

Šola za hortikulturo in vizualne umetnosti Celje
Višja strokovna šola

DIPLOMSKO DELO
Mia VOLASKO

Celje, december 2022

Šola za hortikulturo in vizualne umetnosti Celje
Višja strokovna šola

Šola za hortikulturo in vizualne umetnosti Celje, Višja strokovna šola
Ljubljanska cesta 97
3000 Celje

Diplomsko delo
v višjem strokovnem izobraževalnem programu Hortikultura

Vpliv različnih substratov na rast paradižnika

Kandidat/ka: Mia Volasko

Mentor predavatelj: Anja Žužej Gobec

Mentor v podjetju: Nada Reberšek Natek

Celje, december 2022

Šola za hortikulturo in vizualne umetnosti Celje
Višja strokovna šola
Ljubljanska cesta 97
3000 Celje
www.hvu.si
referat@hvu.si



Številka: H -161
Datum: 6.12.2022

Študijska komisija Višje strokovne šole je preučila predlog teme in naslova diplomskega dela, ki ga je predložila

Mia VOLASKO z vpisno številko **13040201091**,
študentka višješolskega strokovnega programa **Hortikultura** .
Komisija ugotavlja, da je tema diplomskega dela s predmetnega področja **Vrtnarska tehnologija**.

SKLEPI ŠTUDIJSKE KOMISIJE

1. Odobri se predlog teme diplomskega dela.
2. Odobri se naslov diplomskega dela:

VPLIV RAZLIČNIH SUBSTRATOV NA RAST PARADIŽNIKA

3. Imenujeta se mentorja:

mentor predavatelj: **Anja Žužej Gobec, univ. dipl. inž. agr.**
mentor v podjetju: **Nada Reberšek Natek, univ. dipl. inž. agr.**

Diplomsko delo izdelajte v skladu s "Pravilnikom o izdelavi diplomskega dela in diplomskega izpita" ter ga oddajte v referatu šole.

Andreja Gerčer, univ. dipl. inž. agr.,
predsednica študijske komisije

Nada Reberšek Natek, univ. dipl. inž. agr.,
ravnateljica



Izjava o avtorstvu diplomskega dela

Podpisana **Mia Volasko**

Z vpisno številko **13040201091**

Sem avtorica diplomskega dela z naslovom:

Vpliv različnih substratov na rast paradižnika

S svojim podpisom zagotavljam, da:

sem diplomsko delo izdelala samostojno pod mentorstvom:

Anja Žužej Gobec, univ. dipl. inž. agr.

in mentorstvom v podjetju:

Nada Reberšek Natek, univ. dipl. inž. agr.

V Celju, dne _____ Podpis avtorice: _____

Zahvala

Za pomoč pri izdelavi diplomskega dela se zahvaljujem mentorici predavateljici prof. Anji Žužej Gobec, lektorici Katji Rovere in svoji družini, ki me je vzpodbujala pri odločitvi za študij.

Izvleček

V diplomski nalogi je predstavljen nabor podatkov o rastnih pogojih, ki jih zahteva pridelava paradižnika (*Solanum lycopersicum*) na prostem, vplivu in medsebojnem delovanju v substratu prisotnih hranil na fiziološke funkcije v rastlini. V praktičnem delu naloge, izvedenem na otoku Lošinju, smo opazovali rast sadik paradižnika (*Solanum lycopersicum* var. *lycopersicum* 'Hector 1') v odvisnosti od uporabljenega substrata, brez uporabe gnojil. Kakovost posameznega substrata smo v začetnih fazah rasti dokazovali na osnovi zagona rasti in primerjave videza rastlin v posameznem substratu po sajenju in v kasnejših fazah. Z nadaljnjim ugotavljanjem vzrokov fizioloških motenj in pojavnosti biotskih bolezni na sadikah je predstavljen vpliv prehranjenosti rastlin na stresni odziv. Ustrezna kondicija rastlin in odpornost sorte na povzročitelje stresa sta ključna za doseganje zelenega pridelka, predvsem v manj ugodnih pogojih, prikazanih v diplomski nalogi, saj visoke temperature in visoka zračna vlažnost povzročajo moten razvoj rastlin.

Ključne besede

Kakovost substrata, kondicija rastlin, stresni odziv, odpornost sorte

Abstract

This degree paper consists of gathered data regarding suitable growing conditions in outdoor tomato (*Solanum lycopersicum*) production, effects of plant nutrients on physiological development of plants and interactions between different nutrients found in substrate. In the practical part of the paperwork the effect of substrate, without any fertilizer used, on tomato (*Solanum lycopersicum* var. *lycopersicum* 'Hector 1') plants was observed, taking place on Lošinj island. Quality of each substrate was proven through growth and vigour comparison of plant groups grown in different substrates. Prolonged observation of physiological process disturbance and biotic disease symptom manifestation has shown the effect of nourishment on plant stress response. Adequate plant nutrition and use of resistant varieties are key to achieving a desired crop, especially in unfavorable conditions shown in the practical experiment in the paperwork, as high temperatures and humidity cause disruptions in plant development.

Key words

Substrate quality, plant vigour, stress response, variety resistance

Kazalo vsebine

Kazalo vsebine.....	VII
Kazalo slik	VIII
1 Uvod	1
2 Namen in cilji	2
3 Raziskovalne hipoteze	3
4 Pregled dosedanjih raziskav in objav	4
4.1 Paradižnik (<i>Solanum lycopersicum</i>).....	4
4.2 Zahteve za rast	5
4.3 Sprejemanje hranil iz prsti	7
4.4 Vpliv tal na rast.....	9
4.5 Bolezni in škodljivci	10
4.5.1 Obramba paradižnika pred škodljivci	10
4.5.2 Fiziološke bolezni pri paradižniku.....	11
4.5.3 Bolezni povzročene s patogenimi mikroorganizmi	13
5 Raziskovalne metode.....	17
5.1 Praktični poskus vpliva različnih substratov na rast sadik	17
5.1.1 Opredelitev rastnih pogojev	17
5.1.2 Opis in priprava substratov	17
5.1.3 Nakup in ocena kakovosti sadik	18
5.1.4 Zalivanje	19
5.1.5 Rast sadik in pojav fenofaz	20
6 Rezultati in razprava.....	32
6.1 Ovrednotenje rezultatov	32
6.2 Potrditev ali zavrnitev hipotez	32
6.2.1 Nasveti za izboljšave	33
7 Zaključek	34
8 Viri in literatura	35

Kazalo slik

Slika 1: Pojavnost rdečih (označene z rdečo) in rdeče rjavih prsti (označene s svetlordečo barvo) v Evropi.....	10
Slika 2: Znaki pomanjkanja mikrohranil na listih paradižnika	12
Slika 3: Znaki pomanjkanja makrohranil na listih paradižnika.....	12
Slika 4: Listi okuženi s <i>Pseudomonas syringae</i> , kontrolna skupina (levo) in rastline izpostavljene slanostnem stresu (desno), z induciranjem obrambe proti okužbi (spodaj)	14
Slika 5: Rastlina okužena z virusom rumenenja in kodravosti listov paradižnika (levo) ter zdrava rastlina (desno).....	16
Slika 6: Ilovnata do glinena prst.....	18
Slika 7: Rdeča prst (Terra rossa)	18
Slika 8: Substrat Plantella Ideal.....	18
Slika 9: Sadike po nakupu	19
Slika 10: Sadike v ilovnati prsti po sajenju	20
Slika 11: Sadike v rdeči prsti po sajenju	20
Slika 12: Sadike v substratu Plantella Ideal po sajenju	20
Slika 13: Rastline v ilovnati prsti teden dni po sajenju	20
Slika 14: Rastline v rdeči prsti teden dni po sajenju	20
Slika 15: Rastline v substratu Plantella Ideal po tednu dni	20
Slika 16: Rastline v ilovnati prsti na dan 29. 5.....	21
Slika 17: Rastline v rdeči prsti na dan 29. 5.	21
Slika 18: Rastline v substratu Plantella Ideal na dan 29. 5.	21
Slika 19: Rastline v ilovnati prsti na dan 12.6.....	21
Slika 20: Rastline v rdeči prsti na dan 12.6.....	21
Slika 21: Rastline v substratu Plantella Ideal na dan 12. 6.....	21
Slika 22: Primerjava rasti na dan 9. 5.....	22
Slika 23: Primerjava rasti na dan 29. 5.....	22
Slika 24: Primerjava rasti na dan 13. 6.....	22
Slika 25: Rastline v ilovnati prsti z znaki bolezní na dan 15. 6.....	22
Slika 26: Primerjava rasti sadik v Plantella Ideal substratu (levo), rdeči (na sredini) in ilovnati prsti (desno).....	23
Slika 27: Začetek obarvanja plodov v substratu Plantella Ideal na dan 8. 7.	23
Slika 28: Primerjava rasti v fazi obarvanja plodov na dan 11. 7.	24
Slika 29: Rastline v ilovnati prsti brez cvetov.....	24
Slika 30: Rastline v rdeči prsti z deloma odpadlimi cvetovi.....	24
Slika 31: Rastline v substratu Plantella Ideal z največ cvetovi	25
Slika 32: Odmiranjé neoprašenih cvetov na rastlini.....	25
Slika 33: Prvi pojav plodov na oprasenih cvetovih.....	26
Slika 34: Cvetovi se zaradi visokih temperatur ne odpirajo (3. 7.)	26
Slika 35: Bakterijska pegavost paradižnika (22. 6.).....	27
Slika 36: Bakterijska pegavost paradižnika na listih.....	27
Slika 37: Bakterijska pegavost paradižnika.....	27

