



**PRIRUČNIK**

**OPTIMIZACIJA  
GNOJIDBE PRI  
UZGOJU INDUSTRIJSKE  
RAJČICE PRIMJENOM  
MIKORIZNIH  
GLJIVA**

**dr.sc. Igor Pasković**



Vijeće za istraživanja u poljoprivredi (VIP) Ministarstva poljoprivrede RH

PRIRUČNIK

**OPTIMIZACIJA GNOJIDBE PRI UZGOJU  
INDUSTRIJSKE RAJČICE PRIMJENOM  
MIKORIZNIH GLJIVA**

dr.sc. Igor Pasković



MINISTARSTVO  
POLJOPRIVREDE



ISTARSKA REGIONE  
ZUPANIJA ISTRIANA



Proizvodnja rajčice za prerađu (autor: J. Klanjac)

# IMPRESSUM

Institut za poljoprivredu i turizam

**Priručnik VIP projekta „Optimizacija gnojidbe pri uzgoju industrijske rajčice primjenom mikoriznih gljiva“**

*Projekt odobren i financiran od strane Vijeća za istraživanja u poljoprivredi (VIP) Ministarstva poljoprivrede RH (Ugovor br. 2016-14-45)*

## **Trajanje projekta**

30.06.2016.-31.10.2018.

## **Izdavač**

Institut za poljoprivredu i turizam, Karla Huguesa 8, 52440 Poreč  
Za izdavača: dr.sc. Dean Ban

## **Autori**

dr.sc. Igor Pasković  
dr.sc. Igor Palčić  
dr.sc. Tomislav Radić  
Jana Klanjac, mag.ing.agr.  
Kristina Grozić, mag.ing.agr.  
dr.sc. Smiljana Goreta Ban

## **Recenzija**

dr.sc. Mario Franić

## **Fotografije**

dr.sc. Igor Pasković  
Jana Klanjac, mag.ing.agr.

## **Dizajn**

Kristina Grozić, mag.ing.agr.  
dr.sc. Igor Palčić

## **Tisak**

Nelograf

## **Naklada**

210 kom.

## **Tiskano**

Siječanj, 2019.

**ISBN 978-953-7296-23-0**

**CIP zapis dostupan u računalnome katalogu Sveučilišne knjižnice u Puli pod brojem 150113067**

*Priručnik je rezultat provedenog VIP projekta „Optimizacija gnojidbe pri uzgoju industrijske rajčice primjenom mikoriznih gljiva“ koji je financiralo Vijeće za istraživanja u poljoprivredi (VIP) Ministarstva poljoprivrede RH, a sufinancirao Upravni odjel za poljoprivredu, šumarstvo, lovstvo, ribarstvo i vodoprivredu Istarske županije. Projekt je realiziran na Institutu za poljoprivredu i turizam u Poreču.*



Uzorkovanje industrijske rajčice (autor: J. Klanjac)

## UVODNA RIJEČ VODITELJA PROJEKTA

*Rajčica je poljoprivredna kultura rasprostranjena širom svijeta prvenstveno zbog nutritivne i zdravstvene vrijednosti plodova te mogućnosti različitih načina primjene u svakodnevnoj prehrani. Zbog visokog sadržaja likopena, crvenog pigmenta snažnog antioksidativnog djelovanja, ubraja se među najzdravije povrće. Rajčica je također bogat izvor vitamina, minerala, dijetalnih vlakana i ostalih sastojaka koji povećavaju njenu zdravstvenu vrijednost. Najviše se koristi u svježem stanju, nezaobilazni je sastojak mnogih kuhanih jela, a u prerađivačkoj industriji predstavlja jednu od glavnih sirovina. Prerađuje se u koncentrate, sokove, pelate, a koriste se i zeleni plodovi za mariniranje.*

*Podatci dostupni u literaturi navode mogućnost primjene arbuskularnih mikoriznih gljiva (AMG) sa svrhom povećanja prinosa i kvalitete plodova rajčice. Spomenute AMG imaju ulogu 'biostimulatora' odnosno predstavljaju mikroorganizme koji se primjenjuju u biljnoj proizvodnji s ciljem poboljšanja učinkovitosti usvajanja hraniva, tolerantnosti na stresove i povećanja kvalitete proizvoda.*

*Obzirom na proizvodne uvjete u Istarskoj županiji, gdje je koncentrirana proizvodnja rajčice za preradu u RH, kao i dostupne podatke u literaturi, u ovom projektu provedeno je niz pokusa usmjerenih na istraživanje utjecaja AMG i optimizacije gnojidbe na usvajanje biljnih hraniva te njihovog utjecaja na prinos i kvalitetu plodova rajčice. Rezultati provedenih pokusa daju odgovore na neka od pitanja vezana uz optimalnu gnojidbu rajčice za preradu te primjenu mikoriznih pripravaka u postojećoj proizvodnji industrijske rajčice u RH. Nadamo se da će prikazani podatci doprinijeti ekonomski isplativijoj proizvodnji rajčice za preradu u RH i smanjenju negativnog učinka poljoprivredne proizvodnje na okoliš.*

**dr.sc. Igor Pasković**



Određivanje mikoriziranosti korijena rajčice za preradu (autor: J. Klanjac)

## SADRŽAJ

Uvod .....	1
Uzgoj industrijske rajčice u svijetu .....	3
Gnojidba industrijske rajčice .....	5
Primjena arbuskularno mikoriznih gljiva .....	6
Kompatibilnost AMG i fungicida.....	8
Ciljevi projekta.....	11
Karakteristike proizvodnih uvjeta .....	13
Proizvodnja presadnica .....	15
Postavljanje i provođenje pokusa .....	19
Laboratorijske analize uzoraka tla i biljnog materijala i statistička obrada podataka .....	29
Pokusi 1-3 .....	33
Pokus 4 .....	37
Popis literature .....	47
Suradnici na projektu .....	53
ZAHVALA.....	53

## Uvod

Proizvodnja rajčice na području Hrvatske čini 17% od ukupne proizvodnje povrća (Statistički ljetopis, 2017). Prema podacima Državnog zavoda za statistiku u 2016. godini proizvodnja rajčice u Hrvatskoj iznosila je 30.707 t, od čega je 24.571 t namijenjeno tržištu. Prosječni prinos rajčice bio je 66,41 t/ha (Statistički ljetopis, 2017).

Zbog povoljnih proizvodnih uvjeta, blizine tržišta i prerađivačke industrije proizvodnja industrijske rajčice (Slika 1) na području Istarske županije ima dugu tradiciju te predstavlja važan i stabilan izvor prihoda za obiteljska poljoprivredna gospodarstva. Prema podacima Agencije za plaćanja u poljoprivredi, ribarstvu i ruralnom razvoju u 2017. godini na području Istarske županije proizvodnja rajčice bila je zastupljen sa 186,9 ha od čega je na 179 ha uzgajana rajčica za preradu. Količina proizvedene rajčice za preradu godišnje iznosi oko 12.000 t (Podravka, 2018).

Proizvodnja se uglavnom odvija na zapadnom dijelu Istarskog poluotoka, odnosno dijelu zvanom *Crvena Istra*. Karakteristično tlo spomenutog područja je crvenica ili *Terra Rossa* koju karakterizira niži sadržaj organske tvari i slabija opskrbljenost fiziološki aktivnim fosforom (P). Uz navedeno, ograničene poljoprivredne površine na kojima je teško osigurati zadovoljavajući plodored razlog su zašto je u proizvodnji rajčice za preradu u Istri intenzivna primjena mineralnih gnojiva. Takav način proizvodnje dovodi do potrebe pronalaska održivih rješenja koje će smanjiti negativan utjecaj na okoliš i optimalno koristiti postojeće (ili prirodne) resurse.

Jedna od mogućnosti je primjena arbuskularnih mikoriznih gljiva (AMG) u proizvodnji industrijske rajčice uz istovremenu primjenu optimalnih količina organskog odnosno organsko-mineralnog gnojiva. Osim mogućnosti postizanja ekološki prihvatljivije poljoprivredne proizvodnje, AMG mogu imati pozitivan

utjecaj i na bolje usvajanje P. Naime, kao što je već navedeno, crvenica je definirana kao tlo s niskom količinom fiziološki aktivnog P. Iako P može biti prisutan u tlu u zadovoljavajućim količinama, u crvenici je biljkama slabije dostupan zbog formiranja manje pristupačnih spojeva u obliku Fe, Al ili Ca-fosfata. Također, AMG mogu imati pozitivan utjecaj i na usvajanje ostalih makro i mikroelemenata čime uz bolje usvajanje P također mogu pozitivno djelovati na kvantitativne (prinos) i kvalitativne parametre plodova rajčice.



Slika 1. Uzgoj rajčice za preradu (na slici osoliki pauk (*Argiope bruennichi* Scopoli)  
(autor: I. Pasković)

## Uzgoj industrijske rajčice u svijetu

Najveći proizvođač rajčice za preradu u svijetu je Kalifornija s proizvodnim površinama od oko 93.100 ha i proizvodnjom od oko 10.500.000 t rajčica (USDA, 2018). Takvu proizvodnju prije svega omogućuju velike poljoprivredne površine, raspoložive za proizvodnju, povoljni klimatski uvjeti, pravilan izbor kultivara i mehanizirana proizvodnja.

Osnovni klimatski uvjeti za proizvodnju rajčice su što dulja bezmrazna razdoblja (kod izravne sjetve), mogućnost navodnjavanja tijekom cijele vegetacije te manje količine oborina u vrijeme zriobe i berbe plodova. Kod planiranja uzgoja rajčice također je važno izabrati sunčane položaje. Rajčica može uspijevati na različitim tipovima tala, od lakih pjeskovitih do težih tala, ali je potrebno prilagoditi tehnologiju uzgoja. Optimalna su lakša, humusna tla, mrvičaste strukture, dobre propusnosti za vodu i kapaciteta za zrak i blago kisele reakcije (Slika 2). Teška ili teža tla nisu prikladna zbog nemogućnosti pravovremenog izvođenja agrotehničkih mjera korištenjem teške mehanizacije (Lešić, 2002).



Slika 2. Presadnice rajčice nakon sadnje u polje (autor: J. Klanjac)

Obzirom da je berba rajčice za preradu mehanizirana, prilikom izbora kultivara koriste se isključivo determinantni kultivari ujednačene zriobe koji dobro podnose gusti sklop. Zbog jednokratne i destruktivne berbe plodovi moraju biti dozrijevati ujednačeno, te biti čvrsti, bez zelenog prstena uz peteljku ploda (Slika 3, 4) (Matotan, 2004). U fazi postepene prezrelosti plodovi ne smiju otpasti, već se moraju otkinuti bez stapke, a poželjan je što veći sadržaj suhe tvari. Kako bi se osigurala kontinuirana berba koriste se kultivari različite duljine vegetacije (Lešić, 2002).



Slika 3. Nasad industrijske rajčice u punoj vegetaciji (autor: J. Klanjac)



Slika 4. Nasad industrijske rajčice u početku dozrijevanja plodova (autor: J. Klanjac)

## Gnojidba industrijske rajčice

Industrijska rajčica pokazuje karakterističnu dinamiku usvajanja biljnih hraniva: slabo usvajanje hraniva neposredno nakon presađivanja i ranog vegetativnog rasta, pojačano usvajanje hraniva tijekom formiranja i rasta plodova, te postupno usporavanje usvajanja hraniva koje prati samo sazrijevanje plodova (Hartz, 2007). Za gnojidbu tla na kojem se uzgaja industrijska rajčica koristi se u prosjeku od 140-280 kg dušika (N)/ha, s tim da se maksimalni prinosi postižu već s 112-168 kg N/ha. Također, literatura navodi korištenje 20-60 kg fosfora (P)/ha (45-140 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha) kao i 0-185 kg kalija (K)/ha (do 225 kg K<sub>2</sub>O/ha) (Hartz i sur., 2008).

