Utjecaj mikorize na kakvoću ploda jagode neutralnog dana

Sudar, Iva

Master's thesis / Diplomski rad

2018

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:204:254882

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**



Repository / Repozitorij:

Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb







SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

UTJECAJ MIKORIZE NA KAKVOĆU PLODA JAGODE NEUTRALNOG DANA

DIPLOMSKI RAD

Iva Sudar

Zagreb, rujan, 2018.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

Diplomski studij:
Hortikultura: Voćarstvo

UTJECAJ MIKORIZE NA KAKVOĆU PLODA JAGODE NEUTRALNOG DANA

DIPLOMSKI RAD

Iva Sudar

Mentor: doc.dr.sc. Goran Fruk

Zagreb, rujan, 2018.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

IZJAVA STUDENTA
O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, Iva Sudar, JMBAG 0178096370, rođena dana 23.09.1994. u Zagrebu, izjavljujem da sam samostalno izradila diplomski rad pod naslovom:

UTJECAJ MIKORIZE NA KAKVOĆU PLODA JAGODE NEUTRALNOG DANA

Svojim potpisom jamčim:

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

U Zagrebu, dana _____ _____

Potpis studentice

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

IZVJEŠĆE

O OCJENI I OBRANI DIPLOMSKOG RADA

Diplomski rad studentaice **Iva Sudar**, JMBAG 0178096370, naslova

UTJECAJ MIKORIZE NA KAKVOĆU PLODA JAGODE NEUTRALNOG DANA

obranjen je i ocijenjen ocjenom _____, dana _____.

Povjerenstvo:

potpisi:

1. doc.dr.sc. Goran Fruk mentor _____
2. prof.dr.sc. Boris Duralija član _____
3. doc.dr.sc. Marko Petek član _____

Zahvala

Na prvom mjestu zahvaljujem mentoru doc.dr.sc. Goranu Fruku koji mi je omogućio sva potrebna sredstva te na stručnom vodstvu, utrošenom vremenu i nesebičnoj pomoći pri izradi ovog diplomskog rada.

Zahvaljujem i gospodinu Vlatku Previšiću (Zelena vriježa d.o.o.) na omogućenoj opremi bez koje ovaj rad ne bi bio moguć.

Također zahvaljujem svojim prijateljima koji su bili uz mene u ovih pet godina studiranja.

Posebnu zahvalu želim uputiti svom dečku Zvonimiru koji me podržavao i bio potpora tijekom učenja i pisanja diplomskog rada.

Najveću zahvalu za ono što sam postigla pripisujem svojim roditeljima i bratu koji su uvijek bili uz mene i poticali me tijekom čitavog mog obrazovanja.

Sadržaj

1. Uvod 1
1.1. Cilj istraživanja 1
2.1. Proizvodnja jagoda 2
2.2. Tipovi jagoda 3
2.3. Mikoriza 5
2.4. Hidrogel 7
2.5. Huminske kiseline 7
3. Materijali i metode 9
3.1. Istraživana sorta ‘Capri’ 9
3.2. Objekt istraživanja 9
3.3. Opis tretmana 10
3.3.1. Primjena tretmana 11
3.4. Metode rada 12
3.4.1. Brojanje i mjerenje listova 13
3.4.2. Određivanje mase ploda 13
3.4.3. Određivanje visine i širine ploda 13
3.4.4. Određivanje boje ploda 14
3.4.5. Određivanje tvrdoće ploda 15
3.4.6. Određivanje topljive suhe tvari 16
3.4.7. Određivanje ukupnih kiselina 17
3.5. Statistička obrada podataka 17
4. Rezultati i rasprava 18
5. Zaključak 31
6. Popis literature 32
Životopis 37

Sažetak

Diplomskog rada studentice **Iva Sudar**, naslova

UTJECAJ MIKORIZE NA KAKVOĆU PLODA JAGODE NEUTRALNOG DANA

Istraživanje fizikalno-kemijskih svojstava plodova jagode (*Fragaria* x *ananassa*) neutralne dužine dana sorte ‘Capri’ provedeno je 2018. godine. U istraživanju su korišteni plodovi jagode uzgojeni u ljetnom periodu na otvorenom na lokaciji Botinec, Zagreb, Republika Hrvatska.

Predmet istraživanja je kakvoća plodova jagoda s biljaka čiji je korijen tretiran prije sadnje mikrobiološkim preparatima uz dodatak hidrogela u tlo. Prije sadnje korijen sadnice jagoda sorte ‘Capri’ tretiran je mikoriznim preparatom Symbivit (*Glomus* spp.), kombinacijom Symbivita uz dodatak Plantasorba (hidrogel) u tlo, samo uz dodatak Plantasorba u tlo, te kombinacija Umico (huminski ekstrakt) i Radiscudo (*Bacillus* spp. i *Glomus* spp.).

Analizirana su sljedeća svojstva kakvoće jagode: masa ploda, visina i širina ploda, tvrdoća ploda, udio topljive suhe tvari u plodu, udio ukupnih kiselina u plodu te boja ploda. Za boju ploda analizirane su vrijednosti CIE L*, a*, b*, C* i H*.

Na temelju analize najveća masa ploda je zabilježena kod ne tretiranih (kontrolnih) biljaka (7,09 g). Omjer topljive suhe tvari i ukupnih kiselina bio je najveći kod tretmana mikorize (Symbivit) kombiniranog s hidrogelom (Plantasorb) koji iznosi 20,63. Najveći udio crvene boje je zabilježen kod kontrolnih (netretiranih) biljaka.

Ključne riječi: *Fragaria* x *ananassa*, fizikalno-kemijska svojstva, *Glomus* spp., hidrogel, huminske kiseline

Summary

Of the master's theisis student **Iva Sudar**, entitled

THE INFLUENCE OF MYCORRHIZAL ON THE FRUIT QUALITY OF DAY – NEUTRAL STRAWBERRY

The research of the physicochemical properties in the strawberry (*Fragaria* x *ananassa*) fruits with neutral day length, the 'Capri' variety, was conducted in 2018. The strawberries were grown in the field, in the summer season at the location Botinec, Zagreb, Croatia.

The subject of the study was the properties of strawberry fruits of plants whose root was treated with microbiological preparations before the planting, with the addition of hydrogels to the soil. Before the planting, the root of the strawberry seedlings of the 'Capri' variety was treated in a few different ways: with mycorrhizal based product named Symbivit (*Glomus* spp.), with Symbivita in addition to Plantasorba (hydrogel) to the soil, with only the addition of Plantasorba to the soil and finally with combination of Umico (huminic extract) and Radiscudo (*Bacillus* spp. and *Glomus* spp.).

The following strawberry fruits quality properties were analyzed: mass, height and width, hardness, content of the dry matter, total soluble solids, total acidity and fruit color. For the color of the fruit, the values of CIE L* and a*, b*, C* and H* were analyzed.

Based on the analysis, the highest value of fruit mass was recorded in non-treated (control) plants (7.09 g). The highest ratio of soluble solids and total acids was recorded in the treatment with mycorrhizal based product (Symbivit) combined with a hydrogel (Plantasorb) of 20.63. The highest share of red color was observed in control plants (untreated plants).

Key words: *Fragaria* x *ananassa* , physicochemical properties, *Glomus spp*., hydrogel, humic acid

1. Uvod

Jagoda, *Fragaria* x *ananassa* Duch., je jedan od najznačajnijih predstavnika jagodastih voćnih vrsta, a uzgaja se na svim obradivim površinama od sjevernog i južnog pola do tropskog područja. Zbog svoje arome i bogatog vitaminskog sastava redoviti je dio prehrane mnogih ljudi. Svjetska proizvodnja jagoda je 2016. godine iznosila 9.118.336 tona s prosječnim urod od 22,69 t/ha. U svijetu prvo mjesto u proizvodnji jagoda zauzima Kina, zatim slijede SAD, Meksiko, Egipat, Turska te Španjolska i Rusija. U Hrvatskoj je 2016. godine proizvedeno 3.383 t jagoda (FAOSTAT, 2016).

Sorte jagoda se međusobno razlikuju po rodnosti, tipu rasta, namjeni, fotoperiodizmu i sposobnosti na cvjetanje. Jagode se prema rodnosti mogu podijeliti na jednorodne, mjesečarke (jagode neutralnog dana) i penjačice. S obzirom na fotoperiodizam tj. reakciju na dužinu dana jagode se djele na sorte kratkog dana, sorte dugog dana i sorte neutralnog dana. ‘Albion’, ‘Aromas’, ‘Bolero’, ‘Capri’, ‘Calypso’, ‘Diamante’, ‘Elsinore’, ‘Monterey’, ‘Malistar’, ‘Portola’, ‘Seascape’ i ‘San Andreas’ su trenutno popularne sorte jagoda nutralnog dana (Maretić i Duralija, 2014; Chen, 2013).

Pojam mikoriza dolazi od grčkih riječi *mykos* (gljiva) i *rhiza* (korijen), a u doslovnom prijevodu znači “gljivino korijenje” (Razumović, 2017). Ona predstavlja simbiozu biljaka i gljiva lokaliziranih u korijenu te ima značajnu ulogu u prehrani i razvoju biljke domaćina. Značajna je i po svojoj ekološkoj ulozi u usvajanju hranivih tvari, zaštiti biljke od biotičkog i abiotičkog stresa, toleranciji protiv patogena, vodnom stresu te utječe na sam usijev i kvalitetu ploda. Mikoriza se prema načinu uspostave zajedništva može podjeliti na: ektomikorizu, endomikorizu i ektoendomikorizu.

Hidrogel je prah najčešće na bazi škroba ili zeolita koji u dodiru s vodom nabubri (10–100x) te zadržava vlagu u zoni korijena biljke. Koristi se u poljoprivredi za poboljšanje fizikalnih svojstava tla, a osobito zbog povećanja kapaciteta vode.

Huminski ekstrakt je preparat koji najvećim dijelom čine huminske kiseline. One su kompleks različitih kiselina koje sadrže karboksline i felotane skupine. U prirodi su ove supstance prisutne u tlu, vodi i sedimentima. Preparati na bazi huminskih kiselina su najčešće dostupni u tekućem stanju. Imaju višestruku važnost za primjenu u poljoprivrednoj proizvodnji (Gluhić, 2017).

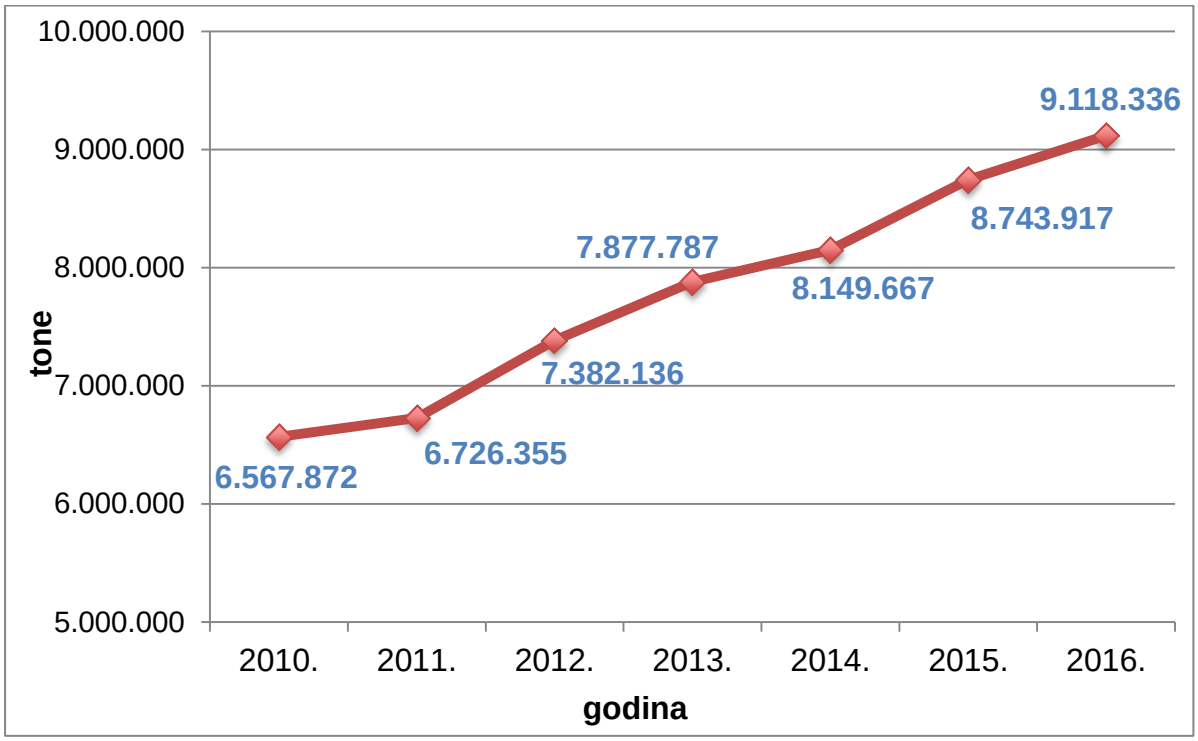
1.1. Cilj istraživanja

Cilj ovog diplomskog rada bio je utvrditi utjecaj mikorize na fizikalno-kemijska svojstva ploda jagode neutralnog dana sorte ‘Capri’.

