Utjecaj glistinca i mineralne gnojidbe na status hraniva u plodu rajčice

Pavlovski, Stefan

Master's thesis / Diplomski rad

2021

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:204:047592

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
University of Zagreb
Faculty of Agriculture

UTJECAJ GLISTINCA I MINERALNE GNOJIDBE NA STATUS HRANIVA U PLODU RAJČICE

DIPLOMSKI RAD

Stefan Pavlovski

Zagreb, rujan 2021.

Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture

Diplomski studij:

Agroekologija - agroekologija

UTJECAJ GLISTINCA I MINERALNE GNOJIDBE NA STATUS HRANIVA U PLODU RAJČICE

DIPLOMSKI RAD

Stefan Pavlovski

Mentor:

Izv. prof. dr. sc. Aleksandra Perčin

Zagreb, rujan 2021.

Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture

IZJAVA STUDENTA

O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, **Stefan Pavlovski**, JMBAG 2420003789, rođen 14.12.1989. u Puli, izjavljujem da sam samostalno izradio diplomski rad pod naslovom:

UTJECAJ GLISTINCA I MINERALNE GNOJIDBE NA STATUS HRANIVA U PLODU RAJČICE

Svojim potpisom jamčim:

- da sam jedina autorica/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 upoznata/upoznat s odredbama Etičkog kodeksa Sveučilišta u Zagrebu (Čl. 19).

U Zagrebu, dana _____ _____

Potpis studenta / studentice

Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture

IZVJEŠĆE

O OCJENI I OBRANI DIPLOMSKOG RADA

Diplomski rad studenta/ice **Stefan Pavlovski**, JMBAG 2420003789, naslova

UTJECAJ GLISTINCA I MINERALNE GNOJIDBE NA STATUS HRANIVA U PLODU RAJČICE

obranjen je i ocijenjen ocjenom _____ , dana _____ .

Povjerenstvo:			potpisi:
1.	izv. prof. dr. sc. Aleksandra Perčin	mentor	_____
2.	izv. prof. dr. sc. Božidar Benko	član	_____
3.	izv. prof. dr. sc. Marko Petek	član	_____
4.	Marija Galić, mag.ing.agr.	neposredni voditelj	_____

Zahvala

Ovime prvenstveno zahvaljujem svojem ocu Aleksandru jer je bio sa mnom tijekom cijelog istraživanja i pomagao mi u tehničkim stvarima, zalijevanju i gnojidbi. Ujaku, isto Aleksandru, jer mi je ustupio parcelu na kojoj sam vršio istraživanje, i naravno stricu Milanu bez čijih kalifornijskih crvenih glista ovaj diplomski rad ne bi bio ostvariv. Također zahvaljujem majci Suzani i prijatelju Marku što su me bodrili i bili uz mene kao moralna podrška u izradi pisanog dijela rada. Naposljetku, veliko hvala mentorici izv. prof. dr. sc. Aleksandri Perčin što je imala strpljenja i razumijevanja sa mnom, iako sam diplomski razvukao i više nego sam trebao, te bila uvijek spremna na konzultacije i mudar savjet. Neposrednoj voditeljici Mariji Galić, mag. ing. agr. zahvaljujem na pomoći oko laboratorijskih analiza.

Sadržaj

1. Uvod 1

1.1. Cilj rada 1

2. Pregled literature 2

2.1. Rajčica 2

2.1.1. Uzgoj rajčice i proizvodnja u svijetu 3
2.1.2. Organska gnojidba i potrebe za hranivima 4

2.2. Glistinac 5

2.2.1. Primjena glistinca 6
2.2.2. Utjecaj glistinca na suzbijanje bolesti i štetočinja 7

2.3. Crvenica (terra rossa) 8

3. Materijal i metode 10

3.1. Poljsko istraživanje 10

3.2. Meteorološki uvjeti u svibnju 2019. 13

3.3. Laboratorijsko istraživanje 14

3.4. Statistička analiza 16

4. Rezultati i rasprava 17

4.1. Sadržaj hraniva u primijenjenom glistincu i početno stanje tla 17

4.2. Status hraniva u plodu i zelenoj masi rajčice s obzirom na primijenjenu 19

mineralnu i organsku gnojidbu 19

5. Zaključci 26

6. Popis literature 27

7. Životopis 30

Sažetak

Diplomskog rada studenta **Stefana Pavlovskog**, naslova

UTJECAJ GLISTINCA I MINERALNE GNOJIDBE NA STATUS HRANIVA U PLODU RAJČICE

Lumbrikompost, glistinac, organsko gnojivo dobiveno preradom organskog otpada, stajskog gnoja i ostataka hrane, voća i povrća, korištenjem kalifornijskih crvenih glista sve se više koristi kao alternativa konvencionalnim gnojivima radi dugoročnog očuvanja plodnosti tla i ekosustava. Cilj ovog diplomskog rada bio je utvrditi status hraniva (N, P, K, S) u plodu i zelenoj masi rajčice s obzirom na primijenjenu mineralnu i organsku gnojidbu kao i utvrditi sadržaj hraniva (N, P, K, S, Cu, Fe, Mn, Zn, Ni) u primijenjenom glistincu. Poljski pokus s rajčicom 'St. Pierre' postavljen prema principu Latinskog kvadrata na crvenici u Vodnjanu sastojao se od tri tretmana: kontrolnog (bez gnojidbe), mineralne gnojidbe (NPK 5-20-30; 50 g/m^2) i organske gnojidbe (100 g čistog glistinca uz sam korijen biljke). Rezultati ukazuju da je primijenjeni glistinac visokovrijedno organsko gnojivo u kojemu sadržaj hraniva varira od 13 mg Ni/kg do 47,2 g Ca/kg. Ukupni dušik u plodu rajčice značajno je varirao od 21,5 do 26,1 g/kg, a u zelenoj masi biljke od 26,1 do 27,0 g/kg. Ukupni sumpor u plodu rajčice bio je u rasponu od 1871 mg/kg do 2135 mg/kg pri čime su podjednaki utjecaj imala oba gojidbena tretmana, dok je u zelenoj masi biljke primjena glistinca rezultirala statistički najvišom količinom akumuliranog sumpora (4663 mg/kg). Ukupni kalij u plodu rajčice varirao je od 31,7 do 37,7 g/kg na čiju je varijabilnost bez značajnih razlika utjecala i mineralna i organska gnojidba, dok je u zelenoj masi biljke tretman s glistincem značajno pridonio usvajanju kalija (35,0 g/kg). Ukupni fosfor u plodu rajčice bio je pod značajnim utjecajem primijenjenog glistinca na čijem je tretmanu zabilježeno 5686 mg P/kg, dok je sadržaj ovog istog hraniva u zelenoj masi rajčice varirao od 1935 do 3099 mg/kg.

Ključne riječi: rajčica (*Lycopersicon esculentum* Mill.), dušik, sumpor, fosfor, kalij

Summary

Of the master's thesis - student **Stefan Pavlovski,** entitled

INFLUENCE OF VERMICOMPOST AND MINERAL FERTILIZATION ON NUTRENT STATUS IN TOMATO FRUIT

Lumbrikompost, earthworm, organic fertilizer obtained by processing organic waste, manure and food residues, fruits and vegetables, using California red earthworms is increasingly used as an alternative to conventional fertilizers in order to to preserve soils and ecosystem. The aim of this thesis was to determine the status of nutrients (N, P, K, S) in the fruit and green mass of tomatoes due to applied mineral and organic fertilization as well as to determine the content of nutrients (N, P, K, S, Cu, Fe, Mn, Zn, Ni) in the applied vermicompost. The field experiment was set up according to the Latin square on terra rossa in Vodnjan and included three treatments: control (without fertilization), mineral fertilization (NPK 5-20-30; 50 g/m^2) and organic fertilization (100 g of pure vermicompost along to the root of each plant) and test culture - tomato ''St.Pierre'' variety. The results indicate that the applied vermicompost is a high-value organic fertilizer in which the nutrient content varies from 13 mg Ni/kg to 47.2 g Ca/kg. The total nitrogen in the tomato fruit varied significantly from 21.5 g/kg to 26.1 g/kg while in the green mass of the plant from 26.1 g/kg to 27.0 g/kg. The total sulfur in the tomato fruit was ranged from 1871 mg/kg to 2135 mg/kg, where both fertilization treatments had similar effect on S status u tomato fruit, while in the green mass the application of vermicompost resulted the statistically highest amount of accumulated sulfur (4663 mg/kg). The total potassium in the tomato fruit varied from 31.7 g/kg to 37.7 g/kg and variability was significantly affected by both form of fertilization, while in the green mass of the plant the treatment with vermicompost significantly contributed to potassium uptake (35.0 g/kg). The total phosphorus in the tomato fruit was significantly influenced by the application of vermicompost (5686 mg P/kg), while the content in the green mass of tomatoes varied from 1935 mg/kg to 3099 mg/kg.

Keywords: tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) ,nitrogen, sulfur, phosphorus, potassium

1. Uvod

Glavni izazov kojim se poljoprivreda danas suočava je osigurati dostatnu količinu hrane, ali i dugoročnu plodnost tla uz sprječavanje njegove daljnje degradacije koja je često uzrokovana prekomjernom mineralnom gnojidbom kao uobičajenom agrotehničkom mjerom u konvencionalnoj poljoprivredi. U rješavanju toga izazova lumbrikompost, glistinac, pokazao se kao jedno od najboljih rješenja. To je humus dobiven preradom organskog otpada, stajskog gnoja i ostataka hrane, voća i povrća, korištenjem kalifornijskih crvenih glista kao primarnih proizvođača komposta. Njegove dobrobiti na plodnost tla su višestruke: poboljšava strukturu tla, infiltraciju vode, kapacitet tla za vodu te opskrbljuje tlo makro i mikrohranivima (Dugonjić, 2000). Zbog tih svojstava svrstava se u odličnu alternativu mineralnoj gnojidbi čija dugogodišnja i nekontrolirana primjena često izaziva ekološke probleme (onečišćenje tla, voda i zraka) te se povezuje sa narušavanjem strukture tla, reduciranjem mikroflore, onečišćenjem voda, hrane te dovodi do zakiseljavanja tla (Vukadinović, 2015). Njegova primjena bi osobito trebala biti rasprostranjena u održivom obliku poljoprivredne prakse, onom obliku poljoprivrede koji se može definirati kao skup praksi koje doprinose očuvaju resursa i okoliša bez ugrožavanja ljudskih potreba pri čemu su organska gnojiva poput glistinca jedan od glavnih stupova (Tilman i sur., 2002). Međutim, čini se da postoje jasne razlike između pojedinih vermikomposta i komposta u pogledu sadržaja hranjivih tvari, prirode njihovih mikrobnih zajednica i njihovih učinaka na rast biljaka (Atiyeh i sur., 2000a).

Zbog svega navedenoga, a uzimajući u obzir činjenicu da utjecaj glistinca na status hraniva u pojedinim kulturama nije dovoljno istražen, poznavanje ovog doprinosa dodatno bi doprinijelo njegovoj primjeni. Stoga je provođenje poljskog istraživanja utjecaja glistinca i mineralne gnojidbe na kemijske značajke rajčice 'St.Pierre' svrsishodno i opravdano.

1.1. Cilj rada

Ciljevi ovog rada su:

1) Utvrditi sadržaj hraniva (N, P, K, S, Cu, Fe, Mn, Zn i Ni) u primijenjenom glistincu,
2) Utvrditi status hraniva (N, P, K, S) u plodu i zelenoj masi rajčice s obzirom na primijenjenu mineralnu i organsku gnojidbu (glistinac).

2. Pregled literature

2.1. Rajčica

Rajčica je samooplodna povrtna kultura porijeklom iz suptropskog područja Anda, Južne Amerike, a kao povrtna kultura, u Europi, počela se širiti tek krajem 18. stoljeća unatoč tome što je na kontinentu bila prisutna već dva stoljeća ranije (Lešić i sur., 2016).