Prema Halliday i Trenkel (1992) optimalne količine biljnih hraniva u suhoj tvari lista rajčice kreću se između: 28-49 g/kg N, 4-7 g/kg P, 27-59 g/kg K, 4-9 g/kg magnezija (Mg), 24-72 g/kg kalcija (Ca), 10-30 g/kg sumpora (S), 101-291 mg/kg željeza (Fe), 55-220 mg/kg mangana (Mn), 20-85 mg/kg cinka (Zn), 10-16 mg/kg bakra (Cu) i 32-97 mg/kg bora (B). Isti autori navode da su deficitarne razine u suhoj tvari lista tijekom vegetativnog razvoja rajčice <20 g/kg N, < 2 g/kg P i <15 g/kg K, a tijekom formiranja plodova <25 g/kg K, <3 g/kg Mg i <10 g/kg Ca.



**Primijenjenu gnojidbu** potrebno je uskladiti s podacima dobivenim temeljem **kemijske analize tla** kao i **potrebama i stanjem kulture** tijekom vegetacije.

## Primjena arbuskularno mikoriznih gljiva

Mikoriza je simbioza gljiva i korijena većine kopnenih biljnih vrsta. Mikorize se temeljem njihovih morfoloških i fizioloških razlika razvrstavaju u dvije glavne grupe: endomikorizu i ektomikorizu (Slika 5) (Marschner, 2012). Iako se obje navedene vrste mikoriza mogu primijeniti u poljoprivrednoj proizvodnji, najčešće je zastupljena endomikoriza, odnosno arbuskularna mikoriza (AMG) (Klanjac i sur., 2018). Mikorizne gljive prirodno su prisutne u tlu, ali se, zbog veće učinkovitosti i iskoristivosti, biljke mogu inokulirati komercijalno dostupnim pripravcima koji sadrže spore gljiva (Baum i sur., 2015).

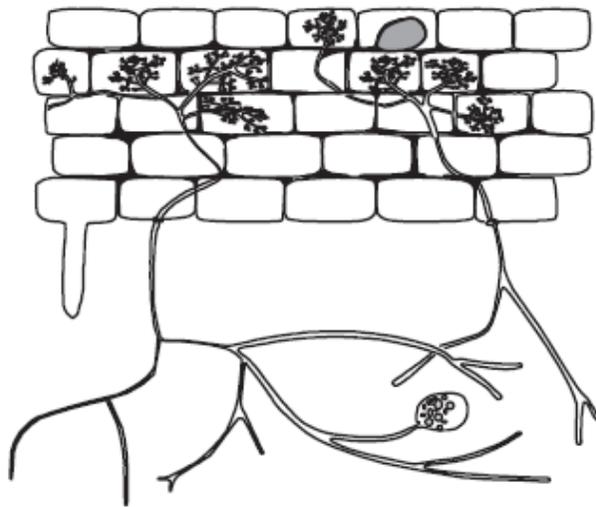
U proizvodnji povrća koriste se različiti komercijalni pripravci s izolatima AMG, a inokulacija se provodi tijekom proizvodnje presadnica kako bi korijen bio koloniziran već u trenutku sadnje presadnica na otvoreno (Douds i sur., 2012).

U proizvodnji rajčice najčešće se primjenjuju AMG koje pripadaju rodu *Glomus*, a koje imaju ulogu biostimulatora i osiguravaju niz prednosti za biljku domaćina (Poulton i sur., 2002; Copeta i sur., 2011; Conversa i sur., 2013; Ortas i sur., 2013; Baum i sur., 2015). Biljka domaćin osigurava gljivama ugljikove spojeve budući da ih gljive samostalno ne mogu sintetizirati, a biljke imaju korist u vidu učinkovitijeg usvajanja hraniva i vode (Giovannetti i Avio, 2002).

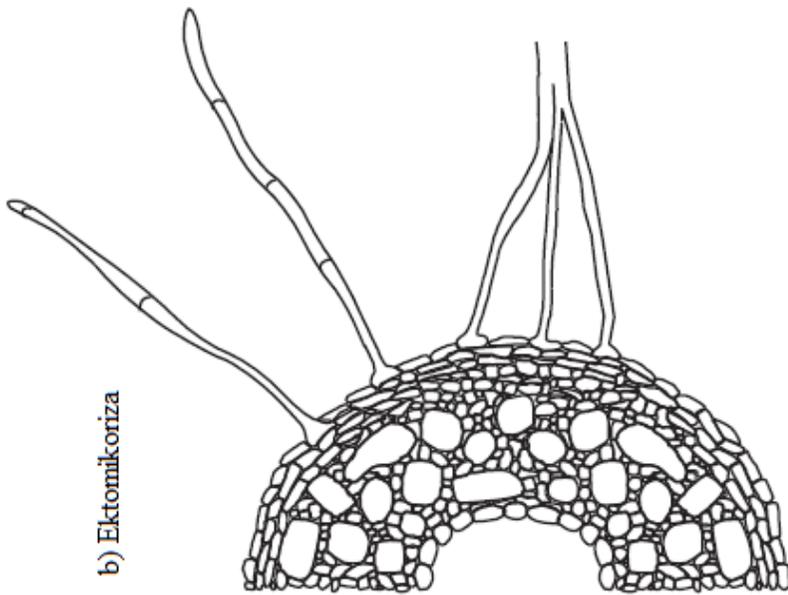
Prednosti koje AMG osiguravaju u proizvodnji rajčice su učinkovitije usvajanje hraniva, povećana tolerantnost na sušu i zaslanjenost tla (Al-Karaki, 2006; Latef i Chaoping, 2011; Ortas i sur., 2013; Watts-Williams i sur., 2014). Nadalje, prednosti AMG koje literatura ističe su povećanje otpornosti na bolesti (Pozo i Azcón- Aguilar, 2007), reduciranje negativnog učinka toksičnih metala prisutnih u biljci i/ili tlu (Berruti i sur., 2015), poboljšanje strukture i agregacije tla, te povećanje sadržaja organske tvari (Schalamuk i sur., 2014).

Sukladno svemu navedenom, primjena mikoriznih gljiva može doprinijeti unaprjeđenju produktivnosti, održivosti i kvalitete poljoprivredne proizvodnje.

a) Endomikoriza



b) Ektomikoriza



Slika 5. Morfološki i fiziološki mikorize svrstavamo u dvije glavne grupe: endomikorize i ektomikorize (Izvor: Marschner, 2012)

## Kompatibilnost AMG i fungicida

Gljivične i pseudogljivične bolesti rajčice su čest uzrok ekonomski značajnih gubitaka u proizvodnji rajčice općenito, pa tako i industrijske rajčice. Iako literatura navodi mnogobrojne patogene i njima odgovarajuće bolesti, na području Hrvatske u skupinu najznačajnijih bolesti rajčice ubrajamo: plamenjaču rajčice, koncentričnu pjegavost rajčice, septorijsku pjegavost rajčice, pepelnicu rajčice (Cvjetković, 2016; Miličević, 2016a; Šubić, 2016). Povremeno se na rajčici zabilježi i pojava bolesti kao što su bijela trulež, siva plijesan, te različitih truleži korijena i gljivičnih venuća (Cvjetković i Sever, 2016; Ivić, 2016; Miličević, 2016b; Sever i Cvjetković, 2016).

Suzbijanje bolesti rajčice moguće je provesti zasebnom i/ili kombiniranom primjenom dozvoljenih fungicidnih pripravaka. Na području Hrvatske dostupno je ukupno 45 fungicidnih pripravaka koji sadrže 29 različitih djelatnih tvari, odnosno pripravaka koji pripadaju u 23 različite kemijske skupine (Klanjac i sur., 2018).

Na kolonizaciju korijena AMG, kod proizvodnje industrijske rajčice, pravilan odabir fungicida može imati značajnu ulogu u uspješnosti simbioze rajčica-gljiva iz nekoliko razloga (Klanjac i sur., 2018):

- AMG mogu biti vrlo osjetljive na pojedine fungicide;
- pojedine djelatne tvari mogu istovremeno osigurati dovoljnu zaštitu od gljivičnih uzročnika bolesti i nesmetani razvoj AMG (Saia, 2011);
- metoda primjene fungicida može značajno doprinijeti inhibitornom učinku fungicida na AMG (Plenchette i sur., 2004; Plant Health Care Inc., 2009; Hernández-Dorrego i Mestre Parés, 2010);
- učestala primjena i povećana koncentracija primijenjene djelatne tvari doprinosi inhibiciji razvoja AMG (Schreiner i Bethlenfalvay, 1997);
- način pokretljivosti fungicida na/u biljci (kontaktni/sistemični) može odrediti direktan ili indirektan utjecaj djelatne tvari na AMG (Plant Health Care Inc., 2009; Hernández-Dorrego i Mestre Parés, 2010);

- osjetljivost vrste ili soja AMG na pojedine djelatne tvari (Fontanet i sur., 1998; Kjølner i Rosendahl, 2000);
- period primjene fungicida u odnosu na životni ciklus AMG (Giovannetti i sur., 2006).

Zabilježeni su i izuzetci, te neke djelatne tvari kao što je fosetil-Al mogu pozitivno utjecati na razvoj AMG, ali rezultati u dostupnoj literaturi su kontradiktorni (Sucarno i sur., 1998; Rutto i sur., 1999; Giovannetti i sur., 2006). Također, različiti navodi u literaturi govore o inhibitornim učincima pojedinih djelatnih tvari koje su dozvoljene za suzbijanje bolesti rajčice ali i izostanku inhibitornog učinka istih na AMG (Tablica 1).

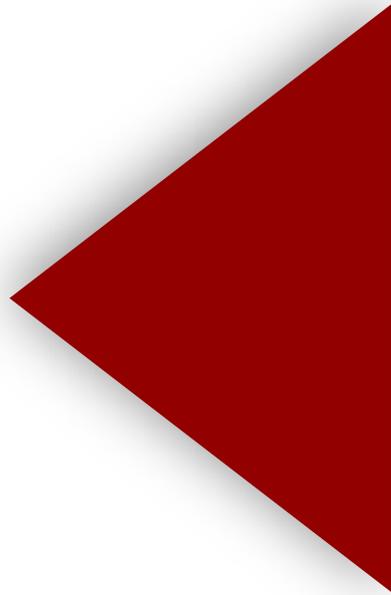
**Tablica 1. Dostupni podatci o kompatibilnosti AMG i fungicida dozvoljenih za suzbijanje bolesti rajčice (Izvor: Klanjac i sur., 2018)**

Djelatna tvar	Kompatibilnost	Primjena
Azoksistrobin	N <sup>(a)</sup> , N/O <sup>(b)</sup>	T <sup>(a)</sup> , F <sup>8(b)</sup>
Bakar	N <sup>5,2,8(a)</sup> , O <sup>8(b)</sup> , N <sup>2</sup> , O <sup>1</sup>	T <sup>8(a)</sup> , F <sup>8(b)</sup>
Ciprodinil, Metiram	N <sup>8(a)</sup> , O <sup>8(b)</sup>	T <sup>8(a)</sup> , F <sup>8(b)</sup>
Difenkonazol	N <sup>4</sup>	F <sup>4</sup>
Dimetomorf	O <sup>8</sup>	F <sup>8</sup>
Fenheksamid	N <sup>8(a)</sup> , O <sup>8(b)</sup>	T <sup>8(a)</sup> , F <sup>8(b)</sup>
Fludioksonil	O <sup>8</sup>	F <sup>8</sup>
Folpet	N <sup>8(a)</sup> , O <sup>8(b)</sup>	T <sup>8(a)</sup> , F <sup>8(b)</sup>
Fosetil-Al	N <sup>5</sup> , P <sup>8(a)</sup> , O <sup>8(b)</sup>	I <sup>8(a)</sup> , F <sup>8(b)</sup>
Krezoksim-metil	N <sup>8(a)</sup> , N/O <sup>8(b)</sup>	T <sup>8(a)</sup> , F <sup>8(b)</sup>
Mankozeb	O <sup>5</sup> , N <sup>8(a),6</sup> , N/O <sup>8(b)</sup>	T <sup>8(a)</sup> , F <sup>8(b),6</sup>
Metalaksil	N <sup>8(a)</sup> , N/O <sup>8(b)</sup>	T <sup>8(a)</sup> , F <sup>8(b)</sup>
Miklobutanil	N <sup>8</sup>	T <sup>8</sup>
Piraklostrobin	N <sup>6</sup>	F <sup>6</sup>
Propamokarb	O <sup>8</sup> , P <sup>3</sup>	F <sup>8</sup> , T <sup>8</sup> , I <sup>3</sup>
Sumpor	O <sup>7</sup>	F <sup>7</sup>

Različiti brojevi (1-8) i slova (a, b) označavaju različite literaturne izvore podataka. Kompatibilnost: N – negativan utjecaj, P – pozitivan utjecaj, O – izostanak utjecaja; Primjena: F – folijarna primjena, T – primjena putem tla, I – Primjena fungicida prije i nakon inokulacije mikoriznom vrstom.



