

Hidroponska proizvodnja rajčice u Poljoprivredno šumarskoj školi Vinkovci

Draganić, Ivana

Master's thesis / Diplomski rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:434567>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-23**



Sveučilište Josipa Jurja
Strossmayera u Osijeku

**Fakultet
agrobiotehničkih
znanosti Osijek**

Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Agrobiotechnical
Sciences Osijek - Repository of the Faculty of
Agrobiotechnical Sciences Osijek](#)



**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK**

Ivana Draganić

Sveučilišni diplomski studij Povrćarstvo i cvjećarstvo

**HIDROPONSKA PROIZVODNJA RAJČICE U POLJOPRIVREDNO
ŠUMARSKOJ ŠKOLI VINKOVCI**

Diplomski rad

Osijek, 2024.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Ivana Draganić

Sveučilišni diplomski studij Povrćarstvo i cvjećarstvo

HIDROPONSKA PROIZVODNJA RAJČICE U POLJOPRIVREDNO
ŠUMARSKOJ ŠKOLI VINKOVCI

Diplomski rad

Povjerenstvo za ocjenu i obranu diplomskog rada:

1. dr.sc. Boris Ravnjak, predsjednik
2. prof.dr.sc. Tomislav Vinković, mentor
3. doc.dr.sc. Monika Tkalec Kojić, član

Osijek, 2024.

SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. Pregled literature	2
2.1. Morfologija rajčice	2
2.2. Nutritivna vrijednost rajčice	5
2.3. Najznačajnije bolesti rajčice.....	6
2.3.1. Plamenjača rajčice (Phytophthora infestans)	6
2.3.2. Bijela trulež rajčice (Sclerotinia sclerotiorum).....	7
2.3.3. Siva plijesan rajčice (Botrytis cinerea)	8
2.3.4. Koncentrična pjegavost rajčice (Alternaria solani)	9
2.3.5. Fuzarijsko venuće rajčice (Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici)	10
2.4. Najznačajniji štetnici rajčice	11
2.4.1. Štitasti moljac (Trialeurodes vaporariorum)	11
2.4.2. Lisni miner rajčice (Tuta absoluta).....	12
2.4.3. Lisne uši (Aphidoidea).....	12
2.4.4. Crveni pauk (Tetranychus urticae).....	13
3. Hidroponska proizvodnja	14
4. Hidroponska proizvodnja rajčice u Poljoprivredno šumarskoj školi Vinkovci tijekom 2024. godine	19
4.1. Sjetva rajčice	19
4.2. Postavljanje presadnica u hidropon – sadnja rajčice	22
4.3. Prihrana i njega rajčice.....	24
4.4. Berba rajčice.....	30
5. Zaključak	31
6. Popis literature	32
7. Sažetak.....	34
8. Summary.....	35
9. Popis tablica.....	36
10. Popis slika	37

1. UVOD

Rajčica (*Solanum lycopersicum* L.) je jednogodišnja biljka iz porodice pomoćnica lat. Solanaceae. U ishrani ljudi zauzima značajno mjesto zbog svoje nutritivne vrijednosti te je rasprostranjena po cijelom svijetu te se smatra najvažnijom povrćarskom kulturom. Prema Državnom zavodu za statistiku (DZS, 2023.), 2023. godine u Republici Hrvatskoj se povrće proizvodilo na ukupnoj površini od 9 674 ha. Ukupno je ostvareno 209 282 t prinosa različitih vrsta povrća. Rajčica se proizvodila na ukupno 440 ha, te je ostvareno 22 396 t prinosa ploda rajčice. Prosječni prinos rajčice je iznosio 50,9 t/ha. Proizvodnja rajčice u modernim zaštićenim prostorima se odvijala na ukupno 92 ha. Ukupni prinos rajčice iznosio je 14 607 t, što je prosječno 158,8 t/ha. U Republici Hrvatskoj najveći uzgajivač rajčice u hidroponu je Osatina grupa. Proizvodnja se odvijala na tri lokacije i to na ukupnoj površini od 30 ha te se na jednom dijelu površina proizvodio krastavac.

Rajčica se može se uzgajati na otvorenom prostoru i u zaštićenom prostoru. Proizvodnja u zaštićenom prostoru nudi proizvodnju van sezone te njeno produljenje, cijena dobivenog proizvoda je znatno veća. Za proizvodnju u zaštićenim prostorima potrebno je veće znanje, konstantno usavršavanje proizvodne tehnologije, te konstantno praćenje nasada i njihova kontrola. Postoje dva osnovna tipa proizvodnje rajčice, a to su proizvodnja u tlu i bez tla. Proizvodnja u tlu karakteristična je po tome što se ne razlikuje znatno od proizvodnje na otvorenom. Proizvodnja bez tla je jedna od inačica hidroponske proizvodnje. Umjesto tla za podlogu ili kao medij rasta se koristi kamena vuna, vermikulit, kokosov treset, piljevina i slično. Kod ovakve proizvodnje korijenje je "uronjeno" u hranjivu otopinu gdje se nalaze sva potrebna hranjiva. Hidroponska proizvodnja je složeni tehnološki proces te se kod ovakve proizvodnje koriste najnovija tehnološka dostignuća koja pomažu u upravljanju samim procesom. Važni dijelovi ovoga sustava su senzori (vlaga, temperatura, smjer i brzina vjetra, radijacija, pH otopine, EC otopine i slično), pumpe, ventili, spremnici, sustav za fertigaciju, sustav za doziranje CO₂, centralna upravljačka jedinica (kompjuter) te upravljački softver koji često pruža podršku u obliku DSS sustava (Decision support system). Ovi dijelovi su spojeni u IoT sustav kojeg kontrolira i kojim upravlja osoba tj. proizvodni tehnolog.

Cilj ovog rada je bio prikazati suvremenu hidroponsku proizvodnju rajčice u plastenicima Poljoprivredno šumarske škole Vinkovci uz prethodni opis vrste i uvjeta uzgoja kao i pregled tehnologije i glavnih značajki proizvodnog procesa rajčice.

2. PREGLED LITERATURE

2.1. Morfologija rajčice

Rajčica je jednogodišnja zeljasta biljka koja u povoljnim uvjetima može biti i dvogodišnja. Ima dobro razvijen vretenast korijen koji može prodrijeti do 1 m dubine. Korijen se počinje vrlo rano granati. Korijen sustav može dosegnuti promjer do 1,5 m, a većinski dio korijena nalazi se u površinskom sloju tla do 30 cm. Stvara i adventivno korijenje koje će se razviti na dijelu stabljike koji dotiče tlo. Glavna uloga korijenja je apsorpcija vode i hranjivih tvari te stabilizacija biljke u tlu.

Stabljika je zeljasta i prekrivena dlačicama (Slika 1). Postoje tri tipa stabljike: indeterminantan što označava nedovršen rast (visoke sorte), semideterminantan i determinantan kojeg odlikuje ograničen rast i grmolik oblik nadzemnog dijela. Indeterminantne sorte mogu narasti do nekoliko metara visine, a vegetacijski vrh im je aktivan sve dok imaju povoljne uvijete. Iz pazuha listova se razvijaju sekundarne grane koje se odstranjuju. Determinantna stabljika ima kraće internodije te naraste na visinu od 0,5 – 1 m, a na vrhu se stvara cvat. Iz pazuha listova se stvaraju sekundarne grane, koje imaju isti raspored listova i cvjetova kao i glavna stabljika. Iz tog razloga cijela biljka ima grmolik izgled (Lešić i sur., 2002; Matotan, 1994).



Slika 1. Stabljika rajčice.

Listovi rajčice su složeni i neparno perasti na dugoj peteljci (Slika 2.). Kod povoljnih uvjeta list može narasti do 50 cm dužine. Liske su nejednake veličine, nazubljene, manje ili više naborane i dlakave.



Slika 2. Listovi rajčice.

Prvi cvat javlja se na internodiju nakon 5 – 9 listova, što jednim dijelom ovisi o genotipu, a dijelom o temperaturama za vrijeme rasta i razvoja. Cvat je jednostavni ili složeni grozd. Jednostavni grozdovi imaju od 7 – 12 cvjetova, dok sastavljeni ima i višestruko više. Cvijet je dvospolan, većinom s pet lapova, pet latica i pet prašnika. Zeleni lapovi obuhvaćaju pup iz kojeg se javljaju žute latice (Slika 3.) (Lešić i sur., 2002; Matotan, 1994).



Slika 3. Prikaz cvijeta i razvoj ploda.

Prašnici su izduženi, cjevasto srasli i obuhvaćaju tučak. Prašnice uzdužno pucaju s unutrašnje strane te pelud dospjeva na tučak i dolazi do samooplodnje. Kod nepovoljnih uvjeta može doći do izduživanja tučka, a njuška se pojavljuje iznad prašnika. Tada može

doći do stranooplodnje. Plodnica je dvogradna, trogradna ili višegradna iz koje se razvija plod.