Slika 38: Črna listna pegavost (<i>Alternaria solanii</i>) (27. 6.)	28
Slika 39: Bakterijska pegavost paradižnika (5. 7.)	28
Slika 40: Črna listna pegavost (5. 7.)	28
Slika 41: Črna listna pegavost (24. 7.)	29
Slika 42: Znaki pomanjkanja kalija (27. 6.)	30
Slika 43: Koreninski sistem rastlin paradižnika v ilovnati prsti.....	31
Slika 44: Koreninski sistem rastlin paradižnika v rdeči prsti	31
Slika 45: Koreninski sistem rastlin paradižnika v substratu Plantella Ideal.....	31

1 Uvod

Vložki v pridelavo paradižnika na prostem so razmeroma visoki, saj smo ga v zmernem podnebju primorani pridelovati prav v času najvišjih letnih temperatur. Za razvoj plodov potrebuje paradižnik, podobno kot vse plodovke, veliko vode in hranil, pri indeterminantnih sortah moramo namestiti oporo, soočamo se z velikim številom bolezni. Izbira ustrezne sorte, pri čemer je ključna odpornost na povzročitelje stresa, s katerimi se srečujemo na lokaciji pridelave, pri čemer ne smemo pozabiti tudi na podnebne spremembe, nam zagotavlja večji pridelek. Glede na globalne trende naraščajočega povpraševanja po ekološko pridelani zelenjavi in novih sortah paradižnika, kar lahko izkoriščajo predvsem manjši pridelovalci, je pričakovati vedno večji pomen križancev, ki bodo prilagojeni ostrejšim vremenskim pogojem in bodo hkrati zadoščali številnim zahtevam trga. Kljub temu da največji del pridelanega paradižnika po svetu še vedno prihaja iz intenzivne pridelave, je razvoj kmetijstva v Evropski uniji že usmerjen v zmanjševanje uporabe kemičnih sredstev in ohranjanje tal. V integrirani pridelavi, ki jo predpisuje zakonodaja v Sloveniji, predvsem pa ekološki pridelavi, kjer smo še bolj omejeni z uporabo dovoljenih sredstev, substrat ponovno prevzema primarno vlogo prehrane rastlin. Sestava tal ima tako neposreden vpliv na količino ter kakovost pridelka, saj rastline hranila v celoti pridobivajo le iz substrata in omejene količine dodanih organskih gnojil.

2 Namen in cilji

Namen naloge je seznanjanje z omejitvenimi dejavniki pridelave paradižnika v toplejših podnebjih, s pomenom uporabe odpornih sort in vplivom kakovosti substrata na rast sadik.

Cilj naloge je ugotavljanje ustreznosti izbranih substratov in predlogov izboljšav substratov, če se ti izkažejo za neustrezne.

3 Raziskovalne hipoteze

Hipoteza 1: Predpostavljamo, da bo paradižnik najbolje uspeval v kupljenem substratu Plantella Ideal, najslabše pa v ilovnati prsti.

Hipoteza 2: Zaradi dobre obrambe paradižnika pred škodljivci večjih napadov škodljivcev ne pričakujemo.

Hipoteza 3: Bakterijskih bolezni zaradi visokih temperatur in hitrega izhlapevanja ne pričakujemo.

Hipoteza 4: Predvidevamo, da se bo na rastlinah v času opazovanja razvila vsaj ena izmed bolezni, povzročenih s patogenimi glivami: *Septoria lycopersici*, *Alternaria solani*, *Phytophthora infestans*.

4 Pregled dosedanjih raziskav in objav

4.1 Paradižnik (*Solanum lycopersicum*)

Paradižnik uvrščamo v družino razhudnikovk (*Solanaceae*). »Razhudnikovke (*Solanaceae*) so zelnate rastline, redkeje olesenele. Cvetovi razhudnikovk imajo dvojno cvetno odevalo. Časnih in venčnih listov ter prašnikov je pet. Pestič je eden z nadraslo plodnico. Rastline iz te družine gojimo zaradi užitnih plodov (paradižnik, paprika, jajčevce) oziroma zaradi odebeljenih podzemnih gomoljev (krompir).« (Osvald in Kogoj Osvald 1999, 119)

Zelenjadarske vrste razhudnikovk dosegajo najvišje deleže v svetovnem merilu pridelane zelenjave, pri čemer ne smemo pozabiti tudi drugih pomembnih hortikulturnih vrst razhudnikovk, npr. tobaka (*Nicotiana tabacum*), ki ga gojimo zaradi listov za potrebe tobačne industrije, in volčje češnje (*Atropa belladonna*), ki se uporablja kot rastlinska droga v farmacevtski industriji. Te hortikulture rastline gojimo prav zaradi alkaloidov, ki jih vsebujejo, npr. nikotin pri tobaku, atropin pri volčji češnji. Alkaloidi vsebuje tudi paradižnik (solanin in tomatin). Njihova koncentracija je v zelenih delih rastline visoka, za človeka in večino živali so strupeni, v zrelih plodovih pa se te snovi nahajajo le v sledovih in jih zato lahko uživamo.

»Rdečo barvo daje barvilo likopen, rumeno pa karoten, ksantofil in flavonoidi. V paradižniku sta tudi vitamina C in E ter baker in železo. 100 g očiščenega svežega paradižnika vsebuje 92–95,2 g vode, 0,4–1,25 g surovih beljakovin, 0,2–0,95 g surovih maščob, 1,87–9,0 g ogljikovih hidratov, 2,4–7,0 g sladkorjev, 0,31–1,8 g vlaknin in 0,60–0,61 g mineralov.« (http://www.velnes.si/uzivajte-v-letnem-casu-paradiznika_1/)

»Tradicionalno tržimo plodove, ki so le rahlo obarvani. V zadnjih letih pa narašča povpraševanje po rdeče obarvanih plodovih. Te zahteve so posledica vedno večjih vplivov iz tujih trgov (Španija, Italija ...). V nekoliko manjši meri narašča tudi zanimanje za pridelavo grozdastega tipa paradižnika in češnja tip paradižnika. Za natančnejše pridelovalce so v manjšem obsegu te sorte zanimive, ker so izredno dobrega okusa in običajno imajo te sorte tudi visoko vsebnost likopena, kar pa je genetsko pogojeno in se vsebnost likopena razlikuje od sorte do sorte.«

(https://www.kmetijskizavod-ng.si/novice/2020042914362814/integrirana_pridelava_paradiznika_tehnoloski_list)

V Sloveniji je trenutno deset registriranih sort, za katere je dovoljeno trženje v Republiki Sloveniji: Bon Pierre, Jani pritlikav, Luka, Meri, Milka, Novosadski jabučar, Stanko, Tomi, Val in Vesna (povz. po <http://spletni2.furs.gov.si/sorte/Index.htm>).

»Sadimo kultivarje, ki so odporni na nematode (N), *Verticillium dahliae* (V), Tomato Yellow Leaf Curl Virus (TYLCV), Tomato spotted Wilt Virus (TSWV), *Stemphylium solani* (St), Tomato Mosaic Virus (ToMV) in druga glivična ali virusna obolenja.«

(https://www.kmetijskizavod-ng.si/novice/2020042914362814/integrirana_pridelava_paradiznika_tehnoloski_list)

»Staro poimenovanje rodu *Lycopersicon* je izpeljanka grških besed *lykos* (volk) in *persicon* (breskva), staro ime vrste *esculentum* prevajamo v besedo užiten.«¹

(<http://www.missouribotanicalgarden.org/PlantFinder/PlantFinderDetails.aspx?taxonid=287196>)

Točen izvor vrste je težko določiti, predvidoma izhaja iz zahodnega dela Južne Amerike. »[...] v Evropo so ga prinesli okoli leta 1550. Sprva so ga gojili kot okrasno rastlino; prepričani so bili, da je strupen, zato se je zelo počasi uveljavljal. Šele po tristo letih so ga ljudje sprejeli in je postal ena izmed zelo pomembnih zelenjavnic.« (Osvald in Kogoj Osvald 1993, 124)

Paradižnik delimo na dve različici, in sicer *S. lycopersicum* var. *cerasiforme*, češnjev paradižnik, ki je razvojno bliže predniku vrste, ter *S. lycopersicum* var. *lycopersicum*, solatni paradižnik z velikimi plodovi (povz. po <https://pfaf.org/user/plant.aspx?LatinName=Lycopersicon+esculentum>).

»Glede na to, kako se razvija steblo, razlikujemo: nizke ali grmaste ali determinantne sorte, pri njih se rast konča s socvetjem, cvetovi se oblikujejo že za petim listom, gojimo jih brez opore in brez pinciranja ter visoke ali indeterminantne sorte, pri katerih se rast konča s poganjkom in jih gojimo večinoma z enim stebлом – zalistnike je treba redno pincirati.« (Černe 1998, 123)

»Če zalistnikov ne odstranjujemo redno, se zakasni dozorevanje, ker paradižnik dela predvsem poganjke, plodovi pa se razvijajo zelo počasi. Drugi ukrep, ki je pri gojenju paradižnika potreben, je dekaptiranje, to je odstranjevanje glavnega poganjka. Tako ustavimo vegetativni razvoj, rastline večino asimilatov porabljajo za nastavek plodov [...]. Pri gojenju zgodnjega paradižnika dekaptiramo rastlino nad četrnim ali petim cvetnim grozdom. Pri gojenju poznega paradižnika lahko v toplejših območjih ostane na rastlini sedem cvetnih grozdov, v hladnejših pa šest. Dekaptiramo tako, da nad zadnjim socvetjem pustimo še dva lista, ki bosta prehranjevala plodove.« (Černe 1988, 39–40)

4.2 Zahteve za rast

»Paradižnik potrebuje zelo veliko toplote, zato najbolje uspeva v območjih, kjer so najmanj 150 dni v letu temperature višje od 15 stopinj Celzija. [...] Tam, kjer je samo 3 mesece toplo, paradižnik ne uspeva na prostem. [...] Prav tako so neugodne dolgotrajne previsoke temperature nad 32 stopinj Celzija, ker v takih razmerah rdeče barvilo – likopin ne more normalno nastajati. Plodovi, ki dozorevajo v takih temperaturah imajo rumenkaste pege, karotena pa vsebujejo izredno malo. Pri temperaturah nad 35 stopinj Celzija se plodovi slabo oblikujejo, ker cvetni prah ne more normalno kaliti.« (Černe 1988, 34–35)

»Zelo pomembna je tudi temperatura tal, optimalna je od 24 do 31 stopinj Celzija. Ko doseže temperatura tal 35 stopinj Celzija, se zaustavlja razvoj.« (Černe 1988, 35)

Genus name comes from the Greek words *lykos* meaning a wolf and *persicon* meaning a peach originally the name of an Egyptian plant, later transferred to this American genus.
Specific epithet means edible or good to eat.¹

V območjih s hladnejšim podnebjem zorenje plodov na visokih sortah paradižnika spodbujamo z odstranjevanjem spodnjih etaž listov, česar se v območjih z izrazito vročimi poletji izogibamo, saj listi ščitijo plodove pred ožigi.