Jednogodišnja je biljka iz porodice pomoćnica (*Solanaceae*) latinskog naziva *Lycopersicon esculentum*. Samooplodna je kultura sa povećanim zahtjevima za toplinom. Optimalna temperatura za rast i razvoj biljke je od 20 do 25 °C danju i od 13 do 17 °C noću. Vrlo je osjetljiva na mraz i na temperature ispod 10 °C pri kojima prestaje rast i cvatnja, dok na temperaturama ispod -1 °C biljka propada (tablica 2.1.1.). Srednje je zahtjevna biljka po pitanju vode, iako bi se radi očuvanja uroda trebalo voditi računa o navodnjavanju. Kritično razdoblje za vodu je u samoj fazi cvatnje i zametanja plodova (Tomić, 2015).

Tablica 2.1.1. Uvjeti proizvodnje rajčice

Klijanje sjemena	
Minimalna temperatura	11 do 13 °C
Optimalna temperatura	20 do 25 °C
Nicanje biljke (sadnja)	
Nicanje – pikiranje	18 – 24 °C danju 17 – 19 °C noću
Pikiranje – sadnja	17 – 19 °C danju 16 °C noću
Vegetativni rast (poslije sadnje)	
Optimalna temperatura	20 do 25 °C danju i 13 do 17 °C noću
Rast prestaje	pri temperaturi ispod 10 °C, poželjna razlika između dnevne i noćne temperature 5 do 7 °C
Kritična temperatura	biljka strada pri 0 °C, ako je prethodno rasla pri nižim temperaturama, listovi mogu preživjeti i do -2 °C, ako takvi uvjeti ne traju dugo

Izvor: Stupnišek, 2018.

Fiziološki zreli plodovi rajčice sočni su i mesnati, različitih oblika i veličine, od okruglog do plosnatog oblika, najčešće crvene boje, skupljeni u grozdove. Za jelo se koriste svježi ili prerađeni u obliku soka, koncentrata, pelata, kečapa i slično (Kantoci i Stojić, 2001).

Rajčica se kao povrtna kultura uzgaja diljem svijeta, izravno putem sjetve sjemena, koja je pogodna za niske kultivare, sadnjom presadnica na otvorenom (niski i visoki kultivari) i u zaštićenom prostoru (visoki kultivari) (slika 2.1.1.). Berba se vrši višekratno za konzumaciju u svježem stanju ili jednokratno kombajnom za daljnju preradu.



Slika 2.1.1. Biljka rajčice
Foto: Pavlovski (2019)

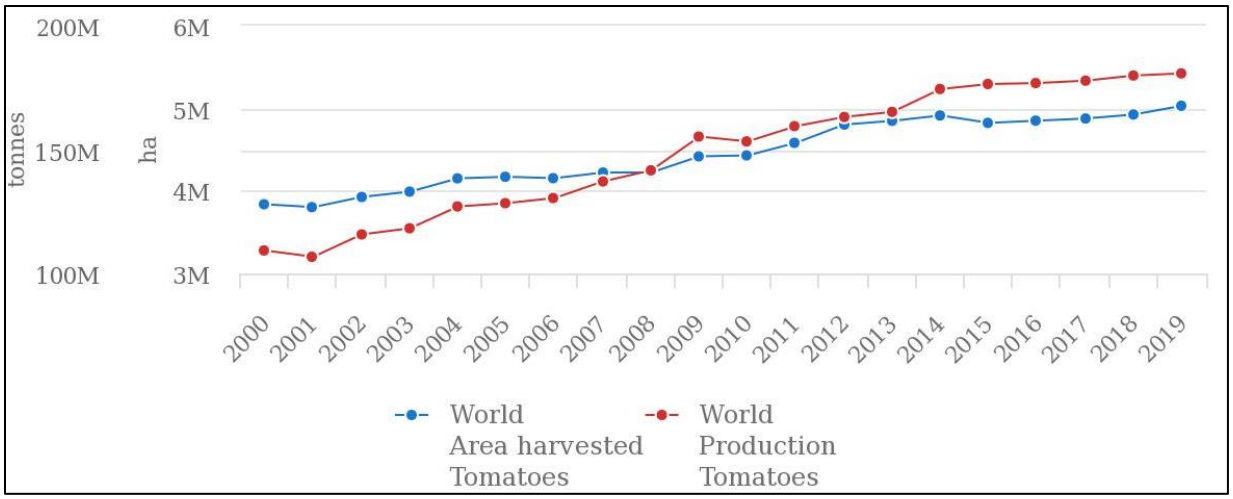
2.1.1. Uzgoj rajčice i proizvodnja u svijetu

Kvalitetno sjeme, uz osiguranje najmanje 12 svjetlosnih sati na dan, osnovni su preduvjeti u uzgoju rajčice. Preporučaju se sorte i kultivari otporni na štetočine i prilagođeni lokalnoj mikroklimi, gdje se prednost uvijek treba dati zavičajnim (autohtonim) sortama (Parađiković, 2002).

U svome uzgoju, rajčica, troši relativno dosta vode, zbog čega ju je dobro u plodoredu izmjenjivati s mahunarkama, korjenastim i lukovičastim povrćem, koje ne zahtijevaju puno vode, te se treba izbjegavati uzgoj nakon paprike, patlidžana i krumpira, vrsta iz iste porodice u kojoj je i rajčica.

Rajčici najbolje odgovara plodno i rahlo tlo, dobre strukture, dobrih vodo-zračnih odnosa i bogato humusom. Iako uspijeva na različitim tipovima tla, od lakih pjeskovitih sve do teških glinastih tala, glinasta tla treba izbjegavati jer ograničavaju korijenov sustav biljke. Rajčica tolerira i kiselija tla pa se može uzgajati u rasponu pH vrijednosti od 5,5 do 8,0 (Borošić i sur., 2016).

Svjetska proizvodnja rajčice i prinos u posljednjih 20 godina u konstantnom je porastu te je od 2000. godine sa 109.259.803 ha, i 3.837.490 t prinosa porasla na 180.766.329 ha i prinos 5.030.545 t/ha (grafikon 2.1.1).



Grafikon 2.1.1.1. Proizvodnja/prinos rajčice u svijetu 2000.- 2019.
Izvor: FAOSTAT, 2021 (http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize)

2.1.2. Organska gnojidba i potrebe za hranivima

Organska gnojidba vrlo pozitivno utječe na kvalitetu rajčice, visinu prinosa kao i na optimalizaciju strukture tla, intenziviranje mineralizacije, kao i na količinu raspoloživih primarnih i sekundarnih hraniva, pogotovo u kiselijim tlima. Preporuka je u jesen zaorati 25 do 40 t/ha stajskog ili organskog dobro razrađenog gnojiva, te na kiselijim tlima (pH 5-6) dodati 1 do 3 t/ha vapna kojeg se unosi u tlo do dubine 30 cm i to dva mjeseca prije sadnje (Stupnišek, 2018).

Rajčica je biljka osjetljiva na pomanjkanje mikroelemenata u tlu pogotovo u tlima koja su ili izrazito kisela ili izrazito alkalna, u kojima uslijed pomanjkanja hraniva dolazi do čestih pojava vršne truleži ploda (engl. blossom end rot) uzrokovane nedovoljnim usvajanjem kalcija, što je osobito izraženo u mediteranskim područjima uslijed stresa uzrokovanog nedostatkom vode (Matotan, 2008).

Uzgojem na otvorenom ostvaruje se prinos rajčice od 20 do 70 t/ha, ponekad i do 80 t/ha, a uvelike ovisi o kultivaru, sustavu navodnjavanja i samoj plodnosti tla. Tim prinosom rajčica iz tla iznosi 100-225 kg/ha N, 20-60 kg/ha P_2O_5 i 90-300 kg/ha K_2O. Uzgoj u zaštićenim prostorima rezultira znatno većim prinosima, čak i do 300 t/ha rajčice, pa su i iznošenja hraniva znatno veća i dosežu 600 kg/ha N, 200 kg/ha P_2O_5 i 1000 kg/ha K_2O, što upućuje da je optimalni omjer hraniva tijekom vegetacije rajčice (1 N: 0,25-0,35 P_2O_5: 1,5-2 K_2O). Omjer N:P:K mijenja se tijekom vegetacije te nakon presađivanja, a tijekom ukorjenjivanja i cvatnje dolazi do intenzivne potrebe za fosforom (Lončarić i sur., 2015).

Uslijed intenzivnog vegetativnog rasta rajčice, baš kao i kod drugog plodovitog povrća, javlja se velika potreba za dušikom što uzrokuje da je omjer potrebe za dušikom prema ostalim elementima najširi. Za razliku od dušika, najveće potrebe za kalijem rajčica ima tijekom plodonošenja kada je biljci potrebno osigurati i dostatnu količinu kalcija. Također,

prekomjerno unošenje dušika može uzrokovati opadanje cvjetova, truljenje plodova i pojačanu osjetljivost biljke na bolesti (Parađiković i sur., 2010).

2.2. Glistinac

Glistinac, vermikompost ili lumbrikompost, krajnji je proizvod vermikompostiranja, odnosno primjene glista koje u interakciji s mikroorganizmima, putem probavnog trakta, biološkom razgradnjom organskog otpada proizvedenog od stajskog gnoja domaćih životinja, otpadaka hrane ili recikliranog papira, stvaraju fino podijeljeni materijal sličan tresetu, velike poroznosti i sposobnosti zadržavanja vode (Arancon i sur., 2003).

U procesu obično sudjeluje jedna od 4 vrste glista *Lumbricus rubellus*, *Eisenia andrei*, *Eisenia fetida* i *Eisenia hortensis* podrijetlom iz Europe i Sjeverne Amerike (LH, 2021).

Arancon i sur. (2003) nadalje navode da je glistinac proizvod dobiven putem termofilne biorazgradnje i stabilizacije organskog materijala. Pojašnjavaju da interakcija glista i mikroorganizama čini glistinac izvrsnim poboljšivačem tla jer sadrži komponente koje reguliraju rast biljaka (huminske kiseline i hormone rasta) i povećavaju klijavost i prinos.

Glistinac ima nizak C:N odnos, veliku poroznost i sposobnost zadržavanja vode te sadrži hranive elemente u oblicima pristupačnima biljci (amonijevi spojevi i nitrati), što ukazuje da je vermikompostiranje jedna od najučinkovitijih metoda razlaganja krutih organskih materijala u ekološki prihvatljive, korisne i vrijedne proizvode za biljnu proizvodnju. Iako su gliste kritične u procesu vermikompostiranja, složene interakcije organske tvari, mikroorganizama, glista i drugih beskralježnjaka u tlu rezultiraju fragmentacijom, biooksidacijom i stabilizacijom organske tvari (Dominguez, 2004).

Prema Sinha i sur. (2009) vermikompost sadrži 2-3 % dušika, 1,85-2,25 % kalija i 1,55-2,25 % fosfora. Također navode da zbog velike kontaktne površine čestice glistinca imaju veći broj mikrolokacijana kojima se zadržava veća količina hraniva, a samim time i veći broj mikroorganizama, što uzrokuje pozitivne reakcije u pogledu rasta i razvoja biljaka.

Nair i sur. (1997) proveli su usporedbu mikroorganizama glistinca s onima u tradicionalnim kompostima te utvrdili da je glistinac imao znatno veću populaciju bakterija ($5,7x10^7$), gljivica ($22,7x10^4$) i aktinomiceta ($17,7x10^6$) u usporedbi s onima u konvencionalnim kompostima, čineći glistinac izvrsnim aditivom u organskom gnojivu.