Plod se naziva boba te se sastoji od mesa (stijenki perikarpa i pokožice) i pulpe (placente, sjemena i želatinoznog tkiva koji ispunjava komore. Plod može biti različitog oblika, veličine i boje što zavisi o kultivaru. Nedorzeli plod može biti svijetlozelen do tamno zelen. Pokožica zrelog ploda može biti bezbojna ili žuta, a boja zrelog ploda može biti žuta, narančasta, ružičasta, crvena ili crveno-ljubičasta. Veličina ploda se klasira prema promjeru (Tablica 1.) (Lešić i sur., 2002; Matotan, 1994, Borošić, 2016.).

Tablica 1. Klasifikacija ploda rajčice (Lešić i sur., 2002.).

Klasifikacija	Promjer ploda
Vrlo sitni	< 3cm
Sitni	3 – 5cm
Srednji	5 – 8cm
Krupni	8 – 10cm
Vrlo krupni	> 10cm

Oblik ploda može biti srcolik, plosnati, okrugli (jabučar), ovalni (šljivar), naborani i kruškoliki. Stapka ploda ima na bazi sloj stanica koji omogućava da se plod odvaja zajedno s cijelom stapkom i čaškinim listićima. Oni ostaju uz plod, a tijekom rasta ploda oni se također povećavaju. Taj dio je uočljiv kao zadebljanje na stapci ploda. Kod proizvodnje rajčice za industrijsku preradu u kojoj se vrši mehanizirana berba, poželjno je da se plodovi odvajaju bez stapke. Rajčicu za svježnu potrošnju je potrebno brati sa stapkom (Lešić i sur., 2002; Matotan, 1994).



Slika 4. Prikaz različitih oblika rajčice.
(Izvor: <https://www.mdpi.com/>)

2.2. Nutritivna vrijednost rajčice

Rajčica je vrlo rasprostranjena u svijetu. Najviše se koristi u svježem stanju, ali i za proizvodnju različitih prerađevina (pasirana rajčica, pelati, koncentrat rajčice, kečap, sok od rajčice) (Slika 5.). Zeleni plodovi se mogu koristiti kao sastojak mariniranih miješanih salata.



Slika 5. Prerađevina rajčice - kečap.

(Izvor: <https://www.tvornicazdravehrane.com/>)

Rajčica ima jako malu energetska vrijednost. 100 g rajčice sadrži svega 18 kcal.

Tablica 2. Prikaz hranidbene vrijednosti rajčice (Lešić i sur., 2002.).

Hranidbena vrijednost	Količina u %
Voda	92,0 – 95,2
Sirove bjelančevine	0,4 – 1,25
Sirove masti	0,2 – 0,95
Ugljikohidrati	1,87 – 9,00
Od toga šećeri	2,4 – 7,00
Vlakna	0,31 – 1,8
Minerali	0,60 – 0,61

Za ljudski organizam, rajčica je važan izvor minerala (Tablica 3.). Rajčica je jedan od bogatijih prirodnih izvora vitamina C. Sadrži i znatne količine vitamina B, te vitamina E i K.

Tablica 3. Prikaz važnijih minerala u rajčici (Izvor: Lešić i sur., 2002.).

Minerali	mg/100 g svježe tvari
Natrij	2,6- 32,7
Kalij	92 – 376
Magnezij	13 – 20
Kalcij	10 – 21
Fosfor	7 – 53
Željezo	0,4 – 1,2
Sumpor	13 – 20

Zeleni plod rajčice sadrži alkaloid solanin, koji se tijekom zriobe razgradi te plodovi poprimaju crvenu boju. Okus rajčice ovisi o količini i odnosu kiselina i šećera. Kod kultivara za svježnu uporabu količina šećera je veća u usporedbi s kultivarima za preradu. U plodovima rajčice dominantan karotenoid je likopen, a osim njega prisutni su i manji udjeli α -karotena i β -karotena. Svježi plod rajčice sadrži oko 30 mg/kg likopena. Na količinu likopena u rajčici utječe zrelost plodova, kultivar i način na koji se prerađuje.

2.3. Najznačajnije bolesti rajčice

2.3.1. *Plamenjača rajčice (Phytophthora infestans)*

Uzročnik napada sve nadzemne dijelove biljke (Slika 6.). Za kratko vrijeme može doći do propadanja cijele biljke. Na listu se pojavljuju velike pjegice nepravilnog oblika. Rub pjega je svijetloželen ili vodenast te nije jasno odijeljen od zdravog dijela. Za vrijeme vlažnog vremena pjegice se brzo povećavaju. Na stabljici su uočljive tamno smeđe lezije koje su za vrijeme vlažnog vremena prekrivene bijelom prevlakom sporangiofora i sporangija. Sporangiji se raznose vjetrom te tijekom vlažnog vremena dolazi do zaraze zdravih biljaka. Na plodovima se pojavljuju maslinasto zelene do tamno smeđe lezije koje se s vremenom povećavaju. Zaraženi dio ploda ima kožast izgled. Tijekom cijelog razvoja plodovi mogu biti zaraženi, a na te plodove se mogu naseliti bakterije koje dovode do truleži ploda. Razvoju ove bolesti pogoduje visoka relativna vlažnost zraka od 60 – 90% i temperature od oko 19 – 22°C (Cvjetković, 2016.).



Slika 6. Prikaz plamenjače na nadzemnim dijelovima rajčice.

(Izvor: <https://www.agroklub.com/>)

2.3.2. Bijela trulež rajčice (*Sclerotinia sclerotiorum*)

Bijelu trulež uzrokuje polifagni parazit *Sclerotinia sclerotiorum*. Kod pojave bolesti glavni izvor zaraze su sklerociji. Sklerociji kličaju u micelij ili apotecij s askusima i askosporama. Klijanjem sklerocija u tlu dolazi do stvaranja micelija koji se prvo nastanjuje na mrtvu organsku tvar, a zatim prodire u korijen i vrši zarazu. Ako se bolest pojavi na stabljici zarazu obavljaju askospore. Hife iz proklijalih askospora se šire s lista na lisnu peteljku i stabljiku. Rajčica je na bijelu trulež osjetljiva u svim razvojnim stadijima, iako se prvi simptomi uočavaju u cvatnji. Zaraza se pojavljuje na stabljici u razini tla, iako ulazna mjesta za gljivu mogu biti pazušci zaperaka ili rane otkinutih zaperaka (Ivić, 2016.).



Slika 7. Bijela trulež rajčice.

(Izvor: <https://agrosavjet.com/>)

Na napadnutim mjestima prvo se mogu uočiti vodenaste pjege koje se šire i prstenasto obuhvaćaju stabljiku. Listovi iznad napadnutog mjesta gube turgor i suše se. Na zaraženim mjestima dolazi do formiranja bijelog micelija unutra kojeg nastaju sklerociji. Zaraza se

može pojaviti i na plodovima. Oni postaju sivi, razmekšaju se i potpuno propadaju, sklerociji se formiraju najčešće kružno oko peteljke ploda (Ivić, 2016.).

2.3.3. *Siva plijesan rajčice (Botrytis cinerea)*

Siva plijesan ekonomski je značajna bolest na rajčici, a uglavnom se pojavljuje u zaštićenom tipu proizvodnje zbog pogodnih uvjeta za razvoj bolesti. Do infekcije osjetljivih biljaka dolazi kroz prirodne otvore ili rane (ubodi insekta, oštećenje od vjetra, zakidanje zaperaka). Za razvoj konidija i infekciju potrebna je kap vode ili visoka relativna vlažnost zraka te temperatura između 15 i 20°C. Klijanje spora potiču različite kemijske tvari poput aminokiselina, šećera, organskih kiselina, hormoni rasta i slično. Rasad rajčice može biti napadnut već u klijalistu. Kod presađenih biljaka napad se najčešće uočava na stabljici, na mjestu zakinutih zaperaka u obliku nekroza eliptičnog oblika sive boje. Idealno mjesto za razvoj gljive su dijelovi cvijeta nakon cvatnje. Do infekcije može doći i na mjestu gdje je plod pričvršćen za peteljku (Miličević, 2016.).



Slika 8. Prikaz simptoma na plodu rajčice.

(Izvor: <https://www.chromos-agro.hr/>)

“Srebrnasta pjegavost plodova” nastaje kao rezultat zaraze jednom sporom *Botrytis cinerea*. Infekcija nastupa dok su plodovi još zeleni, a srebrnkaste pjege su promjera 2 – 3 mm. U sredini pjega pojavljuje se jedva vidljiva nekroza okružena blijedim tkivom. Ne dolazi do povećanja pjega niti se stvara prevlaka. Ova bolest ne utječe na količinu prinosa već na njegovu kvalitetu.