**Mogućnost postizanja boljih rezultata**  
kod primjene AMG u **ekološkoj proizvodnji** je  
veća, međutim ekološka proizvodnja **ne**  
**osigurava u potpunosti** nesmetanu  
kolonizaciju korijena s AMG (Saia, 2011).



## **Ciljevi projekta**

Proizvodnja industrijske rajčice na području Istre ima dugu tradiciju te predstavlja važan i stabilan izvor prihoda za obiteljska poljoprivredna gospodarstva (OPG).

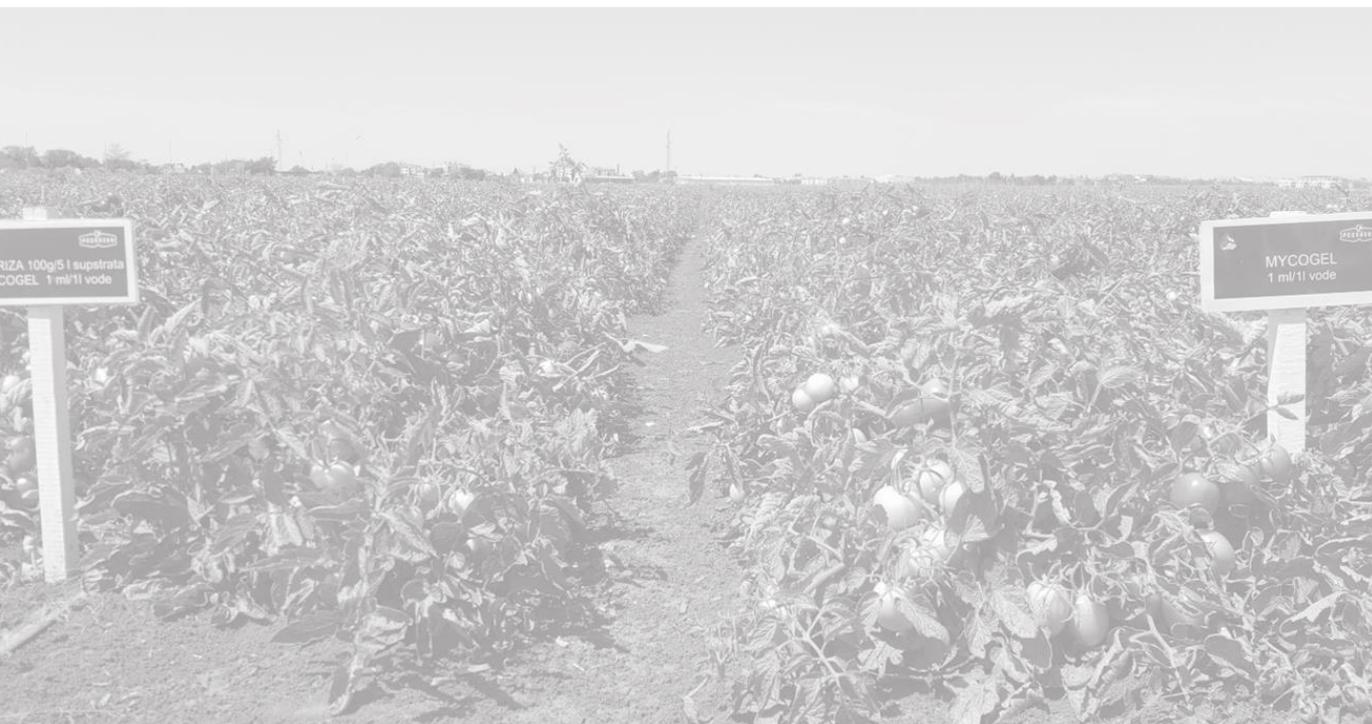
**Cilj projekta bio je poboljšanje prinosa i kvalitete plodova industrijske rajčice uz održavanje (i unapređenje) plodnosti tla.**

Specifični ciljevi ovog projekta bili su:

- I. utvrditi utjecaj primjene AMG i gnojidbe na rast, razvoj, prinos i kvalitetu rajčice;**
- II. utvrditi utjecaj primjene AMG i gnojidbe na usvajanje i iskoristivost dostupnog P, kao i ostalih makro i mikro hraniva u biljci;**
- III. utvrditi potencijalni utjecaj primjene AMG i gnojidbe na aktivnost enzima u tlu;**
- IV. definirati parametre optimizirane gnojidbe i njihovu ekonomsku opravdanost.**



## PREGLED PROVEDENIH ISTRAŽIVANJA



## Karakteristike proizvodnih uvjeta

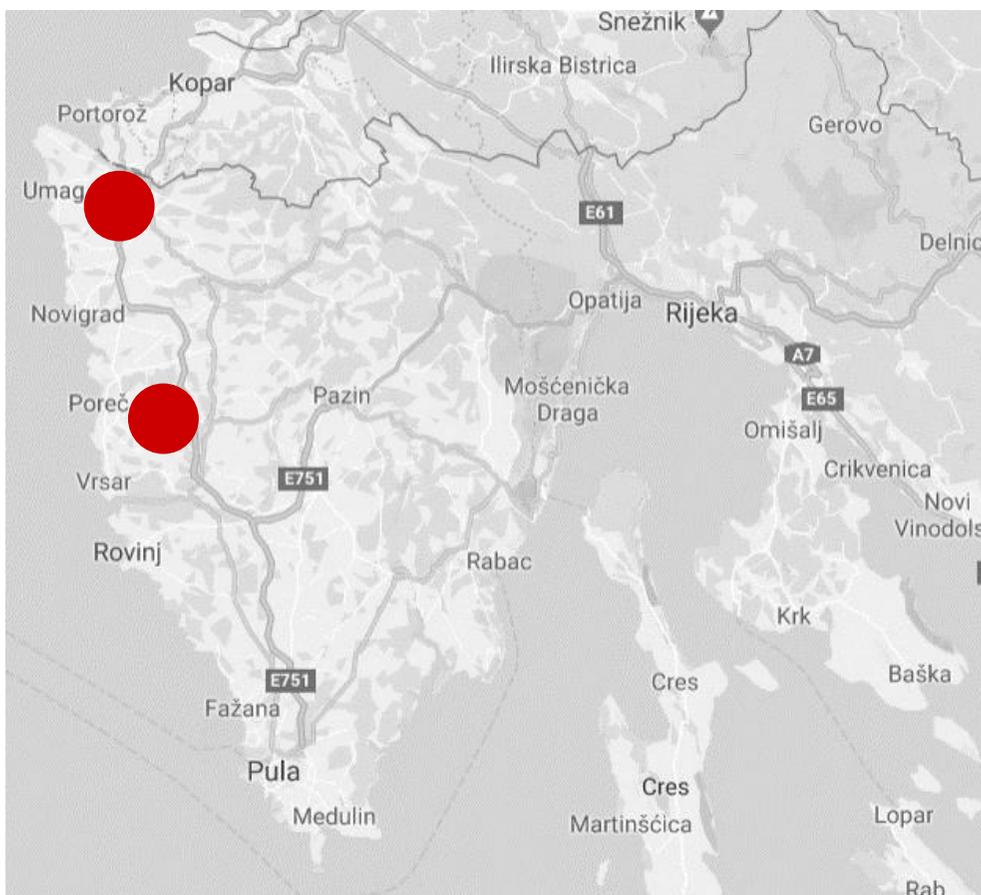
Na području Istarskog poluotoka prevlada umjereno topla klima, iako se mogu razlikovati tri tipa podneblja. Obalni pojas između Novigrada i Rapca, koji ima najviše temperatura i najmanje oborina, ima sredozemnu klimu (Cs po Köppenovoj klimatskoj kvalifikaciji). Obalni pojas na istočnoj strani poluotoka te područje sjeverno od rijeke Mirne na zapadnoj i sjeverozapadnoj obali gdje je smještena najveća proizvodnja rajčice za preradu ima umjereno toplu vlažnu klimu s vrućim ljetom (Cfa po Köppenu), dok unutrašnjost istarskog poluotoka ima topla ljeta (Cfb po Köppenu).

Na području do 150 m nadmorske visine, gdje je koncentrirana proizvodnja rajčice za preradu, prosječne siječanjske temperature iznose 4 °C, a srpanjske 22 do 24 °C. Količina oborina na području zapadne i sjeverozapadne obale Istre iznosi od 800 do 1100 mm, no najviše je oborina zabilježeno u jesen, a najmanje zimi, na početku proljeća i ljeti. Unatoč prosječno dobroj vlažnosti klime, velika varijabilnost oborina povećava opasnost od suše, koja je najveća na zapadnoj obali, gdje su količine oborina najmanje, a razdoblje vrlo visokih temperatura traje i do tri mjeseca. Stoga je kod proizvodnje rajčice za preradu neophodno osigurati navodnjavanje tijekom ljetnih mjeseci. Značajan čimbenik koji klimu zapadne obale Istre čini povoljnom za proizvodnju rajčice za preradu je obalna cirkulacija zraka. Ljeti, kod stabilnog i vedrog vremena, danju s mora puše osvježavajući maestral, a noću s kopna burin.

Područje zapadne Istre leži na vapneno-dolomitnoj podlozi (*Crvena Istra*) s crvenicom kao najučestalijim tipom tla. Crvenica u Istri zauzima 27,6 % ukupne površine te se na njoj nalazi glavnina poljoprivredne proizvodnje. Svojstva poljoprivrednih tala su pod utjecajem prirodnih čimbenika (matičnog supstrata, klime i reljefa), ali i sve većim antropogenim utjecajem. Specifičnosti crvenice su slaba opskrbljenost fiziološki aktivnim P (1,35 mg/100 g tla), srednja do dobra opskrbljenost fiziološki aktivnim K (15,6 mg/100 g tla) i nizak sadržaj ukupnog N.

Reakcija tla (pH) kod crvenice je slabo kisela, a u prosjeku iznosi pH=6.55 (Bratović, 2008).

Pokusi su postavljeni i provedeni na dvije lokacije. Pokusi 1, 2 i 3 postavljeni su na PO *Tre pini*, *Majkovica* i *Dandi* na području Umaga, a pokus 4 na imanju Instituta za poljoprivredu i turizam na području Poreča (Slika 6).



Slika 6. Lokacije na kojima su postavljeni pokusi (pokusi 1-3 Umag; pokus 4 Poreč)

## Proizvodnja presadnica

Rajčica namijenjena za preradu može se uzgajati iz presadnica ili izravnom sjetvom. Proizvodnja iz presadnica predstavlja sigurniji način proizvodnje jer nema rizika od niskih temperatura u vrijeme nicanja. Sadnja presadnica omogućuje sigurnije postizanje planiranog sklopa, što podrazumijeva veće prinose i veći udio tržnih plodova. Također, proizvodnjom iz presadnica berba nastupa ranije, no u odnosu na proizvodnju izravnom sjetvom proizvodnja iz presadnica je skuplja.

### ***Proizvodnja presadnica pokusi 1 i 2***

Presadnice za potrebe dijela istraživanja proizvedene su u rasadniku Podravkinog kooperanta, obrta 'Grunt' pokraj Varaždina. Sjetva netretiranog piliranog sjemena rajčice hibrida *Perfect Peel* provedena je sredinom ožujka 2017. godine (pokus 1) i 2018. godine (pokus 2) u kontejnere s 209 sjetvenih mjesta. Prije sjetve, homogeniziran je supstrat za proizvodnju presadnica rajčice (Klasmann Potgrond P) s ili bez dodatka AMG pripravka. Pripravak *Aegis Microgranule (Glomus intraradices (sin. Rhizophagus irregularis) i Glomus mossae)* primijenjen je u količini od 1 g/50 ml (pokusi 1 i 2) ili 1,5 g/50 ml (pokus 2) supstrata.