Atiyeh i sur. (2000b) navode da gliste imaju veliki utjecaj na transformaciju dušika u stajnjaku jer potiču njegovu mineralizaciju. Ističu da su gliste vrste *Eisenia andrei* u gnoju stvorile uvjete koji pogoduju nitrifikaciji, rezultirajući bržom pretvorbom amonijskog dušika u nitrate. Istraživanje je pokazalo da je prvih nekoliko tjedana nakon uvođenja glista u stajski gnoj bilo najkritičnije. U tom se razdoblju dogodila većina razlaganja i stabilizacije gnoja

glistama, iako se sadržaj nitratnog dušika (NO_3-N) i pH nisu značajno mijenjali. C:N odnos se značajno smanjio, a sadržaj pepela i ukupnog dušika se povećao. Kako je proces vermikompostiranja napredovao, biološka aktivnost se usporavala, zbog iscrpljivanja lako dostupne organske tvari, većina dušika pretvorena je u nitratni oblik. Konačni proizvod, za razliku od stajskog gnoja iz kojeg je bio izveden, bio je puno zreliji i stabilniji što je utjecalo i na povećanu biljnu produktivnost.

Adhikary (2012) glistinac definira kao hranjivo organsko gnojivo bogato humusom, N, P, K, mikroelementima, korisnim mikrobima u tlu, fiksatorima dušika, fosfat otapajućim bakterijama, aktinomicetama kao i hormonima rasta, auksinima, giberlinima i citokininima. Rasponi sadržaja pojedinih hraniva prikazani su u tablici 2.2.1.

Tablica 2.2.1. Varijabilnost hraniva u glistincu i vrtnom kompostu

Hranivo (%)	Glisitnac	Vrtni kompost
Organski ugljik	9,8 – 13,4	12,2
Dušik (N)	0,51 – 1,61	0,8
Fosfor (P)	0,19 – 1,02	0,35
Kalij (K)	0,15 – 0,73	0,48
Kalcij (Ca)	1,18 – 7,61	2,27
Magnezij (M)	0,093 – 0,568	0,57
Natrij (Na)	0,058 – 0,158	<0,01
Cink (Zn)	0,0042 – 0,110	0,0012
Bakar (Cu)	0,0026 – 0,0048	0,0017
Željezo (Fe)	0,2050 – 1,3313	1,1690
Mangan (Mn)	0,0105 – 0,2038	0,0414

Izvor: Adhikary, 2012.

2.2.1. Primjena glistinca

Opće je poznato da bi korištenje glistinca kao dopuna ili zamjena mineralnim gnojivima moglo poboljšati status hraniva u tlu i promovirati zdravlje samoga tla (Jack i Thies, 2006).

Glistinac, prema Yang i sur. (2015) ima veliki komercijalni potencijal u poljoprivredi, a na njegovu učinkovitost utječe na režim vode u tlu. U njihovom istraživanju u stakleniku učinci glistinca na prinos i kvalitetu rajčice i plodnost tla uspoređivani su s kompostom od pilića, konjskim kompostom i mineralnim gnojivom. Rezultati ukazuju da je glistinac povećao aktivnost kisele fosfataze, katalaze i ureaze u tlu u usporedbi s ostalim tretmanima pod tri režima vode u tlu, povećavši i prinos rajčice, dok je utjecaj na plodnost tla varirao s režimom vode u tlu.

Wang i sur. (2017) sugeriraju da glistinac može poboljšati biokemijska svojstva tla povećavajući rast rajčice, prinos i kvalitetu ploda u usporedbi s NPK gnojivima. Štoviše, uzimajući u obzir veću električnu vodljivost i nižu pH vrijednost tla postignutu primjenom komposta, glistinac bi smatraju bio bolji izbor za tlo. Posebno preporučaju primjenu glistinca na tlima na kojima prethodno nije uzgajana rajčica gdje je utvrđeno da glistinac može poboljšati prinose i kvalitetu plodova u usporedbi sa površinama na kojima je rajčica prethodno kultivirana.

Edwards i Arancon (2004) navode da i manje količine glistinca u supstratima i tlu dovode do značajnog povećanja klijavosti, rasta, cvatnje i prinosa usjeva, neovisno o njihovoj opskrbi hranjivim tvarima.

Gutiérrez-Miceli i sur. (2007) ističu da je glistinac od ovčjeg stajskog gnoja kao dodatak tlu snizio reakciju tla, titrabilnu kiselost i povećao sadržaj ukupne i topive suhe tvari u plodovima rajčice kao i sam prinos u usporedbi s rajčicama uzgojenim na tlu bez dodatka glistinca.

Yang i sur. (2015) objašnjavaju da mineralni sastav vermikomposta najviše ovisi o početnom materijalu, dok Zaller (2006) naglašava da bi glistinac kao krajnji produkt nastao ishranom glista mogao biti bolji izbor za organsku gnojidbu, budući da je konvencionalno termofilno kompostiranje dugotrajan proces i često zahtjeva miješanje pri čemu može doći do gubitaka hraniva, posebice dušika.

Atiyeh i sur. (2002) utvrdili su da je tretiranje rajčica huminskim kiselinama iz glistinca značajno doprinijelo visini biljaka, površini lišća, sadržaju suhe tvari stabljike i korijena te da je bilo uvjetovano podrijetlom glistinca i prirodi supstrata. Ukazuju da su doze do 500 mg/kg dodane huminske kiseline utjecale na povećan rast biljaka, dok količine od 500-1000 mg/kg nisu više značajno utjecale na rast.

2.2.2. Utjecaj glistinca na suzbijanje bolesti i štetočinja

Roshanak i sur. (2018) proveli su istraživanje na štitastoj mušici (Bemisia tabaci L.) batata, pri čemu su promatrali sklonost lijeganja jajašaca na biljke tretirane glistincem, NPK gnojivom i kontrolom (bez gnojiva) te su utvrdil i otpornost rajčice tretirane glistincem na antiksenozu (repelenciju) i na antibiozu (smanjeno preživljavanje i produljeno vrijeme razvoja). Biljke tretirane glistincem postigle su najbolje rezultate u pogledu rasta i otpornosti štitaastog moljca.

U svojim pokusima Edwards i Arancon (2004) utvrdili su da je primjena glistinca značajno smanjila učestalost biljnih bolesti, poput *Pythium*, *Fusarium* i *Phytophthora*. Navedeno su objasnili oblikom mikrobnog antagonizma. Smatraju da je suzbijanje patogena značajno eliminirano ako se glistinac sterilizira prije upotrebe, što dovodi do zaključka da glistinac ima znatno veću raznolikost i količinu mikrobnih zajednica od termofilnih komposta,

stoga ima puno veći potencijal za opću supresiju patogena na temelju mikrobne konkurencije. Također, u istom pokusu, Edwards i Arancon (2004) glistinac su koristili za suzbijanje populacije biljnih parazitskih nematoda, posebice namatoda korijenskog čvora (*Meloidogyne hapla*) u poljskim pokusima rajčice. Neovisno o vrsti glistinca i primijenjenoj količini utvrđen je značajan učinak glistinca na suzbijanje populacija biljnih parazitskih nematoda. Nadodaju, da se u istim pokusima populacija gljivičnih nematoda značajno povećala. U navedenim istraživanjima, na svim pokusima došlo je do statistički značajnog smanjenja populacija štetočina člankonožaca i posljedičnog smanjenja oštećenja biljaka.

2.3. Crvenica (terra rossa)

Crvenica, nazivana i terra rossa, tlo je nastalo isključivo na vapnencima i dolomitima, u kojem prevladava mineral hematit, koji tlu daje tipično crvenu boju, a potječe od izrazito crvene boje rezidualnoga kambičnoga horizonta. Nastaje iz razreda humusno akumulativnih tala, vapnenačko dolomitne crnice kao tipa tla, na čistim i tvrdim vapnencima i dolomitima paleozojske i mezozojske starosti, s pretežno manje od 2 % netopljivog ostatka, odnosno s više od 98 % minerala kalcita ($CaCO_3$) ili dolomita ($CaMg(CO_3)_2$) (Husnjak, 2014).

Nadalje, Husnjak (2014) ističe da se zbog iznimno dugotrajnog nastanka i razvoja toga tla, koji se odvija i dan danas, crvenica svrstava u reliktno-recentno tlo s građom profila Aoh/mo - (B)r,cr – R. Tekstura crvenica praškasto je glinasta, a struktura joj je vrlo stabilna, graškasta i orašasta. Režim vlaženja crvenica ima automorfni način, oborinskom vodom koja se slobodno procjeđuje kroz solum tla. Tlo nastaje uglavnom na reljefnim položajima s dobrom dreniranošću i semihumidnom klimom s tipičnim mediteranskim obilježjima, gdje se odvija trošenje matičnog supstrata, stijena vapnenca i dolomita, pomoću ugljične kiseline (H_2CO_3), čime se kalcij u obliku bikarbonata ispire što utječe na proces dekarbonatizacije i rezultira zaostajanjem netopivog ostatka. Cijeli proces nastanka rezidualnog kambičnog horizonta iznimno je dug, te da bi nastalo 0,5 m tla crvenice, potrebno je oko 500.000 do 750.000 godina. Taj netopivi ostatak ima glinastu teksturu i uglavnom se sastoji od silikata, oksida željeza u obliku minerala hematita i oksida aluminija, te sadrži i nešto teških metala. Solum toga tla nije karbonatan, humusno akumulativni horizont pretežno je ohričan, rjeđe moličan, a reakcija tla je slabo kisela.

Crvenicu također obilježavaju vrlo heterogena svojstva. Dublje je tlo nego smeđe tlo, i njezina dubina jako varira na malim udaljenostima, što je posljedica okršenosti matičnih supstrata, a zbog stjenovitosti solum crvenice vrlo često ne pokriva cijelu površinu, nego se u prostoru izmjenjuje s većim ili manjim udjelom stijena. Tipična crvenica ima glinastu teksturu s udjelom čestica gline znatno većim od 40 %, dok u dijelu crvenica, koje imaju veliki udio primjesa eolskog lesnog materijala, tekstura je tla glinasto ilovasta. Crvenica, dakle, pripada teksturno teškim tlima i tlima sa stabilnom graškastom do orašastom strukturom, zbog čega ima i vrlo povoljne vodozračne odnose, ali s obzirom da se u sastavu crvenice nalazi veliki

udio hidratiziranih oksida željeza, obilježava je visoka plastičnost i ljepljivost što jako otežava njezinu obradu. Sadržaj humusa u crvenici je osrednji, što je u svezi s nešto nepovoljnijim uvjetima za stvaranje biomase, odnosno povoljnijim uvjetima za mineralizaciju odumrle organske tvari i humusa kako je vidljivo u tablici 2.3.1. (Husnjak, 2014).

Tablica 2.3.1. Podtipovi, varijeteti i forme crvenice

Podtip Prema stupnju razvoja	**Varijetet** Prema dubini soluma	**Forma** Prema teksturi tla
Tipična Lesivirana	Plitka, <35 cm Srednje duboka, 35 – 70 cm Duboka, >70 cm	Ilovasta Glinasto ilovasta Glinasta

Izvor: Husnjak,2014.