2.3.4. *Koncentrična pjegavost rajčice (Alternaria solani)*

Na rajčici se ovaj uzročnik pojavljuje u svim uzgojnim područjima. Javlja se u humidnim i u semiaridnim područjima gdje su česte rose koje osiguravaju dovoljno vlage za razvoj gljive. Simptomi se mogu pojaviti na stabljikama, lišću i plodovima u bilo koje vrijeme vegetacije. Ukoliko do pojave bolesti dođe u stadiju klijanca dio biljaka će propasti, a preživjeli dio biljaka će zaostajati u rastu. Na njima se mogu uočiti smeđe dublje pjege, a mogu zaraziti i cijelo područje između dva nodija. Unutar većih pjega uočavaju se karakteristični koncentrični krugovi. Na starijem lišću prvo se uočavaju male smeđe do crne pjege nepravilnog oblika, a tkivo oko njih poprima žutu boju. Pjege brzo rastu te dobivaju manje ili više okrugao oblik s više koncentričnih krugova. Ukoliko se na listovima razvije veća količina pjega one se spajaju u veće nekrotične površine, ali unutar njih se uvijek vide pojedinačne pjege. Kod jake zaraze listova dolazi do njihovog sušenja i otpadanja. Bolest može izazvati defolijaciju, te dolazi do smanjena broja i veličine ploda. Na plodovima se zaraza pojavljuje dok su još zeleni ili tijekom sazrijevanja (Šubić, 2016.).



Slika 9. Koncentrična pjegavost na listu.

(<https://www.chromos-agro.hr/>)

Sama zaraza se pojavljuje u zoni peteljke, ali pjege se pojavljuju i na čaški, lapovima i peteljkama ploda. Pjege na plodu su udubljene, smeđe do crne boje s koncentričnim krugovima. Unutar njih tkivo je kožasto, a za vrijeme toplog i vlažnog vremena prekriveno je gustom tamnom prevlakom konidiofora s konidijama. Većina zaraženih plodova otpada gdje dolazi do smanjenja prinosa za 30 – 50 %. Bolest se prenosi zaraženim sjemenom ili

biljnim ostacima. Može se održati i na samonikloj rajčici ili na drugim biljkama iz porodice *Solanaceae*.

2.3.5. Fuzarijsko venuće rajčice (*Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici*)

Gljiva *Fusarium oxysporum* u obliku klamidiospora može preživjeti dugi niz godina u tlu. U tlu može preživljavati do dubine 90 cm. Optimalna temperatura tla za razvoj gljive je 26 – 28°C. U zoni korijenovog vrata razvijaju se konidije i klamidiospore odakle se vodom dalje prenose u biljke. Kod proizvodnje u zaštićenim prostorima najčešći izvori zaraze su supstrati, presadnice, obuća i odjeća. Mlade biljke koje su dobivene iz zaraženog sjemena vrlo brzo propadaju bez vidljivih vanjskih simptoma. Biljke koje su zaražene preko tla imaju svijetlije glavne žile, a lišće počinje žutiti (Sever i Cvjetković, 2016.).



Slika 10. Simptomi fuzarijskog venuća na stabljici rajčice.

(Izvor: <https://www.missouribotanicalgarden.org/>)

2.4. Najznačajniji štetnici rajčice

2.4.1. Štitasti moljac (*Trialeurodes vaporariorum*)

Štitasti moljac je jedan od gospodarski najvažnijih štetnika rajčice. Maleni je kukac koji je u odraslom stadiju dužine 2 mm, dok je ličinka veličine 0,2 – 1 mm. Tijelom mu je prekriveno bijelim prahom koji potječe od voštanih izlučevina. U zaštićenim prostorima prisutni su tijekom cijele vegetacije. Razmnožavanje štitastog moljca može biti spolno i nespolno. Kod nespolnog razmnožavanja iz neoplođenih jaja razvijaju se isključivo mužjaci. Ženke jaja polažu na naličju lista pojedinačno ili u skupinama, a često to bude u obliku polukruga ili potpunog kruga. Jaja su eliptičnog oblika, u početku svijetložuta i kasnije smeđe boje. Iz jaja se razvija ličinka prvog stadija koja ima tri para nogu, i jedini su pokretni stadij ličinke. Štete na biljkama uzrokuju odrasli stadiji i ličinke tako što sišu biljne sokove na listovima te tako dolazi do odumiranja listova. Napad štitastog moljca može se prepoznati po simptomima koji se pojavu na lišću u obliku klorotične pjegavosti, žućenja i gubitka turgora. Ličinke sisanjem biljnih sokova dovode do oštećenja koji kasnije rezultiraju neujednačenim dozrijevanjem ploda (Šimala i sur., 2016.). Sekundarne štete javljaju se lučenje medne rose. Odrasli kukac i ličinka luče mednu rosu na kojoj dolazi do razvoja gljive čađavice. Ako dođe do pojave gljive čađavice na listu, smanjuje se njegova asimilacijska površina, a plodu se smanjuje njegova tržišna vrijednost.



Slika 11. Štitasti moljac na naličju lista.

(Izvor: <https://www.agroklub.com/>)

2.4.2. Lisni miner rajčice (*Tuta absoluta*)

Lisni mineri imaju četiri razvojna stadija: jaje, ličinka, kukuljica i imago. Jaja su ovalnog oblika duga oko 0,35mm. Boja im varira od bijele do tamnije smeđe. Nakon izlijeganja, ličinke su bijele boje. Kako se razvijaju tako mijenjaju boju u svijetlo-ružičastu. Duga je oko 7,5 mm. Prije nego gusjenica postane kukuljica, ponovno mijenja boju i postaje svjetlije zelena. Kukuljice su dužine oko 5,5 mm, dok je imago dužine oko 10 mm. Ženke jaja polažu pojedinačno na naličju lista, stabljici i čaški. Kukuljiti se mogu unutar mine bez čahurenja ili na listu izvan mine stvaranjem čahure. Životni ciklus ovisi o temperaturi. U zaštićenom prostoru ima 10 – 12 generacija. Štete radi na plodu, stabljici i listu. Prisutnost možemo utvrditi feromonskim lovkama (Maceljski i sur., 2004.).



Slika 12. Lisni mineri na listu rajčice.

(Izvor: <https://www.agroklub.com/>)

2.4.3. Lisne uši (*Aphidoidea*)

Poznato je preko 3000 vrsta lisnih ušiju. Imaju veliki broj domaćina te se ubrajaju u važnije štetnike poljoprivrednih kultura. Lisne uši su kukci malih dimenzija 1 – 2 mm (Slika 13.). Mogu biti krilati (dva para opnatih krila) ili beskrilni. Boja im ovisi o stadiju razvoja i biljci domaćinu, stoga mogu biti od svijetložute i zelene do crne boje. Hrane se sisanjem biljnih sokova na najnježnijim dijelovima biljke, a to su lisni izboji i cvjetnim pupovima. Lisne uši mogu biti monoecijske što znači da će svoj cijeli životni vijek provesti na jednoj biljnoj vrsti. Također postoje heterecijske lisne uši, što znači da životni vijek provedu na različitim biljnim vrstama (Maceljski i sur., 2004.).



Slika 13. Lisne uši na listu rajčice.

Pojava lisnih ušiju je opasna jer izazivaju zastoje u rastu biljke i dolazi do kovrčanja listova. Iza njih ostaje medna rosa koja kaplje po donjim listovima čineći ih ljepljivim gdje se nakon toga razvijaju gljive čađavice. Lisne uši su vektori virusa. Javljaju se u proljeće i jesen za vrijeme toplog i suhog vremena kao i nakon obilnih kiša. Prirodni neprijatelj lisnih ušiju je bubamara.

2.4.4. Crveni pauk (*Tetranychus urticae*)

Crveni pauk je grinja. Imago je ovalnog oblika, nježne je građe i gotovo proziran te dug oko 1 mm. Boja tijela im varira od bjelkaste do crvenkaste, a ovisno o biljci na kojoj parazitiraju. Simptomi zaraze uočavaju se na listu u obliku klorotičnih pjega. Za razvoj crvenog pauka potrebna je niska relativna vlaga, visoka temperatura i obilje svjetla. Za razvoj od jajeta do imaga potrebno je 8 – 12 dana. Ženka živi oko 30 dana i za to vrijeme odloži 90 – 120 jaja. Jaja polaže po cijelom listu gdje nakon 3 – 5 dana izlaze ličinke koje prolaze tri stadija (Maceljski i sur., 2004.).



Slika 14. Crveni pauk na listu rajčice.