### ***Proizvodnja presadnica pokusi 3 i 4***

Presadnice za potrebe dijela istraživanja proizvedene su u rasadniku 'Longo' u Rovinju. Sjetva sjemena rajčice provedena je krajem ožujka 2017. godine (pokus 4) i početkom travnja 2018. godine (pokusi 3 i 4) u kontejnere sa 150 mjesta. Netretirano sjeme hibrida *Red Valley* sterilizirano je potapanjem u 10 %-tnu otopinu H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> tijekom 10 minuta. Sjeme je nakon sterilizacije isprano destiliranom vodom, osušeno i pripremljeno za ručnu sjetvu.

Prije sjetve, u plastičnoj posudi zapremine 90 L homogeniziran je supstrat za proizvodnju presadnica rajčice (Klasmann Bio Potgrond) s ili bez dodatka AMG pripravka. Pripravak *Aegis Microgranule* (*Rhizophagus irregularis* i *Glomus mossae*) primijenjen je u količini od 1 g/50 ml supstrata (Slika 7). Nakon postizanja zadovoljavajuće homogeniziranosti supstrata i AMG, kontejneri su napunjeni pripremljenim supstratom je sjeme ručno posijano, a potom je površinski sloj kontejnera prekriven vermikulitom (Slika 8 i 9). Kontejneri su smješteni u komoru za naklijavanje u kojoj je održavana optimalna temperatura i vlaga za klijanje sjemena rajčice (Slika 10). Nakon tri dana kontejneri su premješteni u plastenik na razdoblje od mjesec dana (Slika 11 i 12), a potom je uslijedila sadnja na otvoreno (Slika 13).



Slika 7. Miješanje pripravka mikoriza sa supstratom (autor: I. Pasković)



Slika 8. Ručna sjetva sjemena rajčice (autor: J. Klanjac)



Slika 9. Mehanizirano prekrivanje posijanog sjemena vermikulitom (autor: J. Klanjac)



Slika 10. Naklijavanje sjemena rajčice u vegetacijskoj komori (autor: I. Pasković)



Slika 11. Kontejneri postavljeni u plastenik (autor: J. Klanjac)



Slika 12. Presadnica rajčice u fazi za sadnju (autor: J. Klanjac)



Slika 13. Ručna sadnja presadnica u polje (autor: J. Klanjac)

## Postavljanje i provođenje pokusa

Uzorkovanje plodova rajčice za određivanje parametara kvalitete i/ili mineralnog sastava ploda provedeno je tijekom kolovoza (2017. i/ili 2018. godine) neposredno prije mehanizirane (pokusi 1, 2 i 3) ili ručne berbe plodova (pokus 4). U istom periodu provedeno je i određivanje prinosa te uzorkovanje biljaka (korijena) za određivanje postotka mikoriziranosti. Također, u pokusu 4 izmjeren je vodni potencijal biljaka i uzorkovano je tlo iz područja rizosfere za određivanje enzimatske aktivnosti tla.

Pokus 1 proveden je na PO Tre Pini tijekom 2017. godine (Tablica 2, slika 14 i 15).

Tablica 2. Pregled osnovnih informacija o provedenom pokusu 1

Pokus 1	
<b>Lokacija pokusa:</b>	Umag, PO Tre Pini, pokus u proizvodnim uvjetima
<b>Sadnja/Berba:</b>	01.05.2017./03.08.2017.
<b>Mikorizni pripravak:</b>	Aegis Mikrogranule ( <i>Rhizophagus irregularis</i> , <i>Glomus mosseae</i> )
<b>Hibrid rajčice:</b>	Perfect Peel
<b>Osnovna gnojidba:</b>	750-800 kg/ha NPK 0:20:30 Urea 150 kg/ha
<b>Gnojidba pred sadnju:</b>	-
<b>Prihrana:</b>	Tropicote N gnojivo (100kg/ha) Idron 10:5:40 + 2 % MgO + mikroelementi (250g/100 L) HakaPhos Violeta 13:40:13 (250g/100 L) (2x)
<b>Tretmani:</b>	1. Kontrola (nemikorizirane presadnice) 2. M1 tretman (100 g Aegis Mikrogranule /5 L supstrata)
<b>Mjereni parametri:</b>	Prinos Mikoriziranost korijena Suha tvar ploda (°Brix) Mineralni sastav ploda



Slika 14. Pokus na lokaciji PO Tre Pini tijekom vegetacije (autor: I. Pasković)



Slika 15. Pokus na lokaciji PO Tre Pini neposredno prije berbe (autor: I. Pasković)

Pokus 2 proveden je na PO Majkovicica tijekom 2018. godine (Tablica 3, slika 16 i 17).

Tablica 3. Pregled osnovnih informacija o provedenom pokusu 2

Pokus 2	
<b>Lokacija pokusa:</b>	Umag, PO Majkovicica, pokus u proizvodnim uvjetima
<b>Sadnja/Berba:</b>	27.04.2018./02.08.2018.
<b>Mikorizni pripravci:</b>	Aegis Mikrogranule ( <i>Rhizophagus irregularis</i> ) <i>Glomus mosseae</i> Mycogel ( <i>Rhizophagus irregularis</i> )
<b>Hibrid rajčice:</b>	Perfect Peel
<b>Osnovna gnojidba:</b>	800 kg/ha Super Stallatico 400 kg/ha NPK 7:20:30 Superfosfat 250 kg/ha
<b>Gnojidba pred sadnju:</b>	KAN 200 kg/ha
<b>Prihrana:</b>	Calcinit (3x) NPK 20:20:20 (2x)
<b>Tretmani:</b>	1. Kontrola (bez primjene mikoriza) 2. M1 tretman (100 g <i>Aegis Mikrogranule</i> /5 L supstrata) 3. M2 tretman (150 g <i>Aegis Mikrogranule</i> /5 L supstrata) 4. G tretman (1 ml <i>Mycogel</i> /1 L vode) (neposredno prije sadnje) 5. M1 + G tretman 6. M2 + G tretman
<b>Mjereni parametri:</b>	Prinos Mikoriziranost korijena Suha tvar ploda (°Brix)



Slika 16. Mehanizirana sadnja i postavljanje folije za navodnjavanje (autor: J. Klanjac)



Slika 17. Hibrid *Perfect Peel* u fenofazi dozrijevanja (autor: J. Klanjac)

Pokus 3 proveden je na PO Dandi tijekom 2018. godine (Tablica 4, slika 16 i 17).

Tablica 4. Pregled osnovnih informacija o provedenom pokusu 3

Pokus 3	
<b>Lokacija pokusa:</b>	Umag, PO Dandi, pokus u proizvodnim uvjetima
<b>Sadnja/Berba:</b>	18.05.2018./23.08.2018.
<b>Mikorizni pripravci:</b>	Aegis Mikogranule ( <i>Rhizophagus irregularis</i> , <i>Glomus mosseae</i> ) Mycogel ( <i>Rhizophagus irregularis</i> )
<b>Hibrid rajčice:</b>	Red Valley
<b>Osnovna gnojidba:</b>	1t/ha NPK 7:20:30 Urea 100kg/ha
<b>Gnojidba pred sadnju:</b>	-
<b>Prihrana:</b>	4x Calcinit (25kg/ha) 3x NovaTec 40 (25kg/ha) 1x Hakaphos Violeta 13:40:0 (35 kg/ha) 1x Hakaphos Base 7:12:40 (30 kg/ha)
<b>Tretmani:</b>	1. Kontrola (bez primjene mikoriza) 2. M1 tretman (100 g <i>Aegis Microgranule</i> /5 L) 3. G tretman (1 ml <i>Mycogel</i> /1 L vode) (neposredno prije sadnje) 4. M1 + G tretman
<b>Mjereni parametri:</b>	Prinos Mikoriziranost korijena Suha tvar ploda (°Brix)



Slika 18. Presadnice rajčice s mikoriziranim korijenom (autor: J. Klanjac)



Slika 19. Sustav navodnjavanja (autor: J. Klanjac)

Poljski pokus na Institutu za poljoprivredu i turizam u Poreču postavljen je kao Split-plot dizajn u 4 ponavljanja s dva glavna faktora a) gnojidba (kontrola, mineralna, organska, organsko-mineralna); i b) mikoriza (pripravkom *Aegis* mikorizirane (M) i nemikorizirane (NM) presadnice/biljke) tijekom 2017. i 2018. godine (Slika 20-23). Različiti tretmani gnojidbe primijenjeni su 1 mjesec prije sadnje u svakoj godini (Tablica 5).

Mikorizirane biljke (prilikom proizvodnje presadnica) nakon 7 dana od sadnje zalivene su sa suspenzijom 50 mg *Aegis Irriga*/100 ml vode po biljci (Slika 24). *Aegis Irriga* je visoko koncentrirani inokulum AMG *Rhizophagus irregularis* i *Glomus mosseae*.

Neposredno nakon sadnje presadnica postavljen je sustav navodnjavanja kapanjem. Ovisno o vremenskim uvjetima i potrebama biljaka provedeno je navodnjavanje, a 15 dana nakon sadnje pristupilo se fertirigaciji. U razdoblju od 17.05.2017.–10.08.2017. i 18.05.2018.–11.08.2018., primijenjena je UREA jednom tjedno u ukupnoj količini 60 kg N/ha. Tijekom uzgoja usjev je međuredno kultiviran i okopavan te je provedena zaštita od štetočinja. Sredstva za zaštitu bilja primijenjena u pokusu bila su Ortiva (azoksistrobin) i Decis (deltametrin).

Tablica 5. Pregled osnovnih informacija o provedenom pokusu 4

Pokus 4	
<b>Lokacija pokusa:</b>	Poreč, dvogodišnji pokus na IPTPO
<b>Sadnja/Berba:</b>	03.05.2017./16.08.2017. i 02.05.2018./16.08.2018.
<b>Mikorizni pripravci:</b>	Aegis Microgranule ( <i>Rhizophagus irregularis</i> , <i>Glomus mosseae</i> ) Aegis Irriga ( <i>Rhizophagus irregularis</i> , <i>Glomus mosseae</i> )
<b>Hibrid rajčice:</b>	Red Valley
<b>Osnovna gnojidba:</b>	1. Kontrola (bez gnojidbe) 2. Mineralna gnojidba (Petrokemija NPK (S) 15:15:15 (3) (400 kg/ha)) 3. Organska gnojidba (Italpollina NPK 4:4:4 (1500 kg/ha)) 4. Organsko mineralna gnojidba (Petrokemija NPK (S) 15:15:15 (3) (200 kg/ha) + Italpollina NPK 4:4:4 (750 kg/ha))
<b>Gnojidba prije sadnje:</b>	-
<b>Prihrana:</b>	Urea 130,4 kg/ha
<b>Mjereni parametri:</b>	Prinos Mineralni sastav ploda Kvaliteta ploda Enzimatska aktivnost tla Vodni potencijal biljaka



Slika 20. Priprema tla prije sadnje – gnojidba (autor: I. Pasković)



Slika 21. Tlo pripremljeno i označeno za sadnju (autor: J. Klanjac)



Slika 22. Sadnja presadnica rajčice (autor: J. Klanjac)



Slika 23. Navodnjavanje rajčice u pokusu (autor: J. Klanjac)



Slika 24. Primjena Aegis Irriga zalijevanjem 7 dana nakon sadnje (autor: I. Pasković)

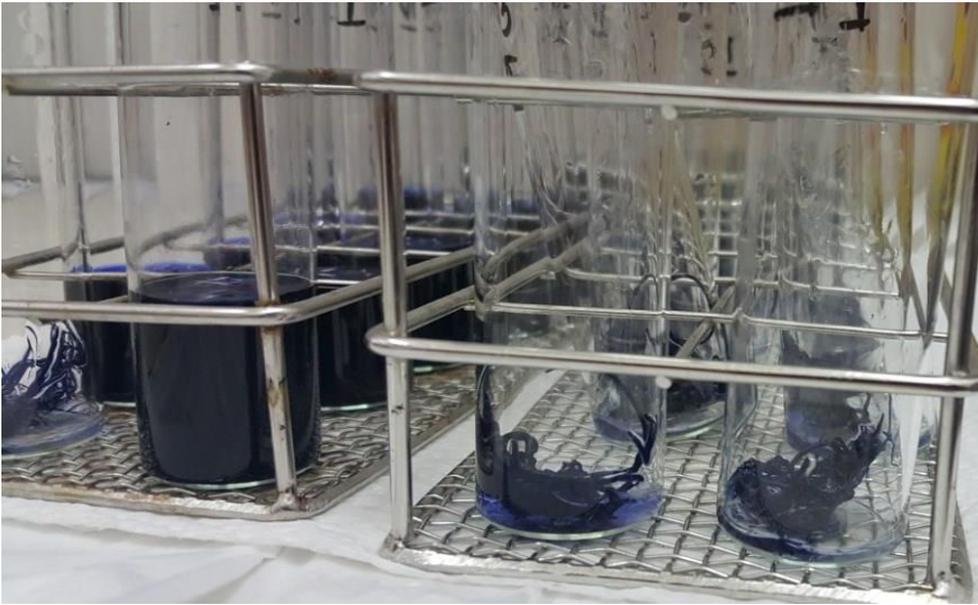
## Laboratorijske analize uzoraka tla i biljnog materijala i statistička obrada podataka

Stupanj mikoriziranosti korijena rajčice u svim primijenjenim tretmanima odredio se neposredno pred berbu u svakom provedenom pokusu (Slika 25-27). Priprema korijena rajčice započeta je ispiranjem vodom, zatim se korijen izbijelilo naizmjeničnim tretiranjem razrijeđenim KOH i HCl te obojilo reagensom *Trypan blue*.