3. Materijal i metode

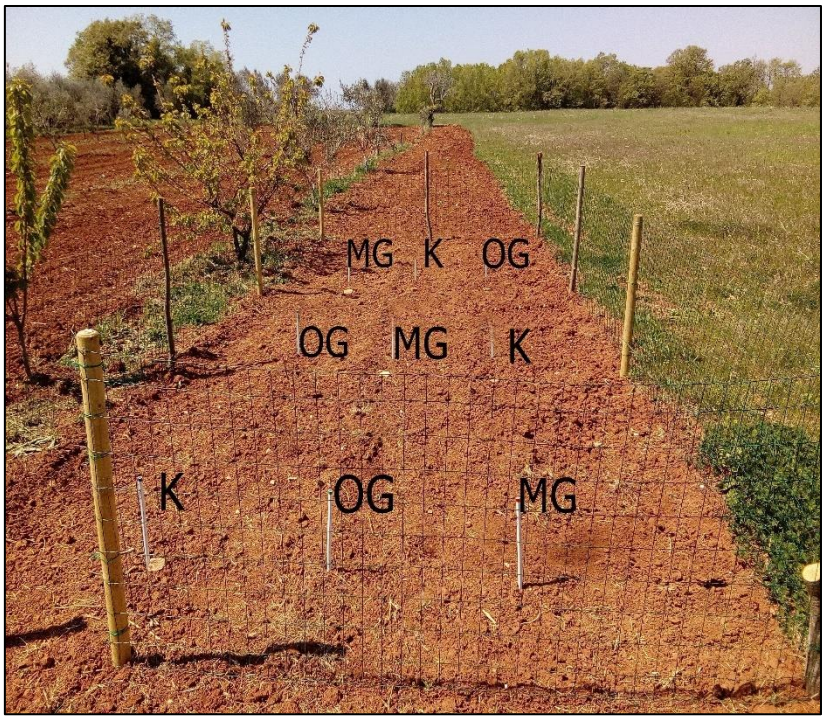
3.1. Poljsko istraživanje

Poljsko istraživanje u sklopu ovog diplomskog rada provedeno je u razdoblju od 1. svibnja do 15. kolovoza 2019. godine. Pokus je postavljen na oranici (tip tla – Crvenica, terra rossa) u gradu Vodnjanu, Istarska županija, gdje je prije samog pokusa tlo frezanjem i uklanjanjem kamenja dovedeno u odgovarajuće stanje za početak sadnje (slika 3.1.1.).



Slika 3.1.1. Priprema oranice za pokusni nasad u gradu Vodnjanu
Foto: Pavlovski (2019)

Pokus se sastojao od tri tretmana: kontrolnog (bez gnojidbe), mineralne gnojidbe (NPK 5-20-30) i organske gnojidbe (glistinac) i tri ponavljanja prema principu Latinskog kvadrata. Navedeno znači n×n, niz ispunjen s n različitih simbola, a svaki se pojavljuje točno jedanput u svakom redu i točno jednom u svakom stupcu (Mrđen, 2010). Po tretmanu je posađeno pet presadnica rajčice što ukupno čini 45 biljaka (slika 3.1.2. i 3.1.3).



Slika 3.1.2. Ograđena parcela spremna za sadnju rajčice
Foto: Pavlovski (2019)
*K – kontrola; MG – mineralna gnojidba (NPK); OG – organska gnojidba (glistinac)



Slika 3.1.3.. Nasad rajčice po principu latinskog kvadrata
Foto: Pavlovski (2019)

Istraživanje je provedeno na rajčici 'St. Pierre' (slika3.1.4.), srednje kasnoj sorti koja ima snažan rast s mnogo lišća. Sjeme klija 8-10 dana, biljka je visoka i bujna, a plodovi jako krupni, okrugli, mesnati, jarko crvene boje i sočnog mesa. Otporna je na sušu i temperaturne promjene, a prosječna težina ploda iznosi 135 g (Lešić i sur., 2016).



Slika 3.1.4. Presadnice rajčice sorte 'St. Pierre'
Foto: Pavlovski (2019)

Na tretmanu s mineralnom gnojidbom, osnovna gnojidba sa NPK 5-20-30 (50 g/m^2) provedena je prije sadnje, dok je prihrana izvršena s 15 g/m^2 KAN-om prije cvatnje. U vegetaciji od početka cvatnje nadalje primijenjena je 1-2 %-tna otopina Fertine Ca u 3 do 5 navrata (slika 3.1.5.).



Slika 3.1.5. Mineralna gnojiva korištena u pokusnom nasadu
Foto: Pavlovski (2019)

U tlo je uz svaku biljku na tretmanu s organskom gnojidbom deponirano 100 g čistog glistinca (proizvod prerade organskog otpada iz domaćinstva na području grada Zagreba

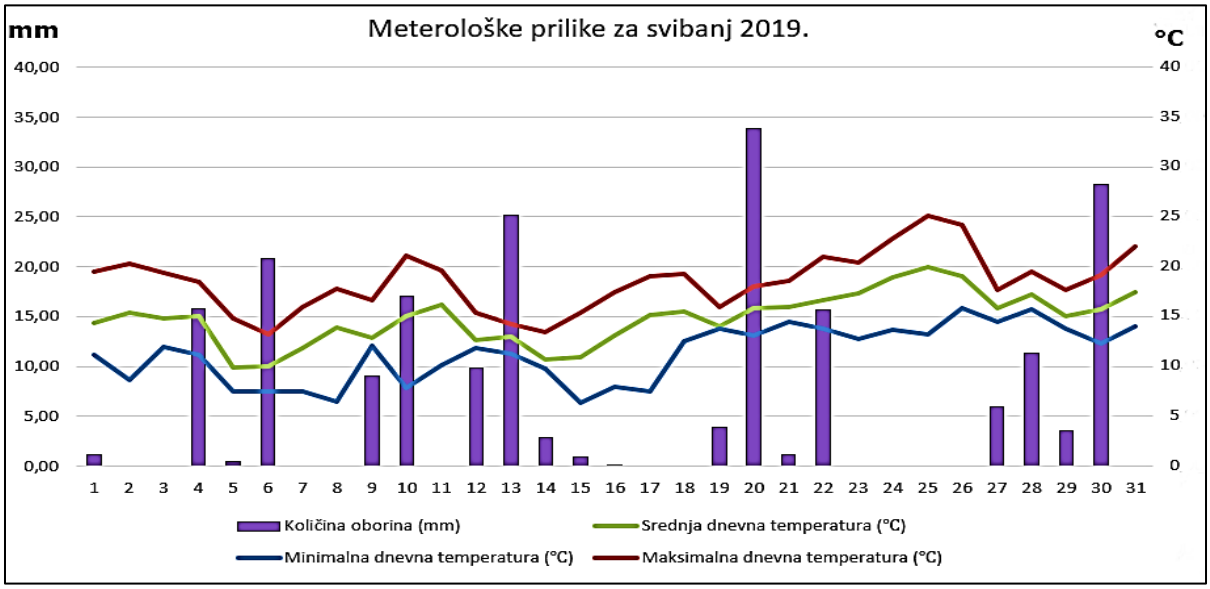
uslijed rada metabolizma kalifornijskih crvenih glista u vremenskom okviru od 3 godine) uz sam korijen, a prihrana tekućim glistincem uključivala je primjenu otopine omjera 1:2 (glistinac: voda, v/v). Kontrolni tretman od 15 biljaka tretiran je samo vodom.

3.2. Meteorološki uvjeti u svibnju 2019.

Od Državnog hidrometeorološkog zavoda (DHMZ, 2019) prikupljeni su detaljni podaci o minimalnoj, srednjoj i maksimalnoj dnevnoj temperaturi zraka i količini oborina za razdoblje od 1. svibnja do 31. svibnja 2019. za meteorološku postaju Pula kao najbližu postaju poljskom pokusu. Izdvojene su vremenske prilike za mjesec svibanj kao ključan mjesec u istraživanju kada su se biljke ukorijenile u tlu i započele svoj rast i razvoj.

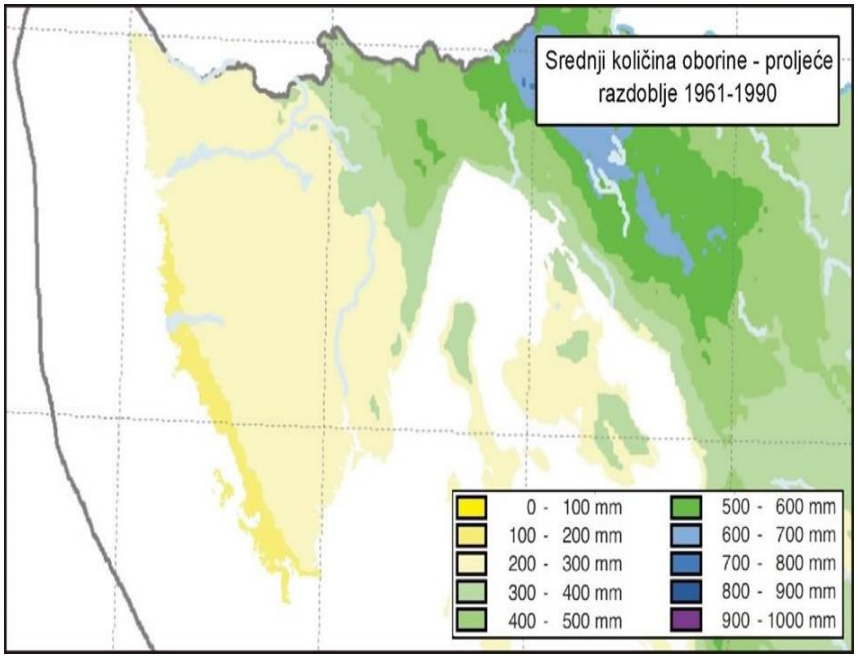
Grafikon 3.2.1. prikazuje dnevne vrijednosti maksimalne, srednje i minimalne temperature zraka i količinu oborine tijekom prvih ključnih 30 dana pokusa.

Temperaturni uvjeti prvog dana sadnje (01.05.2019.) nisu pogodovali ukorjenjivanju i početku vegetativnog rasta rajčice. Sa srednjom dnevnom temperaturom od 14,8 °C mjesec svibanj bio je znatno hladniji od optimalnog prosjeka koji rajčici pogoduje nakon sadnje od 17-19 °C. Maksimalna dnevna temperatura zraka u prvih 10 dana nakon sadnje, više dana uzastopce, nije dosezala optimalnu temperaturu za vegetativni rast rajčice od 20-25°C (19,5 °C; 19,4 °C; 18,5 °C; 14,8 °C; 13,2 °C, 16,0 °C; 17,8 °C, 16,6 °C). To je za presadnicu rajčice predstavljalo temperaturni stres u trenucima kada se trebala kvalitetno ukorijeniti, te je dodatno doprinijelo zastoju u rastu i smanjenom usvajanju primijenjene količine gnojiva (grafikon 3.2.1.).



Grafikon 3.2.1 Temperature i količina oborina u svibnju 2019., meteorološka postaja Pula
Izvor: DHMZ (2019)

Najdalje, u 2019. godini mjesec svibanj bio je iznimno bogat oborinama sa sumom od 207,1 mm (grafikon 3.2.1.) što je značajna količina oborine u odnosu na svibanj 2020. kada je suma oborine iznosila svega 14,3 mm ili svibanj 2018. kada je zabilježeno 44,8 mm oborine (DHMZ, 2021). Kao dodatni uvid u stanje količine oborine na području istraživanja na slici 3.2.1. prikazane su srednje količine oborine u tridesetogodišnjem razdoblju. Vidljivo je da je u proljetnom razdoblju od 1961.-1990. godine na području Vodnjana prosječno palo 100-200 mm oborine, što je približno količini oborine u svibnju 2019., ali ako se uzme u obzir da se prosječne vrijednosti od 100-200 mm oborine odnose na tromjesečno proljetno razdoblje, zabilježena količina od 207,1 mm u svibnju 2019. godine iznimno je visoka i mogla je utjecati na ispiranje dodanog glistinca i NPK gnojiva pri sadnji rajčice kao i onemogućiti provedbu tjedne prihrane koja je bila planirana metodologijom pokusa.



Slika 3.2.1.. Srednja količina oborine – proljeće: 1961.-1990., lokacija Istra i Kvarner
Izvor: OIKON (2019)

3.3. Laboratorijsko istraživanje

Za potrebe utvrđivanja početnog stanja tla i njegovih osnovnih kemijskih značajki s pokusne površine prije postavljanja pokusa uzet je prosječni uzorak tla s dubine od 0-30 cm. Za potrebe utvrđivanja prvog cilja ovog diplomskog rada, dio primijenjenog krutog glistinca također je izdvojen i dopremljen na kemijsku analizu. Prosječni uzorci zrelih plodova rajčice kao i zelena masa stabljike i lišća uzorkovani su po završetku vegetacije. Ukupno je u laboratorij dopremljeno 9 prosječnih uzoraka ploda i zelene mase rajčice (slika 3.3.1.).