»Socvetje je enostaven, dvojen ali sestavljen cvetni grozd. Plod nastane po samolastni opravitvi, je mesnata jagoda z dvema ali več predali. Seme se drži placente, obdaja ga želatinasta snov.« (Černe 1998, 123)

Paradižnik je fotoperiodično nevtralna rastlina, cvetenje ni pogojeno z dolžino dnevne osvetlitve.

»Optimalna osvetlitev za fotosintetsko aktivnost je 5000–6000 lux-ov [...]. Najprimernejša relativna zračna vlaga je 60–70 % [...].«

(https://www.kmetijskizavod-ng.si/novice/2020042914362814/integrirana_pridelava_paradiznika_tehnoloski_list)

»V senčnih legah in pregostih posevkih razvijajo rastline tanka, nežna stebila.« (Osvald in Kogoj Osvald 1998, 122)

Za cvetenje je potrebna temperatura 15 stopinj Celzija. Križanje poteka z gensko najbližjim divjim sorodnikom, *S. pimpinellifolium*, divjim ali ribezovim paradižnikom. »[...] *S. pimpinellifolium* je grmičasta vrsta paradižnika z majhnimi plodovi, razširjena v sušnih obalnih delih severnega dela Čila, Peruja in Ekvadorja. Zaradi evolucijsko dolge izpostavljenosti ostrim klimatskim pogojem, kot so suša, zadrževanje s soljo zasičene megle, in vpliv slane podtalne vode, divje vrste paradižnika izkazujejo t. i. fenotipsko robustnost, ki se je med udomačitvijo paradižnika izgubila. *S. pimpinellifolium* zato predstavlja pomemben vir genov, s katerimi je mogoče doseči ustrezno odpornost na biotski in abiotski stres.« (Razali et al. 2018)²

Zaradi naglih podnebnih sprememb in naraščajočih tržnih potreb postaja odpornost rastlin na stres vse bolj pomembna ter zaželena lastnost.

Pravilno shranjeno seme paradižnika je kalivo 3 do 4 leta. Seme kali pri temperaturah višjih od 9 do 11 stopinj Celzija, optimum kalitev doseže pri temperaturah med 25 in 30 stopinj Celzija. Obarvanje plodov poteka optimalno pri temperaturah med 18 in 24 stopinj Celzija, obrani zeleni plodovi pa se obarvajo, če jih hranimo na temperaturi višji od 10 stopinj Celzija. (povz. po Osvald in Kogoj Osvald 1999)

»Pri temperaturi pod 10 stopinj Celzija rastlina prekine rast, pri temperaturi pod 13 stopinj pride do povečanega odpadanja plodov. Pri previsokih temperaturah, podnevi nad 32 in ponoči nad 21 stopinj Celzija, nastane manjše število plodov. Za boljše »privezovanje« plodov se pri ekstremnih temperaturah na prostem in v zavarovanem prostoru uporabljajo stimulatorji za rast in razvoj plodov (auksini). Z njimi škropimo v

² *Solanum pimpinellifolium*, which is the closest wild relative of the cultivated tomato (The Tomato Genome Consortium, 2012; The 100 Tomato Genome Sequencing Consortium et al., 2014). *S. pimpinellifolium* has a bushy growth type, small red fruits (~1.5 cm diameter) and is facultatively autogamous (Rick et al., 1978). The distribution of the species includes the dry coastal regions of Peru, Ecuador, and northern Chile (Luckwill, 1943; Warnock, 1991; Peralta et al., 2008), where plants are frequently exposed to brackish groundwater, salt-laden mist and other harsh environmental conditions (Rick et al., 1977; Peralta and Spooner, 2000; Zuriaga et al., 2009; Blanca et al., 2012).

cvet, omogočajo pa razvoj plodu brez oploditve (partenokapija). Padec pod 0 stopinj Celzija poškoduje rastline in plodove.» (Osvald in Kogoj Osvald 1999, 122)

»Vse razhudnikovke pridelujemo na isti površini znova po treh do štirih letih, drugače se zmanjšuje pridelek in na koreninah pojavljajo nematode. Gojimo jih po stročnicah, kobulnicah, travno deteljnih mešanica. Razhudnikovke so zelo dober prejšnji posevek za večino vrtnin.» (Černe 1998, 125)

V bližino paradižnika sadimo: bob, bučke, cvetačo, čebulo, česen, črno redkev, endivijo, fižol, hren, kolerabico, korenček, kumare, motovilec, peteršilj, por, radič, redkvico, repo, solato, sladko koruzo, šparglje, špinačo, zeleno. Izogibamo se mešanim posevkom z naslednjimi vrstami zelenjave: brokoli, brstični ohrovt, grah, jajčevac, krompir, listnati ohrovt, ohrovt, paprika, rdeča pesa, sladki komarček, zelje. (povz. po Jošar 2019)

»S paradižnikom se odlično ujame bazilika, kakor tudi poletne sorte solat, endivije in radiča, ki se pod njegovo redko senco skrivajo pred poletnim soncem. Če paradižnik posadimo še bolj na redko, so tla še dovolj osvetljena za plazeče rastline, kot so buče ali sladki krompir. Za paradižnikom sejemo motovilec, špinačo ali katero koli drugo jesensko-zimsko zelenjavo. V rastlinjaku v avgustu pod paradižnik nasadimo jesensko-zimske rastline.»

(<https://vrtobilja.si/portfolio/paradiznik-vzgoja>)

Paradižnik, kakor tudi ostale plodovke (iz družin bučnic in razhudnikovk), zahteva za uspešno rast dobro založenost tal s hranili in razmeroma veliko količino vode, največ v fazi cvetenja ter razvoja plodov. *»V času rasti vzdržujemo optimalno vlažnost tal pri 60 do 70 % poljske kapacitete ter 50- do 60-odstotno relativno vlažnost. Zaradi pomanjkanja vlage v tleh ter nizke relativne vlažnosti zraka pride do odpadanja plodov. Pri povišani vlažnosti ozračja ter rastlin se prašnice v cvetovih ne odpirajo (posledica slaba oploditev); opazen je močnejši pojav bolezni fitoftore. Zaradi pomanjkanja vlage v tleh se plodovi slabo razvijajo (drobni plodovi), ob močnem dežju ali namakanju po sušnem obdobju plodovi pokajo.» (Osvald in Kogoj Osvald 1999, 122)*

4.3 Sprejemanje hranil iz prsti

Rastline so za uspešno rast, če zanemarimo gnojenje, odvisne od hranil, ki jih v obliki ionov in kelatorjev sprejemajo s koreninskimi laski v vodni raztopini iz delcev prsti. Različni ioni se na različne delce prsti vežejo različno močno in so posledično bolj ali manj dostopni rastlini; poleg tega medsebojno izkazujejo sinergistično ali antagonistično delovanje. Ioni se močneje kot na glinene vežejo na humozne delce prsti. Zadrževanje hranil predstavlja pomembno lastnost substrata.

Poleg koncentracije posameznih hranil v prsti je dostopnost hranil rastlinam odvisna tudi od kondicije rastlin, saj korenine poleg pasivnega sprejemanja vode ione aktivno črpajo s pomočjo ATP molekul z elektroosmozo, sprejemanjem hidratiziranih kationov, ter avksinov, rastlinskih hormonov, ki transport vode spodbujajo s povečanjem prožnosti plazmatskih membran (povz. po Kranjčič 2008). Pomembno je tudi delovanje mikroorganizmov v tleh, ki lahko črpanje vode in hranil spodbujajo (simbiotski mikroorganizmi) ali s svojim delovanjem povzročajo propadanje rastline ter jo izčrpavajo (patogeni mikroorganizmi).

Rastline iz zemlje sprejemajo makro- in mikrohranila. Makrohranila (dušik, fosfor, kalij, kalcij, magnezij, natrij in žveplo), kot nam pove izraz sam, so za rast potrebna v večjih količinah, mikrohranila (baker, železo, bor, cink, mangan, molibden, silicij, kobalt) v majhnih, vendar vsako od njih rastlina potrebuje v ustrezni količini. Pomanjkanje ali neravnovesje hranil na rastlini opazimo v obliki različnih fizioloških motenj. Neustrezno prehranjene rastline so tudi bolj dovzetne za pojav bolezni in se težje borijo z napadi škodljivcev.