Pripremljene uzorke skladištio se u 50 %-tnom glicerolu do trenutka analize za određivanje stupnja kolonizacije korijena. Determinacija koloniziranosti korijena rajčice AMG provodila se pregledom uzoraka pod svjetlosnim mikroskopskim prema metodi Phyllips i Hayman (1970). Koloniziranost korijena odredila se prema McGonigle i sur. (1990).

Priprema uzoraka i analiza biljnog materijala provela se standardnim metodama i postupcima, i to: N - Kjeldahl metodom, P - spektrofotometrijski, K - plamenom fotometrijom, Ca, Mg i mikroelementi primjenom atomske absorpcije. Parametri kvalitete ploda rajčice i enzimatske aktivnosti tla određeni su standardnim metodama (Favati i sur., 2009, Pasković i sur., 2017). Vodni potencijal biljaka mjeren je instrumentom PMS-1000 prema u uputama proizvođača (Slika 28).

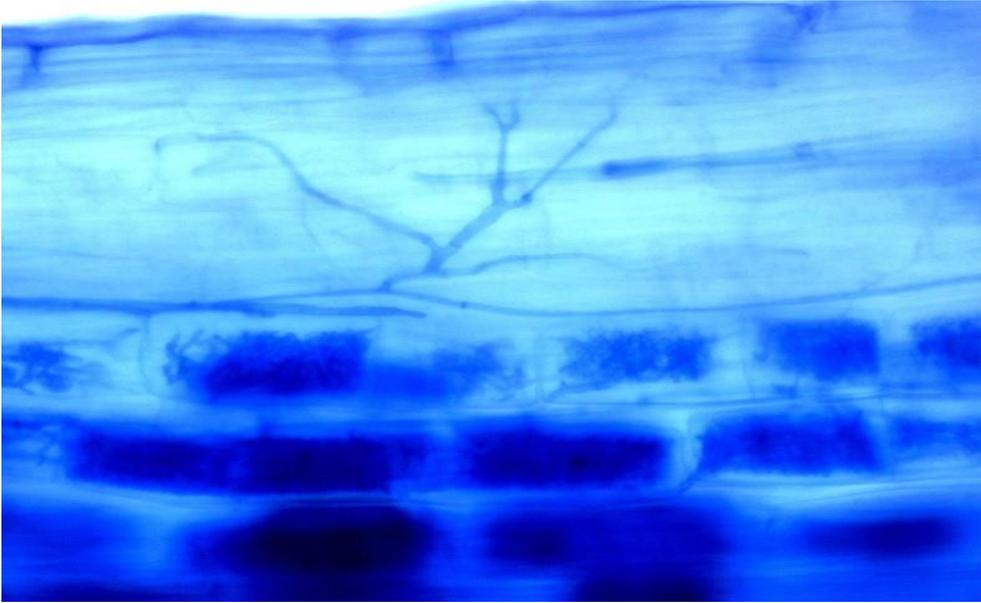
Svi dobiveni podatci obrađeni su odgovarajućim statističkim modelima (One-way ANOVA pokusi 1,2,3; Three(Two)-way ANOVA pokus 4). Nakon signifikantnog F testa (\*\*\*) za  $p < 0.001$ , \*\* za  $p < 0.01$ , \* za  $p < 0.05$ ) provelo se testiranje srednjih vrijednosti tretmana Tukey-evim Post hoc testom. Različita slova pridružena srednjim vrijednostima različita su za  $p < 0.05$ .



Slika 25. Priprema korijena rajčice za analizu mikoriziranosti (autor: J. Klanjac)



Slika 26. Priprema korijena rajčice za analizu mikoriziranosti (autor: I. Pasković)



Slika 27. Korijen s prikazom simbioze AMG i rajčice  
(200× povećanje, svjetlosni mikroskop Zeiss AxioPlus) (autor: I. Pasković)



Slika 28. Mjerenje vodnog potencijala biljaka rajčice (autor: I. Pasković)

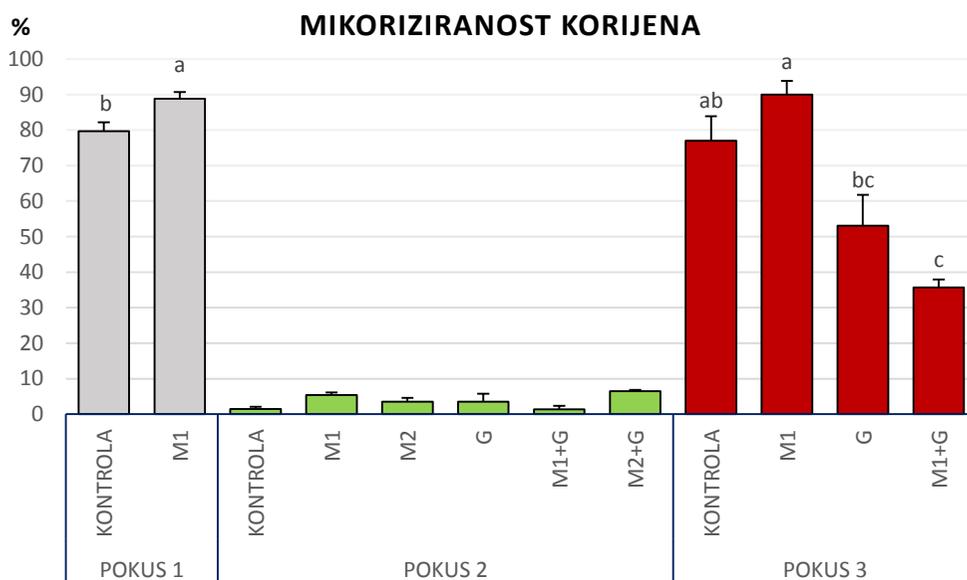


## **REZULTATI PROVEDENIH ISTRAŽIVANJA**



## Pokusi 1-3

Postotak mikoriziranost korijena biljaka prilikom berbe, prinos plodova u kg po biljci te postotak topljive suhe tvari ( $^{\circ}$ Brix) u plodovima rajčice za preradu uzorkovanih u pokusima 1,2 i 3 prikazan je u grafikonima 1-3.

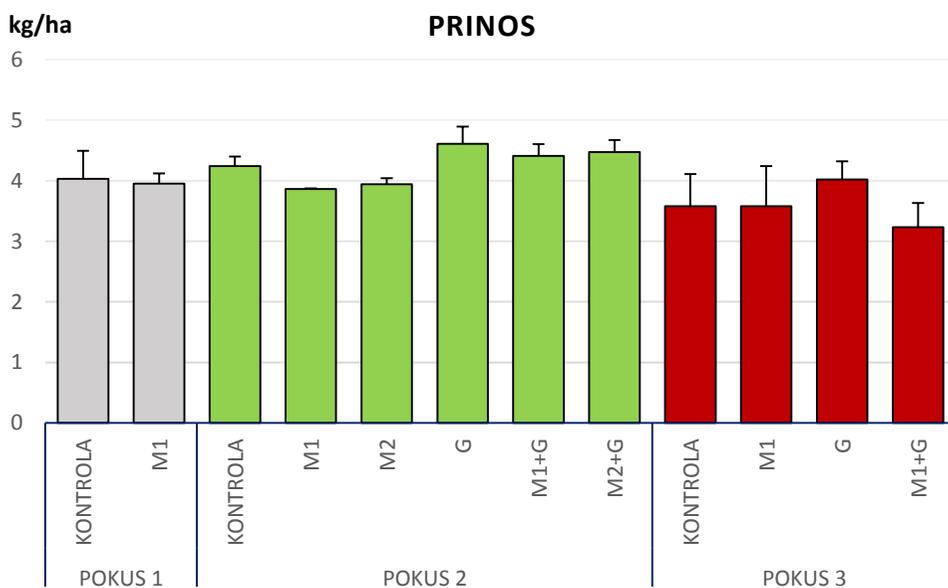


**Grafikon 1. Postotak (%) mikoriziranosti korijena rajčice u pokusima 1-3 neposredno prije mehanizirane berbe plodova**

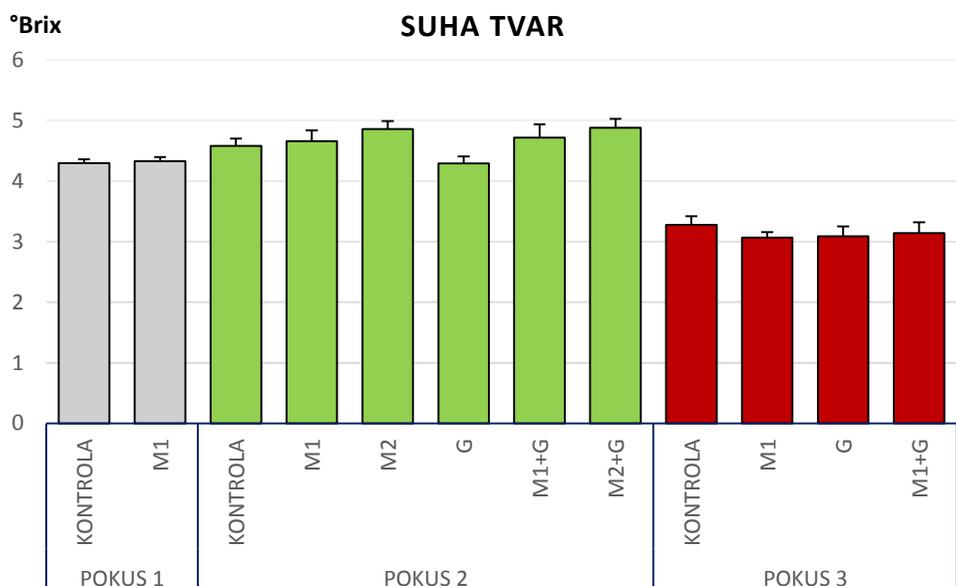
Iz rezultata je vidljivo da je postotak mikoriziranosti korijena u pokusu 1 značajno veći kod mikoriziranih presadnica hibrida *Perfect Peel* u odnosu na kontrolu (Grafikon 1). U pokusu 2 primjetan je izrazito nizak postotak mikoriziranosti korijena neovisno o tretmanu (Grafikon 1). Pretpostavljamo, da je navedeno rezultat primjene superfosfata u osnovnoj gnojidbi rajčice. Naime, poznato je da primjena mineralnih fosfornih gnojiva može imati negativan učinak na razvoj mikoriza. Nadalje, primjena pojedinačnih mikoriznih pripravaka nije pokazala statistički značajnu razliku u postotku mikoriziranosti korijena odnosu na kontrolu u pokusu 3. S druge pak strane zajednička aplikacija pripravaka (*Aegis*

*Mikrogranule* i *Mycogel*) rezultirala je nižim postotkom mikoriziranosti korijena rajčice u odnosu na kontrolu (Grafikon 1). Postotak prirodne mikoriziranosti korijena kontrolnih biljaka u pokusima 1 i 3 dokazuje visok prirodni afinitet rajčice za preradu prema simbiozi s arbuskularnim mikoriznim gljivama (Grafikon 1).