(Izvor: <https://www.agroportal.hr/>)

3. HIDROPONSKA PROIZVODNJA

Prije samog podizanja zaštićenog prostora, u ovom slučaju hidroponske proizvodnje, potrebno je paziti na faktore koji utječu na uspješnost proizvodnje, a to su: osunčanost pozicije, zasjenjenost (trenutno i buduće), vrsta i tip tla tj. podloge, blizina onečišćivača, dostupnost vode, visina podzemne vode, nagib terena te udaljenost potrošača. Glavni oblik proizvodnje povrća u hidroponskom uzgoju je uzgoj uz upotrebu medija rasta tj. supstrata. U ovakvoj proizvodnji, uloga supstrata je učvršćivanje korijenovog sustava, zadržavanje vode i u njoj otopljenih hranjivih tvari u pristupačnom obliku za biljke, održavanje povoljnog vodozračnog režima i volumena hranjive otopine. Supstrat koji se koristi ne smije mijenjati svoje kemijske osobine tj. treba biti inertan. Prilikom odabira, biramo između supstrata organskog, anorganskog i sintetičkog podrijetla. Supstrati organskog podrijetla su treset, vlakna kokosovog oraha, rižine ljuske, piljevina, kora drveta, borove iglice i slično. Imaju odličnu sposobnost držanja vode. U anorganske supstrate ubrajamo kamenu vunu, vermikulit, perlit, kvarcni pijesak i stiropor. Anorganski supstrati imaju malu sposobnost izmjene kationa, a sposobnost vezanja hraniva im je ograničena. U sintetičke supstrate ubrajamo ekspanzirane poliuretane, ekspanzirane polistirene i ureu formaldehid. Oni su dobiveni kao nusproizvod industrije namještaja. Imaju visoku poroznost, ali nešto manji kapacitet držanja vode u usporedbi s organskim supstratima. Izbor supstrata također ovisi o klimatskim uvjetima, tipu opreme u zaštićenom prostoru i zahtjevima biljne vrste. Najčešći i najrašireniji supstrati u hidroponskoj proizvodnji su kokosov treset i kamena vuna (Slika 15.).



Slika 15. Proizvodnja presadnica rajčice u kockama kamene vune za sadnju u hidropon.

Korištenjem kamene vune i kokosovog treseta kao medija rasta smanjuje se rizik od pojave štetnika i bolesti, nema korova, korištenje hraniva je ekonomično, a rast korijenja je optimiziran te je lakša kontrola uzgoja.

U hidroponskom uzgoju, ručno zalijevanje i prihrana ne osiguravaju kvalitetan uzgoj i veliki prinos te nisu prikladni za veće površine. Stoga, za hidroponski model proizvodnje potrebno je plastenik opremiti automatskim sustavom za navodnjavanje i prihranu (fertigacija). Sustav mora imati precizne dozatore, tajmer i senzor vlažnosti supstrata koji će točno odrediti potrebnu količinu i trenutak dodavanja hranjive otopine. Pri odabiru jedinice potrebno je voditi računa o dnevnoj potrošnji vode. Sustav za fertigaciju sadrži i senzore za kontrolu zaslanjenosti i pH vrijednosti (konduktometar i pH metar), a potrebno je imati i kontrolni set za kontrolu od strane tehnologa. Broj navodnjava tijekom dana ovisi o mikroklimatskim uvjetima, količini svjetlosti, razvijenosti nasada i supstratu.



Slika 16. Prikaz sustava za navodnjavanje u hidroponu.

Hidroponski uzgoj daje veliki urod, kvalitetu i zdrave plodove. Plodovi su bogatiji mineralnim tvarima i vitaminom C, a udio teških metala je smanjen ili ih uopće nema. Kod ovakvog uzgoja nema plodoređa, intenzitet proizvodnje je visok, uporaba sredstva za zaštitu je manja, bolja je kontrola opskrbljenosti biljaka vodom i hranivima te je smanjena pojava stresa kod biljaka zbog povoljnih uvjeta. Iako ima brojne prednosti, hidroponska proizvodnja ima i nedostatke. Najveći nedostatak hidroponskog uzgoja je visoko početno ulaganje.

Uz vrijeme i način proizvodnje mikroklimatski uvjeti su jedan od najvažnijih čimbenika za ekonomski opravdanu i kvalitetnu proizvodnju. Za grijanje zaštićenih prostora koriste se aktivni i pasivni toplozračni uređaji. Većinom su to samostalne jedinice s dimovodnim

cijevima za odvodnju plinova izgaranja koji za pogon koriste lož ulje, prirodni ili tekući plin, a obješeni su na nosivu konstrukciju. Aksijalni ventilatori velikog protoka se dodaju kako bi se poboljšalo miješanje zraka i osjetno smanjilo orošavanje folije tj. kondenzacija. Najprofitabilniji način zagrijavanja unutrašnjosti je pomoću toplovodnog grijanja. Kod ovakvog načina grijanja potrebno je imati kotlovnice tj. postrojenje s glavnim cijevnim razvodima koji vode do svakog pojedinog objekta. Temperatura ulazne vode regulira se sensorima i ventilima koji su u potpunosti pod nadzorom glavne upravljačke jedinice. Infracrveno grijanje prvenstveno grije predmete u blizini putem zračenja te tu toplinu prenosi na zrak u prostoriji. Zato što se grijanje ne prenosi na zrak već samo na predmete nema gubitka energije. Električni grijači namijenjeni su za manje površine. Jako su jeftini te se lako postavljaju, ali troše jako puno električne energije.

Intenzitet i kakvoća svjetlosti u zaštićenom prostoru ovisi o trajanju sunčanog dana, geografskom položaju, položaju plastenika, dobu godine, vrsti folije, debljini konstrukcije i još nekim parametrima. Biljkama je najznačajnija fotosintetska aktivna radijacija (FAR). U sunčanim danima tijekom ljeta može doći i do suvišnog te štetnog zračenja, a da bi se to spriječilo koriste se različite vrste sjenila. Tijekom dana intenzitet svjetla se mijenja te je ujutro i navečer najmanji, a tijekom dana raste dok u podne dostiže svoj maksimum. Nagib odnosno visina sunca ovisi o godišnjem dobu. Kut osvjetljenja je zimi mali, dok je ljeti sunce okomito. Također, prilikom naoblake intenzitet osvjetljenosti je slabiji. Onečišćenja atmosfere poput magle, plinova, prašine isto tako mogu smanjiti intenzitet svjetla. Kod gustog sklopa dolazi do zasjenjivanja i smanjenja intenziteta svjetlosti. Biljke imaju različite zahtjeve za svjetlom, stoga imamo heliofilne biljke koje imaju visoke zahtjeve za svjetlom, semiskiofitne biljke koje imaju srednje zahtjeve za svjetlom i skiofitne biljke koje imaju niske zahtjeve za svjetlom. S obzirom na zahtjev biljaka za svjetlosti, zaštićeni prostori se mogu opremiti dodatnim tj. umjetnim osvjetljenjem. Za ovu namjenu se koriste natrijeve lampe (HPS lampe), LED lampe te fluo cijevi. Fluo cijevi su najlošiji izbor za osvjetljenje jer emitiraju valne duljine svjetlosti (većinom bijela svjetlost) izvan spektra FAR-a.

Kvaliteta vode presudni je faktor za proizvodnju u zaštićenim prostorima. Čimbenici koji određuju kvalitetu vode su kiselost, salinitet i tvrdoća vode. Loša kvaliteta vode može dovesti do sporog rasta, loše estetske kvalitete usjeva, a u pojedinim slučajevima može dovesti i do propadanja biljaka. Proizvođači bi trebali analizirati vodu prije početka navodnjavanja. Električni konduktivitet (EC) je ukupna količina otopljenih soli u vodi za navodnjavanje. Prevelika koncentracija soli u vodi dovodi do smanjena osmotskog potencijala vode u tlu. Prvi vidljivi simptomi velike koncentracije soli su usporen rast, pri

čemu lišće biljaka često ima plavkasto-zelenu boju. pH vode je mjera relativne koncentracije vodikovih iona i hidroksidnih iona. Veći broj vodikovih iona u odnosu na hidroksidne ione znači da je otopina kiselija. Glavni utjecaj pH reakcije vode na rast biljke je kroz dostupnost hranjivih tvari. Postoje podzemni i nadzemni sustavi za navodnjavanje. Podzemni sustavi za navodnjavanje vodu dovede u zonu korijenja biljke. Nadzemni sustavi za navodnjavanje nanose vodu na površinu biljaka.

Relativna vlaga zraka ima veliku ulogu u rastu i razvoju biljaka, jer utječe na intenzitet transpiracije, fotosinteze, oplodnje te na pojavu bolesti. Relativna vlaga zraka je ujutro najveća, a najmanja je oko 14 h. Kod biljaka koje imaju veće potrebe za relativnom vlagom zraka potrebno je dodatno orošavanje. Koncentracija CO₂ u zraku je 0,03% ili 300 ppm. Njegov sadržaj se kontrolira provjetravanjem, a povećava se dodavanjem CO₂ pomoću dodatne opreme. Dobra kvaliteta zraka se postiže redovitim provjetravanjem, ali je učinkovitiju proizvodnju rajčice potrebno osigurati veću koncentraciju CO₂ u zraku zbog veće produkcije organske tvari.