»Pri neustrezni pH-vrednosti je sprejem nekaterih hranil otežen. Okvirno velja, da je za ustrezno prehajanje hranil v rastlino najugodnejša zmerno kislá pH-vrednost (5,6–6,7), pri kateri je mobilnost hranil v rastlino najlažja.«

(<https://naglic.co/ugotovimo-pomanjkanje-hranil-v-rastlinah/>)

»Nižji pH, torej večja koncentracija vodikovih ionov, pospešuje sprejem anionov. Višji pH, torej večja koncentracija hidroksilnih ionov, pa pospešuje sprejem kationov. Pri nizkih pH vrednostih (pri visoki koncentraciji vodikovih ionov) se iz mineralov sproščajo kationi K, Mg, Ca, Mn, Cu in Al [...]. Pri pH = 4,2 nastanejo celo toksične koncentracije. Najprej se opazijo učinki toksičnosti Al^{3+} ionov na koreninah, ki zaostajajo v rasti, ker visoke koncentracije Al^{3+} ionov zmanjšajo sprejem kalcijevih in magnezijevih ionov. Zlasti zmanjšan sprejem magnezijevih ionov zavira sintezo beljakovin in razmnoževanje DNA, kar blokira celične delitve (mitoze) in korenine nehajo rasti. Visoke pH vrednosti, zlasti od 7,5 do 8,5 zmanjšajo sprejem P, Mg, Fe, Mn, B, Cu, Zn; zviša pa se sprejem NH_4^+ ionov do toksičnih koncentracij. Pri pH 7,5–8,5 se močno zviša sprejem NH_4^+ ionov, ki prav tako preprečujejo sprejem Mg^{2+} ionov, kar pa blokira sintezo beljakovin, celične delitve in rast.« (Krajncič 2008, 93)

Prav tako je s pH vrednostjo tal pogojeno tudi delovanje mikroorganizmov.

Težka tla za optimalno godnost izboljšamo z ustreznimi tehnološkimi ukrepi – zvišamo jim pH vrednost in povečamo delež humusa. Ustrezen pH zemlje za gojenje paradižnika je med pH 5,5 in 7.

Paradižnik za rast potrebuje veliko kalija in dušika ter manj fosforja. Pri tem je vredno omeniti predvsem antagonistično delovanje kalija, kalcija in magnezija. Preveč prisotnih kalijevih ionov zmanjšuje sprejem kalcijevih in istočasno magnezijevih ionov.

»Optimalno razmerje med kalijem in magnezijem je 2,5–3 deli kalija : 1 delu magnezija. Če je kalija več, se zmanjša sprejem magnezija. Optimalno razmerje med kalcijevimi in magnezijevimi ioni v rastlinski prehrani je 7 delov kalcija : 1 delu magnezija. Antagonizem med magnezijem in kalcijem je prisoten na karbonatnih tleh, kjer se zaradi velikih količin kalcija zmanjšuje vsrkavanje magnezija [...] antagonizem deluje tudi v obratni smeri – zaradi viška magnezija je zmanjšan sprejem kalcija. Do antagonizma med kalcijem in magnezijem prihaja tudi na naših ilovnatih kisljih tleh, ko ljudje nevtralizirajo kisló reakcijo z apnom. Pri tej kalcifikaciji so v začetku vidni dobri rezultati, kasneje pa pride do magnezijeve kloroze – tj. rumenenja listov zaradi pomanjkanja magnezija.« (Krajncič 2008, 97–98)

»Če v tleh primanjkuje žvepla, se v paradižniku koncentrirajo nitrati, povečuje pa se količina ogljikovih hidratov.« (Černe 1988, 38)

»Prekomerna količina kalija v zemlji zavira absorpcijo magnezija in bora, prav tako preveč bakra zavira absorpcijo železa in mangana. Po drugi strani več kalija olajša absorpcijo železa in mangana, presežek fosforja pa zavira sprejem železa, kalija, mangana, kalcija in cinka. Prekomerna količina dušika je odgovorna za slabšo absorpcijo kalija, bora in bakra, spodbuja pa sprejem magnezija.«

(<https://naglic.co/ugotovimo-pomanjkanje-hranil-v-rastlinah/>)

4.4 Vpliv tal na rast

Pojavnost posameznih tipov tal deloma določa lokacijsko specifični zapis matične podlage. Z vidika hortikulture so določeni tipi prsti lahko neprimerni za gojenje izbrane kulturne rastline prav zaradi svoje mineralne sestave, pri čemer pa ne smemo pozabiti, da nastanek tal ni le posledica spontanega razkrajanja kamninske podlage. Tla se nenehoma spreminjajo pod vplivom delovanja organskega dela tal, torej živih organizmov, ki v njej prebivajo in s stalnim odvzemanjem ter odlaganjem snovi oblikujejo svoj življenjski prostor. Tako kot tla vplivajo na rast hortikulturnih rastlin, tudi s hortikulturno dejavnostjo spreminjamo lastnosti tal in njeno kakovost.

»Z osnovnimi modeli razvoja tal je pedogeneza najpogostejše predstavljena s procesi, ki delujejo na gradivo matične podlage in ga s časom vedno bolj preoblikujejo in prerazporedijo v t. i. genetske horizonte. Glavna sila, ki poganja te procese, je voda, ki infiltrira z vrha tal in pronica navzdol skozi profil. Tako procesi pedogeneze delujejo od zgoraj navzdol in spreminjajo matično podlago, stopnja spremenjenosti in globina, do katere spreminjanje seže, pa čez čas naraščata.« (Gruškovnjak 2019, 13)

»Sami fizikalni delci v tleh so torej taki, kot jih določajo matična podlaga, vreme, relief. Če so predrobni (glini), med njimi ni zraka, rastlinske korenine rade gnijejo. A na glinaste delce se lahko vežejo tako hranila, kakor tudi voda. Veliki peščeni delci pa imajo med seboj veliko prostora, zraka, žal pa ni elektronskih vezi, na katere bi se lahko vezale molekule vode in hranil. Zemlja je suha in prihaja do težav z vezavo hranil. Vse to lahko izboljša tvorba strukturnih agregatov, ki majhne ali velike delce vežejo v večje skupke. Med njimi je potem v glinastih tleh dovolj zraka, v peščenih tleh pa dovolj elektronskih vezi za vezavo hranil in vodnih molekul.« (Pušenjak, Jesenko in Škerbot 2020)

Prst, ki ne vsebuje dovolj delcev, na katere bi se lahko adsorbirala hranila, je nerodovitna, saj se hranila, če jih ne prestrežejo korenine rastlin, z vodo izpirajo v nižje horizonte tal. Sorptivna sposobnost tal je odvisna od vrste delcev, ki se v tleh nahajajo.

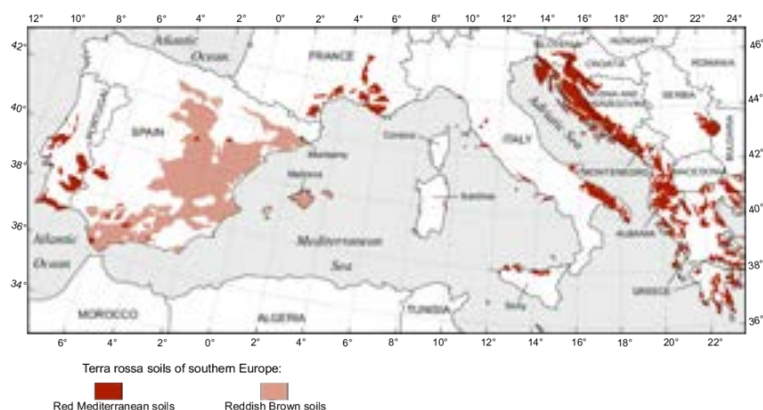
»Čeprav paradižnik lahko gojimo na različnih tleh, so najprimernejša globoka, rahla, topla, peščeno-glinasta ali glinasto-peščena tla, strukturna in bogata s hranili. Zgodnji pridelek dobimo na nekoliko lažjih, peščeno-ilovnatih tleh. Za večji pridelek in kasnejše dozorevanje pa so primerna tudi težja ilovnata ali ilovnato-glinena tla. Na vseh tipih tal pa je potrebna dobra prepustnost za vodo, ker paradižnik slabo uspeva na tleh, kjer se dalj časa zadržuje vlaga [...]. V peščenih tleh naj bo najmanj 1,5 % humusa, v peščeno-ilovnatih tleh 2 % in v ilovnato-glinenih tleh najmanj 3 %.« (Černe 1988, 37)

»'Ilovica' oz. ponekod pogovorno 'ilovka' je v pogovornem jeziku močno in povsod prisoten izraz. Slovenci ga pomensko in brez izjeme med narečji uporabljamo za težko drobljivo, gosto ilovnato ali glinasto zemljo, v suhem stanju trdo in zbito ter v mokrem gnetljivo ali celo mazavo mineralno preperino. Strokovni izraz 'ilovica' uporabljamo za

poimenovanje teksturnega razreda in finejšega materiala, ki ga glede na teksturno sestavo uvrščamo v tla s približno enakim deležem peska, melja in gline. Ob povečanem deležu gline ali melja postanejo težje (meljasto glinasta ilovica, meljasta ilovica) oz. ob povečanem deležu peska lažje teksture (peščeno meljasta ilovica). Težje ilovice so goste in lahko tudi zbite; v sušnih razmerah trde in največkrat praktično nedrobljive. V vlažnem stanju so bolj ali manj plastične in celo gnetljive ter v mokrem stanju mazave.» (Vrščaj 2013)

Rdeče mediteranske prsti so na apnencih in dolomitih nastale prsti (slika 1), ki jim vsebnost železovih oksidov daje značilno rdečo barvo.