2. Pregled literature

2.1. Proizvodnja jagoda

Jagoda, *Fragaria* x *ananassa*, je jedan od najznačajnijih predstavnika jagodastih voćnih vrsta. Križanjem *F. chiloensis* i *F. virginiana* u prvoj polovici 18. stoljeća u Europi nastala je hibridna oktaploidna vrtna jagoda *Fragaria* x *ananassa* Duch. i tada se proširila diljem svijeta (Duralija, 2015). Uzgaja se na svim obradivim površinama od sjevernog i južnog pola do tropskog područja te zbog svoje arome i bogatog vitaminskog sastava redoviti je dio prehrane mnogih ljudi (Družić i sur., 2006). Jagode su važan izvor hranjivih tvari, a njihova konzumacija ima značajnu ulogu u smanjenju kardiovaskularnih bolesti i patološke degeneracije (Bona i sur., 2015).

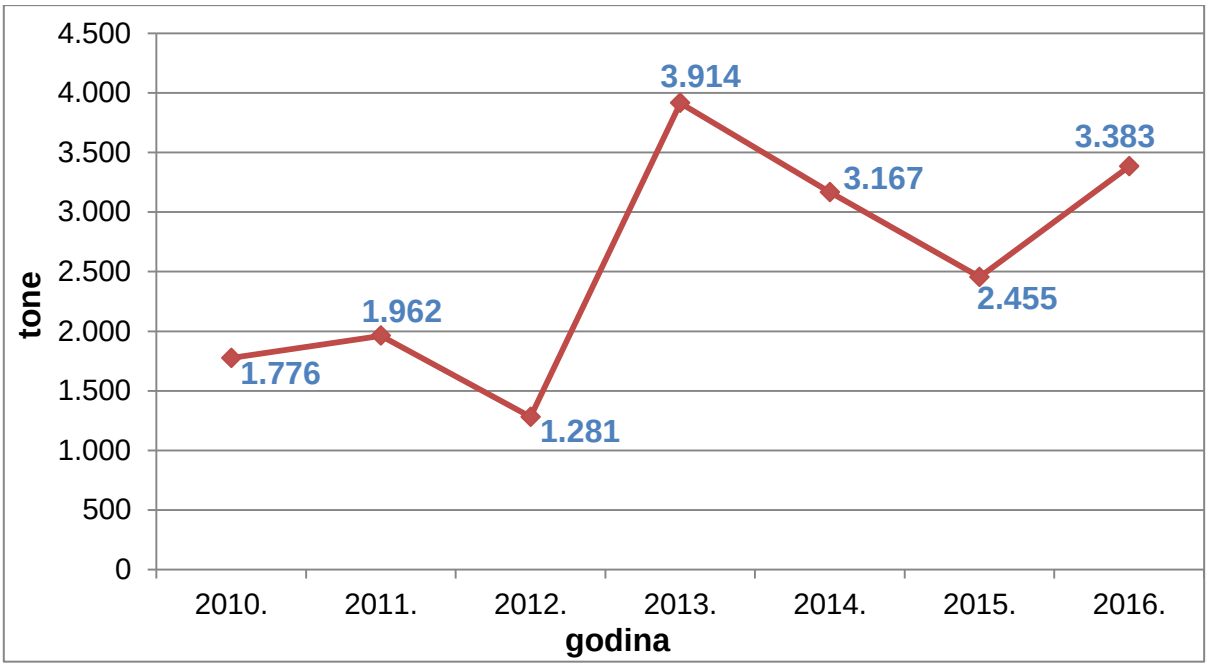


Grafikon 2.1.1. Svjetska proizvodnja jagoda od 2010. do 2016. godine

Izvor: www.fao.org

Prema posljednjim podacima FAOSTAT-a svjetska proizvodnja jagoda je 2016. godine iznosila 9.118.336 tona, a ukupne površine pod jagodama su iznosile 401.862 ha s prosječnim urodom od 22,69 t/ha. Azija prednjači u proizvodnji jagoda (49,8%), slijedi je Amerika (24,1%) te Europa (19,5%) i Afrika (6,2%). U posljednjih šest godina proizvodnja jagoda u svijetu raste (Grafikon 2.1.1.).

U svijetu prvo mjesto u proizvodnji jagoda zauzima Kina s proizvodnjom od 3.793.864 tona, zatim SAD (1.420.570 t), Meksiko (468.248 t), Egipat (464.958 t), Turska (415.150 t) te Španjolska (366.161 t) i Rusija (197.523 t) (FAOSTAT, 2016).



Grafikon 2.1.2. Proizvodnja jagoda u Republici Hrvatskoj od 2010. do 2016. godine

Izvor: www.fao.org

U Hrvatskoj je posljednjih godina zabilježen porast proizvodnje jagoda (Grafikon 2.1.2.). Najveći porast proizvodnje u Republici Hrvatskoj zabilježen je 2013. godine kada je proizvodnja u odnosu na 2012. godinu porasla za oko 2,6 tisuće tona. U 2015. godini ukupna hrvatska proizvodnja jagoda se smanjila na 2.455 t, što je za više od 1/3 manje u odnosu na 2013. godinu (3.914 t) (FAOSTAT, 2016). Prema posljednjim podacima objavljenim na stranicama FAOSTAT-a 2016. godine u Hrvatskoj je proizvedeno 3.383 t jagoda.

2.2. Tipovi jagoda

Sorte jagoda se međusobno razlikuju po rodnosti, tipu rasta, namjeni i fotoperiodizmu te sposobnosti na cvjetanje (Maretić i Duralija, 2014).

Prema rodnosti jagode možemo podijeliti na jednorodne, mjesečarke i penjačice. Jednorodne jagode daju samo jedan rod tokom godine, mjesečarke rode više puta godišnje (od svibnja do jeseni, prvih mrazeva), a penjačice se mogu uspravljati uz kolac ili armaturu te one daju plodove na koljencima vrieža (Miljković, 2005; Krpina, 2004).

S obzirom na fotoperiodizam tj. reakciju na dužinu dana Maretić i Duralija (2014) navode podjelu jagoda u tri skupine:

- Sorte kratkog dana
- Sorte dugog dana
- Sorte neutralnog dana

Sorte kratkog i neutralnog dana su sorte koje se poglavito uzgajaju u komercijalne svrhe. Sorte dugog dana se ne uzgajaju intenzivno nego pretežito u kućnim vrtovima i okućnicama (Chen, 2013). Sortama kratkog dana treba manje od 14 sati dnevnog svjetla za razvoj cvjetnih pupoljaka, dok sortama dugog dana treba više od 12 sati (Strik, 2012). Mnoga istraživanja su pokazala da jagode nije moguće podijeliti u skupine s obzirom na fotoperiodizam ne uzimajući u obzir temperaturu zraka. Kod sorti kratkog dana inicijacija cvjetnih pupova počinje u temperaturom rasponu od 10 do 25 °C, a kod sorti dugog dana od 10 do 15 °C. Temperaturni pragovi inicijacije cvjetnih pupova variraju među kultivarima. Istraživanja iz bliske prošlosti su pokazala da je zametanje cvjetnih pupoljaka kod sorti jagoda kratkog dana moguća na temperaturama do 25 °C, a kod sorti jagoda dugog dana i na temperaturama višim od 27 °C (Chen, 2013).

Na cvjetanje dnevno neutralnih sorti jagoda dužina dana nema utjecaja (Strik, 2012). Optimalne temperature za zametanje cvjetova su u rasponu od 20 do 26 °C. U vrijeme cvatnje i pri dozrijevanju plodova poželjne noćne temperature zraka su u rasponu od 10 do 15 °C, a dnevne u rasponu od 20 do 25 °C uz relativnu vlažnost zraka od 50 do 70 % (Maretić i Duralija, 2014). Nedavna istraživanja su pokazala da je temperaturni raspon inicijacije cvjetnih pupova kod sorata neutralnog dana sličan kao i kod sorata dugog dana. Razvitak cvjetnih pupova neprekidno nastaje pri temperaturi između 10 i 25 °C (Chen, 2013). Kod sorti jagoda neutralnog dana cvjetni pupoljci mogu započeti razvoj i pri temperaturama zraka nižim od 10 °C (Strik, 2012).

Sorte neutralnog dana se mogu podijeliti u 3 skupine na temelju njihove sposobnosti cvjetanja: jake, srednje i slabe. Ove sorte imaju dugu sezonu berbe i visok urod stoga su s financijskog aspekta profitabilnije od sorti jagoda kratkog i sorti jagoda dugog dana (Chen, 2013). Prednost sorti neutralnog dana je ta što je moguća njihova kontinuirana proizvodnja tijekom ljeta i jeseni (Maretić i Duralija, 2014).
Također postoje i sorte koje su stalnorađajuće pa se ponekad pogrešno poistovjećuju s neutralnim sortama zbog sličnih svojstava (Chen, 2013). Svojstvo reakcije na dužinu dana je određeno genetski, ali osjetljivo je i na utjecaj okolišnih čimbenika, poglavito temperature zraka (Strik, 2012).

Od svih kultura u voćarstvu najviše se mijenja sortiment jagoda zato što se iz godine u godinu potiskuju stare i lošije sorte, a dolaze nove, kvalitetnije koje imaju veću otpornost na bolesti i štetnike (Miljković, 2005). Zastupljenost sorti jagoda neutralne dužine dana u ukupnoj svjetskoj proizvodnji jagoda manja je od 10% (Maretić, 2014). Trenutno popularne sorte jagoda neutralnog dana su: ‘Albion’, ‘Aromas’, ‘Bolero’, ‘Capri’, ‘Calypso’, ‘Diamante’, ‘Elsinore’, ‘Monterey’, ‘Malistar’, ‘Portola’, ‘Seascape’ i ‘San Andreas’ (Maretić i Duralija, 2014; Chen, 2013).

2.3. Mikoriza

Pojam mikoriza dolazi od grčkih riječi *mykos* (gljiva) i *rhiza* (korijen), a u doslovnom prijevodu znači “gljivino korijenje” (Razumović, 2017). Mikoriza predstavlja simbiozu biljaka i gljiva koja je lokalizirana u korijenu. Kod nje organski spojevi (asimilati) putuju iz biljke u gljivu, dok anorganske tvari putuju iz gljive u biljku. Mikotrofne biljke su one koje uspješno uspostavljaju mikorizu, a one koje se nisu sklone udruživati se nazivaju amikotrofne biljke (Novak, 1998).

Gljive su sposobne prikupljati hraniva iz otopine tla pomoću hifa koje se šire u tlu te povećavaju efektivnu upijajuću površinu biljke na onim područjima na kojima korijen biljke ne dopire (Slika 2.3.1.). Na taj način gljiva biljci omogućava usvajanje hraniva, rast i reprodukciju i kada tlo nije bogato hranivima, vodom ili u uvjetima kada to biljka ne bi mogla jednako učinkovito ili samostalno. To sve vodi ka poboljšanom rastu i razvoju za biljku u nepovoljnim uvjetima. Iz toga se zaključuje da gljiva čini biljku otpornijom na stresove i poboljšava njenu kompetitivnost za razliku od biljaka koje nisu mikorizirane (Cimprić, 2017).



Slika 2.3.1. Mikoriza

Izvor: www.motherearthnews.com

Cekic i sur. (2011) navode kako mikoriza jača korijenov sustav, povećava urod i količinu hranivih tvari, potiče proizvodnju fitohormona te smanjuje razinu vodenog stresa. Nekoliko istraživača je u svojim radovima objavilo da mikorizirane biljke imaju bolji obrambeni mehanizam od stresa, biljnih štetočina te povećavaju njihovu toleranciju na salinitet (Koc i sur., 2016). Bona i sur. su (2015) u istraživanju uočili da mikoriza utječe na proizvodnju hormona i fotosinteze koja posredno utječe na vrijeme cvjetanja. Primjena mikorize također ima pozitivan utjecaj na površinu lista i povećanje volumena biljke (Koc i sur., 2106). Mikoriza ima značajnu ulogu i u prehrani i razvoju same biljke domaćina, a dobro je poznata i po svojoj ekološkoj

ulozi u usvajanju hranivih tvari, zaštiti biljke od biotičkog i abiotičkog stresa i agregaciji tla, toleranciji protiv patogena, vodnom stresu te utječe na samu kakvoću usjeva (Palencia i sur., 2015). Cecatto i sur. (2016) su istraživanjem došli do rezultata da mikoriza utječe na smanjenje kiselosti u voću tijekom vegetacije i povećava čvrstoću u ranoj fazi proizvodnje. Korištenjem mikorize smanjuje se potreba za mineralnim gnojivima i kemijskim sredstvima za zaštitu bilja. To dovodi do poboljšanja fizikalno-kemijskih svojstava tla i bolju kakvoću voćnog usjeva (Frac i sur., 2009). Sharma i Adholeya (2004) su došli do zaključka da mikorizirane jagode imaju manju potrebu za P gnojivima u odnosu na nemikorizirane jagodama.

Mikoriza se prema načinu uspostave zajedništva može podjeliti na: ektomikorizu, endomikorizu i ektoendomikorizu (Novak, 1998). Podjela ovisi o načinu dolaska hifa gljiva u kontakt s korijenom biljke domaćina (Cimprić, 2017).