Slika 3.3.1. Uzorci crvenice, glistinca i biljnog materijala
Foto: Pavlovski (2019)

Priprema uzorka tla za kemijske analize provedena je prema HRN ISO 11464:2009 normi i uključivala je sušenje uzorka na zraku (T<40˚C), mljevenje i prosijavanje kroz sito promjera 2 mm kao i homogenizaciju. Za potrebe utvrđivanja sadržaja hraniva u primijenjenom glistincu, uzorak je zrakosuho osušen, homogeniziran i prije analize samljeven i osušen do konstantne mase na 105 °C. Za potrebe utvrđivanja sadržaja hraniva u plodu i zelenoj masi (stabljika i lišće) rajčice, uzorci su također osušeni do konstantne mase na 105 °C, samljeveni i homogenizirani.

Određivanje pH vrijednosti tla provedeno je u 1 mol/L otopini KCl u omjeru 1:2,5 (w/v) prema HRN ISO 10390:2005 normi potenciometrijskom metodom. Humus je određen volumerijskom metodom po Tjurinu, sadržaji biljci pristupačnog fosfora i kalija određivani su ekstrakcijom s AL-otopinom odnosno amonij acetat laktatnom kiselinom, nakon čega je fosfor kompleksiran i detektiran spektrofotometrijski pomoću kolorimetrijske metode, a kalij je direktno očitan metodom plamene fotometrije. Ukupni dušik i ukupni sumpor analizirani su simultano na Vario, Macro CHNS analizatoru metodom suhog spaljivanja. Sadržaj Cr, Cu, Ni, Pb, Zn, Mo, As i Co utvrđen je izravnom kvantifikacijom ukupnih koncentracija navedenih elemenata primjenom prijenosne rendgenske fluorescencije (pXRF metoda).

Ukupni dušik i ukupni sumpor u glistincu i uzorcima biljnog materijala također su detektirani metodom suhog spaljivanja, dok je sadržaj hraniva (P, K, Cu, Fe, Mn, Zn, Ni, Ca) u glistincu utvrđen pXRF metodom. Priprema uzoraka rajčice prije detekcije i kvantifikacije sadržaja ukupnog fosfora i kalija uključivala je digestiju biljnog materijala smjesom HNO_3 i H_2O_2 (1:12 w/v HNO_3/H_2O_2). Sadržaj fosfora određen je kolorimetrijskom metodom, a kalij

metodom plamene emisije. Spektrofotometrijska analiza fosfora temeljila se na reakciji nitro-vanado-molibdata s fosforom u ekstrahiranom uzorku pri čemu je nastao žuto obojeni spoj, a intenzitet nastalog obojenja bio je proporcionalan koncentraciji ukupnog fosfora i mjeren je na valnoj duljini od 410 nm. Koncentracija kalija određena je na valnoj duljini od 768 nm primjenom plamenog fotometra.

3.4. Statistička analiza

Statistička obrada podataka provedena je u statističkom programu SAS Institute 9.1.3. analizom varijance. Razlike srednjih vrijednosti sadržaja hraniva (N, P, K, S) u plodu i zelenoj masi rajčice s obzirom na pokusne tretmane (kontrola, mineralna gnojidba - NPK, organska gnojidba – glistinac) testirane su Fisher LSD testom uz vjerojatnost od 5% (p=0.05). Testiranje je provedeno za svako hranivo u pojedinim dijelovima biljke prema navedenim tretmanima.

4. Rezultati i rasprava

4.1. Sadržaj hraniva u primijenjenom glistincu i početno stanje tla

Sadržaj pojedinih hraniva u primijenjenom glistincu prikazan je u tablici 4.1.1. Uočava se da je sadržaj hraniva varirao od 13 mg Ni/kg do 47,2 g Ca/kg. Primijenjeni glistinac je visokovrijedno organsko gnojivo nastalo kao proizvod prerade organskog otpada iz domaćinstva na području grada Zagreba uslijed rada metabolizma kalifornijskih crvenih glista u vremenskom okviru od 3 godine. Adhikary (2012) je izvijestio o sljedećem sadržaju hraniva u glistincu organskog podrijetla dobivenog iz otpada kućanstava i stajskog gnoja: 16,1 g N/kg, 10,2 g P/kg, 7,3 g K/kg, 13,3 g Fe/kg, 76,1 g Ca/kg, 48 mg Cu/kg, 2038 Mn/kg i 1110 mg Zn/kg. Uspoređujući tablicu 4 i prethodno navedene vrijednosti uočava se da je sadržaj bakra u primijenjenom glistincu bio približan vrijednosti literaturnog navoda, dok je sadržaj dušika i kalija u primijenjenom glistincu bio u prosjeku 13 puta veći od literaturnih navoda, a sadržaji fosfora, željeza, mangana, cinka i kalcija znatno niži u odnosu na literaturu.

Tablica 4.1.1. Sadržaj hraniva u primijenjenom glistincu

Ni	Cu	Zn	Mn	S	P	Fe	K	N	Ca
mg/kg				g/kg					
13	56	139	340	4,09	5,11	6,86	22,3	24,2	47,2

Nadalje, prema Lončarić i sur. (2005) i podacima iz tablice 4.1.2. može se zaključiti da su vrijednosti bakra i mangana u primijenjenom glistincu približne literaturnim navodima, dok je sadržaj željeza bio približno jednak, a sadržaj kalija 4 puta i kalcija 5 puta veći od literaturnog navoda. Sadržaj dušika u primijenjenom glistincu u usporedbi sa podacima iz glistinca podrijetlom iz stajskoga gnoja bio je približno jednak, a vrijednost fosfora u usporedbi sa literaturnim navodom bila je duplo niža.

Tablica 4.1.2. Sadržaj hraniva u glistincu iz goveđeg stajskog gnoja

Cu	Zn	Mn	Cr	Fe	P	Mg	K	N	Ca
mg/kg				g/kg					
46	272	354	42	9,46	11,3	8,55	6,13	23,2	10,0

Izvor: Lončarić i sur., 2005.

Promatrajući podatke iz istraživanja iz Teherana, Kalantari (2010), tablica 4.1.3., u kojemu se analizirao sadržaj hraniva u glistinca iz kompostiranoga listinca, može se zaključiti da primijenjeni glistinac u ovom diplomskom radu imao je približno jednaku vrijednost mangana literaturnom navodu, a sadržaj bakra i kalcija nešto viši. Vrijednost željeza u primijenjenom glistincu približno je jednaka navedenom literaturnom navodu.

Tablica 4.1.3. Sadržaj hraniva u glistincu iz kompostiranog listinca

Cu	Zn	Mn	K	Fe	P	Mg	N	Ca
mg/kg				g/kg				
38	189,5	344	950	6,05	7,10	28,0	35,0	35,0

Izvor: Kalantari, 2010.

Za potrebe boljeg razumijevanja sadržaja hraniva u plodu i zelenoj masi rajčice na kontrolnom tretmanu koji nije gnojen niti mineralnim niti organskim (glistincem) gnojem, utvrđeno je inicijalno stanje tla. Prije postavljanja pokusa u prosječnom uzorku tla s pokusne površine kvantifikaciran je sadržaj hraniva, ali i stupanj onečišćenja tla teškim metalima (Cr, Cu, Ni, Pb, Zn, Mo, As, Co) i potencijalno toksičnim esencijalnim elementima (Zn i Cu) propisanih Pravilnikom o zaštiti poljoprivrednog zemljišta od onečišćenja (NN 71/19) kako je prikazano u tablici 4.1.4. Uočava se da je tlo slabo alkalno, slabo humozno, vrlo bogato opskrbljeno biljci pristupačnim fosforom i kalijem te dobro opskrbljeno ukupnim dušikom (tablica 4.1.4.).

Tablica 4.1.4. Inicijalna svojstva tla

pH (1 M KCl)		Humus	P_2O_5	K_2O	N		S
		%	mg/kg tla				
7,43		2,1	> 400	> 400	1670		590
mg/kg tla							
Cr	**Cu**	**Ni**	**Pb**	**Zn**	**Mo**	**As**	**Co**
151	43	**88**	33	114	5	21	**157**
MDK, mg/kg (NN 71/19)							
120	120	75	150	200	15	30	60

U pogledu stupnja onečišćenja, a uspoređujući utvrđeni sadržaj pojedinih metala u tlu sa maksimalno dopuštenim količinama (MDK) prema već spomenutom Pravilniku, vidljivo je da je sadržaj bakra, olova, cinka, molibdena i arsena u dozvoljenim granicama prisutan u istraživanom tlu, dok sadržaji kroma, nikla i kobalta prekoračuju dozvoljeni sadržaj.

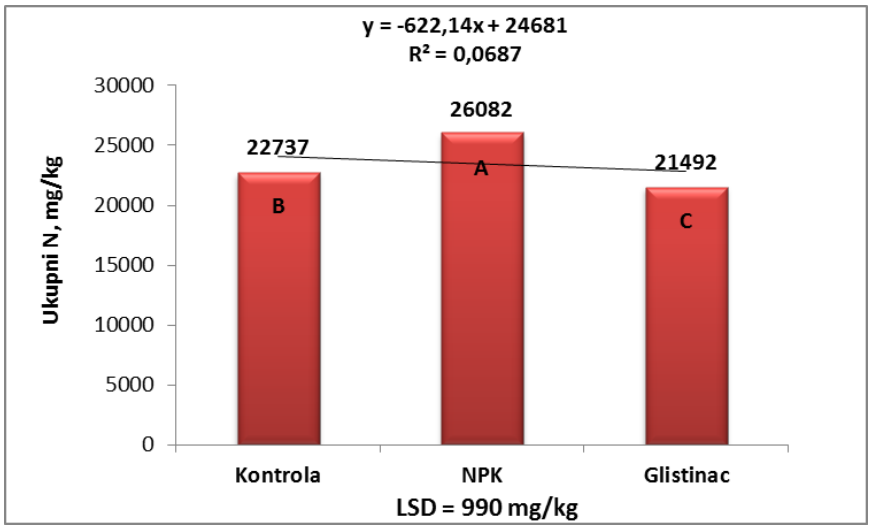
U istraživanju Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta za potrebe izgradnje termoelektrane Plomin, Tomašek i Pongrac (2013), navodi da je crvenica upravo zbog visokog udjela glinovite komponente i velikog kapaciteta kationske zamjene (CEC) minerala gline i željeznih oksihidroksida koji su dio te komponente, najranjivije tlo u smislu vezivanja brojnih teških metala i drugih onečišćivala, posebice kadmija, koji se lako veže za minerale gline i organsku tvar. Distribucija Ni po profilu crvenice slična je distribuciji Al, Fe i Mn, što ukazuje na efekt prevlaka Fe-oksida i Mn-oksihidroksida na površinama minerala gline, dok

je pojava Cr u crvenici rezultat trošenja matične podloge, ali i antropogenog utjecaja i onečišćenja.

4.2. Status hraniva u plodu i zelenoj masi rajčice s obzirom na primijenjenu mineralnu i organsku gnojidbu

Na grafikonima 4.2.1. – 4.2.8. prikazana je varijabilnost hraniva u plodu i zelenoj masi (stabljici i lišću) rajčice prema pokusnim tretmanima. Stupci na pojedinom grafikonu označeni istim slovom ukazuju da ne postoji značajna razlika u sadržaju hranima s obzirom na pokusne tretmane. Stupci označeni različitim slovom predočavaju utvrđenu statistički značajnu razliku između prosječnog sadržaja hraniva u ovisnosti o pokusnim tretmanima.