»'Jerina' je avtohton izraz slovenskega Krasa, ki označuje izrazito rdeče obarvana tla in/ali izrazito rdeče obarvan Brz horizont, ki pa za razliko od drugih rdečih tal (Terra rossa) vsebuje veliko kremenovega skeleta.« (Vrščaj 2013)



Slika 1: Pojavnost rdečih (označene z rdečo) in rdeče rjavih prsti (označene s svetlordečo barvo) v Evropi

Vir: https://www.researchgate.net/figure/Map-of-southern-Europe-showing-the-distribution-of-terra-rossa-soils-Red-Mediterranean_fig4_223671162

»V vrtnarstvu nam substrat predstavlja snov, v katero sejemo in sadimo rastline. Najpogostejše je to zemlja, šota, v novjšem času pa uporabljamo tudi anorganske in sintetične substrate. Osnovna naloga substrata je, da služi kot opora rastlini in da je medij za razvoj korenin. Prehranska vloga substrata ni več tako pomembna, saj osnovna hranila pri novjših tehnikah gojenja dovajamo sproti z lahkotopnimi gnojili ali celo s hranilno raztopino (pri hidroponiki).« (Hudina, Rusjan in Jakše 2011, 158)

»Substrati, ki so sestavljeni samo iz mineralne ali sintetične komponente, so običajno kemično inertni, kar pomeni, da nimajo izmenjalne sposobnosti ali pa je ta zelo šibka – zanemarljiva. Taki substrati ne vežejo nase hranil, ki jih mi dovajamo rastlinam, zato jih največkrat uporabljamo v hidroponskih tehnikah, kjer lahko spremljamo, kaj rastlina porabi in kaj ostane v hranilni raztopini.« (Hudina, Rusjan in Jakše 2011, 158)

4.5 Bolezni in škodljivci

4.5.1 Obramba paradižnika pred škodljivci

Rastline se pred napadom škodljivcev branijo z izločanjem t. i. sekundarnih metabolitov, ki so molekule sestavljene iz enostavnih gradnikov, kot so maščobne kisline in aminokisline ter enostavni sladkorji, že prisotnih v organizmu rastline, saj so stranski

produkt metabolizma v rastlini – imenujemo jih sekundarni metaboliti, saj nastanejo iz primarnih metabolitov. »Na primer dlačice na površini rastline paradižnika in drugih pripadnikov družine razhudnikovk proizvajajo sekundarne metabolite, ki jih imenujemo acilni sladkorji. Te kemikalije odvrčajo rastlinojede živali in škodljivce [...].« (Fan et al. 2020)

»Rastline razpolagajo tudi s sposobnostjo inducirane obrambe po napadu herbivornih živali. Takšno sposobnost imajo listi paradižnika *Lycopersicon esculentum*. Ličinka žuželke, ki nažira liste, sproži v listih paradižnika, da se iz membranskih lipidov izloči α -linolenska kislina, ki služi kot izvorna spojina, ki inducira sintezo jasmonske kisline. Ta povečana količina se pojavi že nekaj minut po poškodbi lista z žuželkino ličinko. Jasmonska kislina sproži obrambo paradižnika z aktiviranjem genov večjega števila proteinaznih inhibitorjev, katerih koncentracija se v ranjenem listu močno poveča. Žuželka, ki žre list s proteinaznimi inhibitorji, ima velike prebavne težave.« (Kranjčič 2008, 242)

4.5.2 Fiziološke bolezni pri paradižniku

Fiziološke bolezni povzročajo neugodne rastne razmere, ki nastanejo takrat, ko rastlini ni zagotovljena ustrezna količina hranil, vlage, sončnega sevanja ali so temperature previsoke ali prenizke. Neustrezno oskrbo z vodo opazimo na celotni rastlini, moten je tudi nastop fenofaz (izostanek cvetenja, ki je lahko tudi posledica pomanjkanja hranil), poleg neustrezne velikosti plodov se lahko zaradi nerednega zalivanja plodovi neenakomerno obarvajo (zelene lise, kar je lahko tudi posledica pomanjkanja kalija), lahko so vodeni, kar je pogost pojav pri pridelavi paradižnika v zaščiteneh prostorih, kjer prihaja do naglih sprememb vlage in temperature. Ker paradižnik za rast potrebuje izključno sončno lego, so na listih in plodovih pogost pojav ožigi od sonca (sploh pri visokih sortah, ko odstranimo starejše liste). Pogosta apikalna gniloba plodov je prav tako lahko posledica izjemno visokih temperatur, nenadnega pomanjkanja vlage (posledica nerednega zalivanja) in pomanjkanja kalcija. Zaradi antagonističnega delovanja kalcija in kalija moramo biti pozorni, da zemlje ne pregnojimo s kalijem, ki ga paradižnik za uspešen nastavek cvetov ter razvoj plodov sicer potrebuje v velikih količinah.

»Paradižnik je zelo občutljiv za pomanjkanje kalcija v tleh, kloroza se lahko pojavlja že na sadikah. Predvsem na zelo kislih tleh zadostna oskrba s kalcijem vpliva na povečan nastavek plodov.« (Černe 1988, 38)

»[...] tako postaja skoraj nujno tudi senčenje. Če rastlini zaradi neprimernega načina namakanja zmanjka vode, se vodni stolpec, s tem pa dotok kalcija, ponovno prekine. Torej je redno in zadostno namakanje pomembna preventiva pred nastankom težav zaradi kalcija. Pri tako visokih temperaturah, kot so bile letos, je nujno namakanje vsak dan.«

(https://www.kmetijskizavod.si/Portals/0/Novosti_Nasveti/Kalcij%20in%20kalij.pdf?veir=2021-07-27-112143-613)

»Seveda pa je pomanjkanje kalcija oz. njegovi znaki na rastlinah tudi sortno značilno. Znano je, da paradižnik v obliki pelatov prej pokaže znamenja tega pomanjkanja, prav tako tudi nekatere sorte češnjencev. Za konec še en nasvet, ko opazite ta znamenja na občutljivih sortah, manjka kalcija vsem plodovkam, najpogosteje tudi solati, endiviji in radiču.«

(https://www.kmetijskizavod.si/Portals/0/Novosti_Nasveti/Kalcij%20in%20kalij.pdf?ver=2021-07-27-112143-613)

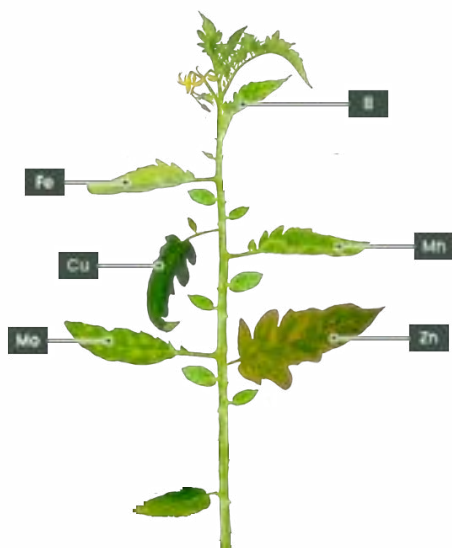
»[...] kalij je osnovni element odpornosti rastlin. Če v vročem delu poletja rastlinam primanjkuje kalija, bodo ob prvem dežju zbolele.«

(https://www.kmetijskizavod.si/Portals/0/Novosti_Nasveti/Kalcij%20in%20kalij.pdf?ver=2021-07-27-112143-613)

»V zadnjih letih je veliko več pritožb, da paradižnik ne zori ali pa ima trde, bele delce v plodu [...]. Gre za pomanjkanje kalija. Pogosto je pogojeno tudi s tem, da uporabljamo preveč kalcija, tudi jajčnih lupin, najpogosteje pa je vzrok preveč fosforja v tleh v povezavi z visokimi temperaturami.«

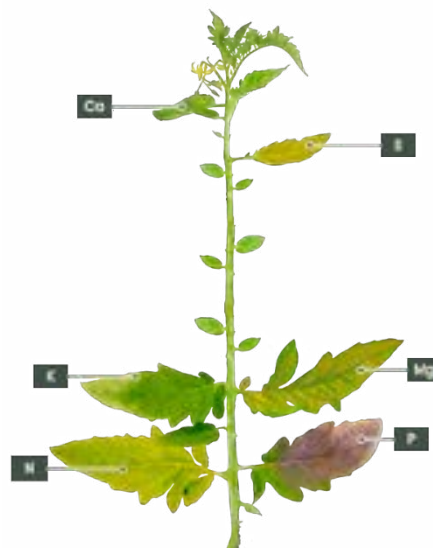
(https://www.kmetijskizavod.si/Portals/0/Novosti_Nasveti/Kalcij%20in%20kalij.pdf?ver=2021-07-27-112143-613)

Hranila so v rastlini manj ali bolj mobilna. Med mobilna hranila štejemo: klor, kalij, mangan, molibden, dušik in fosfor; med nemobilna pa: bor, baker, kalcij, železo, mangan, žveplo in cink. Pri prepoznavanju simptomov pomanjkanja hranil se zato najprej osredotočimo na to, ali se simptomi pojavljajo na starejših ali mladih listih. Pomanjkanje hranil se na rastlini paradižnika praviloma kaže v sledečem zaporedju od najnižjih etaž listov proti vrhu rastline: pomanjkanje dušika in fosforja, kalija ter magnezija, mangana in molibdena, bakra, kalcija, cinka, žvepla, železa, bora (prikazano na slikah 2, 3). Primanjkljaj nekaterih hranil se kaže zelo specifično, medtem ko nekatere prepoznane znake zlahka napačno tolmačimo, sploh ko se ti pojavljajo v manjšem obsegu ali so na istem poganku sočasno prisotni skupaj z znaki biotskih bolezni.



Slika 2: Znaki pomanjkanja mikrohranil na listih paradižnika

Vir: <https://www.fertibox.net/single-post/deficiencia-fertilizantes>



Slika 3: Znaki pomanjkanja makrohranil na listih paradižnika

Vir: <https://www.fertibox.net/single-post/deficiencia-fertilizantes>

»Če je dušika preveč in premalo ostalih pomembnih hranil, odpadajo cvetovi, zakasni se dozorevanje, na plodovih se pojavlja gniloba. Če pa dušika ni dovolj, rastlina zaostane v rasti, plodovi se ne razvijajo. Za paradižnik je amonijska oblika dušika zelo primerna,

ker pospešuje dozorevanje, povečuje se količina fosforja in kalija v plodovih, pa tudi kisline.» (Černe 1988, 38)

»Rastline, ki imajo na razpolago preveč dušika, so bolj žejne, potrebujejo več vode. Zato so celice velike, celične stene pa tanjše, pomanjkanje kalcija se pozna hitreje.» (Pušenjak 2021)

Zmanjšana količina in velikost listov, poganjkov, plodov ter odsotnost cvetenja in pojav madežev na listih so znaki pomanjkanja mangana. Odpadanje cvetov in zvijanje odebeljenih, drobljivih listov so znaki pomanjkanja bora.