Temeljno obilježje ektomikorize je da gljive napadaju primarnu koru korijena domaćina bez prodiranja u njezine stanice (Zrnić i Širić, 2017). Hife micelija obavijaju korijenje izvana te tako stvaraju vrstu “oklopa“ oko korijena (Novak, 1998). Ekotomikorizirane gljive pripadaju razredima Basidiomycetama i Ascomycete. Infekcija ektomikoriziranim gljivama dovodi do promjene na korijenu tako što je korijenje kolonizirano gljivama deblje, razgranatije i drugačije obojano, a te su promjene vidljive golim okom (Zrnić i Širić, 2017).

Kod endomikorize hife micelija prodiru u stanice korijena (Novak, 1998). Najčešći tip je arbuskularna (AM) ili vezikularno arbuskularna mikoriza (VAM) koja se javlja na oko 80% kopnenih biljaka (Zrnić i Širić, 2017). Arbuskularno mikorizirane gljive su simbionti koji koloniziraju korijenje i moduliraju rast biljaka te dobivaju fotosintetski fiksirani ugljik iz biljke domaćina (Sinclair i sur., 2014). AM gljive mogu utjecati na biljne metaboličke puteve kao što su primjerice sinteza eteričnih ulja u aromatičnim biljkama, povećavanje koncentracije flavonoida i povećavaju mineralnu ishranu biljaka (Lingua i sur., 2013).

Cecatto i sur. (2016) navode da arbuskularno mikorizirane gljive povećavaju fenole i antocijane u biljkama. Fenoli snažno utječu na kvalitetu i pridonose senzornim i organoleptičkim svojstvima ploda, a antocijani su važni za crvenu boju ploda kod jagode. Vezikularno arbuskularna mikoriza (VAM) povećava vitalnost biljke i njeno preživljavanje. Ona dovodi i do povećanog broj cvjetova i plodova kod jagode te je znatno veća površina lista i broj listova po biljci nego kod kontrolnih biljaka (Silva i sur., 1996).

Proučavajući učinak VAM na sortu jagode ‘Senga Sengana’ pokazalo se da mikorizirane jagode u prvoj godini proizvode više vriježa u odnosu na kontrolne biljke (Niemi i Vestberg, 1992).

2.4. Hidrogel

Hidrogel ili agrogel je prah koji u dodiru s vodom nabubri te zadržava vlagu u zoni korijena biljke. Posebno je značajan po svojoj moći upijanja površinske vlage iz zraka. U sebe akumulira višak vode ili hraniva prilikom navodnjavanja ili prihrane biljke te tako omogućuje bolju iskoristivost vode biljci tijekom njenog rasta.

U poljoprivredi se koristi radi poboljšanja fizikalnih svojstava tla, a osobito zbog povećanja kapaciteta vode (Mikiciuk i sur., 2015). Primjena hidrogela može dovesti do značajnog smanjenja potrebe za navodnjavanjem, pogotovo u sušnim dijelovima svijeta. U polusušnim i sušnim područjima kao što su Bliski istok i afričke zemlje vegetacija izravno ovisi o količini vode koju biljke mogu primati iz tla. Kada nema dovoljno vode u tlu biljka dolazi do stanja vodenog stresa. Posljedice tog stres je smanjena transpiracija i fotosinteza (Koupai i sur., 2008). Manjak vode u tlu rezultira smanjenjem količine i kvalitete uroda jagodastog voća, pa tako i jagode (Mikiciuk i sur., 2015).

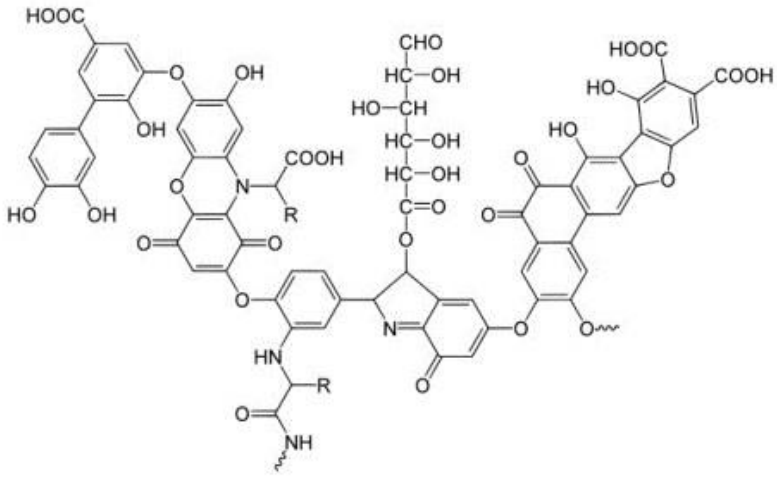
U svom istraživanju Mikiciuk i sur. (2015) navode da AgroHidroGel povećava sadržaj dušika i kalija u listovima i plodovima, ali nije utjecao na sadržaj fosfora, sumpora i natrija. Međutim smanjuje sadržaj kalcija u plodu. Kod ploda jagode upotreba hidrogela smanjuje akumulaciju cinka i olova u lišću te bakra, nikla i olova u plodu. Upotreba hidrogela pozitivno je utjecala na rast i prinos mladih stabala jabuke (Gudarowska i Szewczuk, 2009). U istraživanju Drvodelić i sur. (2013) utvrdili su promjene na korijenu kod rasta sadnica hrasta lužnjaka tretiranih AgroHidroGelom. Utvrđena je veća ukupna duljina korijena, veći prosječni promjer, veći volumen i više vrhova korijena u odnosu na kontrolne sadnice. Utvrdili su i povećanje mase svježe i suhe tvari korijena sadnica tretiranih s AgroHidroGelom. Koupai i sur. (2008) proučavali su utjecaj hidrogela na rast ukrasne biljke *Ligustrum ovalifolium* karakteristične za područje Irana te zaključili da hidrogel povećava sadržaj vode 2 do 3 puta više u usporedbi s kontrolom.

AgroHidroGel također ima blagotvoran učinak na usvajanje hranivih tvari čime se sprečava njihov gubitak te povećava učinkovitost oplodnje (Mikiciuk i sur., 2015). Na pješčanim tlima hidrogel potiče povećanje kapaciteta zadržavanja vode i vodni potencijal kod biljaka. Primjena hidrogela može rezultirati smanjenom potrebom za navodnjavanjem, osobito na pjeskovitim tlima (Koupai i sur., 2008).

2.5. Huminske kiseline

Posljednjih godina, kako se razvija tehnologija proizvodnje organskih gnojiva, tako se i na tržištu pojavljuju novi proizvodi na bazi huminskih kiselina. To su prirodne tvari koje su prisutne u tlu, vodi i sedimentima. Zbog svoje rasprostranjenosti huminske kiseline čine najzastupljeniji prirodni proizvod na Zemlji. Topive su u vodi i

s obzirom na stupanj topivosti mogu se podijeliti u tri skupine: huminske kiseline, fulvo kiseline i humin. Huminska kiselina je kompleks različitih kiselina koje sadrže karboksline i felotane skupine (Gluhić, 2017). Prava struktura je složena da bi se točno odredila, ali se u literaturi mogu naći njene naznake (Slika 2.5.1.) (Veselinović i sur., 2010).



Slika 2.5.1. Predložena struktura huminskie kiseline

Izvor: Veselinović i sur., 2010.

Učinak huminskih kiselina ovisi o dozi, a optimalne koncentracije koje utječu i stimuliraju rast biljke su u rasponu od 50 do 300 mg/L. Pri nižim koncentracijama su također dobiveni pozitivni utjecaji (Drvodelić i sur., 2016).

U istraživanjima primjena biostimulatora koji sadrže huminske kiseline dovode do zaključka da su biostimulatori poboljšali klijavost, razvoj korijena i klice u povrtnim kulturama uzgojenim u kontroliranim uvjetima (Zeljković, 2013). Huminske kiseline stimuliraju rast biljke djelovanjem mehanizama koji su uključeni u stanično disanje, fotosintezu, usvajanje vode i hranivih tvari, enzimatske aktivnosti i sintezu proteina (Drvodelić i sur., 2016). Djeluju i na generativnu fazu biljke tako što potiču bolje zametanje plodova te pojačano cvjetanje (Zeljković, 2013). Huminske kiseline utječu na pojačano usvajanje hraniva kod biljaka, neutraliziraju nagle promjene vrijednosti pH-vrijednosti tla, zadržavaju anorganska vodotopiva gnojiva u zoni korijena i smanjuju ispiranje mineralnih oblika hraniva iz tla, potiču rast i razvoj korijena biljaka te poboljšano usvajaju mikro i makroelemente (N, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Cu) (Gluhić, 2017; Zeljković, 2013).

Preparati na bazi huminskih kiselina imaju višestruku važnost za primjenu u poljoprivrednoj proizvodnji. To su najčešće tekući preparati iako postoje i mikrogranulirani preparati koji se rjeđe koriste zbog visokih cijena. Tekući preparati huminskih kiselina koriste se za zalijevanje presadnica biljaka, potapanje korijena s presadnicama i kroz sustav fertirigacije. Dosadašnja istraživanja su pokazala široku primjenu u biljnoj i u stočarskoj proizvodnji (Gluhić, 2017).

3. Materijali i metode

3.1. Istraživana sorta ‘Capri’

Sorta ‘Capri’ (Slika 3.1.1.) je talijanska sorta koja spada u sorte jagoda neutralnog dana i karakteristična je za intenzivnu proizvodnju (Maretić i Duralija, 2014). Registrirana je 2012. godine, a kod nas se odlikuje najvećom tvrdoćom među sortama neutralnog dana (Duralija, 2018). Sorta ‘Capri’ je srednje bujnosti te postiže veliki urod (Maretić i Duralija, 2014). Dobre je otpornosti i tolerantnosti na gljivične bolesti te srednje osjetljivosti na pjegavost lista (*Mycosphaerella fragariae)* (www.gospodarski.hr). Plodovi sorte ‘Capri’ su krupniji, atraktivnog izgleda, crvene boje mesa, visokog sadržaja šećera te dobrog okusa. Dobro podnose transport zato što su plodovi čvrste konzistencije (Maretić i Duralija, 2014).



Slika 3.1.1. Sorta jagode ‘Capri’

Izvor: Iva Sudar, 2018.

3.2. Objekt istraživanja

Istraživanje je provedeno na plodovima jagode sorte ‘Capri’ na lokalitetu Botinec u Zagrebu (Slika 3.2.1.). Frigo sadnice jagoda su jednoredno posađene na otvorenom 07.04.2018. godine. Na gredicama se nalazi dobro zategnuta folija ispod koje je sustav za navodnjavanje po sistemu kap po kap. Folija je crne boje, a rupe na foliji su u razmaku od 16 cm. Sadnja se obavljala ručno s rašljastom sadilicom, pomoću koje se korijen jagode utiskuje u tlo tako da stoji uspravno do visine korjenovog vrata. Preplitka sadnja može dovesti do sušenja korijena dok preduboka može

utjecati na lošiji primitak jagode, stoga je iznimno važno sadnju obaviti pravilno. Agrotehnički i pomotehnički zahvati se redovito provode u nasadu. U ovom istraživanju su dodatno provedeni različiti tretmani u cilju utvrđivanja utjecaja pojedinih tretmana na fizikalno-kemijska svojstva plodova jagode.



Slika 3.2.1. Nasad jagoda u Botincu

Izvor: Iva Sudar, 2018.

3.3. Opis tretmana

Pokus je postavljen prema shemi latinskog kvadrata. Jagode su posađene u pet redova (repeticija), a u svakom redu je bilo po pet tretmana. Svaki tretman predstavljalo je 10 jagoda poredanih u nizu u foliji u razmaku od 16 cm, a između tretmana nalazilo se 20 jagoda koje su predstavljale izolaciju (Slika 3.3.1.).

Pokus je činilo sljedećih 5 tretmana:

I. Kontrola (bez tretmana)
II. Mikoriza (Symbivit)
III. Mikorza + hidrogel (Symbivit + Plantasorb)
IV. Hidrogel (Plantasorb)
V. Huminske kiseline + mikoriza s bakterijama (Umico + Radiscudo)

U ovom istraživanju se koristio mikorizni preparat Symbivit koji sadrži gljivice *Glomus spp*. Plantasorb je hidrogel koji se koristio dodavanjem u tlo. Huminski ekstrakt korišten u ovom istraživanju je Umico (tvrtke Geenea) koji sadrži 10% organske tvari, 60% humificirane organske tvari, 0,5% organskog dušika i 60 odnos C/N, uz njega je korišten preparat Radiscudo (tvrtke Geenea) mikrobiološki imunostimulator, poboljšivač tla koji sadrži *Bacillus psychrodurans*, *Bacillus licheniformis*, *Bacillus spp*. i *Glomus spp*.

I	**III**	**V**	**II**	**IV**
II	**IV**	**I**	**III**	**V**
III	**V**	**II**	**IV**	**I**
IV	**I**	**III**	**V**	**II**
V	**II**	**IV**	**I**	**III**

Slika 3.3.1. Shema pokusa

3.3.1. Primjena tretmana

Kontrolni tretman predstavlja netretirane jagode, a posađene su u svrhu usporedbe s jagodama tretiranim različitim metodama.