Na grafikonu 4.2.1. prikazana je varijabilnost ukupnog dušika u plodovima rajčice i bila je u rasponu od 21492 mg/kg (21,5 g/kg) na tretmanu s organskom gnojidbom (glistincem) do 26082 mg/kg (26,1 g/kg) na tretmanu s mineralnom gnojidbom (NPK).



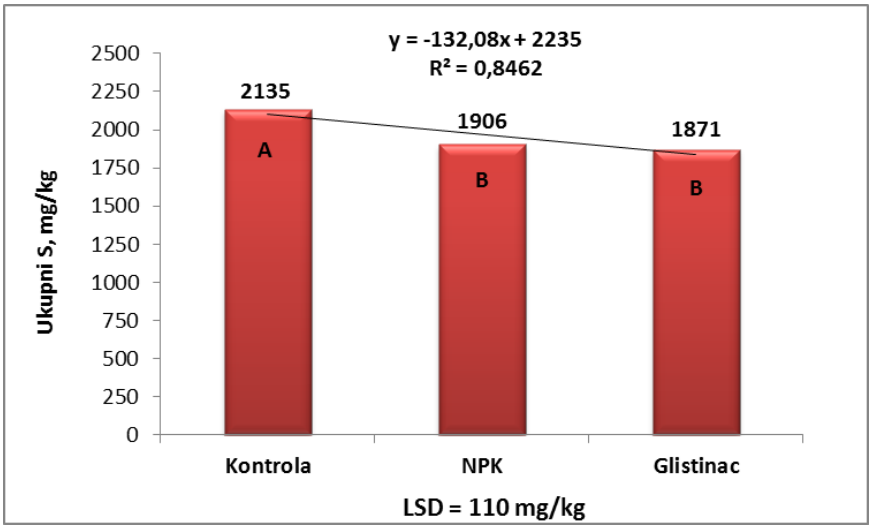
Grafikon 4.2.1. Varijabilnost ukupnog dušika u plodu rajčice prema pokusnim tretmanima

Prema istraživanju Mukta i sur. (2015) na sadržaj ukupnog dušika u rajčici značajno je utjecao primijenjeni odnos kombinacije glistinca i mineralne gnojidbe. U spomenutom istraživanju količina dušika u plodu rajčice iznosila je od 2700 mg/kg do 5900 mg/kg ovisno o omjeru glistinca naspram mineralne gnojidbe. Autori su utvrdili značajno najviši sadržaj dušika (5900 mg/kg) u plodu rajčice na tretmanu koji je uključivao kombinaciju 10 t/ha glistinca i 50 % mineralnog gnojiva. Abdoli i sur. (2013) u svome istraživanju također su promatrali utjecaj glistinca na sadržaj ukupnog dušika u plodu rajčice kombinirajući omjer glistinca i tla stvarajući supstrate različitih omjera (1:1, 1:2, 1:3, 1:4) pri čemu se najboljim pokazao omjer 1:3 u korist glistinca (20,1 g N/kg ploda rajčice) dok je u omjeru 1:2 i 1:4

ukupni dušik u rajčici bio niži i redom je iznosio ovisno o omjerima: 18,5 g N/kg za 1:2 i 18,9 g N/kg za 1:4. Autori dodaju da povećanje količine apliciranog glistinca ne rezultira i povećanjem ukupnog dušika u rajčici, te da je potrebno uvažavati i ostale čimbenike, prvenstveno svojstva tla i zahtjeve sorte koja se uzgaja. Iz prikazanih istraživanja je vidljivo da glistinac direktno utječe na povećanje sadržaja ukupnog dušika u plodu rajčici, te da je za optimalnu akumulaciju dušika najbolje kombinirati glistinac sa mineralnom gnojidbom.

Razlike u značajnom odstupanju sadržaja dušika u plodu rajčice na NPK tretmanu (26,1 g/kg) i tretmanu sa glistincem (24,5 g/kg) djelom se mogu prepisati vremenskim uvjetima i iznimno visokoj količini oborine u fazi inicijalne gnojidbe i sadnje, što je moglo uzrokovati ispiranja i miješanje i glistinca i minernalnog gnojiva, rezultirajući djelom i nižim utvrđenim vrijednostima dušika od onih zabilježenih u literaturi vezanih za učinkovitost primjene glistinca na sadržaj ovog hraniva u plodu rajčice.

Sadržaj ukupnog sumpora u plodu rajčice je varirao od 1871 mg/kg na tretmanu s glistincem do 2135 mg/kg na kontrolnom tretmanu (grafikon 4.2.2.). Rezultati ukazuju da nije utvrđena statistički značajna razlika u sadržaju sumpora između tretmana mineralnom i organskom gnojidbom, kao i da je značajno najviše sumpora utvrđeno u plodovima s kontrolnog tretmana.

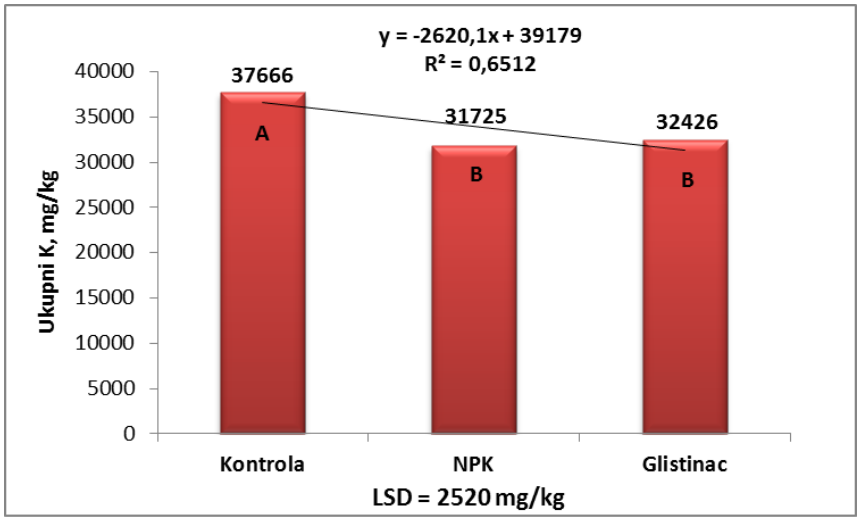


Grafikon 4.2.2. Varijabilnost ukupnog sumpora u plodu rajčice prema pokusnim tretmanima

Lešić i sur. (2016) navode da optimalna količina sumpora u plodu rajčice varira od 1300 mg/kg do 2000 mg/kg. Iz toga se da zaključiti da je količina sumpora izmjerena u pokusnom nasadu na rajčicama tretiranim glistincem, kao i onim tretiranim mineralnom gnojidbom, unutar optimalnih granica sumpora za potrebu rajčice za ovim hranivom.

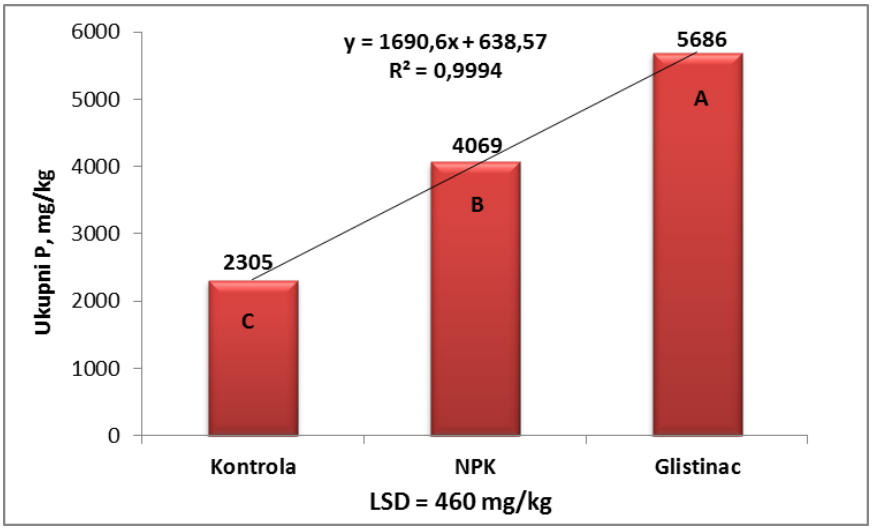
Vrlo slična varijabilnost, ali i izostanak učinka primijenjenih gnojiva na sadržaj ukupnog kalija u plodu rajčice vidljiv je na grafikonu 4.2.3. Sadržaj je varirao od 31725 mg/kg

do 37666 mg/kg. Kao i u pogledu varijabilnosti sumpora, tako i u pogledu varijabilnosti kalija NPK gnojidba i glistinac nisu doprinijeli značajnoj akumulaciji kalija u plodu rajčice u odnosu na kontrolu. Čak što više, na kontrolnom tretmanu rajčica je akumulirala statistički najviše kalija. Ovi rezultati se svakako mogu djelomično objasniti i sa inicijalnim sadržajem kalija u tlu koji je bio viši od 400 mg/kg i ukazivao na vrlo bogatu opskrbljenost tla ovim hranivom, ali i činjenicu da gnojidba ovim hranivom nije niti bila neophodna. Mukta i sur. (2015) navode da su najviši sadržaj kalija od 9000 mg/kg u plodu rajčice utvrdili na tretmanu koji je uključivao kombinaciju 10 t/ha glistinca i 50 % mineralnog gnojiva. Najniži sadržaj od 7600 mg K/kg zabilježili su na kontrolnom netretiranom tretmanu. Također, Lešić i sur. (2016) navode da optimalna količina kalija u plodu rajčice varira od 9200 mg/kg do 37600 mg/kg (37,6 g/kg) što ukazuje da su plodovi rajčice na svim pokusnim tretmanima bili optimalno opskrbljeni ovim hranivom.



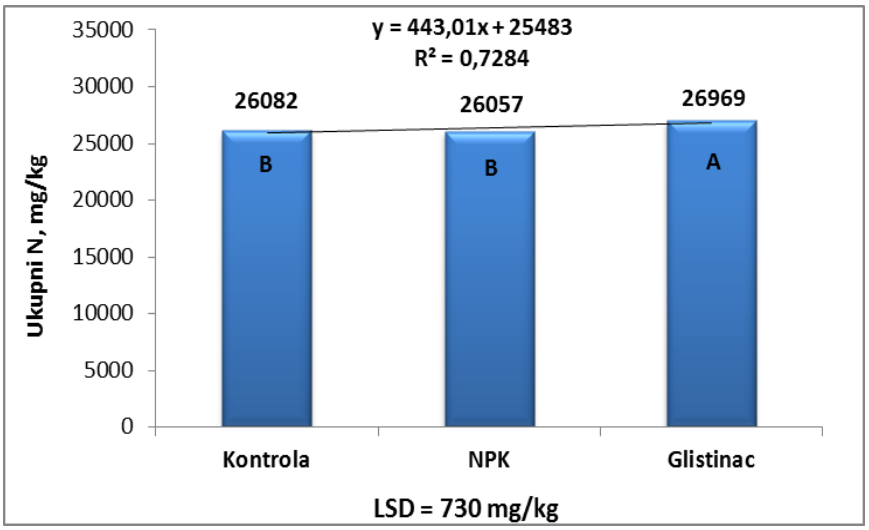
Grafikon 4.2.3. Varijabilnost ukupnog kalija u plodu rajčice prema pokusnim tretmanima

Značajan utjecaj mineralne i organske gnojidbe na status fosfora u plodu rajčice prikazan je na grafikonu 4.2.4. Statistički najviše fosfora u odnosu na kontrolu i mineralni gnojidbu usvojili su plodovi rajčice na tretmanu s glistincem. Varijabilnost fosfora bila je u rasponu od 2305 mg/kg do 5686 mg/kg. Rezultati ukazuju da je u odnosu na kontrolu plod rajčice na tretmanu s glistincem usvojio 1,5 puta više fosfora. I u pogledu fosfora, Mukta i sur. (2015) navode da je plod rajčice najviše usvojio fosfora (4900 mg/kg) na već spomenutom tretmanu (10 t/ha glistinca i 50 % mineralnog gnojiva), a sama varijabilnost ovog hraniva je varirala od 2800 mg/kg na kontroli do 4900 mg/kg. Lešić i sur. (2016) u pogledu fosfora navode da se optimalna količina u plodu rajčice kreće od 700 mg/kg do 5300 mg/kg što ukazuje da je rajčica na kontrolnom teretanu i onom sa mineralnom gnojidbom bila optimalno opskrbljena dok plod rajčice na tretmanu sa glistincem sadrži 7 % više kalija od optimalne vrijednosti.