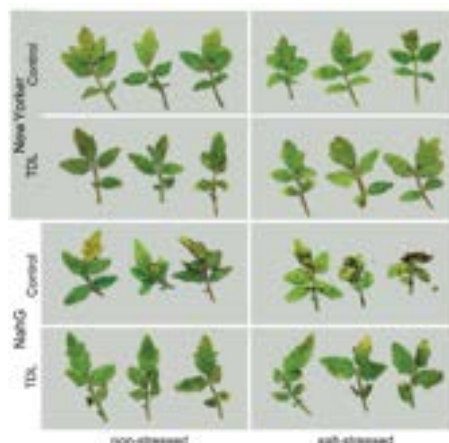
»Bor pospešuje dozorevanje plodov, povečuje količino sladkorja in vitamina C v plodovih, omogoča pa tudi kalitev cvetnega prahu, zato ga uporabljajo pri križanju med tistimi vrstami ali sortami, kjer je to oteženo.» (Černe 1988, 38)

4.5.3 Bolezni povzročene s patogenimi mikroorganizmi

Pri gojenju paradižnika se srečujemo z velikim številom različnih biotskih bolezni. Ker so različni povzročitelji bolezni prilagojeni določenemu temperaturnemu spektru in dolžini neprekinjene vlažnosti, ki jo potrebujejo za razmnoževanje, že v splošnem nekatere bolezni prepoznavamo kot specifične za določeno obdobje rastne sezone. Glede na vrsto povzročitelja, ki na gostiteljski rastlini povzroči pojav bolezni, jih razdelimo na: glivične, bakterijske, virusne bolezni in bolezni povzročene z mikoplazmami. Pri nižjih temperaturah v obdobjih povišane vlage je pogostejši pojav bakterijskih bolezni, zato se praviloma pojavljajo v začetku rastne sezone, po nastopu visokih poletnih temperatur okužba izzveni. Večje tveganje za nastop bakterijskih bolezni predstavlja gojenje paradižnika v hladnejših in bolj vlažnih podnebjih. V krajih s toplejšim podnebjem so na splošno v obdobju celotne sezone pogostejše glivične okužbe, saj so povzročitelji bolje prilagojeni višjim temperaturam in se uspešno razmnožujejo tudi pri zmanjšani vlažnosti. Virusne okužbe so na Mediteranu pogostejše zaradi večjih monokulturnih površin. Medij za prenos virusnih okužb so največkrat insekti. Določenim boleznim pripisujemo več različnih povzročiteljev, saj so med seboj simptomatsko podobne in brez izoliranja kulture težko z gotovostjo določimo, za katerega povzročitelja gre.

4.5.3.1 Bakterijske bolezni

Bakterijsko pegavost paradižnika povzročajo bakterije rodov *Pseudomonas* (*Pseudomonas syringae*) in *Xanthomonas* (*Xanthomonas campestris* pv. *versicatria*, *X. euvesicatoria*, *X. perforans* in *X. gardneri*) (povz. po Leboeuf et al. 2011), za to bolezen je med drugim značilno množično odpadanje cvetov (slika 4) (povz. po Černe 1988). Pogost je tudi bakterijski rak paradižnika, ki ga povzroča *Corynebacterium michiganense*, in se značilno kaže s poškodbami stebela, iz katerih velikokrat poganjajo zračne korenine.



Slika 4: Listi okuženi s *Pseudomonas syringae*, kontrolna skupina (levo) in rastline izpostavljene slanostnemu stresu (desno), z induciranjem obrambe proti okužbi (spodaj)

Vir:

https://www.researchgate.net/figure/Pseudomonas-syringae-pv-tomato-colonization-inWT-background-New-Yorker-and-NahG_fig1_236654812

4.5.3.2 Glivične bolezni

Rak paradižnikovega stebela povzroča *Phoma destructiva*, gre za glivično okužbo. Izrazite poškodbe stebela opazimo tudi pri trohnenju paradižnikovega stebela, ki ga povzroča *Didymella lycopersici*, in pritlehni trohnobi paradižnikovega stebela, ki jo povzročajo *Phytophthora nicotianae*, *P. capsici*, *P. cryptogea* ter *P. citricola*. Gliva *Pyrenochaeta lycopersici* povzroča plutavost in gnilobo paradižnikovih korenin. Motnje v prevodnosti tako stebela kot korenin vodijo v odmiranje tkiva, preprečujejo prehrano rastnih vršičkov, cvetov in plodov ter s tem zmanjšujejo pridelek. Na občutljivih sortah paradižnika se pojavljata verticilijska in fuzarijska uvelost paradižnika *Verticillium dahliae*, v. *alb-atrum* in *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*. Različni povzročitelji bolezni imajo različne mehanizme razmnoževanja na gostiteljski rastlini. Okužba je lahko lokalizirana in se po površini rastlinskih tkiv različno hitro širi ter odvisno od (vremenskih) pogojev, končno tudi uniči rastlino, ali pa se povzročitelj bolezni zajeda v prevodno tkivo in tako širi po celotni rastlini. Rjava žametna paradižnikova pegavost, povzročena s *Fulvia fulva*, je razširjena pri pridelavi paradižnika v zaščiteneh prostorih, kjer napada vse dele rastline. Pepelasta plesen na paradižniku ne povzroči propada celotne rastline, povzroča jo *Leveillula taurica*. Bela gniloba, ki jo povzroča gliva *Sclerotinia sclerotum*, se hitro širi po prevodnem tkivu rastline in največkrat povzroči propad rastline. Okrogla listna pegavost, ki jo povzroča *Septoria lycopersici*, se v vlažnem vremenu hitro širi, zato širjenje okužbe v začetni fazi še lahko ustavimo in s tem rešimo pridelek, ob dalj časa trajajočem vlažnem vremenu pa lahko tako oslabi rastlino, da ta propade. Črna listna pegavost, ki jo povzroča *Alternaria solani*, napada liste in steblo, okužba hitro napreduje tudi pri visokih temperaturah. Ker se pojavlja prav v času cvetenja in razvoja plodov, lahko v primeru hitrega napredovanja okužbe naredi veliko škode. Ob koncu rastne sezone se srečujemo še s paradižnikovo plesnijo, ki jo povzroča *Phytophthora infestans*. Okužba je terminalna in je ne moremo zaježiti z odstranjevanjem obolenih delov, saj se razširi po celotni rastlini. Z okuženih rastlin pobrani zeleni plodovi, ki so lahko brez

očitnih znakov okužbe, ne dozorijo. Z izbiro zgodnjih sort paradižnika se lahko izognemo tej bolezni, ki lahko uniči celoten pridelek.

»Za paradižnik sta potencialno nevarni dve plesni. Prva je Alternaria solani, ki povzroča t. i. »zgodnjo plesen«. Dovolj je že nekaj ur vlažnih listov rastline in lahko se pojavi že zgodaj v sezoni (junij, začetek julija). Ta ni tako usodna kot Phytophthora infestans, znana tudi kot krompirjeva ali pozna plesen, ki se pojavi kasneje. Pozna plesen se razvije ob dveh kriterijih oz. mejnih vrednostih: ko je v obdobju dveh dni (48 ur) temperatura višja od 10 °C, vlaga pa 46 ur višja od 75 % (deževni dnevi). Druga možnost pa je, da so dva dni temperature višje od 10 °C, dvakrat po 11 ur pa je vlažnost višja od 90 % (meglene noči). Do bolezni torej pride zaradi previsoke vlage v zraku, ki je posledica dežja ali megle, ter premalo vetra, ki bi vlago znižal. Po izkušnjah na Vrtu Obilja je pri vlažnih mikroklimah najbolje delati na preventivi, to je vzgoji paradižnika v rastlinjaku oz. pod streho, da zmanjšamo vlažnost zraka. Intervencije s sodo bikarbono, mlečnokislinskimi pripravki ali naravnimi razkužili na osnovi klora so pri pozni plesni skoraj vedno neuspešne.«

(<https://vrtobilja.si/portfolio/paradiznik-vzgoja>)

Pri ekološki pridelavi, kjer smo omejeni le na bakrove in žveplove pripravke, ki delujejo zgolj preventivno, širjenje bolezni ustrezno zmanjšamo z mešanimi posevki. Ustrezna gostota saditve, lega in izbira odpornih sort tveganje dodatno znižajo.