Tretman mikorize dobiven je umakanjem korijena u žitku smjesu mikroze (Slika 3.3.1.1.), a ona je dobivena miješanjem određenog omjera Symbivita i vode. Jagode tretirane na tako opisani način posađene su u sadnu jamu.



Slika 3.3.1.1. Smjesa mikorize

Izvor: Iva Sudar, 2018.

Tretman mikorize i hidrogela dobiven je umakanje korijena u žitku smjesu mikorize (Symbivit) uz dodatak hidrogela (Plantasorb) u tlo te su tretirane jagode posađene u sadnu jamu.

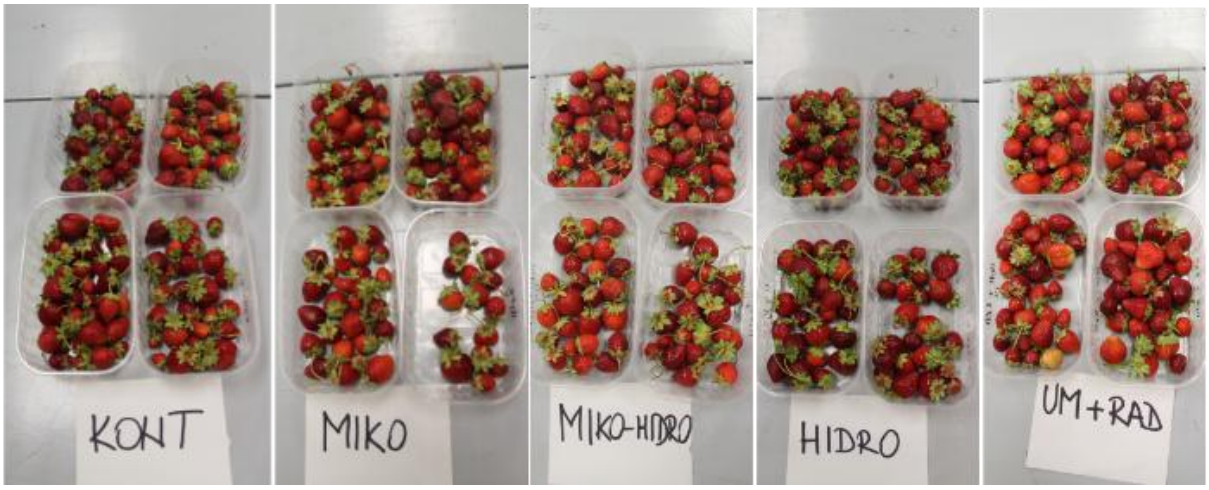
Tretman hidrogela sastoji se od dodavanja 20 g hidrogela (Plantasorb) golom korijenu jagode u sadnoj jami.

Tretman huminskih kiselina (Umico) i mikroize s bakterijama (Radiscudo) proveden je način da su sadnice jagoda umakane na period od tri do pet minuta u unaprijed pripremljenu smjesu huminskih kiselina i bakterija. Tako tretirane jagode su posađene u sadnu jamu.

3.4. Metode rada

Prije berbe plodova obavljeno je brojanje i mjerenje listova svake jagode u svakom tretmanu. Plodovi su ubrani 26.07.2018. u optimalnom roku berbe. Nakon berbe plodovi su dopremljeni u laboratorij Zavoda za voćarstvo Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu (Slika 3.4.1.). Nakon berbe za svaki plod svakog tretmana izvršene su analize fizikalno-kemijskih svojstava. Analizirana su slijedeća svojstva: masa, visina i širina, boja ploda, tvrdoća ploda, udio topljive suhe tvar, ukupne kiseline te omjer topljive suhe tvari i ukupne kiseline.

U nastavku je opisana svaka pojedina metoda analize utjecaja gnojidbe na fizikalno-kemijska svojstva plodova.



Slika 3.4.1. Ubrani plodovi jagode sorte ‘Capri’ u laboratoriju

Izvor: Iva Sudar, 2018.

3.4.1. Brojanje i mjerenje listova

Listovi su tokom procesa rasta jagode brojani i mjereni u pet navrata. Brojanje i mjerenje listova obavljeno je u razmacima od 7 do 10 dana. U svakom navratu tretirani i kontrolni listovi jagode su brojani te su zabilježene promjene u broju listova. U procesu mjerenja listova promatrani su duljina peteljke, širina lista, duljina i širina vršne liske te je zabilježen broj vrježa u zadnjem mjerenju.

3.4.2. Određivanje mase ploda

Masa je važno svojstvo ploda koje utječe na kategorizacije plodova voća i najčešće se izražava u gramima (Skendrović Babojelić i Fruk, 2016.).
Plod jagode je vagan na vagi Adventurer AX2202, proizvođača Ohaus iz New Jerseya, Sjedinjene Američke Države te je izražen u gramima (Slika 3.4.2.1.).



Slika 3.4.2.1. Određivanje mase jagode

Izvor: Iva Sudar, 2018.

3.4.3. Određivanje visine i širine ploda

Pomoću digitalnog pomičnog mjerila određena je visina i širina ploda (Slika 3.4.3.1.), a iz tih podataka izračunat je indeks oblika ploda kao omjer visina : širina.
Širina ploda je mjerena s dvije strane ploda i izračunata je srednja vrijednost tih mjerenja.



Slika 3.4.3.1. Mjerenje visine ploda jagode

Izvor: Iva Sudar 2018.

3.4.4. Određivanje boje ploda

Boja plodova određena je pomoću kolorimetra (ColorTec PMC) po CIE LAB sustavu boja (Slika 3.4.4.1.).



Slika 3.4.4.1. Određivanje boje ploda jagode

Izvor: Iva Sudar, 2018.

Kolorimetar je uređaj koji je vezan za računalo te na zaslonu računala prikazuje određenu vrijednost boje ploda, a funkcionira na principu indeksa loma svjetlosti. Uređaj mjeri vrijednost boje na temelju količine reflektiranog svjetla s površine ploda. Određuju se vrijednosti L*, a*, b*, C* i H*. Proces korištenja uređaja je slijedeći: na leću se postavi plod, zatim se pokrene mjerenje te se prikazuje vrijednost na zaslonu.

Boja je za svaki plod određivana dva puta te je uzeta srednja vrijednost oba mjerenja.

Vrijednost L* (eng. *Luminosity* – svjetloća/sivoća boje) predstavlja doživljaj jasnoće boje u oku:
L = 0 za crnu boju (kada nema refleksije)
L = 100 za bijelu boju (kada ja odlična refleksija)

Vrijednost a* – pozitivne vrijednosti su crvene, negativne vrijednosti su zelene dok je 0 neutralna.

*Vrijednost b** – pozitivne vrijednosti su žute, negativne vrijednosti su plave dok je 0 neutralna.

Vrijednost H* (eng. *Hue angle*) predstavlja vizualni doživljaj prema kojem se procjenjuje boja sa sljedećim vrijednostima:
0° do 90° crvena – purpurna
90° do 180° žuta
180° - 270° plavo – zelena
270° - 360° plava boja

Vrijednost C* predstavlja intenzitet boje koja se izračunava prema formuli:

$$C^* = (a^{*2}+b^{*2})\ ½$$

Gdje je:
"a*" plavo – zelena/crveno – purpurna komponenta
"b*" žuto/plava komponenta

Također određivana je i ukupna razlika boje (eng. *Total color difference*) po formuli (Sun, 2012):

$$TCD^* = \sqrt{(L_0^* - L^*)^2 + (a_0^* - a^*)^2 + (b_0^* - b^*)^2}$$

3.4.5. Određivanje tvrdoće ploda

Tvrdoća plodova mjerena je pomoću digitalnog stolnog penetrometra (Slika 3.4.5.1.). To je instrument koji mjeri ukupnu silu potrebnu za probijanje uzoraka ploda pomoću standardne dijametarske sonde koja završava klipom. Sastoji se od mjerne ljestvice (digitalnog prozora) i sonde promjera 6 mm.

Tvrdoća je mjerena na način da se na stalak penetrometra postavio plod jagode te se sonda utisnula u meso ploda do oznake. Nakon čega se na zaslonu digitalnog penetrometra ispisuje vrijednost tvrdoće ploda koja je izražena kg/cm^2. Tvrdoća ploda se utvrđuje izračunom aritmetičke sredine nakon provedena dva mjerenja za svaki plod.

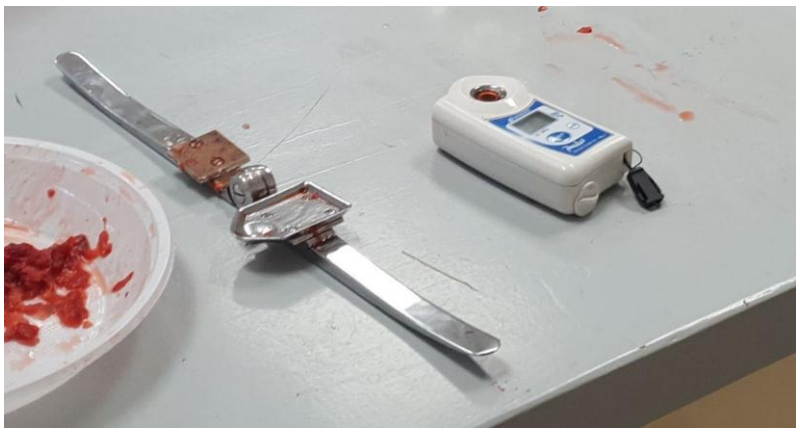


Slika 3.4.5.1. Određivanje tvrdoće ploda jagode

izvor: Iva Sudar, 2018.

3.4.6. Određivanje topljive suhe tvari

Topljiva suha tvar određena je digitalnim refraktometrom ATAGO PAL-1, Japan (Slika 3.4.6.1.). Prije mjerenja refraktometar se baždari destiliranom vodom na 20 °C te se između svakog očitanja destiliranom vodom čisti refraktometar. U procesu određivanja topljive suhe tvari prvo se gnječi plod jagode kako bi se odvajanjem od ostatka ploda dobio sok. Jedna do dvije kapi dobivenog soka se kapnu na prizmu refraktometra te se na zaslonu uređaja ispisuje vrijednost. Dobivene vrijednosti izražene su u stupnjevima Brix-a (°Brix-a).



Slika 3.4.6.1. Određivanje topljive suhe tvari

Izvor: Iva Sudar, 2018.

3.4.7. Određivanje ukupnih kiselina

Ukupne kiseline u plodu se određuju tako da se u staklenu čašicu iscijedi sok ploda, profiltrira se i pipetom u Erlemayerovu tikvicu otpipetira poznati volumen soka. Zatim se doda jedna do dvije kapi indikatora i titrira se s 0,1 M otopinom NaOH do promjene boje u maslinastozelenu (Slika 3.4.7.1.). Utrošeni mililitri NaOH preračunava se u količinu ukupnih kiselina izraženu kao jabučna kiselina, a izračunata je po formuli:

$$\% \text{ ukupne kiseline} = \frac{\text{utrošak lužine (ml)} * \text{faktor za preračunavanje kiselina} * 10}{\text{količina uzorka u titriranoj tekućini (ml)}}$$



Slika 3.4.7.1. Titriranje soka jagode

Izvor: Iva Sudar, 2018.

3.5. Statistička obrada podataka

Dobiveni rezultati analize i mjerenja plodova jagoda statistički su obrađeni Analizom varijance i LSD testom u programu SAS 9.4.

4. Rezultati i rasprava

U Tablici 4.1. rezultati istraživanja su prikazani ANOVA testom. Iz tablice je vidljivo da nema značajnih statističkih razlika u masi ploda te u boji vrijednosti L*, b* i H* kod tretmana u odnosu na repeticiju. Također nisu uočene značajne statističke razlike kod tretmana u odnosu na repeticiju u testiranju razlike u boji TCD (eng. *Total colour difference*). Statistički značajno se razlikuju tvrdoća, topljiva suha tvar, indeks oblika ploda, ukupne kiseline, omjer između topljive suhe tvari i ukupnih kiselina te boje vrijednosti a* i C*.

Među tretmanima nema značajne razlike u masi ploda, indeksu oblika ploda, tvrdoći, TCD te vrijednostima boje L*, b* i H*. Statistički značajne razlike među tretmanima uočene su kod topljive suhe tvari, ukupnih kiselina, omjeru topljive suhe tvari i ukupnih kiselina i vrijednosti a* te vrijednosti C*.

Iz Tablice 4.2. promatrajući masu ploda može se zaključiti da kontrola ima značajno veću masu ploda (7,09 g) nego tretman mikoriza + hidrogel (6,12 g). Tretmani mikorize (6,76 g), hidrogela (6,92 g) i huminskih kiselina + mikorize s baketrijama (6,91 g) nemaju statistički značajnu razliku međusobno, kao ni u odnosu na kontrolirane biljke te kombinaciju mikorize + hidrogela. Leis i sur. (2013) navode da masa ploda sorte ‘Capri’ može iznosti do 20,33 g. Za potrebe ovog istraživanja nisu korišteni plodovi prve berbe već plodovi kasnijih berbi (kraj srpnja 2018.). Masa ploda jagode sorte ‘Elsanta’ je u rasponu od 4,38 g do 13,86 g (Jakić, 2013), za sortu ‘Kent’ masa iznosi 7,59 g i sortu ‘Senga Sengana’ 5,88 g za kontrolne biljke (Frac, 2009).