Prinos i količina topljive suhe tvari po Brixu nisu se razlikovali neovisno o tretmanima u pokusima 1-3 (Grafikon 2 i 3). Ovisno o lokaciji/godini/hibridu prinos se kretao oko 4 kg/ biljci a postotak suhe tvari po Brixu od 3-4,9 %.



Grafikon 2. Prinos rajčice u pokusima 1-3



**Grafikon 3. Količina topljive suhe tvari (°Brix) u plodovima rajčice za preradu u pokusima 1-3**

Nastavno na postojeću razliku između M1 tretmana i kontrole u postotku mikoriziranosti korijena (Grafikon 1) u pokusu 1 određen je i sadržaj marko i mikro elemenata u plodu rajčice (Tablica 6 i 7). Mikorizirane presadnice (M1) pokazale su veću koncentraciju P u odnosu na kontrolu. Kontrolni tretman imao je veću koncentraciju K, dok se koncentracija mikroelemenata nije razlikovala između tretmana.

**Tablica 6. Koncentracija makroelemenata u plodu rajčice u pokusu 1**

TRETMAN	P g/kg	K g/kg	Ca g/kg	Mg g/kg	Na g/kg
<b>KONTROLA</b>	3,25b	27,97a	0,85	1,97	2,76
<b>M1</b>	3,68a	23,07b	1,02	2,00	2,24

Tablica 7. Koncentracija mikroelemenata u plodu rajčice u pokusu 1

TRETMAN	Fe mg/kg	Mn mg/kg	Cu mg/kg	Zn mg/kg	B mg/kg
KONTROLA	146,46	18,73	13,12	17,06	8,55
M1	124,67	20,91	12,78	16,33	9,54

- Poljski pokusi u standardnim proizvodnim uvjetima kod proizvođača nisu pokazali pozitivan utjecaj primjene pripravaka od mikoriznih gljiva na prinos i količinu topljive suhe tvari ploda, parametre povezane s ekonomskom dobiti u uzgoju industrijske rajčice;

- Na samo jednom, od tri poljska pokusa provedena u standardnim proizvodnim uvjetima, zabilježena je veća mikoriziranost biljaka pri primjeni mikoriznih preparata u odnosu na netretiranu kontrolu te posljedično veći sadržaj P u plodu rajčice;

- Primjena superfosfata značajno je inhibirala postotak mikoriziranosti u svim istraživanim tretmanima pokusa 2;

- Korijen industrijske rajčice pokazao je i u netretiranoj kontroli visoki stupanj prirodne mikoriziranosti u pokusima 1 i 3, što govori u prilog visokom afinitetu rajčice prema prirodnoj mikoriziranosti korijena AMG neovisnoj o primjeni mikoriznih pripravaka.



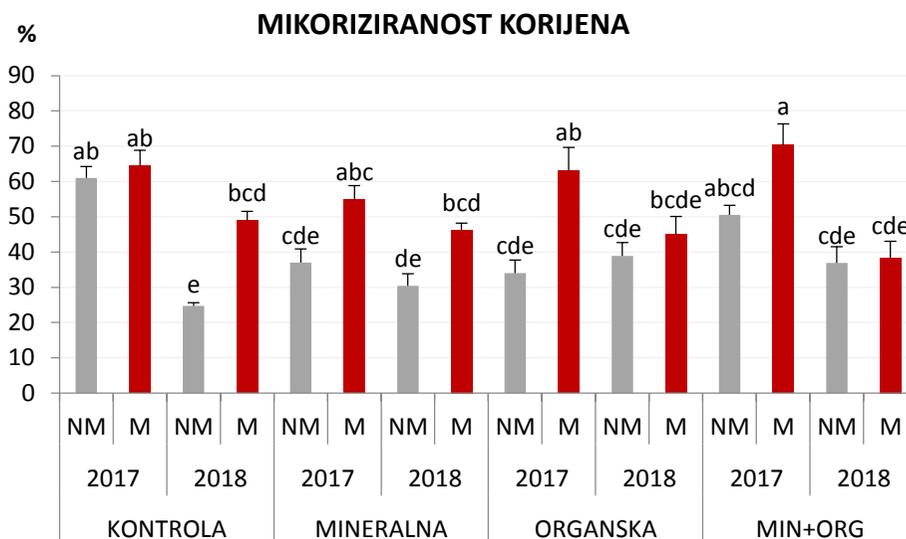
### ZAKLJUČCI (POKUSI 1-3)

## Pokus 4

Utjecaj primjene različitih gnojidbenih tretmana te mikoriza na postotak mikoriziranosti korijena rajčice tijekom dvije godine pokusa prikazan je u tablici 8 i grafikonu 4. Iz rezultata je vidljivo da je relativno najveći postotak mikoriziranosti korijena pokazala interakcija primjene mikoriznih *Aegis* pripravaka te organsko-mineralne gnojidbe tijekom pokusa 2018. godine dok je isti učinak izostao tijekom 2017. godine.

Tablica 8. Utjecaj gnojidbe, godine i mikorize te njihovih interakcija na postotak (%) mikoriziranosti korijena rajčice u pokusu 4

Mikoriziranost korijena (%)	
<b>GNOJIDBA</b>	*
<b>GOD</b>	***
<b>MIKO</b>	***
<b>GNOJIDBA*GOD</b>	**
<b>GNOJIDBA*MIKO</b>	n.S.
<b>GOD*MIKO</b>	n.S.
<b>GNOJIDBA*GOD*MIKO</b>	**



**Grafikon 4. Prikaz interakcije gnojidbe, godine i mikorize na mikoriziranost korijena u pokusu 4**

Također, najniži postotak mikoriziranosti korijena vidljiv je u interakciji nemikoriziranih presadnica iz kontrolnog gnojidbenog tretmana tijekom 2018. godine, dok je tijekom 2017. godine nemikorizirana kontrola pokazala visok postotak mikoriziranosti korijena (Grafikon 4). Ipak, temeljem prikazanih podataka vidljivo je da je primjena mikoriznih pripravaka (*Aegis Microgranule* i *Aegis Irriga*) imala pozitivan utjecaj na povećanu mikoriziranost korijena u ovisnosti o interakciji s različitim gnojdbama i godinama.

Rezultati mineralne analize ploda prikazani su u tablici 9. Pri tom je vidljivo da su biljke mikorizirane pripravkom *Aegis* pokazale višu koncentraciju K i Ca u plodu rajčice što ima izrazito veliku vrijednost s obzirom na značajne potrebe rajčice upravo za navedenim mineralima (Grafikon 3 i 4).

Tablica 9. Utjecaj glavnih faktora pokusa i njihovih interakcija na koncentraciju makroelemenata u plodovima rajčice u pokusu 4

	N (g/kg)	P (g/kg)	K (g/kg)	Ca (g/kg)	Mg (g/kg)
<b>(G)</b>					
KONTROLA (K)	21,29b	4,31b	32,25	1,01	1,51
MINERALNA (MIN)	23,53a	4,58ab	35,83	1,03	1,37
ORGANSKA (ORG)	21,78ab	4,59ab	35,45	0,98	1,43
MIN + ORG	23,23ab	4,84a	34,89	0,91	1,42
<b>(GOD)</b>					
2017	20,98b	3,87b	33,93	1,49a	1,44
2018	23,94a	5,30a	35,29	0,48b	1,42
<b>(AMG)</b>					
NM	21,93	4,59	32,82b	0,95b	1,45
M	22,99	4,58	36,40a	1,02a	1,42
<b>(G x GOD)</b>					
K x 2017	18,96	3,09c	29,65	1,41a	1,48
MIN x 2017	22,61	4,13b	34,99	1,55a	1,37
ORG x 2017	21,01	3,96b	38,00	1,56a	1,52
MIN + ORG x 2017	21,31	4,29b	33,08	1,43a	1,41
K x 2018	23,63	5,53a	34,85	0,60b	1,53
MIN x 2018	24,44	5,04a	36,68	0,51bc	1,37
ORG x 2018	22,55	5,22a	32,90	0,40bc	1,35
MIN + ORG x 2018	25,15	5,40a	36,71	0,39c	1,43
<b>GNOJIDBA (G)</b>	*	**	n.s.	n.s.	n.s.
<b>GODINA (GOD)</b>	***	***	n.s.	***	n.s.
<b>MIKORIZA (AMG)</b>	n.s.	n.s.	*	*	n.s.
<b>G X GOD</b>	n.s.	***	n.s.	**	n.s.
<b>G X AMG</b>	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
<b>GOD X AMG</b>	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
<b>G X GOD X AMG</b>	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

Senzorska analiza ploda (Slika 29) pokazala je značajan utjecaj organske gnojidbe na boju i kiselost ploda u odnosu na negnojenu kontrolu. Također, primjena mikoriznih pripravaka pozitivno je utjecala na boju ploda dok su nemikorizirane presadnice pokazale značajno više zelene/travnate note prilikom senzorske analize mirisnih svojstava plodova rajčice (Tablica 10). Prikazani podatci odnose se samo na 2017. godinu pokusa.

Tablica 10. Utjecaj glavnih faktora pokusa i njihovih interakcija na senzorske karakteristike plodova rajčice u pokusu 4 tijekom 2017. godine

2017	Vanjski izgled		Mirisna svojstva		Utisak tijekom žvakanja		Okus i povratni miris	
	Boja ploda	Zeleno/travnato	Debljina kožice	Sočnost	Rajčica	Kiselo		
<b>(G)</b>								
KONTROLA (K)	6,83b	3,27	7,17	5,12	5,74	2,56b		
MINERALNA (MIN)	7,02ab	3,25	7,05	5,40	5,95	2,79ab		
ORGANSKA (ORG)	7,31a	3,14	7,28	5,13	5,69	2,92a		
MIN + ORG	7,11ab	3,22	7,08	5,29	5,91	2,86ab		
<b>(AMG)</b>								
NM	6,92b	3,33a	7,25a	5,18	5,83	2,73		
M	7,22a	3,11b	7,04b	5,29	5,82	2,84		
<b>GNOJIDBA (G)</b>	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*		
<b>MIKORIZA (AMG)</b>	**	*	*	n.s.	n.s.	n.s.		
<b>G X AMG</b>	n.s.	n.s.	n.s.	*	*	n.s.		



Slika 29. Senzorska analiza plodova rajčice (autor: J. Klanjac)

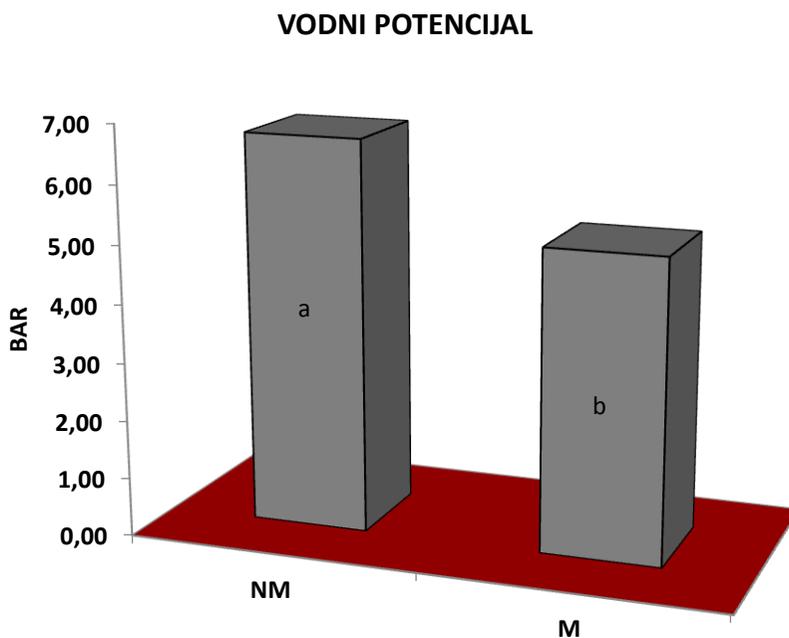
Razlike u sadržaju likopena i količine topljive suhe tvari po Brixu vidljive su samo između različitih godina pokusa s višim vrijednostima u 2018. godini (Tablica 11).