Grafikon 4.2.4. Varijabilnost ukupnog fosfora u plodu rajčice prema pokusnim tretmanima

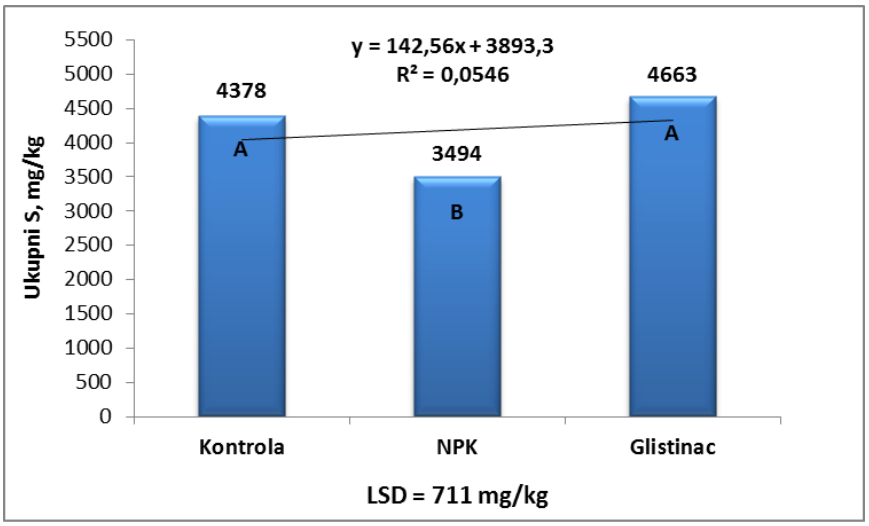
U zelenoj masi rajčice sadržaj ukupnog dušika značajno je varirao od 26082 mg/kg (26,1 g/kg) na kontrolnom tretmanu do 26969 mg/kg (27,0 g/kg) na tretmanu s glistincem (grafikon 4.2.5.). U prosjeku promatrano, uključivo sva tri tretmana, plodovi rajčice usvojili su 23437 mg/kg ukupnog dušika, a zelena masa 26397 mg/kg što je proporcionalno povećanju od 12,6 %. Uspoređujući grafikon 4.2.1. i grafikon 4.2.5. uočava se obrnuto proporcionalna ovisnost ukupnog dušika u plodu i zelenoj masi rajčice. Odnosno, značajno najniža vrijednost ukupnog dušika u plodu rajčice utvrđena je na tretmanu s glistincem dok je statistički najviši sadržaj ukupnog dušika utvrđen u stabljici i lišću rajčice tretirane glistincem. Navedeno dodatno potvrđuje i izračunati Pearsonov koeficijent korelacije (r) koji je između ova dva niza vrijednosti (sadržaja ukupnog dušika u plodu rajčice i sadržaja ukupnog dušika u zelenoj masi rajčice) iznosio -0,625. Navedena vrijednost ukazuje na jaku i negativnu povezanost sadržaju ukupnog dušika u plodovima i stabljikama i lišću rajčice.



Grafikon 4.2.5. Varijabilnost ukupnog dušika u stabljici i lišću rajčice prema pokusnim tretmanima

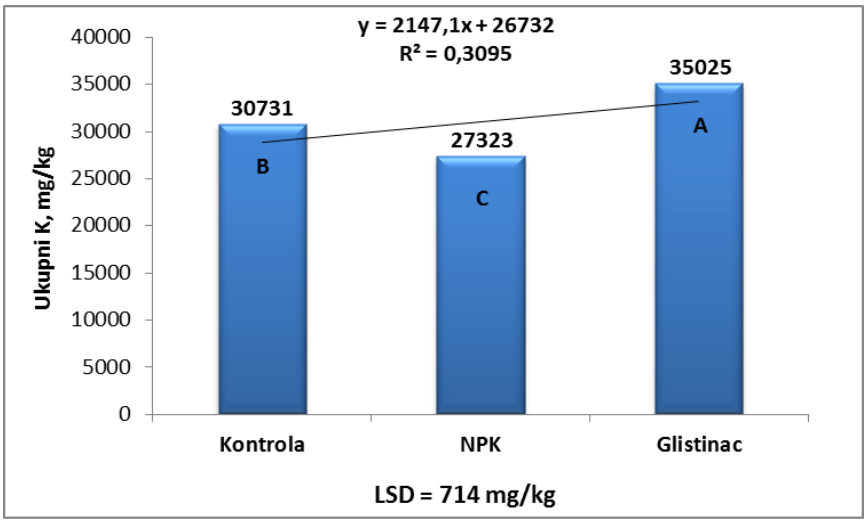
Prema istraživanju Sainju i sur. (2003) vrijednost ukupnog N u zelenoj masi rajčice, stabljikama i lišću, za optimalnu proizvodnju proteina i amino kiselina iznosi 48000 mg/kg (48 g/kg). Iz grafikona 4.2.5. proizlazi da uzgojene rajčice u sklopu ovog diplomskog rada u prosjeku su deficitarne u sadržaju ovog hraniva za 45 % kako bi se optimalno proizvele proteine i amino kiseline u zelenom dijelu ove kulture.

Varijabilnost ukupnog sumpora na grafikonu 4.2.6. ukazuje na značajno viši akumulirani sadržaj ovog hraniva u zelenoj masi rajčice na kontrolnom tretmanu i tretmanu s glistincem u odnosu na tretman s mineralnom gnojidbom. Sadržaj se kretao u rasponu od 3494 mg/kg do 4663 mg/kg. Kao i u pogledu sadržaja ukupnog dušika i za sadržaj ukupnog sumpora uočava se trend značajne i relativne više akumulacije ovog hraniva na tretmanu s primijenjenim glistincem. U prosjeku promatrano, uključivo sva tri tretmana, plodovi rajčice usvojili su 1971 mg/kg ukupnog sumpora, a zelena masa 4171 mg/kg što je proporcionalno povećanju od čak 111 %. Sainju i sur. (2003) za vrijednost ukupnog S u zelenoj masi rajčice, stabljikama i lišću, za optimalnu proizvodnju proteina i amino kiselina navode količinu od 16000 mg/kg (16,0 g/kg). Iz navedenog proizlazi da je zelena masa rajčice u prosjeku usvojila tri puta manje sumpora potrebnog za optimalnu proizvodnju proteina i amino kiselina.



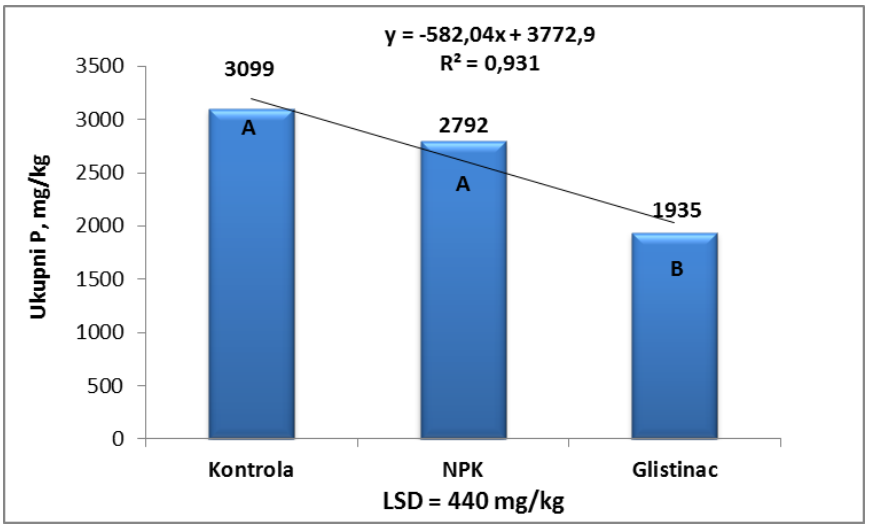
Grafikon 4.2.6. Varijabilnost ukupnog sumpora u stabljici i lišću rajčice prema pokusnim tretmanima

Na grafikonu 4.2.7. prikazana je varijabilnost ukupnog kalija u stabljici i lišću rajčice. Varijabilnost ukupnog kalija ukazuje na značajno viši akumulirani sadržaj ovog hraniva u zelenoj masi rajčice na tretmanu s glistincem u odnosu na kontrolni tretman i tretman s mineralnom gnojidbom. Vrlo sličan trend značajno nižeg sadržaja kalija u zelenoj masi rajčice na tretman s mineralnom gnojidbom u odnosu na ostala dva tretmana zabilježen je po pitanju ovog hraniva baš kao i u pogledu varijabilnosti sumpora u zelenoj masi rajčice. Sadržaj kalija varirao je u rasponu od 27323 mg/kg (27,3 g/kg) do 35025 mg/kg (35,0 g/kg). U prosjeku promatrano, uključivo sva tri tretmana, plodovi rajčice usvojili su 33939 mg/kg ukupnog kalija, a zelena masa 31011 mg/kg što je proporcionalno smanjenju od svega 8,6 %. Sainju i sur. (2003) i za vrijednost ukupnog K u zelenoj masi rajčice, stabljikama i lišću, kao optimalnu količinu za aktivaciju enzima i regulaciju pH u rajčici navode vrijednost od 55000 mg/kg. Iz navedenog također proizlazi da je zelena masa rajčice u prosjeku usvojila 43,6 % manje kalija potrebnog za njezine životno važne procese.



Grafikon 4.2.7. Varijabilnost ukupnog kalija u stabljici i lišću rajčice prema pokusnim tretmanima

U zelenoj masi rajčice sadržaj ukupnog fosfora značajno je varirao od 1935 mg/kg na tretmanu s glistincem do 3099 mg/kg na kontrolnom tretmanu (grafikon 4.2.8.). U prosjeku promatrano, uključivo sva tri tretmana, plodovi rajčice usvojili su 4020 mg/kg ukupnog fosfora, a zelena masa 2585 mg/kg što je proporcionalno smanjenju od 35,7 %. Uspoređujući grafikon 4.2.4. i grafikon 4.2.8 uočava se obrnuto proporcionalna ovisnost ukupnog fosfora u plodu i zelenoj masi rajčice. Značajno najviša vrijednost ukupnog fosfora u plodu rajčice utvrđena je na tretmanu s glistincem dok je statistički najniži sadržaj ukupnog fosfora utvrđen u stabljici i lišću rajčice tretirane glistincem. Navedeno dodatno potvrđuje i izračunati Pearsonov koeficijent korelacije (r) koji je između ova dva niza vrijednosti (sadržaja ukupnog fosfora u plodu rajčice i sadržaja ukupnog fosfora u zelenoj masi rajčice) iznosio -0,877. Navedena vrijednost ukazuje na vrlo jaku i negativnu povezanost sadržaju ukupnog fosfora u plodovima i stabljikama i lišću rajčice. U pogledu ukupne količine fosfora u zelenoj masi rajčice, stabljikama i lišću, potrebnih za izgradnju nukleinske kiseline, Sainju i sur. (2003) navode količinu od 5000 mg/kg. Iz grafikona 4.2.8. je vidljivo da zelena masa rajčice na kontroli u deficitu za ovim hranivom i optimalnim uvjetima za odvijanje mnogih važnih procesa u samoj biljci za 38,0 %, a ona na tretmanu sa glistincem za čak 61,3 %.