Boyer i sur (2016) navode kako je prosječna masa ploda jagode bila od rasponu od 4,7 do 11,3 g u tri eksperimenta u kojima se primjenjivao tretman mikorize. Frac i sur. (2009) navode da su mikrozirane jagode sorte ‘Senga Sengana’, ‘Kent’ i ‘Elsanta’ imale prosječnu vrijednost mase od 6,58 do 8,70. Usporedbom se može zaključiti da su rezultati prosječne mase ploda mikorize u ovom radu u rasponu prosječne mase navedenih istraživanja.

Indeks oblika ploda u ovom istraživanju nema statistički značajnu razliku među tretmanima. Najveći indeks oblika je zabilježen kod tretmana huminskih kiselina + mikorize s bakterijama (1,22), a najmanji kod tretmana mikorize (1,19) i tretmana mikorize + hidrogela (1,19). Maretić (2014) navodi da je indeks oblika jagode sorte ‘Capri’ oko 1,50 ovisno o vremenskom roku berbe. Dobričević i sur. (2014) navode da indeks oblika ploda među sortama jagoda varira od 1,15 do 1,57. Dobiveni rezultati indeksa oblika ploda su u rasponu navedenih istraživanja.

Tablica 4.1. ANOVA i prosječne vrijednosti pokazatelja svojstava kakvoće i boje ploda jagode sorte ‘Capri’

	Masa ploda (g)	**Indeks oblika**	**Tvrdoća (kg/cm^2)**	**TST (°Brix)**	**UK (%)**	**TST/UK**	**L***	**a***	**b***	**C***	**H***	**TCD**
ANOVA	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
Tretman	1,45 ns	1,21 ns	1,32 ns	3,06 *	17,80 ***	7,28 **	1,07 ns	2,42 *	0,37 ns	1,02 ns	1,60 ns	1,96 ns
Repeticija	1,23 ns	2,78 *	2,38 ns	7,16 ***	1,73 ns	4,87 ***	1,08 ns	4,79 **	1,30 ns	2,89 *	0,32 ns	2,64 ns

TST – topljiva suha tvar; UK – ukupne kiseline; TST/UK – omjer topljive suhe tvari i ukupnih kiselina; TCD (eng. *Total colour difference)* – ukupna razlika boje/
ns, *, **, *** - nema statistički značajne razlike, statistički se značajno razlikuje uz P P ≤ 0.05; P ≤ 0.01; P ≤ 0.001

Tablica 4.2. Prosječne vrijednosti pokazatelja svojstava kakvoće ploda jagode sorte ‘Capri’

	Masa ploda (g)	**Indeks oblika**	**Tvrdoća (kg/cm^2)**	**TST (°Brix)**	**UK (%)**	**TST/UK**
Tretman	$\bar{x}$ ± SD					
Kontrola	7,09 ± 3,30 a	1,21 ± 0,15	0,80 ± 0,28 a	10,14 ± 1,97 ab	0,66 ± 0,06 a	15,43 ± 2,24 c
Mikoriza	6.76 ± 2,91 ab	1,19 ± 0,11	0,75 ± 0,23 ab	10,31 ± 2,11 ab	0,51 ± 0,06 c	20,41 ± 3,71 a
Mikoriza + hidrogel	6,12 ± 2,39 b	1,19 ± 0,15	0,72 ± 0,23 b	10,75 ± 2,06 a	0,52 ± 0,05 c	20,63 ± 3,30 a
Hidrogel	6,92 ± 2,98 ab	1,21 ± 0,14	0,78 ± 0,25 ab	10,28 ± 3,16 a	0,59 ± 0,05 b	17,75 ± 2,90 b
Huminske kiseline + mikoriza s bakterijama	6,91 ± 2,70 ab	1,22 ± 0,15	0,77 ± 0,28 ab	9,60 ± 1,91 b	0,52 ± 0,06 c	18,75 ± 2,71 ab

TST – topljiva suha tvar; UK – ukupne kiseline; TST/UK – omjer topljive suhe tvari i ukupnih kiselina / a,b,c – prosjeci označeni istim slovom statistički se ne razlikuju prema LSD testu uz $P \leq 0.05$

Značajno veća tvrdoća zabilježena je kod kontrolnih biljaka (0,80 kg/cm^2) nego tretmana mikoirze + hidrogela (0,72 kg/cm^2). Tretmani mikorize (0,75 kg/cm^2), hidrogela (0,78 kg/cm^2) i huminskih kiselina + mikorize s bakterijama (0,77 kg/cm^2) nemaju međusobno statistički značajnu razliku kao ni u odnosu na kontrolu te tretman mikorize + hidrogela. Maretić (2014) navodi vrijednosti tvrdoće ploda jagode sorte 'Capri' varira od 0,47 kg/cm^2 do 0,60 kg/cm^2 u ovisnosti u roku berbe. Duralija i sur. (2015) za sortu jagode 'Monterey' uzgajanu u hidroponu navode prosječnu tvrdoću plodova od oko 0,34 kg/cm^2. U ovom istraživanju rezultati tvrdoće plodova odskaču u usporedbi s ostalim istraživanjima. Moguće objašnjenje za dobivene rezultate je to da plodovi tijekom procesa dozrijevanja mekšaju te da su plodovi u navedenoj literaturi kasnije ubrani u odnosu na istraživane plodove.

Promatrajući udio topljive suhe tvari (TST) statistički značajna razlika uočena je kod tretmana mikorize + hidrogel (10,75 %) i hidrogela (10,28 %) u odnosu na plodove tretmana huminskih kiselina + mikorize s bakterijama (9,60 %). Kod ostalih promatranih tretmana nije zamijećena statistički značajna razlika. U do sada provedenim drugim istraživanjima čiji je sastavni dio ispitivanje udjela topljive suhe tvari zabilježeno je da topljiva suha tvar među sortama jagoda varira od 7,75 % do 10,00 % (Dobričević i sur., 2014) i od 8,00 % do 10,8 % (Reitmeier i Nonnecke, 1991).
U svom istraživanju Sinclair i sur. (2014) navode udio topljive suhe tvari kod jagoda tretiranih mikorizom od 8,9 % do 12,3 %, dok kod netretiranih biljaka iznosi 10,3%. Približno isti udio topljive suhe tvari kod tretmana mikorize ustanovljen je i ovim istraživanjem (od 8,2 % do 12,42 %). Galletta i sur. (1995) navodi da je udio topljive suhe tvari u nasadu neovisno o sorti jagoda u rasponu od 7 % do 12 %.

Kod ukupnih kiselina statistički značajne razlike nema kod tretmana mikorize, mikorize + hidrogela te huminskih kiselina s mikorizom i bakterijama međusobno, dok se statistički značajno razlikuju u odnosu na kontrolu i tretman hidrogela te kod kontrolnih biljaka i tretmana hidrogela postoji statistički značajna razlika. Najviše ukupnih kiselina je zabilježeno kod kontrole (0,66 %), a najmanje kod mikorize (0,51 %), mikorize + hidrogel (0,52 %) i kombinacije huminskih kiselina s mikorizom i bakterijama (0,52 %). Plodovi tretmana s hidrogelom imali su sadržaj ukupnih kiselina između ranije spomenutih vrijednosti (0,59 %). Jakić (2013) i Dobričević i sur. (2014) su u svojim istraživanjima došli do rezultata da udio ukupnih kiselina u plodu jagode kod različitih kultivara varira nu od 0,71 % do 0,95 %. Usporedbom s rezultatima iz navedenih istraživanja dobiveni rezultati su pokazali manje vrijednosti ukupnih kiselina. Skendrović Babojelić i Fruk (2016) u svom priručniku navode da u voću prosječno ima od 0,1 % do 2 % ukupnih kiselina.

Promatrajući omjer topljivih suhih tvari i ukupnih kiselina dolazi se do zaključka da međusobno statistički značajne razlike nema kod tretmana mikorize (20,41) i kombinacije mikorize i hidrogela (20,63) kao ni u odnosu na hidrogel (17,75) te kombinaciju huminskih kiselina s mikorizom i bakterijama (18,75). Tretman mikorize

+ hidrogela imaju značajno veći omjer topljivih suhih tvari i ukupnih kiselina od kontrolnih biljaka (15,43). Kontrolne (netretirane) biljke se statistički značajno razlikuju od svih ostalih ispitivanih tretmana. Sinclair i sur. (2014) u svom radu navode da je kod mikoriziranih jagoda omjer topljive suhe tvari i ukupnih kiselina iznosio od 9,5 do 14,6, dok je u ovom istraživanju taj omjer veći. Ova razlika u omjerima je vjerojatno genetski uvjetovana između sorata.

U Tablici 4.3. vidljivo je da statistička razlika između tretmana kod svojstava boje postoji samo kod vrijednosti a* i H*.

Između tretmana svjetlina boje L* nema niti jedne statistički značajne razlike. Najniža izmjerena vrijednost L* zabilježena je kod tretmana hidrogela (32,99), ali se značajno ne razlikuje od najviše izmjerene vrijednosti kod tretmana huminskih kiselina + mikorire s bakterijama (33,90). Kod tretmana mikorize izmjerena je vrijednost 33,40; kod tretmana mikorize + hidrogela 33,30 te kod kontrolnih biljaka izmjerena vrijednost L* iznosi 33,75. Reitmeier i Nonnecke (1991) u svom istraživanju za sorte jagoda neutralnog dana navode vrijednost L* u rasponu od 22,6 do 33,2. U svom radu Voća i sur. (2009) proučavali su sortu jagode 'Diamante' te navode vrijednost L* od 30,24 do 41,05. Usporedbom se može zaključiti da su rezultati vrijednost L* u ovom radu u rasponu vrijednosti L* kod navedenih istraživanja.

Promatrajući vrijednosti a* može se zaključiti da kontrola ima značajno veću izmjerenu vrijednost a* (16,06) nego tretman mikorize (14,49). Tretmani mikorize + hidrogela (14,67) te huminskih kiselina + mikorize s bakterijama (14,86), mikorize nemaju statistički značajnu razliku međusobno kao ni u odnosu na tretman hidrogela (15,07). Dobiveni rezultati za boju vrijednosti a* najbliži su onima koje su u svom radu iznijeli Duralija i sur (2015) za sortu 'Monterey', a iznosi 14,54. Veće vrijednosti a* u svojim istraživanjima su dobili Reitmeier i Nonnecke (1991) za sorte jagoda neutralnog dana u rasponu od 28,1 do 32,9, a Dobričević i sur. (2014) su za sorte jagoda 'Alba', 'Albion', 'Asia', 'Clery' i 'Joly' dobili vrijednosti u rasponu od 29,58 do 34,02.

Među svim tretmanima kod boje vrijednosti b* nema niti jedne statistički značajne razlike. Najmanja izmjerena vrijednost b* zabilježena je kod tretmana mikorize (17,54), a najveća izmjerena je kod tretmana hidrogela (18,56). Kod tretmana mikorize + hidrogela izmjerena vrijednost b* iznosi 17,88; kod tretmana huminskih kiselina + mikorize s bakterijama iznosi 18,42 te kod kontrolnih biljaka iznosi 18,24. Dobričević i sur. (2014) u svom radu za različite kultivare jagoda navode vrijednosti b* od 13,64 do 21,48. Za sorte neutralnog dana vrijednost boje b* varira od 11,1 do 12,2 (Reitmeier i Nonnecke, 1991). U ovom radu vrijednosti b* su u rasponu dobivenih rezultata koje navode Dobričević i sur. (2014) u svom istraživanju.

Kod boje vrijednosti C* među tretmanima nije zabilježena statistički značajna razlika. U ovom istraživanju najviša vrijednost C* zabilježena je kod kontrole (24,76), a najniža kod tretmana mikorize (23,07). Vrijednost C* kod tretmana mikorize + hidrogela iznosi 23,44; kod tretmana hidrogela 24,16 te kod kombinacije huminskih kiselina s mikorizom i bakterijama iznosi 23,97. Voća i sur. (2009) su za vrijendost C* naveli raspon od 25,92 do 34,13 (sorta 'Diamante'). Za sortu 'Monetery' Duralija i sur. (2015) navode vrijednost C* u iznosu od 21,32. Usporedbom rezultata drugih autora u ovom radu dobivene vrijednosti C* za sortu 'Capri' su između dobivenih vrijednosti C* za sorte 'Monetery' i 'Diamante'.

Kod boje vrijednosti H* tretman hidrogela je pokazao značajno veću vrijednost (50,30) nego kontrolne biljke (46,92). Tretmani mikorize (49,59) i tretmani mikorize + hidrogela (49,22) nemaju statistički značajnu razliku međusobno kao ni u odnosu na kontrolne biljke i tretmana mikorize + hidrogela. U svom radu Duralija i sur. (2015) za sortu 'Monterey' uzgojenu u hidroponu navode vrijednost H* u iznosu od 45,22. Voća i sur. (2009) istraživanjem su ustanovili vrijednosti H* u rasponu od 44,51 do 56,02 za sortu 'Diamante'. Dobiveni rezultati su u rasponu vrijednosti navedenih istraživanja. Maretić (2014) za sortu 'Capri' navodi vrijednost H* između 37 i 39, što je manje u usporedbi s vrijednostima H* u ovom radu.