Učinkovitost biljne proizvodnje ovisi o prilagodbi optimalnih uvjeta za rast kako bi se postigao visoki prinos. Prema tome, potrebno je kontrolirati toplinu, vlagu zraka, sastav zraka, svjetlost, optimalnu vlažnost medija rasta i prihranu. Centralna upravljačka jedinica (kompjuter) upravlja sustavima hlađenja i grijanja, dodatnom rasvjetom, kontrolira i dozira koncentraciju ugljičnog dioksida, upravlja ventilima za raspored i redosljed navodnjavanja, te kontrolira pH, EC i temperaturu hranjive otopine.

U zaštićenim prostorima kontroliranim navodnjavanjem biljaka, klimom i njegom biljaka možemo usmjeravati biljke. Biljke možemo usmjeravati vegetativno i generativno (Tablica 4.) (Parađiković, 2009; materijali s predavanja – Modeli proizvodnje povrća; Vinković Tomislav).

Tablica 4. Usmjeravanje rasta i razvoja biljaka (Ana Stipić, 2024 – interni vodič Poljoprivredno šumarske škole Vinkovci).

USMJERAVNJE BILJAKA		
NAVODNJAVANJE	VEGETATIVNO	GENERATIVNO
WC	Viša WC (vlaga)	Niža WC (vlaga)
Pad WC preko noći	Mala razlika WC dana i WC noć	Velika razlika WC dana i WC noć
Vrijeme početka – kraja	Raniji početak i kasniji završetak navodnjavanja	Kasniji početak i raniji završetak navodnjavanja
Intervali navodnjavanja	Mali intervale – volumen navodnjavanja mali	Veliki intervale - volumen navodnjavanja veliki
EC	Niži EC	Viši EC
Temperatura jastuka	Viša temperatura supstrata	Niža temperatura supstrata
Hranjiva- kalij, sulfati klor	Niži	viši
Hranjiva - kalcij, nitrati	Viši	Niži
KLIMA	VEGETATIVNO	GENERATIVNO
24- satna temperatura	Smanjenje 24 satne temperature	Povećanje 24 satne temperature
Razlika temperature dana i temperature noći	Manja razlika između dana i noći	Veća razlika između dana i noći
Brzina promjene temperature	Spriječiti naglo povećavanje i smanjenje temperature	Brza i nagla promjena temperature
Vlaga u gr/m³	Viša vlaga u %	Niža vlaga u %
Ventilacija	Manje ventiliranja	Više ventiliranja
Temperatura cijevi	Niža temperatura cijevi	Viša temperatura cijevi
CO₂	Niža koncentracija CO ₂	Viša koncentracija CO ₂
NJEGA BILJAKA	VEGETATIVNO	GENERATIVNO
Broj listova	Veći broj listova	Manji broj listova
Broja stabljika/m²	Veći broj stabljika	Maji broj stabljika
Broj plodova/m²	Manji broj plodova	Veći broj plodova
Motanje biljaka	Manje motanja biljaka	Više motanja biljaka
Spuštanje biljaka	Ne	Da
Pomicanje biljaka	Ne	Da

4. HIDROPONSKA PROIZVODNJA RAJČICE U POLJOPRIVREDNO ŠUMARSKOJ ŠKOLI VINKOVCI TIJEKOM 2024. GODINE

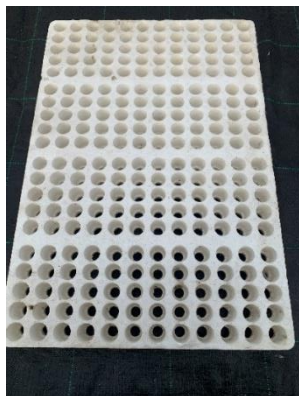
Poljoprivredno šumarska škola Vinkovci proizvodnju presadnica rajčice za sadnju u hidropon obavlja u plasteniku opremljenim rolo stolovima (Slika 17.). Rolo stolovi su dubine oko 105 mm i pune se vodom kako bi biljke tj. presadnice dobile potrebnu količinu vode i hranjiva.



Slika 17. Plastenik s rolo stolovima.

4.1. Sjetva rajčice

Dana 26.02.2024. godine provedena je sjetva za hidroponsku proizvodnju. Za proizvodnju presadnica korišteni su kontejneri od stiropora (Slika 17.). U svakom kontejneru se može posijati 240 sjemenki. Za potrebe proizvodnje rajčice u hidroponu, ukupno je posijano 1560 sjemenki.



Slika 18. Kontejner od stiropora za proizvodnju presadnica.

Kao medij rasta je korišten susprtat Potgrond H koji je mješavina crnog sphagnum treseta i finog bijelog sphagnum treseta. Supstrat je prije sjetve usitnjen i pripremljen za sjetvu. Nakon toga, dodan je prirodni mineral zeolit ZeoSand koji se koristi kao poboljšivač. ZeoSand regulira vlažnost tla i štedi vodu, djeluje na vodozračni režim, kao biostimulator rasta, štedi gnojiva, djeluje antiseptički, antibakterijski, antivirusno, te regulira pH tla.



Slika 19. Miješanje supstrata i zeolita.

Supstratom koji je pripremljen kako je prethodno opisano su napunjeni stiroporni kontejneri. Kontejnere se puni do vrha, a nakon toga se supstrat potiskuje do polovine zapremnine sjetvenog mjesta. Nakon toga se pristupilo sjetvi sjemena koje se postavlja na sredinu sjetvenog mjesta. Za sjetvu je korišteno sjeme hibrida Ergon F1. Oznaka sjemena je ES 5434. Sjeme je imalo minimalnu čistoću od 99% i minimalnu klijavost od 85%. Sjeme rajčice je dosta sitno. Svaka vrećica je sadržavala 250 sjemenki. Sjemenke su nakon otvaranja vrećice premještene u Petrijeve zdjelice radi lakše manipulacije. Za potrebe izrade ovog diplomskog rada, sjeme je sijano ručno (Slika 18.). Tijekom postavljanja sjemena mora se paziti kako ne bi došlo do oštećenja sjemena. Iz tog razloga su se tijekom postavljanja sjemena koristile rukavice. Nakon sjetve sjemena, dodan je još jedan sloj supstrata kako bi pokrili sjeme, a

višak supstrata je lagano rukama uklonjen s kontejnera. Na vrh je zatim dodan vermikulit zbog poboljšavanja prozračnosti i sprečavanja jake evaporacije vode.



Slika 20. Postavljanje sjemena u kontejner za presadnice.

Poljoprivredno šumarska škola posjeduje i automatiziranu liniju za sjetvu tj. robota za sjetvu. Robot se sastoji od stalka na koji se postavljaju kontejneri od stiropora, sanduka tj. spremnika za supstrat, glave tj. punjača kontejnera sa supstratom, transportne trake, ulagača sjemena i na kraju spremnika i punjača koji dodaje vermikulit. Kontejneri se pune supstratom te trakom lagano dolaze do dijela za postavljanje sjemena. Nakon što je sjeme postavljeno trakom odlazi do sanduka s vermikulitom koji se postavlja kao zadnji tj. zaštitni sloj te, a osigurava ujednačenije klijanje i nicanje. Nakon što je vermikulit postavljen, kontejner se skida s robota i odlaže sa strane.



Slika 21. Prikaz robota za sjetvu sjemena.

Nakon što je završena sjetva sjemena, kontejneri su postavljeni na rolo stolove u plasteniku. Tijekom svih 47 dana proizvodnje presadnica, iste su redovito navodnjavane. Nakon što su biljke razvile 2 – 3 lista, provedeno je pikiranje mladih biljaka koje su transferirane u pojedinačne plastične lončice. Biljke su redovito kontrolirane kako bi se smanjio rizik od jače pojave bolesti i štetnika. U plasteniku su se tijekom provedbe proizvodnje presadnica pojavile lisne uši na nekoliko presadnica (Slika 21.). Na presadnicama su se počeli uvijati listovi. Nakon uočavanja pojave štetnika zaražene presadnice su uklonjene iz plastenika kako ne bi došlo do daljnjeg širenja štetnika.



Slika 22. Pojava lisnih ušiju na presadnicama.