4.5.3.3 Virusne bolezni

Fitopatogeni virusi velikokrat okužujejo velik spekter različnih gostiteljev, zato njihovo širjenje težko nadzorujemo. Problematika pravočasnega prepoznavanja virusnih okužb se kaže predvsem v težavnem prepoznavanju bolezenskih znakov, saj okužba istega povzročitelja velikokrat nima tipičnega poteka in se, odvisno od seva virusa, gostiteljske rastline, njene kondicije, okoljskih vplivov, javlja z različnimi simptomi (povz. po Mavrič Pleško). Virusne okužbe se velikokrat prenašajo z insekti, pri obdelavi z orodjem in stroji ali celo s cvetnim prahom. V Sloveniji se pojavljata dve karantenski virusni bolezni, ki se javljata na paradižniku, in sicer Newdelhijski virus kodravosti listov paradižnika (*Tomato leaf curl New Delfi virus*) ter virus rjave grbančavosti plodov paradižnika (*Tomato brown rugose fruit virus*). Večbesedno poimenovanje virusov opisuje tipično prisotne deformacije, ki jih okužba povzroča. Pri okužbah, povzročenih z virusi, največkrat prihaja do jasno izraženih deformacij, zaostanka v rasti, poškodb na listih in plodovih, ki jih težko zamenjamo z boleznimi drugih povzročiteljev. Na paradižniku se pojavljajo na primer virus rumenenja in kodravosti listov paradižnika (*Tomato yellow leaf curl virus*) (slika 5), virus rumenih žil in progavosti paradižnika (*Tomato yellow vein strak virus*), virus rumenih obrob in kodravosti listov paradižnika (*Tomato yellow margin leaf curl virus*), virus nekroze in zakrnelosti paradižnika (*Tomato necrotic stunt virus*), virus obročkaste pegavosti paradižnika (*Tomato ringspot virus*), virus deformacije listov paradižnika (*Tomato leaf deformation virus*), virus zlate lisavosti paradižnika (*Tomato golden mottle virus*), virus kloroze paradižnika (*Tomato chlorosis virus*). Paradižnik pogosto okužujeta tudi virus mozaika tobaka (*Tobacco mosaic virus*) in kumarni mozaik (*Cucumber mosaic virus*).



Slika 5: Rastlina okužena z virusom rumenenja in kodravosti listov paradižnika (levo) ter zdrava rastlina (desno)

Vir:

<https://scialert.net/fulltext/?doi=ajps.2012.246.250>

5 Raziskovalne metode

5.1 Praktični poskus vpliva različnih substratov na rast sadik

S preizkušanjem različnih vrst substrata smo opazovali neposredni vpliv njegove kakovosti na rast sadik. Substrati so bili različni po barvi, teksturi, strukturi in količini organske snovi. Opazovali smo hitrost rasti sadik v prvih tednih po sajenju, količino listne mase in obarvanost listov, hitrost pojava pomembnejših fenofaz, predvsem začetek cvetenja in razvoj plodov, ter pojav znakov bolezni. Sposobnost zadrževanja vode in založenost prsti s hranili sta dejavnika, ki imata odločilni vpliv na razvoj sadik. Predpostavljamo, da so bile vse opazovane rastline izpostavljene približno enaki količine osvetlitve, prav tako smo jih zalivali z enako količino vode.

5.1.1 Opredelitev rastnih pogojev

Praktični del smo izvajali na otoku Lošinju, v pasu prezimne trdnosti 9b (povz. po <https://www.plantmaps.com/interactive-croatia-plant-hardiness-zone-map-celsius.php>). Minimalne zimske temperature v obdobju preteklih petdesetih let nihajo med –10 in –5 stopinj Celzija, maksimalne poletne temperature za obdobje petdesetih let pa se gibajo med 35 in 40 stopinj Celzija. Povprečna letna količina padavin znaša med 800 in 900 mm, povprečno letno število dni z grmenjem pa od 30 do 33 dni (povz. po https://meteo.hr/klima.php?section=klima_hrvatska¶m=k1_7). Zaradi bližine morja smo pri opazovanju in negi sadik upoštevali nekatere specifičnosti, kot je na primer zadrževanje vlage ob dlje trajajočem južnem vetru, ki predstavlja tveganje za razvoj bolezni, in druge fiziološke motnje.

5.1.2 Opis in priprava substratov

Za primerjavo smo izbrali tri različne vrste substrata, v vsakega smo posadili deset sadik iste sorte paradižnika. V poskusu smo uporabili ilovnato do glinasto negnojeno zemljo iz korit (slika 6), Terra rosso (slika 7) in kupljen substrat Plantella Ideal (slika 8). Prvo bi uvrstili med antropogena kraška tla, saj je zaradi obsežnega poljedelstva v preteklosti na tem področju prav človek z obdelovanjem zemlje pripomogel k oblikovanju tega tipa tal. Da bi tla ustrezno opredelili kot glinasta ali ilovnata, sta potrebna izkop tal in analiza zgornjih horizontov tal: iluvialni, eluvialni, humusni in organski horizont tal (B, E, A in O), čvrste in preperele matične podlage (R in C horizont) ne upoštevamo. Pri glinastih tleh v 75 % talnega materiala najdemo naslednje teksturne razrede: meljasta glina, peščena glina in glina. V ilovnatih tleh zastopajo 75 % talnega materiala teksturni razredi meljasto-glinaste ilovice, glinaste ilovice, peščeno-glinaste ilovice, peščene ilovice in ilovice. Rdečo mediteransko prst (Terra rossa) bi po slovenski klasifikaciji tal uvrstili med kambična avtomorfna tla, saj so nastala pod vplivom izključno padavinske vode, ki je skozi profil tal prosto odtekala brez zadrževanja v plasteh profila tal (povz. po Prus et al. 2015).

Substrati se bistveno razlikujejo po vsebnosti organske snovi. Prst z večjo količino organske snovi je bolj rahla in zračna, kar ugodno vpliva na razvoj koreninskega sistema ter preprečuje zastajanje vode. Prav tako na rast ugodno vpliva temnejša barva prsti, ki se bolj greje in s tem pospešuje rast. V procesu razkrajanja organske snovi v prsti ostajajo kisline, ki nase vežejo vodo, kar povečuje sposobnost substrata za vezanje vode. S pobiranjem pridelka s pridelovalne površine odnašamo organsko snov, zato je potrebno

pred sajenjem ali v začetnih fazah rasti in z dodatnimi ukrepi obdelave tal načrtno ohranjati humus v tleh.

Gnojil nismo dodajali, saj smo želeli opazovati, kako se bo delež humusa v substratu odrazil na rastlinah v posameznih fazah rasti, in sicer v zemlji z velikim deležem humusa, v nasprotju s siromašno zemljo z zelo nizkim deležem humusa. Delež humusa lahko približno ocenimo že glede na barvo substrata. Ocenjujemo, da je bil delež humusa največji v kupljenem substratu, saj je ta v proizvodnji substratu dodan v optimalnih, nadziranih količinah. Rdeča prst je vsebovala veliko rastlinskih ostankov, a je proces humifikacije dolgotrajen in odvisen od mnogih dejavnikov, zato predpostavljamo, da je le skromen del organske snovi preperel v humus. Humoznost substratov smo potrdili pri nadaljnji obdelavi. Večja količina humusa v substratu povečuje zračnost, poroznost, toplino in sposobnost vezanja hranil ter vode na delce substrata.



Slika 6: Ilovnata do glinena prst

Vir: Lastna raziskava, 2022



Slika 7: Rdeča prst (Terra rossa)

Vir: Lastna raziskava, 2022



Slika 8: Substrat Plantella Ideal

Vir: Lastna raziskava, 2022

5.1.3 Nakup in ocena kakovosti sadik

Posadili smo trideset sadik *Solanum lycopersicum* var. *lycopersicum*, sadike so bile označene s sortnim imenom Hector F1, ki je zgodnja do srednje zgodnja hibridna sorta paradižnika z velikimi plodovi, primerna za vzgojo v zaščitene in nezaščitene prostore. Sadike paradižnika smo kupili v lokalni vrtnariji. Prednost milejšega podnebja je možnost vzgoje sadik v neogrevanih rastlinjaki, kar prispeva k enakomerni rasti (rastline niso pretegnjene), prav tako je šok, ki ga doživijo rastline ob prenosu na prosto, minimalen. Zaradi ustrezne aklimatiziranosti sadik smo sajenje izvedli isti dan nakupa. Korita smo prekopali in opleli ter izpraznili do globine približno štirideset centimetrov. Sadike paradižnika so bile ob nakupu v dobri kondiciji, brez znakov bolezni, pokončne in enakomerno raščene, stebila primerne debeline, listna masa ustrezna, koreninski sistem razvit, z zdravimi koreninami (slika 9). Rastline so bile medsebojno primerljive velikosti.



Slika 9: Sadike po nakupu

Vir: Lastna raziskava, 2022

Sadike smo sadili globoko, z odstranjevanjem spodnjih etaž listov in polaganjem stebel v zemljo. Sadike s tovrstnim sajenjem nekoliko pridobijo na stabilnosti, kar je v primeru močnejših sunkov vetra na obalnih legah zaželeno, kljub temu da smo korita postavili v zavetrno lego. Pričakovati je predvsem zadebelitev stebela in razrast stranskih korenin v zgornjih plasteh substrata in malo rasti v globino, in sicer zaradi gojenja v posodah, kar rastline izpostavlja večjemu tveganju za pomanjkanje vode, hranil ter previsoke temperature tal, ki neugodno vpliva na razvoj koreninskega sistema in celotne rastline. Zagotavljanje ustrezne debeline substrata in optimalne gostote sajenja je v profesionalni pridelavi težko, prav zato si pri vzgoji sadik pomagamo s pikiranjem, ki vzpodbuja rast stranskih korenin in kasneje z rednim dodajanjem gnojil.

5.1.4 Zalivanje

Plodovke potrebujejo za ustrezen razvoj plodov redno zalivanje. Potrebna količina vode se povečuje od začetka nege mlade rastline, do cvetenja in končno razvoja plodov. Čas cvetenja in razvoja plodov imenujemo kritična faza razvoja, saj ustrezno zalivanje v teh fazah odloča o količini in kakovosti pridelka. Paradižnik lahko v primernem substratu razvije močno zadebeljeno glavno korenino, tudi do meter in pol globoko. Razvoj koreninskega sistema je močno odvisen od tal, v katerih rastlina raste, pri čemer ima pomembno vlogo globina substrata in razmerje voda/zrak, ki ga v največji meri določa zastopanost posameznih teksturnih razredov delcev, ki so v tleh prisotni ter njihovega strukturnega združevanja. Rastlina skozi korenine izvaja celično dihanje in se razvija, brez dobro razvitega koreninskega sistema se tudi nadzemni deli rastlin razvijajo slabše. Na razvoj korenin vplivata tudi rastlini dostopna količina vode v začetnih fazah rasti in genotip, s katerim je že vnaprej določena odpornost večine osebkov na sušo ter druge stresne dejavnike. Za primer lahko vzamemo divjo (*Diplotaxis tenuifolia*) in gojeno (*Eruca vesicaria* subs. *sativa*) vrsto rukole, ki sta v prejšnji rastni sezoni rastle v stari vrtni prsti v koritih. Gojena rukola, ki smo jo namenoma posejali, je kljub siromašni prsti dobro uspevala, dokler smo jo redno zalivali, prezimilo pa je le nekaj rastlin, saj so razvile plitev koreninski sistem. Avtohtona divja rukola se je v korita zasejala sama in v zimskem času skoraj prerasla celotno površino. Ko smo zaradi potreb poskusa pletli korita, smo opazili močan koreninski sistem z debelo glavno korenino, ki omogoča preživetje tudi v sušnih obdobjih.