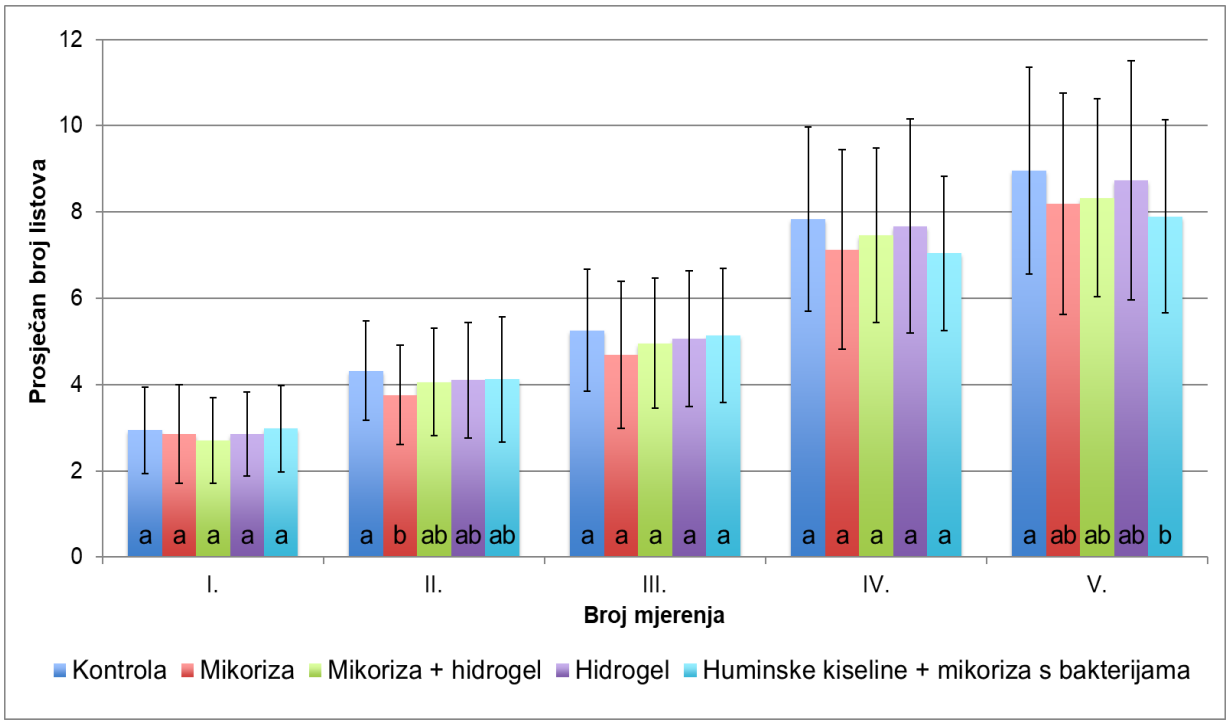
Najviša ukupna razlika boje (TCD) izmjerena je kod tretmana hidrogela (2,93), ali se značajno ne razlikuje od najniže izmjerene vrijednosti kod huminskih kiselina + mikorize s bakterijama (1,90). Također i tretmani mikorize (20,50), mikorize + hidrogela (2,93) nemaju statistički značajne razlike. Iz toga zaključujemo da mikoriza, kao niti jedan drugi tretman nije utjecao na promjenu boje ploda kod jagoda.

Tablica 4.3. Prosječne vrijednosti pokazatelja boje ploda jagoda sorte ‘Capri’

	L*	a*	b*	C*	H*	TCD
Tretman			$\bar{x}$ ± SD			
Kontrola	33,75 ± 4,20	16,06 ± 4,06 a	18.24 ± 7,22	24,76 ± 6,78	46,92 ± 12,23 b	
Mikoriza	33,40 ± 3,62	14,49 ± 4,22 b	17,59 ± 6,52	23,07 ± 6,87	49,59 ± 10,25 ab	2,03 ± 1,09
Mikoriza + hidrogel	33,30 ± 3,50	14,67 ± 3,97 b	17,88 ± 6,73	23,44 ± 6,78	49,22 ± 10,49 ab	2,50 ± 0,56
Hidrogel	32,99 ± 3,52	15,07 ± 4,31 ab	18,56 ± 6,05	24,16 ± 6,56	50,30 ± 9,00 a	2,93 ± 0,88
Huminske kiseline + mikoriza s bakterijama	33,90 ± 3,58	14,86 ± 3,94 b	18,42 ± 6,40	23,97 ± 6,49	50,00 ± 9,92 a	1,90 ± 0,51

TCD (eng. *Total colour difference)* – ukupna razlika boje / a,b,c – prosjeci označeni istim slovom statistički se ne razlikuju prema LSD testu uz P ≤ 0.05

Na temelju podataka o brojanju listova jagoda izrađen je graf iz kojeg se vide prosječne vrijednosti broja listova u pojedinom tretmanu u svih pet mjerenja (Grafikon 4.1.).



Grafikon 4.1. Prosječan broj listova

Napomena: Prosječne vrijednosti označene istim slovom unutar istog mjerenja nisu statistički značajne prema LSD testu na nivou P ≤ 0.05

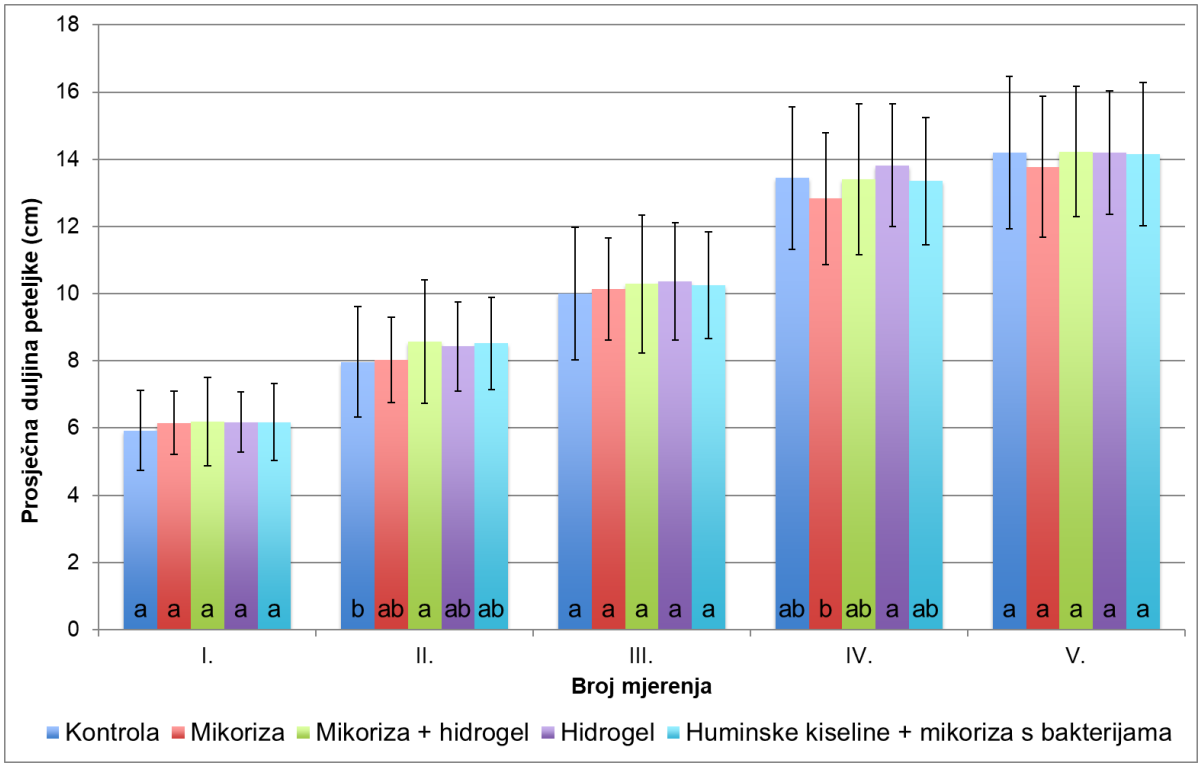
U prvom mjerenju prosječno najveći broj listova je zabilježen kod tretmana huminskih kiselina + mikorize s bakterijama (2,98) koji se značajno ne razlikuje od najmanje prosječne vrijednosti broja listova zabilježene kod tretmana mikorize + hidrogela (2,70).

U prvom, trećem i četvrtom mjerenju nije zabilježena statistički značajna razlika između tretmana kod prosječnog broja listova. U drugom mjerenju statistički značajno se razlikuju tretman mikorize (3,76) i kontrole (4,32), a u petom mjerenju se razlikuju kontrolne biljke (8,96) u odnosu na kombinaciju huminskih kiselina s mikorizom i bakterijama (7,90).

Najmanji broj listova u prvom mjerenju je zabilježen kod tretmana mikorize + hidrogela (2,70), u drugom i trećem mjerenju kod tretmana mikorize (3,76 i 4,69) te u četvrtom i petom mjerenju kod tretmana huminskih kiselina + mikorize s bakterijama (7,04 i 7,90). Palencia i sur. (2015) navode da prosječan broj listova kod mikoriziranih biljaka iznosi od 7,89 do 8,95. U ovom istraživanju kod tretmana

mikorize u zadnja dva mjerenja zabilježen je prosječan broj listova od 7,13 do 8,19 što je u rasponu u usporedbi s navedenim istraživanjem.

Kod prosječne duljine peteljke nije zabilježena statistički značajna razlika kod prvog, trećeg i petog mjerenja među tretmanima (Grafikon 4.2.). Statistički značajna razlika je vidljiva kod kontrolnih biljaka (7,97 cm) i kombinacije mikorize i hidrogela (8,58 cm) u drugom mjerenju i kod tretmana mikorize (12,83 cm) i hidrogela (13,82 cm) u četvrtom mjerenju.



Grafikon 4.2. Prosječna duljina peteljke

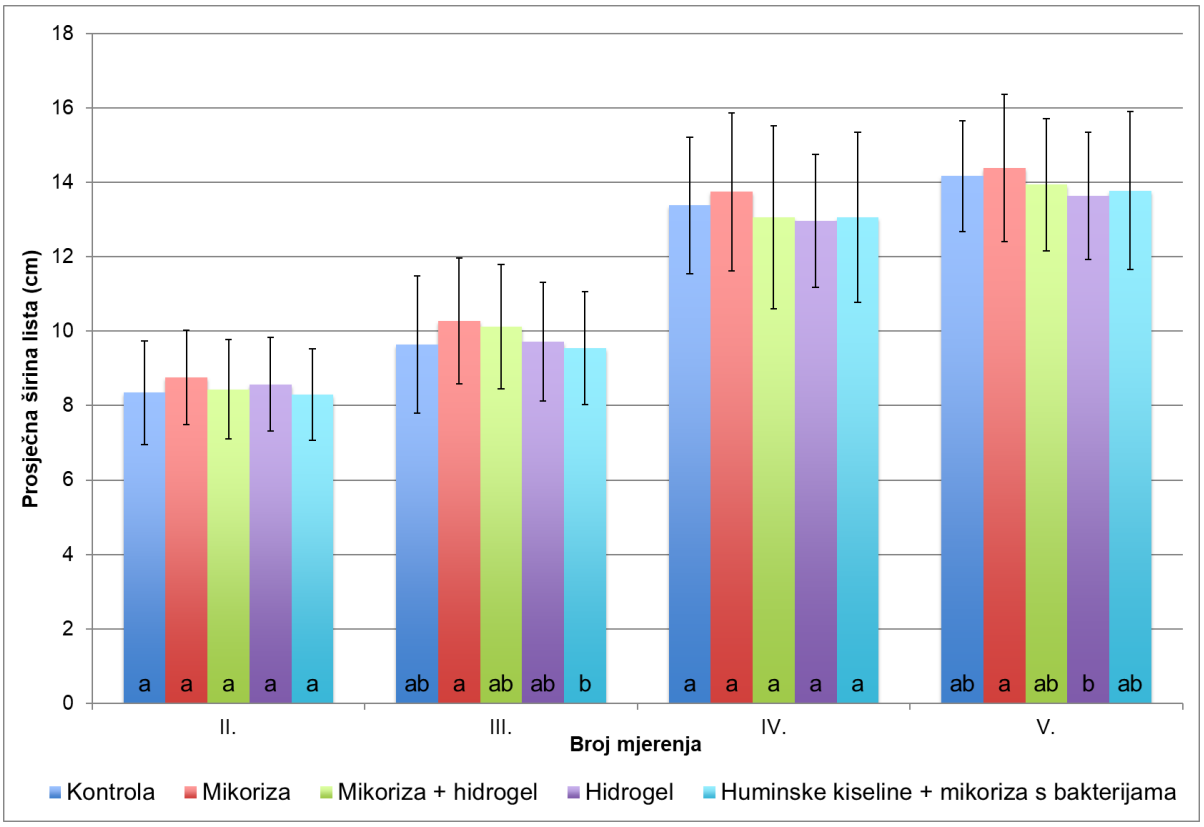
Napomena: Prosječne vrijednosti označene istim slovom unutar tretmana nisu statistički značajne prema LSD testu na nivou P ≤ 0.05

Prosječna duljina peteljke kod prvog, drugog i petog mjerenja pokazala je najveću vrijednost kod tretmana mikorize + hidrogela (6,19 cm; 8,58 cm i 14,23 cm), a u trećem i četvrtom mjerenju kod tretmana hidrogela (10,37 cm i 13,82 cm). Najmanja izmjerena prosječna duljina peteljke je kod kontrolnih biljaka u prva tri mjerenja, dok je kod zadnja dva mjerenja najmanje zabilježena kod tretmana mikorize.