Aktivnosti dehidrogenaze, alkalne i kisele fosfataze u tlu bile su značajno više tijekom 2018. godine i nisu ovisne o primjeni mikoriznih pripravaka. Utjecaj gnojidbe pak, zabilježen je kroz razliku u aktivnosti alkalne fosfataze između mineralne i organske gnojidbe (Tablica 11).

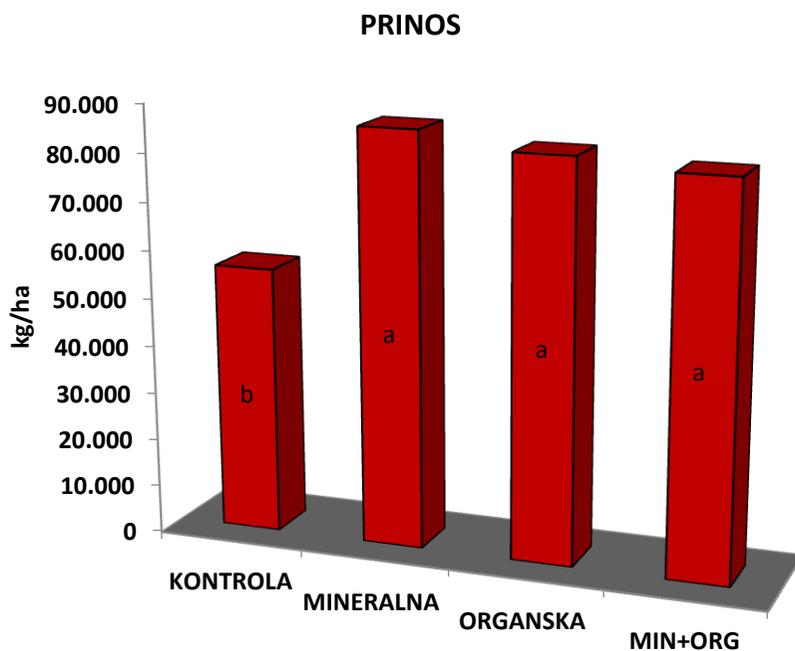
Tablica 11. Utjecaj gnojidbe i mikorize te njihove interakcije na parametre kvalitete ploda rajčice i enzimatsku aktivnost tla u pokusu 4

	LIKOPEN	°brix	Dehidrogenaza	Alkalna fosfataza	Kisela fosfataza
	mg/kg FW		µg TPF/g ST	µg pNP/g ST	µg pNP/g ST
<b>(G)</b>					
KONTROLA (K)	75,32	4,49	118,12	229,76ab	169,18
MINERALNA (MIN)	76,53	4,60	123,19	240,20a	171,18
ORGANSKA (ORG)	79,56	4,59	129,75	195,92b	148,65
MIN + ORG	76,50	4,56	133,33	208,59ab	160,55
<b>(GOD)</b>					
2017	86,16a	4,78a	95,96b	173,67b	113,21b
2018	67,80b	4,35b	156,24a	263,56a	211,57a
<b>(AMG)</b>					
NM	75,49	4,58	127,54	218,84	160,72
M	78,46	4,54	124,66	218,39	164,07
<b>GNOJIDBA (G)</b>	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.
<b>GODINA (GOD)</b>	***	***	***	***	***
<b>MIKORIZA (AMG)</b>	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
<b>G X GOD</b>	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
<b>G X AMG</b>	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
<b>GOD X AMG</b>	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
<b>G X GOD X AMG</b>	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

Mjerenje vodnog potencijala biljaka rajčice pokazalo je značajnu razliku samo na razini primjene mikoriza kao glavnog faktora pokusa. Pritom su biljke mikorizirane pripravkom **Aegis** (M) imale viši vodni potencijal lista u odnosu na nemikorizirane biljke (NM) (Grafikon 5).

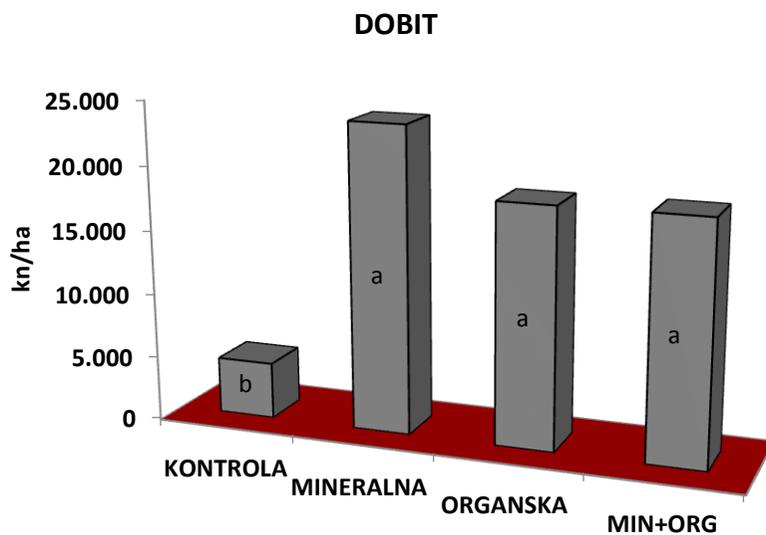


Grafikon 5. Vodni potencijal lista rajčice u odnosu na primjenu mikoriznih pripravaka u pokusu 4



Grafikon 6. Prinos industrijske rajčice u odnosu na primijenjeni oblik gnojidbe u pokusu 4

Značajne razlike u prinosu i dobiti u proizvodnji rajčice za preradu u pokusu 4 vidljive su samo na razini gnojidbe kao glavnog faktora pokusa, i to između tretmana s mineralnom, organskom ili organsko-mineralnom gnojidbom i negnojene kontrole. Pri tom je primjenom organske i organsko-mineralne gnojidbe zabilježena ista razina prinosa (oko 80-85 t/ha) i dobiti (oko 20.000,00 kn/ha) u odnosu na standardnu mineralnu gnojidbu (Grafikon 6 i 7).



Grafikon 7. Dobit pri uzgoju industrijske rajčice u odnosu na primijenjeni oblik gnojidbe u pokusu 4





- Primjena AMG nije imala značajan utjecaj na prinos;
- Optimalni prinosi, usporedivi s razinom prinosa kod poljoprivrednih proizvođača (pokusi 1-3), dobiveni su s relativno nižim razinama gnojidbe u pokusu 4;
- Bitni kvalitativni parametri nisu se razlikovali između tretmana s naglaskom da je samo tijekom pokusa provedenog 2017 uočen značajan utjecaj gnojidbe i mikorize na senzorske parametre plodova rajčice;
- Primjena mikoriznih gljiva imala je pozitivan utjecaj na koncentraciju K i Ca u plodu te viši vodni potencijal biljke;
- Primjena AMG-a nije rezultirala statistički značajno povećanim prinosom i/ili dobiti;
- Prinos i dobit veća je kod primjene različitih gnojidbenih tretmana u odnosu na negnojenu kontrolu. Primjena organskog gnojiva rezultirala je istom dobiti kao i mineralnog odnosno organsko-mineralnog gnojiva;
- Potrebno je nastaviti istraživanja primjene mikoriznih gljiva u ekološkoj poljoprivredi kao i u ovisnosti o različitim razinama navodnjavanja pri uzgoju industrijske rajčice.



## ZAKLJUČCI (POKUS BR. 4)

## Popis literature

Al-Karaki, G.N. (2006) Nursery inoculation of tomato with arbuscular mycorrhizal fungi and subsequent performance under Irrigation with saline water. *Scientia Horticulturae*, 109 (1), 1-7.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2006.02.019>

Baum, C., El-Tohamy, W., Gruda, N. (2015) Increasing the productivity and product quality of vegetable crops using arbuscular mycorrhizal fungi: a review. *Scientia Horticulturae*, 187, 131-141.

Berruti, A., Lumini, E., Balestrini, R., Bianciotto, V. (2015) Arbuscular mycorrhizal fungi as natural biofertilizers: let's benefit from past successes. *Frontiers in Microbiology*, 6, 1559.

DOI: [10.3389/fmicb.2015.01559](https://doi.org/10.3389/fmicb.2015.01559)

Bratović, I. (2008).

URL: <http://istra.lzmk.hr/clanak.aspx?id=2146> (02.01.2019.)

Conversa, G., Lazzizzera, C., Bonasia, A., Elia, A. (2013) Yield and phosphorus uptake of a processing tomato crop grown at different phosphorus levels in a calcareous soil as affected by mycorrhizal inoculation under field conditions. *Biology and Fertility of Soils*, 49 (6), 691-703.

DOI: <https://doi.org/10.1007/s00374-012-0757-3>

Copetta, A., Bardi, L., Bertolone, E., Berta, G. (2011) Fruit production and quality of tomato plants (*Solanum lycopersicum* L.) are affected by green compost and arbuscular mycorrhizal fungi. *Plant Biosystems*, 145 (1), 106-115.

DOI: <https://doi.org/10.1080/11263504.2010.539781>

Cvjetković, B. (2016) Plamenjača rajčice [*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary]. *Glasilo biljne zaštite*, 16 (5), 477-481.

URL: <https://hrcak.srce.hr/169652> (18.9.2018.)

Cvjetković, B., Sever, Z. (2016) Trulež korijena rajčice (Phytophthora nicotianae Breda de Haan). Glasilo biljne zaštite, 16 (5), 509-511.

URL: <https://hrcak.srce.hr/169659> (18.9.2018.)

Douds Jr, D.D., Lee, J., Rogers, L., Lohman, M.E., Pinzon, N., Ganser, S. (2012) Utilization of inoculum of AM fungi produced on-farm for the production of Capsicum annuum: a summary of seven years of field trials on a conventional vegetable farm. Biological Agriculture & Horticulture, 28 (2), 129-145.

DOI: <https://doi.org/10.1080/01448765.2012.693362>

Favati, F., Lovelli, S., Galgano, F., Miccolis, V., Di Tommaso, T., & Candido, V. (2009). Processing tomato quality as affected by Irrigation scheduling. Scientia Horticulturae, 122(4), 562-571.

Fontanet, X., Estaún, V., Camprubí, A., Calvet, C. (1998) Fungicides added to potting substrate affect mycorrhizal symbiosis between a peach-almond rootstock and Glomus sp. HortScience, 33 (7), 1217-1219.

Giovannetti, M., Avio, L. (2002) Biotechnology of arbuscular mycorrhizas.

U: G.G. Khachatourians, D.K. Arora, ur. Applied mycology and biotechnology: Volume 2, Agriculture and food production. Netherlands: Elsevier.

Giovannetti, M., Turrini, A., Strani, P., Sbrana, C., Avio, L., Pietrangeli, B. (2006) Mycorrhizal fungi in ecotoxicological studies: soil impact of fungicides, insecticides and herbicides. Prevention Today, 2 (1-2), 47-62.

URL: [https://www.beyondpesticides.org/assets/media/documents/Mycorrhizal\\_fungi\\_in\\_ecotoxicological\\_studies\\_Soil.pdf](https://www.beyondpesticides.org/assets/media/documents/Mycorrhizal_fungi_in_ecotoxicological_studies_Soil.pdf) (14.9.2018.)

Giovannetti, M., Turrini, A., Strani, P., Sbrana, C., Avio, L., Pietrangeli, B. (2006) Mycorrhizal fungi in ecotoxicological studies: soil impact of fungicides, insecticides and herbicides. Prevention Today, 2 (1-2), 47-62.

URL: [https://www.beyondpesticides.org/assets/media/documents/Mycorrhizal\\_fungi\\_in\\_ecotoxicological\\_studies\\_Soil.pdf](https://www.beyondpesticides.org/assets/media/documents/Mycorrhizal_fungi_in_ecotoxicological_studies_Soil.pdf) (14.9.2018.)

