d.d., Čakovec. 4: 261–296.
14. Lulakis M. – D., Petsas S. – I. (1995). Effect of humic substances from vinecanes mature compost on tomato seedling growth. *Bioresour Technol* 54(2):179–182. doi: 10.1016/0960-8524(95)00129-8.
15. Pecha J., Fürst T., Kolomazník K., Friebrová V., Svoboda P. (2011). Protein biostimulant foliar uptake modeling: The impact of climatic conditions. *AIChE Journal*, 58(7): 2010–2019. doi: 10.1002/aic.12739
16. Razifard H., Ramos A., Della Valle A., Bodary C., Goetz E., Manser E., Li X., Zhang L., Visa S., Tieman D., van der Knaap E., Caicedo A. (2020). Genomic evidence for complex domestication history of the cultivated tomato in Latin America. *Mol. Biol. Evol.* 37(4): 1118–1132.
17. Yakhin O. – I., Lubyantsev A. – A., Yakhin I. – A., Brown P. – H. (2017). Biostimulants in Plant Science: A Global Perspective. *Front. Plant Sci.* 7:2049. doi: 10.3389/fpls.2016.02049.
18. Yildirim E. (2007). Foliar and soil fertilization of humic acid affect productivity and quality of tomato. *Acta Agric Scand* 57(2): 182–186, Sect. B.
19. Schneider U. – A., Havlík P., Schmid E., Valin H., Mosnier A., Obersteiner M., Böttcher H., Skalský R., Balkovič J., Sauer T., Fritz S. (2011). Impacts of population growth, economic development, and technical change on global food production and consumption. *Agricultural Systems*, 104(2): 204–215. doi: 10.1016/j.agsy.2010.11.003.
20. Schönherr J. (2001). Cuticular penetration of calcium salts: effects of humidity, anions, and adjuvants. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 164(2), 225–231. doi: 10.1002/1522-2624(200104)164:2<225::AID-JPLN225>3.0.CO;2-N.

21. Vitorino L. – C., Bessa L. – A. (2017). Technological Microbiology: Development and Applications. Front. Microbio. 8. doi: 10.3389/fmicb.2017.00827.

Web poveznice:

1. <https://agroexpert.hr/humistar/> – pristupljeno: 10.6.2022.
2. <https://agroexpert.hr/phylgreen/> – pristupljeno: 10.6.2022.
3. <https://hollandfarming.ro/vasanta-f1-rz/> – pristupljeno: 8.6.2022.
4. <https://www.aoac.org/official-methods-of-analysis-21st-edition-2019/>
5. <https://www.kadmo.hr/rajcica/966-alamina-f1-rz-novo> – pristupljeno: 8.6.2022.
6. <https://gnojdba.info/biostimulatori/phylgreen/> – pristupljeno: 14.7.2022.

Izvor slika

1. Hollandfarming: <https://hollandfarming.ro/vasanta-f1-rz/>
2. Kadmo: <https://www.kadmo.hr/rajcica/966-alamina-f1-rz-novo>

## Životopis

Anja Gotić rođena je 28. veljače 1993. u Zagrebu. Pohađala je Prehrambeno-tehnološku školu u Zagrebu od 2007. do 2011., a preddiplomski studij Biljne znanosti na Agronomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu upisuje 2012. godine. Završni rad obranila je u rujnu 2017. nakon čega upisuje diplomski studij Hortikultura – Povrćarstvo. Od stranih jezika aktivno koristi engleski (razumjevanje – C2, govor – B2, pisanje – B1) te ima položenu A1 razinu francuskog jezika. Tijekom studija volontirala je godinu dana u Botaničkom vrtu PMF-a gdje je sudjelovala u organizaciji i provedbi raznih radionica. Također je pohađala i tečaj govorništva u trajanju od dva mjeseca.