Grafikon 4.2.8. Varijabilnost ukupnog fosfora u stabljici i lišću rajčice prema pokusnim tretmanima

5. Zaključci

Na temelju rezultata istraživanja sadržaja pojedinih hraniva u primijenjenom glistincu mogu se izvesti sljedeći zaključci:

- Primijenjeni glistinac je visokovrijedno organsko gnojivo u kojemu je sadržaj primarnih hraniva iznosio: 0,49 % S; 0,51 % P; 2,33 % K i 2,42 % N.

Na temelju rezultata istraživanja utjecaja primijenjene mineralne i organske gnojidbe na status hraniva u plodu i zelenoj masi rajčice mogu se izvesti sljedeći zaključci:

- Ukupni dušik u plodu rajčice značajno je varirao od 21,5 g/kg na tretmanu sa glistincem do 26,1 g/kg na tretmanu s mineralnom gnojidbom. U zelenoj masi biljke varirao je u značajnom rasponu od 26,1 g/kg do 27,0 g/kg u korist tretmana sa primijenjenim glistincem.
- Ukupni sumpor u plodu rajčice značajno se kretao u rasponu od 1871 mg/kg do 2135 mg/kg pri čime su podjednaki utjecaj imala oba gojidbena tretmana na sadržaj ovog hraniva u ispitivanom plodu, dok je u zelenoj masi biljke primjena glistica rezultirala statistički najvišom količinom akumuliranog sumpora koji je iznosio 4663 mg/kg.
- Ukupni kalij u plodu rajčice varirao je od 31,7 g/kg do 37,7 g/kg na čiju je varijabilnost podjednako bez značajnih razlika utjecala i mineralna i organska gnojidba, dok je u zelenoj masi biljke tretman sa glisticem (organska gnojidba) značajno pridonijela usvajanju ovog hraniva i u konačnici je iznosila 35,0 g/kg.
- Ukupni fosfor u plodu rajčice bio je pod značajnim utjecajem primijenjenog glistinca na čijem je tretmanu zabilježeno 5686 mg P/kg. Sadržaj ovog istog hraniva u zelenoj masi rajčice varirao je od 1935 mg/kg do 3099 mg/kg na tretmanu sa utvrđenim značajnim utjecajem mineralne gnojidbe.
- Na temelju prikazanih rezultata istraživanja utjecaja primijenjene mineralne i organske gnojidbe (glistinca) na status hraniva u plodu i zelenoj masi rajčice može se zaključiti da gnojidba doista značajno utječe na usvajanje hraniva, ali uslijed iznimnih vremenskih uvjeta tijekom vegetacije, ovi rezultati bi se trebali razmatrati samo u kontekstu ovoga pokusa, a ne kao stvarni pokazatelji utjecaja glistinca i mineralne gnojidbe na status hraniva u plodu i zelenoj masi rajčice.

6. Popis literature

1. Abduli M.A., Amiri L., Madadian E., Gitipour S., Sedighian S. (2013). Efficiency of Vermicompost on Quantitative and Qualitative Growth of Tomato Plants. International Journal of Environmental Research 7(2):467-472.

2. Adhikary S. (2012). Vermicompost, the story of organic gold: A review Agricultural Sciences 3(7):905-917.

3. Arancon N.Q., Clive A. Edwards C.A., Bierman P., Metzger J.D., Lee S., Welch C. (2003). Effects of vermicomposts on growth andmarketable fruits of field-grown tomatoes, peppers and strawberries. Pedobiologia 41:731-735.

4. Atiyeh, R.M., Dominguez J., Sobler S., Edwards C.A., (2000a). Changes in biochemical properties of cow manure during processing by earthworms (Eisenia andrei) and the effects on seedling growth. Pedobiologia 44:709-724.

5. Atiyeh, R.M., Subler, S., Edwards, C.A., Bachman, G., Metzger, J.D., Shuster, W. (2000b). Effects of vermicomposts and composts on plant growth in horticultural container media and soil. Pedobiologia 44(5):579-590.

6. Atiyeh R.M., Lee S., Edwards C.A., Arancon N.Q., Metzger J.D. (2002). The influence of humic acids derived from earthworm-processed organic wastes on plant growth. Bioresource Technology 84:7-14.

7. Borošić J., Cvjetković B., Šimala M. (2016). Proizvodnja rajčice, paprike i patlidana. Gospodarski list, Zagreb.

8. DHMZ – Državni hidrometeorološki zavod (2021)- podaci iz 2019.

9. Dominguez J. (2004). State of the art and new perspectives on vermicomposting research. U: Edwards, C.A. Earthworm Ecology (2). Boca Raton, CRC Press. 401–424.

10. Dugonjić B. (2000). Kalifornijske gliste i proizvodnja humusa, Zagreb.

11. Edwards, C.A. i Norman Q.A. (2004). Vermicompost suppress plant pest and disease attack. BioCycle 45(3):51.

12. Faostat (2021). http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize

13. Gutiérrez-Miceli F.A., Santiago-Borraz J., Montes Molina J.A., Nafate C.C., Abud-Archila M., Oliva Llaven M.A., Rincón-Rosales R., Dendooven L. (2007). Vermicompost as a soil supplement to improve growth, yield and fruit quality of tomato (*Lycopersicum esculentum*). Bioresource Technology 98(15):2781-2786.

14. Husnjak S. (2014). Sistematika tala Hrvatske. Hrvatska sveučilišna naklada, Zagreb.

15. Jack A.L. i Thies J. E. (2006). Compost and vermicompost as amendments promoting soil health. U Biological Approaches to Sustainable Soil Systems (ed N. Uphoff), New York, NY: CRC Press, 453-466.

16. Kalantari S., Hatami, S., Ardalan, M.M, Alikhani, H.A., Shorafa M. (2010). The effect of compost and vermicompost of yard leaf manure on growth of corn. African Journal of Agricultural Research 5(11):1317-1323.

17. Kantoci D. i Stojić B. (2001). Povrće iz vlastitog vrta. Hobi izdanje, Gospodarski list, str. 184.

18. Lešić, R., Borošić, J., Buturac, I., Herak Ćustić, M., Poljak, M., Romić, D. (2016). Povrćarstvo, III dopunjeno izdanje. Zrinski d.d., Čakovec.

19. LH (2021). Lumbri humus - http://www.lumbri.com.hr/hr/gliste/koje-su-gliste-pogodne-za-vermikompostiranje.

20. Lončarić Z., Engler M., Karalić K., Lončarić R., Kralik D. (2005). Ocjena kvalitete vermikompostiranog goveđeg stajskog gnoja. Poljoprivreda 11:57-63.

21. Lončarić Z., Parađiković N., Popović B., Lončarić R., Kanisek J. (2015). Gnojidba povrća, organska gnojiva i kompostiranje. Priručnik, (ur. Lončarić Z.). Poljoprivredni fakultet. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera, Osijek.

22. Matotan, Z. (2008). Plodovito povrće I. Neron, Bjelovar.

23. Mukta S., Rahman M.M., Mortuza M.G. (2015). Yield and Nutrient Content of Tomato as Influenced by the Application of Vermicompost and Chemical Fertilizers. J. Environ. Sci. & Natural Resources 8(2):115-122.

24. Nair S.K., Naseema, A., Meenakumari S.K., Prabhakumari, P. Peethambaran, C.K. (1997). Microflora associated with earthworms and vermicomposting. J. Trop. Agric. 35:93-98.

25. OIKON (2019). Program zaštite zraka, ozonskog sloja, ublažavanja klimatskih promjena i prilagodbe klimatskim promjenama Istarske županije. https://www.istra-istria.hr/media/filer_public/72/c4/72c4af35-4d52-44a1-b66d-224e7522a297/190520_program_zastite_zraka_iz_2019_do_2023_02.pdf

26. Parađiković, N., Teklić, T., Vinković, T., Kanižai, G., Lisjak, M., Mustapić-Karlić, J., Bućan, L. (2010.). The incidence of BER-aff ected tomato fruits under infl uence of the form of N fertilizer. Journal of Food, Agriculture & Environment 8:201-205.

27. Parađiković, N. (2002) Osnove proizvodnje povrća, Katava d.o.o., Osijek

28. Roshanak S., Mohammad A.S., Hadi Z., Mehdi Z. (2018). Vermicomposts of Different Origins Protect Tomato Plants Against the Sweetpotato Whitefly. Journal of Economic Entomology 111(1):146-153.

29. Sainju, U.M., Dris, R. and Singh, B. (2003). Mineral Nutrition of Tomato. Journal of Food, Agriculture and Environment 1:176-183.

30. Sinha R., Herat S., Valani D., Chauhan K. (2009). Earthworms Vermicompost: A Powerful Crop Nutrient over the Conventional Compost and Protective Soil Conditioner against the Destructive Chemical Fertilizers for Food Safety and Security. Am-Euras. J. Agric. & Environ. Sci. 5:1-55.

31. Stupnišek, I. (2018). Uzgoj rajčica iz presadnica, Gospodarski list https://gospodarski.hr/rubrike/ekoloski-uzgoj-rajcica-iz-presadnica

32. Mrđen R. (2010). Ortogonalni latinski kvadrati i konacne projektivne ravnine, e.math, br.16, URL: http://e.math.hr/sites/default/files/br16/mrdjen.pdf

33. Tomašek I. i Pongrac P., (2013). Geokemijske i mineraloške karakteristike tala u okolici termoelektrane Plomin, Rudarsko-geološko-naftni fakulteta, Zagreb.

34. Tomić D. (2015). Uzgoj rajčice, paprike i patlidžana, Gospodarski list https://gospodarski.hr/rubrike/prilog-broja-uzgoj-rajcice-paprike-i-patlidzana

35. Vukadinović,V. i Vukadinović, V. (2015). Prednosti i nedostaci mineralnih i organskih gnojiva. http://tlo-i-biljka.eu/gnojidba/Gnojiva_min_org.pdf

36. Wang X., Zhao F., Zhang G., Zhang, Y. Yang, L. (2017). Vermicompost Improves Tomato Yield and Quality and the Biochemical Properties of Soils with Different Tomato Planting History in a Greenhouse Study. Frontiers in Plant Science. https://doi.org/10.3389/fpls.2017.01978

37. Yang L., Zhao F., Chang Q., Li T., Li F. (2015). Effects of vermicompost on tomato yield and quality and soil fertility in greenhouse under different soil water regimes. Agricultural Water Management 160:98-105

38. Zaller G.J. (2006). Foliar Spraying of Vermicompost Extracts: Effects on Fruit Quality and Indications of Late-Blight Suppression of Field-Grown Tomatoes. Biological Agriculture and Horticulture 24:165-180.

7. Životopis

Rođen 14.12.1989. godine u Puli, gdje je odrastao i živi sa svojim roditeljima, ocem Aleksandrom i majkom Suzanom.

Školovanje započeo 1996. godine u osnovnoj školi „Tone Peruška“ u Puli. Kroz sve razrede osnovne škole bio dobar i uzoran učenik.

Godine 2004. upisuje tehničku školu u Puli, smjer mehatronike. Tokom cijelog srednjoškolskog obrazovanja bio vrlo dobar učenik, te je nakon obrane završnog rada stekao srednju stručnu spremu: tehničar za mehatroniku.

Veleučilište u Rijeci, poljoprivredni odjel Poreč, upisuje 2008. godine, te nakon trogodišnjeg studija po Bolonjskom sustavu stječe zvanje stručnog prvostupnika *baccalaureus* mediteranske poljoprivrede.

Godine 2018. upisuje diplomski studij Agroekologije – smjer agroekologija na Agronomskom fakultetu u Zagrebu.