Halliday, D. J., & Trenkel, M. E. (Eds.). (1992). IFA world fertilizer use manual.

Hartz (2007). Fertility Management of Processing Tomato, Plant & Soil Conference, 71-75.

Hartz, T., Miyao, G., Mickler, J., Lestrage, M., Stoddard, S., Nunez, J., & Aegerter, B. (2008). Processing tomato production in California.

URL: <https://escholarship.org/uc/item/4hc350c9> (21.07.2018.)

Hernández-Dorrego, A., Mestre Parés, J. (2010) Evaluation of some fungicides on mycorrhizal symbiosis between two *Glomus* species from commercial inocula and *Allium porrum* L. seedlings. Spanish Journal of Agricultural Research, 8 (S1), S43-S50.

DOI: [10.5424/sjar/201008S1-1222](https://doi.org/10.5424/sjar/201008S1-1222)

Ivić, D. (2016) Bijela trulež (*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary) na rajčici. Glasilo biljne zaštite, 16 (5), 500-504.

URL: <https://hrcak.srce.hr/169657> (18.9.2018.)

Kjøller, R., Rosendahl, S. (2000) Effects of fungicides on arbuscular mycorrhizal fungi: differential responses in alkaline phosphatase activity of external and internal hyphae. Biology and Fertility of Soils, 31 (5), 361-365.

DOI: <https://doi.org/10.1007/s003749900180>

Klanjac, J., Grozić, K., Goreta Ban, S., Ban, D., Ivić, D., Radić, T., Pasković, I. (2018) Kompatibilnost fungicida i arbuskularnih mikoriznih gljiva u proizvodnji rajčice na otvorenom. Glasnik Zaštite Bilja, 41(5), 28-39.

Latef, A.A.H.A., Chaoxing, H. (2011) Effect of arbuscular mycorrhizal fungi on growth, mineral nutrition, antioxidant enzymes activity and fruit yield of tomato grown under salinity stress. Scientia Horticulturae, 127 (3), 228-233.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2010.09.020>

Lešić, R. (2004). Povrčarstvo. Zrinski.

Marschner, P. (2012) Rhizosphere biology. U: P. Marschner, ur. Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants, Third edition. Academic Press.

Matotan, Z. (2004). Suvremena proizvodnja povrća. Nakladni zavod Globus.

Miličević, T. (2016a) Pepelnica rajčice [*Leveillula taurica* (Lev.) G. Arnaud; *Pseudoidium neolycopersici* (L. Kiss) L. Kiss]. Glasilo biljne zaštite, 16 (5), 489-492.  
URL: <https://hrcak.srce.hr/169654> (18.9.2018.)

Miličević, T. (2016b) Siva plijesan rajčice (*Botrytis cinerea* Pers.). Glasilo biljne zaštite, 16 (5), 497-499.  
URL: <https://hrcak.srce.hr/169656> (18.9.2018.)

Ortas, I., Sari, N., Akpınar, C., Yetisir, H. (2013) Selection of arbuscular mycorrhizal fungi species for tomato seedling growth, mycorrhizal dependency and nutrient uptake. European Journal of Horticultural Science, 78 (5), 209-218.  
URL: [http://www.pubhort.org/ejhs/2013/file\\_4044268.pdf](http://www.pubhort.org/ejhs/2013/file_4044268.pdf) (12.9.2018.)

Pasković, I., Radić, T., Perinčić, B., Užila, Z., Palčić, I., Ban, D., ... & Ban, S. G. (2017). The effect of aqueous nettle extract on soil fertility and dwarf French bean vegetative growth. 52. hrvatski i 12. međunarodni simpozij agronoma, 12. do 17. veljače 2017, Dubrovnik, Hrvatska. Zbornik radova, 275-279.

Plant ealth Care Inc. (2009) Effects of fungicides on mycorrhizal fungi and root colonization. URL: <https://www.planthealthcare.com%2Fpdf%2FMyconate%2FFungicide%2520effects%2520on%2520Mycorrhizal%2520Fungi%2520and%2520Root%2520Colonization%25208-2009.pdf&usg=AOvVaw3i5NqDLnHHIke7SDmW980W> (16.9.2018.)

[2Fpdf%2FMyconate%2FFungicide%2520effects%2520on%2520Mycorrhizal%2520Fungi%2520and%2520Root%2520Colonization%25208-2009.pdf&usg=AOvVaw3i5NqDLnHHIke7SDmW980W](https://www.planthealthcare.com%2Fpdf%2FMyconate%2FFungicide%2520effects%2520on%2520Mycorrhizal%2520Fungi%2520and%2520Root%2520Colonization%25208-2009.pdf&usg=AOvVaw3i5NqDLnHHIke7SDmW980W) (16.9.2018.)

Podravka (2018)

URL: <https://www.podravka.hr/kompanija/mediji/priopcenja/odlicni-rezultati-podravkine-pokusne-proizvodnje-rajcice-u-podravini/> (26.9.2018.)

Poulton, J.L., Bryla, D., Koide, R.T., Stephenson, A.G. (2002) Mycorrhizal infection and high soil phosphorus improve vegetative growth and the female and male functions in tomato. *New Phytologist*, 154 (1), 255-264.

DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1469-8137.2002.00366.x>

Pozo, M. J., & Azcón-Aguilar, C. (2007). Unraveling mycorrhiza-induced resistance. *Current opinion in plant biology*, 10(4), 393-398.

Rutto, K.L., Ishii, T., Wamochó, S.L., Murakami, M. (1999) The effect of polyamines and propamocarb on the growth and yield of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) plants grown in a low P tropical soil inoculated with a vesicular-arbuscular mycorrhizal fungus. *Bulletin of the Faculty of Education Ehime University, Nat. Sci.*, 19 (2), 33-37.

URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/71501501.pdf> (17.9.2018.)

Rutto, K.L., Ishii, T., Wamochó, S.L., Murakami, M. (1999) The effect of polyamines and propamocarb on the growth and yield of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) plants grown in a low P tropical soil inoculated with a vesicular-arbuscular mycorrhizal fungus. *Bulletin of the Faculty of Education Ehime University, Nat. Sci.*, 19 (2), 33-37.

URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/71501501.pdf> (17.9.2018.)

Saia, S. (2011) Focus micorrize: una preziosa simbiosi. *Agriscilia*, 9, 30-33.

Schalamuk, S., Velázquez, S., Simón, M.R., Cabello, M. (2014) Effect of septoria leaf blotch and its control with commercial fungicides, on arbuscular-mycorrhizal-fungal colonization, spore numbers, and morphotype diversity. *Journal of Plant Protection Research*, 54 (1), 9-14.

DOI: <https://doi.org/10.2478/jppr-2014-0002>

Schreiner, R.P., Bethlenfalvay, G.J. (1995) Mycorrhizal interactions in sustainable agriculture. *Critical Reviews in Biotechnology*, 15 (3-4), 271-285.

DOI: <https://doi.org/10.3109/07388559509147413>

Sever, Z., Cvjetković, B. (2016) Venuća rajčice uzrokovana patogenim gljivama iz rodova *Verticillium* i *Fusarium*. Glasilo biljne zaštite, 16 (5), 505-508.

URL: <https://hrcak.srce.hr/169658> (18.9.2018.)

Statistički ljetopis Republike Hrvatske (2017), 262.

URL: [https://www.dzs.hr/Hrv/publication/stat\\_year.htm](https://www.dzs.hr/Hrv/publication/stat_year.htm) (11.9.2018.)

Šubić, M. (2016) Koncentrična pjegavost (*Alternaria solani* Sorauer) i septorijska pjegavost (*Septoria lycopersici* Speg.) rajčice. Glasilo biljne zaštite, 16 (5), 482-488.

URL: <https://hrcak.srce.hr/169653> (18.9.2018.)

Sukarno, N., Smith, F.A., Scott, E.S., Jones, G.P., Smith, S.E. (1998) The effect of fungicides on vesicular-arbuscular mycorrhizal symbiosis. III. The influence of VA mycorrhiza on phytotoxic effects following application of fosetyl-Al and phosphonate. *New Phytologist*, 139 (2), 321-330.

DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1469-8137.1998.00204.x>

USDA (2018)

URL: [https://www.nass.usda.gov/Statistics\\_by\\_State/California/Publications/Specialty\\_and\\_Other\\_Releases/Tomatoes/2018/201808ptom.pdf](https://www.nass.usda.gov/Statistics_by_State/California/Publications/Specialty_and_Other_Releases/Tomatoes/2018/201808ptom.pdf)

Watts-Williams, S.J., Cavagnaro, T.R. (2012) Arbuscular mycorrhizas modify tomato responses to soil zinc and phosphorus addition. *Biology and Fertility of Soils*, 48 (3), 285-294.

DOI: <https://doi.org/10.1007/s00374-011-0621-x>

## Suradnici na projektu



**dr.sc. Smiljana Goreta Ban**, Institut za poljoprivredu i turizam, Poreč  
**dr.sc. Sara Godena**, Institut za poljoprivredu i turizam, Poreč  
**dr.sc. Igor Palčić**, Institut za poljoprivredu i turizam, Poreč  
**dr.sc. Karolina Brkić Bubola**, Institut za poljoprivredu i turizam, Poreč  
**Jana Klanjac, mag.ing.agr.**, Institut za poljoprivredu i turizam, Poreč  
**Danko Cvitan, bacc.ing.agr.**, Institut za poljoprivredu i turizam, Poreč  
**dr.sc. Tomislav Radić**, Institut za jadranske kulture i melioraciju krša, Split  
**dr.sc. Branimir Urlić**, Institut za jadranske kulture i melioraciju krša, Split  
**dr.sc. Katarina Hančević**, Institut za jadranske kulture i melioraciju krša, Split  
**Elvino Šetić, dipl.ing.agr.**, Institut za poljoprivredu i turizam, Poreč  
**Rudi Mihatović**, Institut za poljoprivredu i turizam, Poreč  
**Danijel Sedmak**, Institut za poljoprivredu i turizam, Poreč  
**Ivan Kršanović**, Institut za poljoprivredu i turizam, Poreč  
**Antonio Šegon**, Institut za poljoprivredu i turizam, Poreč

## ZAHVALA

*Zahvaljujemo na financijskoj potpori Ministarstvu poljoprivrede, Vijeću za istraživanje u poljoprivredi te na sufinanciranju projekta Istarskoj županiji koji su prepoznali važnost teme te nam pomogli da provedemo ovo istraživanje. Također, posebno zahvaljujemo kolegicama Marini Lukić, dipl.ing., mr.sc. Pauli Žurgi, Silviji Milišić, ing., dr.sc. Miji Brkljači, dr.sc. Barbari Soldo te kolegama dr.sc. Nikoli Majoru i Zoranu Užili, dipl.ing. na pomoći pri provođenju kemijskih analiza, kao i svim kolegama i kolegicama s Instituta za poljoprivredu i turizam koji su sudjelovali u provođenju senzorskih analiza plodova rajčice te ostalih poslova vezanih uz provođenje pokusa.*

*Posebnu zahvalu dugujemo kolegama dr.sc. Giuseppeu Colli i dr.sc. Youssefu Rouphealu na pomoći pri definiranju primjene i donaciji Aegis pripravaka, kao i dr.sc. Zdravku Matotanu koji nam je omogućio povezivanje s proizvođačima i osigurao postavljanje pokusa na više lokacija u Umagu. Također, zahvaljujemo samim proizvođačima kod kojih su provedeni pokusi, gosp. Renatu Forzi, gosp. Stjepanu Majkoviću i gosp. Dariju Makovcu. Veliku zahvalu dugujemo i kolegici Neviji Longo, dipl.ing.agr. (rasadnik Longo) na ustupljenom prostoru za proizvodnju presadnica rajčica i velikoj stručnoj pomoći koju nam je pružala tijekom cijelog projekta. Zahvaljujemo i kolegi Andreju Jurkoviću, dipl.ing.agr. (Colić Trade) na donaciji Mycogel pripravka i gosp. Alessandru Belardinelliju (Esasem) na donaciji sjemena hibrida Red Valley.*

**Institut za poljoprivredu i  
turizam**



**Institute of Agriculture and  
Tourism**