Iz navedenih rezultata zaključuje se da je prosječno najveća duljina peteljke u svim mjerenjim zabilježena kod tretmana hidrogela i kombinacije mikorize i hidrogela.

Statistički značajna razlika izmjerenih vrijednosti prosječne širine lista (Grafikon 4.3.) zabilježena je kod trećeg mjerenja između tretmana mikorize (10,27 cm) i

kombinacije huminskih kiselina s mikorizom s bakterijama (9,54 cm) te kod zadnjeg mjerenja između tretmana mikorize (14,39 cm) i hidrogela (13,64 cm). U ostalim mjerenjima nije zabilježena statistički značajna razlika.



Grafikon 4.3. Prosječna širina lista

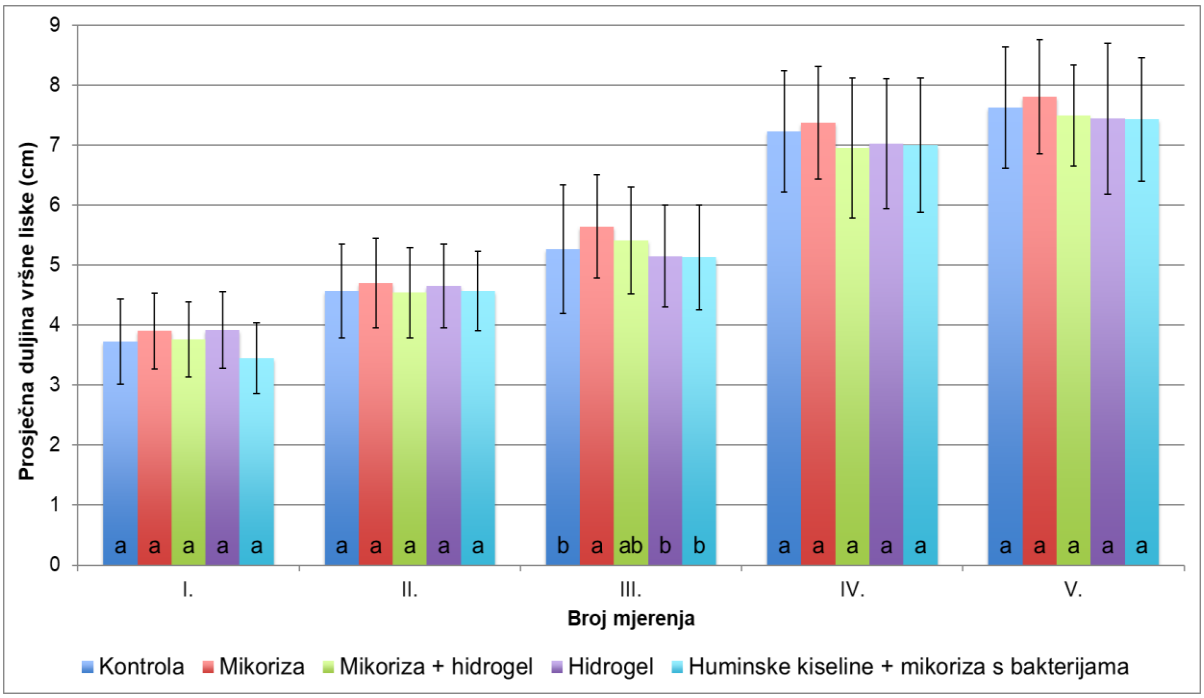
Napomena: Prosječne vrijednosti označene istim slovom unutar tretmana nisu statistički značajne prema LSD testu na nivou P ≤ 0.05

Kod prosječne širine lista najbolji rezultati su kod tretmana mikorize u svih pet mjerenja (od 8,76 cm kod drugog do 14,39 cm kod zadnjeg mjerenja). Tretman huminskih kiselina + mikorize s bakterijama pokazao je najmanje rezultate kod drugog i trećeg mjerenja (8,30 cm i 9,54 cm), a kod četvrtog i petog mjerenja najmanje rezultate pokazao je tretman hidrogela (12,97 cm i 13,64 cm).

Kod prosječna duljina vršne liske (Grafikon 4.4.) statistički značajna razlika je zabilježena samo kod trećeg mjerenja između tretmana mikorize (5,64 cm) i kontrolnih biljaka (5,27 cm), mikorize i hidrogela (5,15 cm) te mikorize i kombinacije huminskih kiselina s mikorizom i bakterijama (5,13 cm). Kod ostalih mjerenja nema statistički značajne razlike.

U prvom mjerenju najveća prosječna duljina vršne liske zabilježena je kod tretmana hidrogela (3,92 cm), a najmanja kod tretmana huminskih kiselina + mikorize s

bakterijama (3,45 cm). Tretman mikorize je pokazao najveću duljinu vršne liske kod drugog (4,70 cm), trećeg (5,64 cm), četvrtog (7,37 cm) i petog mjerenja (7,81 cm).



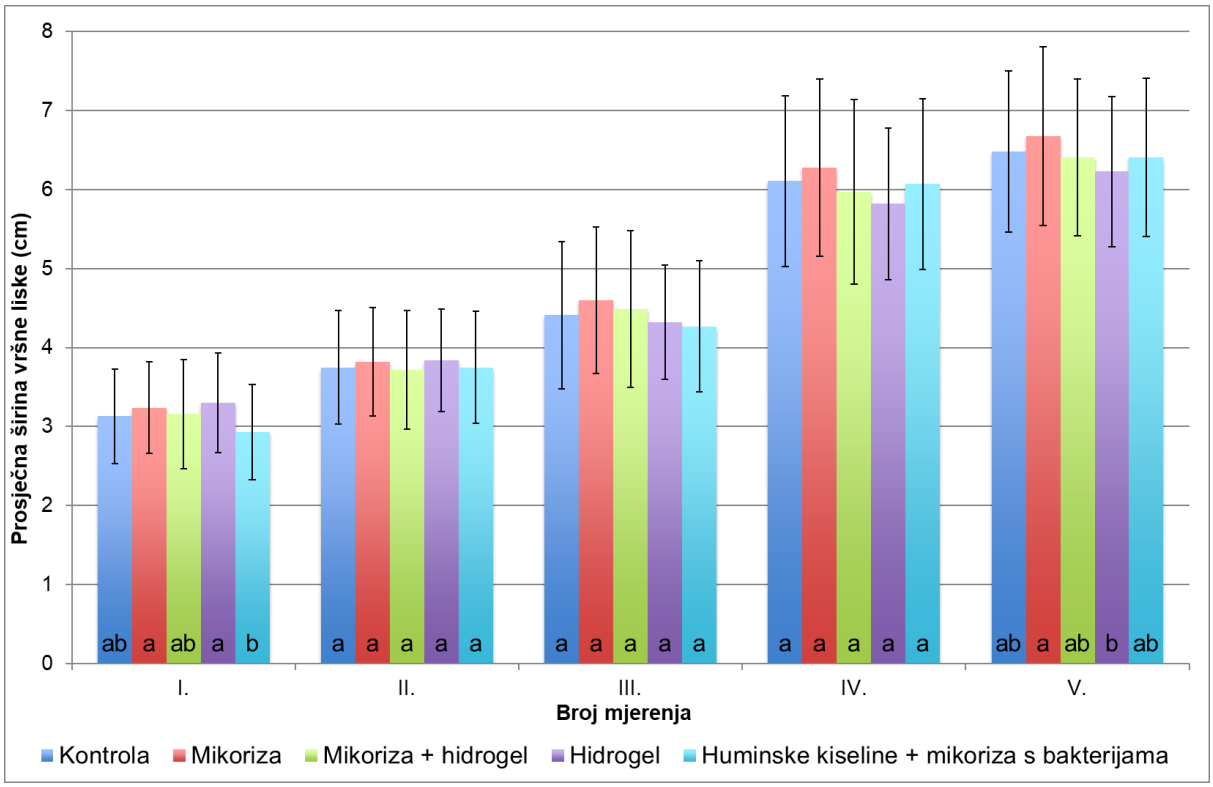
Grafikon 4.4. Prosječna duljina vršne liske

Napomena: Prosječne vrijednosti označene istim slovom unutar tretmana nisu statistički značajne prema LSD testu na nivou P ≤ 0.05

Najmanja duljina vršne liske u drugom mjerenju je zabilježena kod kontrolnih biljaka (4,57 cm) i huminskih kiselina + mikorize s bakterijama (4,57 cm). U trećem mjerenju najmanju duljinu pokazao je tretman huminskih kiselina + mikorize s bakterijama (5,13 cm), u četvrtom tretman mikorize + hidrogela (6,95 cm) i u petom tretman huminskih kiselina + mikorize s bakterijama (7,43 cm).

Statistički značajna razlika kod prosječne širine vršne liske zabilježena je kod prvom i zadnjeg mjerenja (Grafikon 4.5.). U prvom mjerenju statistički se razlikuju tretman huminskih kiselina + mikorize s bakterijama (2,93 cm) i mikorize (3,24 cm) te huminske kiseline + mikorize s bakterijama i tretman hidrogela (3,30 cm). Tretman mikorize (6,68 cm) se statistički razlikuje s tretmanom hidrogela (6,23 cm) kod petog mjerenja.

U prva dva mjerenja najviša širina vršne liske vidljiva je kod tretmana hidrogela (3,30 cm i 3,84 cm), a u ostala tri mjerenja kod tretmana mikorize (4,60 cm, 6,28 cm i 6,68 cm). Tretman huminskih kiselina + mikorize s bakterijama najmanju izmjerenu širinu vršne liske pokazao je kod prvog (2,93 cm) i trećeg (4,27 cm) mjerenja. Kod drugog mjerenja najmanja prosječna širina vršne liske izmjerena je kod tretmana mikorize + hidrogela (3,72 cm). U posljednja dva mjeranja najmanja širina zabilježena je kod tretmana hidrogela (5,82 cm i 6,23 cm).



Grafikon 4.5. Prosječna širina vršne liske

Napomena: Prosječne vrijednosti označene istim slovom unutar tretmana nisu statistički značajne prema LSD testu na nivou P ≤ 0.05

Na temelju dobivenih rezultata zaključuje se da je tretman mikorize kod prosječne duljine i širine vršne liske pokazao najbolje rezultate, a u prvim mjerenjim kod vršne liske tretman hidrogela.

Broj vriježa je zabilježen kod zadnjeg brojanja i mjerenja listova (Tablica 4.4.). Statistički značajna razlika vidljiva je kod tretmana huminskih kiselina + mikorize s bakterijama i tretmana hidrogela. Među ostalim tretmanima nema statistički značajne razlike.

Najveći prosječan broj vriježa je zabilježen kod tretmana hidrogela (2,00), dok je najmanji kod kombinacije huminskih kiselina i mikorize s bakterijama (1,38).

Tablica 4.4. Prosječan broj vriježa

	Prosječan broj vriježa
Tretman	$\bar{x}$ ± SD
Kontrola	1,92 ± 0,98 ab
Mikoriza	1,75 ± 0,84 ab
Mikoriza + hidrogel	1,76 ± 1,00 ab
Hidrogel	2,00 ± 1,57 a
Huminske kiseline + mikoriza s bakterijama	1,38 ± 0,59 b

Prikazane su prosječne vrijednosti označene istim slovom unutar tretmana nisu statistički značajne prema LSD testu na nivou P ≤ 0.05

5. Zaključak

Na temelju provedenih istraživanja može se zaključiti da je kod kontrole (bez tretmana) zabilježena najveća prosječna masa i tvrdoća ploda te udio ukupnih kiselina u plodu. Kod tretmana mikorize + hidrogel zabilježena je najveća vrijednost udjela topljive suhe tvari te omjera topljive suhe tvari i ukupnih kiselina. Najveći indeks oblika ploda je zabilježen kod tretmana huminske kiseline + mikoriza s bakterijama. Kod tretmana mikoriza + hidrogel zabilježena je najmanja prosječna masa, tvrdoća i indeks oblika ploda. Najmanju vrijednost topljive suhe tvari imao je tretman huminske kiseline + mikoriza s bakterijama. Tretman mikoriza je imao najmanji udio ukupnih kiselina.

Prema dobivenim rezultatima istraživanja može se zaključiti da su najbolje vrijednosti kakvoće ploda imali tretman mikorize + hidrogela (topljiva suha tvar, omjer topljive suhe tvari i ukupnih kiselina) i netretirane biljke (masa ploda, tvrdoća ploda, udio ukupnih kiselina).