4.2. Postavljanje presadnica u hidropon – sadnja rajčice

Proizvodni dio u plasteniku namijenjen za hidropon je ukupne dužine 40 m i širine 10 m gdje se može smjestiti osam redova rajčice. Opremljen je sustavom za navodnjavanje i prihranu tj. fertirigaciju. Sustav za fertirigaciju se sastoji od kontrolne ploče i tri spremnika. Dva spremnika su zapremnine 300 litara (bazne hranjive otopine), a jedan je zapremnine 100 litara (nitratna kiselina za regulaciju pH vrijednosti). Na kontrolnoj ploči ili centralnoj upravljačkoj jedinici je omogućeno postavljanje različitih parametara kao i potrebna količina hranjive otopine, očitava se i regulira pH otopine te se može postaviti automatsko navodnjavanje. Kao supstrat je korištena kamena te su blokovi kamene vune postavljeni u

svaki red jedan do drugog. Iznad redova se napinje žica s kojih se za svaku biljku spušta potporno PE vezivo. Biljke su prije postavljanja u hidropon presađene u kocke kamene vune. Dana 15.04.2024. godine presadnice rajčice u kockama kamene vune su postavljene na blokove u prethodno opisani hidropon. Kocke su se postavljale na već označena mjesta na blokovima, a ispod svake kocke je provučeno potporno vezivo (Slika 22.). U svaku kocku je postavljen po jedan emiter za hranjivu otopinu. Prilikom samog postavljanja presadnica, veziva i emitera je bilo potrebno paziti da se isti ne isprepletu kako kasnije ne bi došlo do komplikacija tijekom proizvodnog procesa. U trenutku sadnje tj. postavljanja biljaka rajčice, iste su bile u fenofazi cvatnje te je prva cvjetna etaža već bila zametnuta. Nakon postavljanja presadnica, odmah je pokrenut sustav za fertirigaciju.



Slika 23. Prikaz postavljenih presadnica u hidropon.

Zbog visine biljaka i mogućnosti loma stabljike, biljke su plastičnim kopčama odmah po sadnji bile učvršćene za PE vezivo.

4.3. Prihrana i njega rajčice

Poljoprivredno šumarska škola Vinkovci ima svoju recepturu za hranjivu otopinu u hidroponskom uzgoju rajčice. Tijekom vegetacije rajčice, primjenjuju se tri različite recepture i to nakon presađivanja tj. postavljanja presadnica, tijekom vegetativnog porasta i u periodu nakon formiranja 3 – 4 cvjetne grane tj. tijekom generativne faze koja traje do kraja proizvodnog ciklusa. Hranjiva otopina se počela primjenjivati odmah nakon sadnje. Općenito, početak prihranjivanja je bio određen tj. tempiran 1 – 3 sata nakon izlaska sunca, a završavao je otprilike 2 – 3 sata prije zalaska sunca.

Tablica 5. prikazuje recepturu hranjive otopine koje je bila primijenjena u početnoj fazi rasta i razvoja rajčice. Sva korištena hranjiva tj. soli se dodaju u spremnike i miješaju te se dobije bazna hranjiva otopina koja je koncentrirana te ju sustav kasnije distribuira prethodno miješajući s određenom količinom vode kako bi se dobila konačna koncentracija hranjive otopine (Slika 24.).



Slika 24. Prikaz navodnjavanja/prihrane rajčice.

U Tablici 6. vidljive su potrebne količine hraniva tijekom vegetativnog porasta kada se smanjuje potreba rajčice za kalijevim nitratom te je sukladno receptura različita od prethodne. Međutim, tijekom vegetativnog porasta, količina mikroelemenata se ne mijenja te je bila ista kao u prethodnom periodu. Nadalje, u tablici 7. je prikazana receptura za generativnu fazu razvoja, a koncentracija makroelemenata i mikroelemenata je različita u odnosu na ranije faze razvoja.

Tablica 5. Receptura hranjive otopine za prihranu rajčice nakon sadnje.

Spremnik 1 (300 L)	Hraniva/sol	Količina
	Kalijev nitrat	6 kg
	Kalijev dihidrogen fosfat	4,6 kg
	Kalijev sulfat	6,2 kg
	Magnezijev sulfat	8,1 kg
Mikroelementi	Hraniva/sol	Količina
	Borna kiselina	72 g
	Manganov sulfat	51 g
	Cinkov sulfat	42 g
	Bakar (II) sulfat	5,7 g
	Natrijev molibdat	3,6 g
Spremnik 2 (300 L)	Hraniva/sol	Količina
	Kalcijev nitrat	23,6 kg
	Amonijev nitrat	1,5 kg
	Željezo (kelatni oblik)	210 g
Spremnik 3 (100 L)	Kiselina za regulaciju pH	Količina
	Nitratna kiselina 54%	3 litre

Tablica 6. Receptura hranjive otopine tijekom vegetativnog porasta navodnjavanje/prihranu tijekom vegetacije.

Spremnik 1 (300 L)	Hraniva/sol	Količina
	Kalijev nitrat	2,5 kg
	Kalijev dihidrogen fosfat	6,6 kg
	Kalijev sulfat	9,7 kg
	Magnezijev sulfat	12,1 kg
Mikroelementi	Hraniva/sol	Količina
	Bor	72 g
	Mangan sulfat	51 g
	Cink sulfat	42 g
	Bakreni sulfat	5,7 g
	Na molibdat	3,6 g
Spremnik 2 (300 L)	Hraniva/sol	Količina
	Kalcijev nitrat	26 kg
	Kalijev nitrat	2
	Amonijev nitrat	2,1 kg
	Željezo (kelatni oblik)	210 g
Spremnik 3. (100 L)	Kiselina za regulaciju pH	Količina
	Nitratna kiselina 54%	3 litre

Tablica 7. Receptura hranjive otopine tijekom generativne faze razvoja (nakon 3.-4. cvjetne grane pa do kraja ciklusa).

Spremnik 1 (300 L)	Hraniva/sol	Količina
	Kalijev nitrat	9 kg
	Kalijev dihidrogen fosfat	7,5 kg
	Kalijev sulfat	3,5 kg
	Magnezijev sulfat	10 kg
Mikroelementi	Hraniva/sol	Količina
	Bor	100 g
	Mangan sulfat	63 g
	Cink sulfat	200 g
	Bakreni sulfat	38 g
	Na molibdat	4 g
Spremnik 2 (300 L)	Hraniva/sol	Količina
	Kalcijev nitrat	27,5 kg
	Kalijev nitrat	1,5
	Amonijev nitrat	1 kg
	Željezo (kelatni oblik)	0,6 g
Spremnik 3 (100 L)	Kiselina za regulaciju pH	Količina
	Nitratna kiselina 54%	3 litre

Sukladno prikazu recepture tijekom cijelog proizvodnog ciklusa, jasno je uočljivo da je biljkama najmanje potrebno hranjiva dodavati u početnim fazama. Tablica 7. prikazuje da se tijekom prihrane u vrijeme 3 – 4 cvjetne grane količina kalijevog sulfata smanjuje, a povećava se količina kalijevog nitrata. Povećava se količina dodanih mikroelemenata, a količina kalijevog i amonijevog nitrat, kao i željezo kelat se smanjuje.

Tijekom proizvodnje, biljke je potrebno vezivom učvrstiti tj. stabilizirati koriosteći plastične kopče. Razlog tome je što biljka može dosegnuti visinu od 9 metara. Prilikom postavljanja plastičnih kopči bilo je potrebno paziti da se stabljika ne ošteti, a da se biljci osigura stabilnost za daljnji rast.

Rastom i razvojem, kod rajčice se stvaraju se i zaperci u pazušcima listova. Zaperci su pažljivo uklanjani sa stabljike pomoću noža ili škara. Prilikom uklanjanja je potrebno pripaziti kako ne bi došlo do dodatnih oštećenja stabljike te stvaranja mogućnosti za razvoj

bolesti. Slika 25. prikazuje pojavu sive plijesni rajčice na mjestima uklanjanja zaperaka. S obzirom da se bolest pojavila samo na nekoliko biljaka, i to zbog neprofesionalnog uklanjanja zaperaka, zaražene biljke su uklonjene iz zaštićenog prostora kako ne bi došlo do daljnjeg širenja zaraze.



Slika 25. Prikaz pojave sive plijesni rajčice.

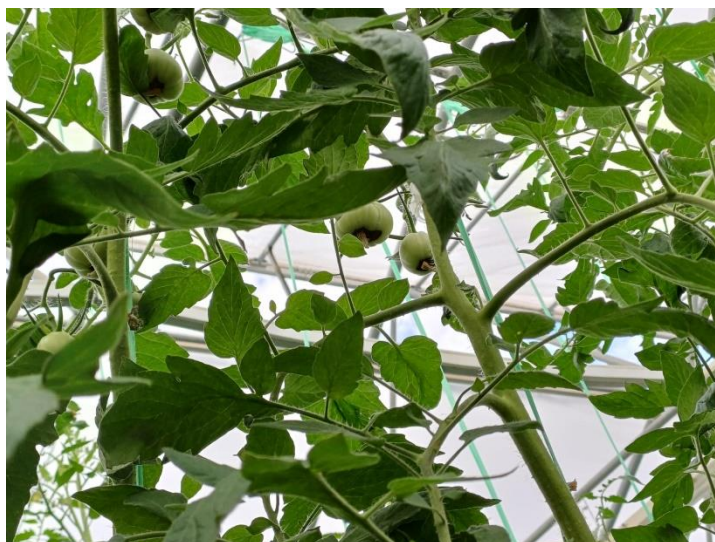
Staro lišće je tijekom vegetacija redovno uklonjeno. Razlog uklanjan donjeg lišća je da ostali dijelovi biljaka dobivaju dovoljnu količinu hranjiva, kako bi se mogao formirati što kvalitetniji plod. Nakon što se donji listovi odstrane, stabljika se spušta da prilegne uz kamenu vunu. Cijelom dužinom plastenika bile se postavljene žute i plave feromonske ploče. Feromonske ploče se postavljaju kako bi se privukli kukci te kako bi na taj način mogli pratiti njihovu prisutnost i brojnost.