Vrijednost a* za boju najveća je kod tretmana kontrole, tj. netretiranih biljaka. Tretman hidrogela je pokazao najveću vrijednost H* i b*. Tretman mikorize kao ni jedan drugo tretman nije utjecao na promjenu boje ploda jagode u ovom istraživanju.

Rezultati broja listova pokazuju da su najveći prosječni broj listova po biljci imale kontrolne biljke, dok kod duljine peteljke najveće vrijednosti su pokazali tretmani mikorize + hidrogela te samog hidrogela. Tretman mikorize je pokazao najveće izmjerene rezultate prosječne širine lista, prosječne duljine i širine vršne liske.

Na temelju dobivenih rezultata može se zaključiti kako je tretman kombinacije mikorize i hidrogela pokazao bolje rezultate od samog tretmana mikorize u utjecaju na vrijednost udjela topljive suhe tvari (10,75 %) te omjera topljive suhe tvari i ukupnih kiselina (20,63), dok je kod mjerenja listova tretman mikorize imao najbolje rezultate u utjecaju na prosječnu širinu lista (drugo mjerenje 8,76 cm, treće mjerenje 10,27 cm, četvrto mjerenje 13,75 cm, peto mjerenje 14,39 cm) te prosječne duljine vršne liske (drugo mjerenje 4,70 cm, treće mjerenje 5,64 cm, četvrto mjerenje 7,37 cm, peto mjerenje 7,81 cm) i širine vršne liske (treće mjerenje 4,60 cm, četvrto mjerenje 6,28 cm, peto mjerenje 6,68 cm).

Potrebno je provoditi dodatna istraživanja kako bi se potvrdili dobiveni rezultati.

6. Popis literature

1. Bona E., Lingua G., Manassero P., Cantamessa S., Marsano F., Todeschini V., Copetta A., D'Agostino G., Massa N., Avidano L., Gamalero E., Berta G. (2015). AM fungi and PGP pseudomonads increase flowering, fruit production, and vitamin content in strawberry grown at low nitrogen and phosphorus levels. Mycorrhiza 25:181–193. DOI 10.1007/s00572-014-0599-y

2. Boyer L.R., Feng Wei, Gulbis N., Hajdu K., Harrison R.J., Jeffries P., Xu X. (2016). The Use of Arbuscular Mycorrhizal Fungi to Improve Strawberry Production in Coir Substrate. Frontiers in Plant Science. 7.1237 doi:10.3389/fpls.2016.01237

3. Cecatto P.A., Ruiz F.M., Calvete E.O., Martínez J., Palencia P. (2016). Mycorrhizal inoculation affects the phytochemical content in strawberry fruits. Acta Scientiarum. Agronomy. 38(2):227-237. Doi:10.4025/actasciagron.v38i2.27932

4. Cekic C., Yilmaz E. (2011). Effect of arbuscular mycorrhiza and different doses of phosphor on vegetative and generative components of strawberries applied with different phosphor doses in soilless culture. African Journal of Agricultural Research 6(20):4736–4739

5. Chen D. (2013). The Effect of Heat on Fruit Size of Day-neutral Strawberries. Master Thesis, Guelph, Ontario, Canada

6. Cimprić A. (2017). Značaj mikoriznih asocijacija u voćarskoj proizvodnji. Diplomski rad, Agronomski fakultet, Sveučiliste u Zagrebu

7. Dobričević N., Voća S., Žlabur Š.J., Jakić A., Pliestić S., Galić A. (2014) Kvalitete plodova jagoda sorti 'Alba','Albion', 'Asia', 'Clery' i 'Joly'. 49. hrvatski i 9. međunarodni simpozij agronoma, Dubrovnik, Zbornik Radova

8. Družić J, Voća S., Čmelik Z., Dobričević N., Duralija B., Skendrović Babojelić M (2006). Utjecaj sustava uzgoja na kakvoću plodova jagoda sorte Elsanta. Pomologia Croatica.12(4)

9. Drvodelić D., Oršanić M., Paulić V. (2016). Utjec ektomikorize i huminskih kiselina na morfološke značajke jednogodišnjih sadnica hibrida *Paulownia Tomentosa* x *Paulownia Fortunei*. Šumarski list. 7–8: 327–337

10. Drvodelić D., Oršanić M., Vinko P. (2013). Utjecaj AgroHidroGela i ektomikorize na preživljenje i početni rast sadnica hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.). Zagreb, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, 2013. 62-63

11. Duralija B , Maretić, M., Mešić, A., Skendrović Babojelić, M., Miličević, T (2015) Kvalitet plodova sorte jagode 'Monterey' u hidroponskom sistemu uzgoja, Zbornik radova V savjetovanja "Inovacije u voćarstvu", Poljoprivredni fakultet, Beograd

12. Duralija B. (2015) Tehnologija proizvodnje jagoda. Glasilo biljne zaštite 15(5):311-314

13. Duralija B. (2018). Isplativ uzgoj jagoda. Gospodarski list, <http://www.gospodarski.hr/Publication/2018/8/prilog-broja-isplativ-uzgoj-jagoda/8827#.W5mEZy12BbV> Pristupljeno: 25.07.2018.

14. FAOSTAT (2016). <http://www.fao.org/faostat/en/?#data/QC/visualize> Pristupljeno: 21.07.2017.

15. Frąc M., Michalski P., Sas-Paszt L. (2009). The effect of mulch and mycorrhiza on fruit yield and size of three strawberry cultivars. Journal of Fruit and Ornamental Plant Research. 17(2): 85-93

16. Galletta G.J., Maas J.L., Enns J., Draper A.D., Swartz H.J. (1995). 'Mohawk' strawberry. HortScience 30: 631–634

17. Gluhic D. (2017). Humusne tvari i primjena huminske kiseline u poljoprivredi. Glasnik zaštite bilja 3/2017.

18. Gudarowska E., Szewczuk A. (2009). The influence of agrogel on the growth and yield of young apple trees planted in various places characterized by diverse long-term methods of soil management. Advances of Agricultural Sciences Problem Issues. DOI: 10.22630/ZPPNR

19. Jakić A. (2013). Istraživanje kvalitete plodova sorti jagode. Diplomski rad, Agronomski fakultet, Sveučilište u Zagrebu

20. Koc A., Balci G., Erturk Y., Keles H., Bakoglu N., Ercisli S. (2016). Influence of arbuscular mycorrhizae and plant growth promoting rhizobacteria on proline content, membrane permeability and growth of strawberry (*Fragaria* × *ananassa* Duch.) under salt stress. Journal of Applied Botany and Food Quality 89, 89–97. DOI:10.5073/JABFQ.2016.089.011

21. Koupai J.A., Eslamian S.S., Kazemi J.A. (2008). Enhancing the aviable water content in unsaturated soil zone using hydrogel to improve plant growth indices. Ecohydrology and Hydrobiology. 8:67–75. DOI:10.2478/v10104-009-0005-0

22. Krpina I., Vrbanek J., Asić A., Ljubičić M., Ivković F., Ćosić T., Štambuk S., Kovačević I., Perica S., Nikolac N., Zeman I., Zrinšćak V., Cvrlje M., Janković-Čoko D. (2004). Voćarstvo. Nakladni zavod Globus, Zagreb

23. Leis M., Martinelli A., Castagonoil G. (2013). Strawberry plant named 'CAPRI'. Patent application number: US PP23339 P3 http://www.google.com/patents/USPP23339 Pristupljeno: 28.08.2018.

24. Lingua G., Bona E., Manassero P., Marsano F., Todeschini V., Cantamessa S., Copetta A., D'Agostino G., Gamalero E., Berta G. (2013). Arbuscular Mycorrhizal Fungi and Plant Growth-Promoting Pseudomonads Increases Anthocyanin Concentration in Strawberry Fruits (*Fragaria x ananassa* var. Selva) in Conditions of Reduced Fertilization. International Journal of Molecular Sciences. 14,16207–16225. doi:10.3390/ijms140816207

25. Maretić M. (2014). Kvaliteta perspektivnih sorata jagode neutralnog dana uzgojenih izvan sezone. Diplomski rad, Agronomski fakultet, Sveučilište u Zagrebu

26. Maretić M., Duralija B. (2014). Sorte jagoda neutralnog dana. Glasnik zaštite bilja 3/2014.

27. Mikiciuk G., Mikiciuk M., Hawrot-Paw M. (2015). Influence of superabsorbent polymers on the chemical composition of strawberry (*Fragaria* × *ananassa* Duch.) and biological activity in the soil. Folia Horticulturae 27(1):63–69. DOI: 10.1515/fhort-2015-0015

28. Miljković I. (2005). Važnije sorte jagoda. Glasnik zaštite bilja 4/2005.

29. Niemi M., Vestberg M. (1992). Inoculation of commercially grown strawberry with VA mycorrhizal fungi. Plant and Soil 144:133–142

30. Novak B. (1998) Učinkovitost endomikorize nan eke povrtne kulture. Poljoprivredna znanstvena smotra. 63 (4): 187-198

31. Palencia P., Martínez F., Pestana M., Oliveira J.A., Correia P.J. (2015). Effect of *Bacillus velezensis* and *Glomus intraradices* on Fruit Quality and Growth Parameters in Strawberry Soilless Growing System. The Horticulture Journal 84(2):122–130. doi:10.2503/hortj.MI-002

32. Razumović I. (2017). Primjena mikoriznih gljiva kod vinove loze. Diplomski rad, Poljoprivredni fakultet, Sveučilište J.J.Strossmayera u Osijeku

33. Reitmeier A.C., Nonnecke G.R. (1991) Objective and Sensory Evaluation of Fresh Fruit of Day-neutral Strawberry Cultivars, HortScience 26 (7): 843-845

34. Sharma M.P., Adholeya A. (2004). Effect of arbuscular mycorrhizal fungi and phosphorus fertilization on the post vitro growth and yield of micropropagated strawberry grown in a sandy loam soil. Canadian Journal of Botany. 82:322-328. doi: 10.1139/B04-007

35. Silva D.Amal, Patterson K., Mitchell J. (1996). Endomycorrhizae and Growth of 'Sweetheart' Strawberry Seedlings. HortScience 31(6):951–954

36. Sinclair G., Charest C., Dalpé Y., Khanizadeh S. (2014). Influence of colonization by arbuscular mycorrhizal fungi on three strawberry cultivars under salty conditions. Agricultural and Food Science 23:146–158

37. Skendrović Babojelić M., Fruk G. (2016) Priručnik iz voćarstva, Građa, svojstva i analize voćnih plodova. Hrvatska sveučilišna naklada

38. Strik B.C. (2012). Flowering and Fruiting on Command in Berry Crops. Acta Horticulturae 926, ISHS 2012

39. Sun Da-Wen (2012). Thermal Food Processing: New Technologies and Quality Issues, Second Edition. CRC Press

40. Veselinović A.M., Bojić A.LJ., Purenović M.M., Nikolić G.M., Anđelković T.D., Dačić S.D., Bojić D.V. (2010). Ispitivanje uticanja parametara UV/H2O2 procesa na degradaciju huminskih kiselina. Hemijska industrija, 64(4): 265 – 273

41. Voća S., Dobričević N., Družić J., Duralija B., Skendrović Babojelić M., Dermišek D., Čmelik Z. (2009) The change of fruit quality parameters in day-neutral strawberries cv. Diamante groen out of season, International Journal of Food Sciences and Nutrition, Volume 60 (3): 248-254

42. Zeljković S. (2013). Primjena biostimulatora u proizvodnji begonije (*Begonia semperflorens* Link. Otto) i kadifice (*Tagetes patula* L.). Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Nacionalni repozitorijum disertacija u Srbiji

43. Zrnić M., Širić I. (2017). Primjena mikorize u hortikulturi. Journal of Central European Agriculture. 18(3):706-732

Izvor slika:

1. Privatna arhiva

2. Mother earth news
<http://nardus.mpn.gov.rs/bitstream/handle/123456789/8761/Disertacija13435.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Pristupljeno: 25.07.2018.

3. Veselinović A.M., Bojić A.LJ., Purenović M.M., Nikolić G.M., Anđelković T.D., Dačić S.D., Bojić D.V. (2010). Ispitivanje uticanja parametara UV/H2O2 procesa na degradaciju huminskih kiselina. Hemijska industrija, 64(4):265–273

Životopis

Iva Sudar rođena 23.09.1994. godine u Zagrebu, Republika Hrvatska. Školovanje započinje 2001. godine u osnovnoj školu Vladimira Nazora u Zagrebu, u kojoj je trenirala i košarku. Od 2004. do 2010. godine pohađa glazbenu školu Pavla Markovca u Zagreb za instrument obou. 2009. godine upisuje VII. opću gimnaziju u Zagrebu u kojoj maturira 2013. godine.

Preddiplomski studij smijera Hortikultura na Agronomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu upisuje 2013. godine, kojeg uspiješno završava 2016. godine obranom završnog rada na temu „Morfološka svojstva i hranidbena vrijednost slanutka“ te stječe naslov sveučilišne prvostupnice inženjerke agronnomije. Diplomski studij smjera Hortikultura – Voćarstvo upisuje 2016. godine. Tijekom studija pohađa tečaj njemačkog jezika te radi preko student servisa.