U hidroponskoj proizvodnji se za poboljšano oprašivanje mogu se koristiti bumbari ili pčele. U hidroponu Poljoprivredno šumarske škole postavljena je jedna košnica s bumbarima i to na sredini hidropona. Za proces oprašivanja izabrani su bumbari iz razloga što su otporniji na temperaturne oscilacije i intenzitet svjetlosti te zato što posjete veći broj cvjetova od pčela.



Slika 26. Košnica s bumbarima postavljena u hidropon.

Tijekom proizvodnog ciklusa i to pred sam početak zriobe plodova pojavila se plamenjača. Sukladno, obavljeno je jedno tretiranje s Polyram-om u dozi od 100 g na 400 kvadrata.



Slika 27. Pojava plamenjače na plodu rajčice.

Tijekom proizvodnje obavljena je jedna preventivna biološka zaštita sredstvom Neemazal, u cilju sprečavanja pojave štitastog moljca.

4.4. Berba rajčice

Plodovi rajčice kod sorata u beef tipu rajčice (plodovi na rastresitoj cvati) kao što je slučaj kod hibrida Ergon F1, ne dozrijevaju u isto vrijeme. Rajčica koja se bere za prodaju mora biti tehnološki zrela. U početku se berba obavlja svaka 3 – 4 dana, kasnije svaka 2 – 3 dana, a ponekad i svaki dan.



Slika 28. Neujednačenost dozrijevanja plodova rajčice (Ergon F1).

U školskom hidroponu prva berba je obavljena 20.06.2024. godine. Tehnološki zreli plodovi su brani ručno te odmah pakirani u kartonske kutije.



Slika 29. Prikaz ubranog ploda rajčice.

5. ZAKLJUČAK

Proizvodnja u zaštićenim prostorima ima brojne prednosti nad proizvodnjom na otvorenom polju. Hidroponska proizvodnja je suvremeni način uzgoja gdje se koriste najnovije tehnologije kako bi se proizveli što kvalitetniji plodovi rajčice. Uzgoj u hidroponu omogućava kontrolu većine uvjeta uzgoja. Stoga, pojava štetnika i bolesti je manja zbog kontroliranih mikroklimatskih uvjeta. Kod ovakve proizvodnje manje se primjenjuju pesticidi, a sve više biološka sredstva za zaštitu što je bio slučaj i tijekom proizvodnog ciklusa u školskom plasteniku.

Poljoprivredno šumarska škola posjeduje plastenik za proizvodnju presadnica, što također znatno olakšava cjelokupni proces proizvodnje. U cijelom procesu proizvodnje sudjelovali su i učenici škole koji obavljaju svoju stručnu praksu. Može se zaključiti da je hidroponska proizvodnja rajčice jako intenzivan proces te je potrebno odlično poznavanje tehnologije proizvodnje u hidroponu kao i same rajčice kao kulturne biljke, ali i specifičnosti svake pojedine sorte i hibrida.

6. POPIS LITERATURE

1. Borošić, J. (2016). Uvjeti proizvodnje rajčice. Glasilo biljne zaštite, 16 (5), 423-427.
2. Cvjetković, B. (2016). Plamenjača rajčice [*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary]. Glasilo biljne zaštite, 16 (5), 477-481.
3. Lešić, R., Buturac, I., Ćustić, M., Poljak, M., Romić, D. (2002.): Povrčarstvo. Zrinski Čakovec, Čakovec.
4. Ivić, D. (2016). Bijela trulež [*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary] na rajčici. Glasilo biljne zaštite, 16 (5), 500-504.
5. Maceljški, M., Cvjetković, B., Ostojčić, Z., Igrc Barčić, J., Pagliarini, N., Oštrec, Lj., Barić, K., Čizmić, I. (2004.): Štetočine povrća, Zrinski Čakovec, Čakovec.
6. Matotan, Z., (1994.): Proizvodnja povrća. Nakladni zavod Globus, Zagreb
7. Miličević, T. (2016): Siva plijesan rajčice (*Botrytis cinerea* Pers.). Glasilo biljne zaštite, 16 (5), 497-499.
8. Parađiković, N. (2009.): Opće i specijalno povrčarstvo. Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek.
9. Parađiković, N., Kraljičak, Ž. (2008.): Zaštićeni prostori – plastenici i staklenici.
10. Sever, Z. i Cvjetković, B. (2016). Venuća rajčice uzrokovana patogenim gljivama iz rodova *Verticillium* i *Fusarium*. Glasilo biljne zaštite, 16 (5), 505-508.
11. Šimala, M., Masten Milek, T., Pintar, M. (2016): Štitasti moljci (Hemiptera: Aleyrodidae) – gospodarski važni štetnici rajčice u zaštićenom prostoru. Glasilo biljne zaštite, 16 (5): 433-446.
12. Šubić, M. (2016): Koncentrična pjegavost (*Alternaria solani* Sorauer) i septorijska pjegavost (*Septoria lycopersici* Speg.) rajčice. Glasilo biljne zaštite, 16 (5), 482-488.
13. <https://agrosavjet.com/bijela-trulez-bolest-paradajza-opasna-nakon-rasadjivanja-na-stalno-mjesto/> (Datum pristupa: 10/09/2024)
14. <https://www.agroklub.com/povrcarstvo/plamenjaca-rajcice-kako-sprijeciti-lijeciti-i-izlijeciti/50319/> (Datum pristupa: 10/09/2024)
15. <https://www.tvornicazdravehrane.com/kecap-rajcica-organski-500ml-dennree-proizvod-35483/> (Datum pristupa: 10/09/2024)
16. <https://www.missouribotanicalgarden.org/gardens-gardening/your-garden/help-for-the-home-gardener/advice-tips-resources/insects-pests-and-problems/diseases/cankers/fusarium-wilt-of-tomato> (Datum pristupa: 10/09/2024)

17. https://web.dzs.hr/PXWeb/Selection.aspx?px_tableid=BP3_NUTS2021.px&px_path=Poljoprivreda,%20lov,%20%c5%a1umarstvo%20i%20ribarstvo__Biljna%20proizvodnja&px_language=hr&px_db=Poljoprivreda,%20lov,%20%c5%a1umarstvo%20i%20ribarstvo&rxid=13fe8721-b824-4573-915f-b21312105944
(Datum pristupa: 10/09/2024)
18. <https://www.osatina.hr/> (Datum pristupa: 10/09/2024)
19. <https://www.mdpi.com/2073-4425/11/11/1278> (Datum pristupa: 10/09/2024)
20. <https://www.tvornicazdravehrane.com/> (Datum pristupa: 10/09/2024)
21. <https://www.agroportal.hr/povrtlarstvo/33706> (Datum pristupa: 10/09/2024)
22. <https://www.agroklub.com/povrcarstvo/lisni-miner-rajcice-ugrozava-cak-60-svjetske-proizvodnje-tog-povrca/56432/> (Datum pristupa: 10/09/2024)
23. <https://www.agroklub.com/povrcarstvo/stitasti-moljac-napada-rajcicu-papriku-i-drugo-povrce-i-cvijece-kako-ih-suzbiti/43556/> (Datum pristupa: 10/09/2024)
24. <https://www.chromos-agro.hr/koncentricna-pjegavost-lista-alternaria-solani/> (Datum pristupa: 10/09/2024)
25. <https://www.chromos-agro.hr/siva-pljesan-rajcice-botrytis-cinerea/> (Datum pristupa: 10/09/2024)

7. SAŽETAK

Cilj ovog diplomskog rada je bio prikazati hidroponsku proizvodnju kroz cijeli vegetacijski ciklus rajčice u plasteniku Poljoprivredno šumarske škole Vinkovci. Škola samostalno proizvodi presadnice rajčice te ih kasnije koristi i za potrebe hidroponske proizvodnje. Prednosti proizvodnje u zaštićenim prostorima je mogućnost kontroliranja uvjeta okoline te količine vode i hraniva koji su nužni za postizanje visokih i stabilnih prinosa odgovarajuće kvalitete. Tijekom hidroponske proizvodnje rajčice u školskom plasteniku, redovito je provedena kontrola štetnih organizama, zaštita nasada kao i sve potrebne mjere njege. Od bolesti su se pojavile siva plijesan rajčice i plamenjača. Također, primijenjena je i biološka kontrola štetnika mehanički i primjenom biološkog sredstva, a zaštita kemijskim pesticidima je bila svedena na minimum. U cijelom procesu proizvodnje sudjelovali su i učenici škole koji na taj način obavljaju svoju stručnu praksu. Može se zaključiti da je hidroponska proizvodnja rajčice jako intenzivan proces te je potrebno odlično poznavanje tehnologije proizvodnje u hidroponu kao i same rajčice kao kulturne biljke, ali i specifičnosti svake pojedine sorte i hibrida.

8. SUMMARY

The aim of this thesis was to present hydroponic production throughout the entire vegetative cycle of tomatoes in the greenhouse of the School of Agriculture and Forestry in Vinkovci. The school independently produces tomato transplants, which are later used for hydroponic production. The advantages of production in greenhouses include the ability to control environmental conditions and regulate the amounts of water and nutrients necessary to achieve high and stable yields of appropriate quality.

During the hydroponic production of tomatoes in the school's greenhouse, regular monitoring of pests, crop protection, and all necessary care measures were conducted. Tomato gray mold and late blight were observed during the production process. Additionally, biological pest control was implemented both mechanically and through the application of biological agents, while the use of chemical pesticides was minimized.

Throughout the production process, students of the school actively participated as part of their practical training. It can be concluded that hydroponic tomato production is a highly intensive process requiring excellent knowledge of hydroponic production technology, the biology of tomatoes as a crop, and the specific characteristics of each variety and hybrid.

9. POPIS TABLICA

Tablica 1. Klasifikacija ploda rajčice (Lešić i sur., 2002.).	4
Tablica 2. Prikaz hranidbene vrijednosti rajčice (Lešić i sur., 2002.).	5
Tablica 3. Prikaz važnijih minerala u rajčici (Izvor: Lešić i sur., 2002.).	6
Tablica 4. Usmjeravanje rasta i razvoja biljaka (Ana Stipić, 2024 – interni vodič Poljoprivredno šumarske škole Vinkovci).	18
Tablica 5. Receptura hranjive otopine za prihranu rajčice nakon sadnje.	25
Tablica 6. Receptura hranjive otopine tijekom vegetativnog porasta navodnjavanje/prihranu tijekom vegetacije.	26
Tablica 7. Receptura hranjive otopine tijekom generativne faze razvoja (nakon 3.-4. cvjetne grane pa do kraja ciklusa).	27

10. POPIS SLIKA

Slika 1. Stabljika rajčice.	2
Slika 2. Listovi rajčice.	3
Slika 3. Prikaz cvijeta i razvoj ploda.	3
Slika 4. Prikaz različitih oblika rajčice.	4
Slika 5. Prerađevina rajčice - kečap.	5
Slika 6. Prikaz plamenjače na nadzemnim dijelovima rajčice.	7
Slika 7. Bijela trulež rajčice.	7
Slika 8. Prikaz simptoma na plodu rajčice.	8
Slika 9. Koncentrična pjegavost na listu.	9
Slika 10. Simptomi fuzarijskog venuća na stabljici rajčice.	10
Slika 11. Štitasti moljac na naličju lista.	11
Slika 12. Lisni mineri na listu rajčice.	12
Slika 13. Lisne uši na listu rajčice.	13
Slika 14. Crveni pauk na listu rajčice.	13
Slika 15. Proizvodnja presadnica rajčice u kockama kamene vune za sadnju u hidropon. .	14
Slika 16. Prikaz sustava za navodnjavanje u hidroponu.	15
Slika 17. Plastenik s rolo stolovima.	19
Slika 18. Kontejner od stiropora za proizvodnju presadnica.	19
Slika 19. Miješanje supstrata i zeolita.	20
Slika 20. Postavljanje sjemena u kontejner za presadnice.	21
Slika 21. Prikaz robota za sjetvu sjemena.	21
Slika 22. Pojava lisnih ušiju na presadnicama.	22
Slika 23. Prikaz postavljenih presadnica u hidropon.	23
Slika 24. Prikaz navodnjavanja/prihrane rajčice.	24
Slika 25. Prikaz pojave sive plijesni rajčice.	28
Slika 26. Košnica s bumbarima postavljena u hidropon.	29
Slika 27. Pojava plamenjače na plodu rajčice.	29
Slika 28. Neujednačenost dozrijevanja plodova rajčice (Ergon F1).	30
Slika 29. Prikaz ubranog ploda rajčice.	30

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek
Sveučilišni diplomski studij Povrćarstvo i cvjećarstvo

Diplomski rad

Hidroponska proizvodnja rajčice u Poljoprivrednoj Ivana Draganić

Sažetak:

Cilj ovog diplomskog rada je bio prikazati hidroponsku proizvodnju kroz cijeli vegetacijski ciklus rajčice u plasteniku Poljoprivredno šumarske škole Vinkovci. Škola samostalno proizvodi presadnice rajčice te ih kasnije koristi i za potrebe hidroponske proizvodnje. Prednosti proizvodnje u zaštićenim prostorima je mogućnost kontroliranja uvjeta okoline te količine vode i hraniva koji su nužni za postizanje visokih i stabilnih prinosa odgovarajuće kvalitete. Tijekom hidroponske proizvodnje rajčice u školskom plasteniku, redovito je provođena kontrola štetnih organizama, zaštita nasada kao i sve potrebne mjere njege. Od bolesti su se pojavile siva plijesan rajčice i plamenjača. Također, primijenjena je i biološka kontrola štetnika mehanički i primjenom biološkog sredstva, a zaštita kemijskim pesticidima je bila svedena na minimum. U cijelom procesu proizvodnje sudjelovali su i učenici škole koji na taj način obavljaju svoju stručnu praksu. Može se zaključiti da je hidroponska proizvodnja rajčice jako intenzivan proces te je potrebno odlično poznavanje tehnologije proizvodnje u hidroponu kao i same rajčice kao kulturne biljke, ali i specifičnosti svake pojedine sorte i hibrida.

Rad je izrađen pri: Fakultet agrobiotehničkih znanosti u Osijeku

Mentor: Prof. dr. sc. Tomislav Vinković

Broj stranica: 37

Broj grafikona i slika: 29

Broj tablica: 7

Broj literaturnih navoda: 25

Jezik izvornika: hrvatski

Ključne riječi: rajčica, hidroponski uzgoj, štetnici rajčice, bolesti rajčice, Poljoprivredno šumarska škola Vinkovci

Datum obrane: 30. rujna 2024. godine

Povjerenstvo za ocjenu i obranu rada:

- dr.sc. Boris Ravnjak, predsjednik
- prof. dr. sc. Tomislav Vinković, mentor
- doc. dr. sc. Monika Tkalec Kojić, član

Rad je pohranjen u: Knjižnica Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilište u Osijeku, Vladimira Preloga 1, Osijek, Hrvatska.

BASIC DOCUMENTATION CARD

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek

Graduate thesis

Faculty of Agriculture

University Graduate Studies, Vegetable and flower production

Hydroponic tomato production at Poljoprivredno šumarska škola Vinkovci

Ivana Draganić

Abstract:

The aim of this thesis was to present hydroponic production throughout the entire vegetative cycle of tomatoes in the greenhouse of the School of Agriculture and Forestry in Vinkovci. The school independently produces tomato transplants, which are later used for hydroponic production. The advantages of production in greenhouses include the ability to control environmental conditions and regulate the amounts of water and nutrients necessary to achieve high and stable yields of appropriate quality.

During the hydroponic production of tomatoes in the school's greenhouse, regular monitoring of pests, crop protection, and all necessary care measures were conducted. Tomato gray mold and late blight were observed during the production process. Additionally, biological pest control was implemented both mechanically and through the application of biological agents, while the use of chemical pesticides was minimized.

Throughout the production process, students of the school actively participated as part of their practical training. It can be concluded that hydroponic tomato production is a highly intensive process requiring excellent knowledge of hydroponic production technology, the biology of tomatoes as a crop, and the specific characteristics of each variety and hybrid.

Thesis performed at: Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

Mentor: PhD. Tomislav Vinković, full professor

Number of pages: 37

Number of figures: 29

Number of tables: 7

Number of references: 25

Original in: Croatian

Key words: tomato, hydroponic growing, tomato pests, tomato disease, School of Agriculture and Forestry in Vinkovci

Thesis defended on date: 30th September 2024

Reviewers:

1. PhD. Boris Ravnjak - chair member
2. PhD. Tomislav Vinković, full professor - mentor
3. PhD. Monika Tkalec Kojić, assistant professor - member

Thesis deposited at: Library, Faculty of Agrobiotechnical Sciences in Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Vladimira Preloga 1, Osijek, Croatia.