Ob sajenju (slike 10, 11, 12) smo rastline izdatno zalili. V začetnih fazah rasti smo vlažnost tal preverjali s prstom. Pustili smo, da se je prst na površini posušila. Redkeje in globlje zalivanje praviloma zmanjša stres na rastlino ter omogoča boljši razvoj korenin.

Frekvenco zalivanja smo povečali v času visokih temperatur brez padavin, v fazah cvetenja in razvoja plodov ter jo ustrezno zmanjšali v fazi obarvanja plodov. Frekvenco zalivanja smo zmanjšali tudi z uporabo zastirke takoj po sajenju, uporabili smo suhe odpadle liste trstičja (*Phragmites australis*). Zastirka poleg počasnejšega izhlapevanja vode preprečuje rast plevela in preprečuje stik listov s prstjo, kar je najpomembnejše v začetnih fazah rasti, v sušnih obdobjih pa lahko nekaj plevela ustvarja ugodnejše mikroklimatske razmere ter upočasnjuje evaporacijo.

5.1.5 Rast sadik in pojav fenofaz

Že v prvem tednu smo opazili razliko v obarvanosti listov in količini listne mase. Listi sadik, ki so rasle v kupljenem substratu Plantella Ideal (slika 15), so se obarvali temnozeleno, prirast novih listov je bil večji, prav tako so bili listi večji in rast vseh sadik enakomernejša. Pri ostalih dveh substratih (sliki 13, 14) smo v prvem tednu po sajenju opazili zaostanek v rasti, novoraščeni listi so bili majhni; lahko bi rekli, da so rastline po enem tednu izgledale slabše kot ob sajenju, so zakrnele v rasti. Slab zagon rasti potrjuje neustreznost substrata glede njegovih fizikalnih lastnosti in dostopnosti rastlinam potrebnih hranil.



Slika 10: Sadike v ilovnati prsti po sajenju

Vir: Lastna raziskava, 2022



Slika 11: Sadike v rdeči prsti po sajenju

Vir: Lastna raziskava, 2022



Slika 12: Sadike v substratu Plantella Ideal po sajenju

Vir: Lastna raziskava, 2022



Slika 13: Rastline v ilovnati prsti teden dni po sajenju

Vir: Lastna raziskava, 2022



Slika 14: Rastline v rdeči prsti teden dni po sajenju

Vir: Lastna raziskava, 2022



Slika 15: Rastline v substratu Plantella Ideal po tednu dni

Vir: Lastna raziskava, 2022

Rastline so po mesecu dni od sajenja razvile najmanjše liste v ilovnati prsti (slika 16), največ smo jih tudi morali odstraniti, saj so razvili znake bolezni povzročene s patogenimi glivami. Obarvanost listov je neustrezna in kaže na neustrezno prehranjenost rastlin. Pri rastlinah v rdeči prsti (slika 17) smo opazili posledice neenakomerne sestave substrata, kljub temu da je ta na videz vseboval veliko rastlinskih ostankov v celotnem volumnu. Pri uporabi vseh organskih substratov lahko njihova neizenačenost predstavlja težavo, saj delci niso enakomerno razdeljeni po substratu, zato je njihova izmenjalna kapaciteta

nepredvidljiva in po substratu različna. Rastline v kupljenem substratu (slika 18) so izkazovale dobro kondicijo, obarvanost listov je očitno ustrežnejša, listi so večji, nekaj znakov bolezni so zaradi stika z zemljo razvili le listi v spodnjih etažah, zato smo jih odstranili.



Slika 16: Rastline v ilovnati prsti na dan 29. 5.

Vir: Lastna raziskava, 2022



Slika 17: Rastline v rdeči prsti na dan 29. 5.

Vir: Lastna raziskava, 2022



Slika 18: Rastline v substratu Plantella Ideal na dan 29. 5.

Vir: Lastna raziskava, 2022

Z nastopom visokih temperatur v začetku junija, ki so znatno segale nad optimum za rast paradižnika, smo opazili različne odzive rastlin. Rast paradižnika v ilovnati prsti (sliki 19, 22) se je nadaljevala v enakem trendu, v rdeči prsti (sliki 20, 23) so rastline močno pognale v višino, pri čemer se listna masa ni sorazmerno povečala, obarvanost listov pa se je pri tem še nekoliko poslabšala. Tudi rastline v kupljenem substratu (sliki 21, 24) so v primerjavi s preteklo rastjo pridobile nekoliko manj listne mase, obarvanost se je poslabšala, prav tako je opaziti nekoliko bolj izraženo rast v višino. Ker so bile sadike izpostavljene enakim pogojem, lahko različni napredek v rasti pripišemo različnemu substratu. Pridelava paradižnika v krajih z visokimi letnimi temperaturami zahteva določene prilagoditve, kot so izbira odpornih sort, gojenje v zaščitenem prostoru, na primer zasenčenem rastlinjaku ali pod mrežo, izbira ustrezne lege, kjer so rastline deloma zaščitene od sonca vsaj nekaj ur dnevno.



Slika 19: Rastline v ilovnati prsti na dan 12. 6.

Vir: Lastna raziskava, 2022



Slika 20: Rastline v rdeči prsti na dan 12. 6.

Vir: Lastna raziskava, 2022



Slika 21: Rastline v substratu Plantella Ideal na dan 12. 6.

Vir: Lastna raziskava, 2022



Slika 22: Primerjava rasti na dan 9. 5.

Vir: Lastna raziskava, 2022



Slika 23: Primerjava rasti na dan 29. 5.

Vir: Lastna raziskava, 2022



Slika 24: Primerjava rasti na dan 13. 6.

Vir: Lastna raziskava, 2022



Slika 25: Rastline v ilovnati prsti z znaki bolezni na dan 15. 6.

Vir: Lastna raziskava, 2022

Po mesecu in pol so rastline v ilovnati in rdeči prsti (slika 26) izgledale primerljivo, bledikave, listi so bili manjši, maloštevilni cvetni nastavki, ki so se razvili, so bodisi odpadli že pred cvetenjem ali pa se cvetovi niso odprli. Znaki bolezni so se razvili v večjem obsegu na rastlinah v ilovnati prsti (slika 25) najprej na starejših oslavljenih listih, kar je znak pomanjkanja v rastlini mobilnih hranil. Prepoznali smo nekaj znakov bakterijskih bolezni in več znakov glivičnih bolezni. Na rastlinah v ilovnati prsti se je pokazalo največ znakov glivičnih okužb, v rdeči prsti so se hitro pokazali znaki glivičnih bolezni v najnižjih etažah listov, ki smo jih odstranili, in zelo lokalizirani znaki bakterijskih okužb, medtem ko smo na rastlinah v substratu Plantella Ideal znake bakterijskih okužb opazili pozno, šele po prvi prekinitvi najvišjih temperatur zraka. Na listih in listnih pecljih smo sočasno prepoznali tudi trosišča s temno obarvanim centrom, zato predvidevamo, da je šlo za zgodnje znake okužbe s črno listno pegavostjo (*Alternaria solani*). Obolele liste smo sproti odstranjevali in s tem uspeli zajeziiti širjenje bolezni. Opazili smo, da so znaki bolezni na rastlini močno odvisni ne le od faze razvoja gostiteljske rastline in patogena, temveč na izgled bolezenskih znakov vplivata tudi količina zračne vlage ter soli v zraku. Tako smo pri nekaterih patogenih šele z dalj časa trajajočim opazovanjem, v kasnejših fazah poteka bolezni, ugotovili, za katero bolezen gre.



Slika 26: Primerjava rasti sadik v Plantella Ideal substratu (levo), rdeči (na sredini) in ilovnati prsti (desno)

Vir: Lastna raziskava, 2022



Slika 27: Začetek obarvanja plodov v substratu Plantella Ideal na dan 8. 7.

Vir: Lastna raziskava, 2022

Dva ploda, ki sta se razvila na rastlinah v rdeči prsti, sta bila znatno manjša, obarvala sta se prva, in sicer že nekaj dni pred začetkom obarvanja plodov v substratu Plantella Ideal (slika 27). V tem času se je edini plod na rastlini v ilovnati prsti šele začel razvijati, prav tako kakor plodovi na rastlinah v substratu Plantella Ideal. Plodovi rastlin v kupljenem substratu so bili zadovoljive velikosti, nekaj plodov, ki so se razvili kasneje v zgornjih etažah, je bilo znatno manjših. V fazi obarvanja plodov (slika 28) so torej rastline utrpele pomanjkanje vlage ali pa se plodovi zaradi visokih temperatur niso mogli ustrezno razviti. Plodovi se sicer hitreje obarvajo pri nekoliko zmanjšani talni vlagi, pri čemer pa je nujno upoštevati visoke temperature in faktor izhlapevanja v najtoplejših mesecih.



Slika 28: Primerjava rasti v fazi obarvanja plodov na dan 11. 7.

Vir: Lastna raziskava, 2022

5.1.5.1 Cvetenje

Prvi cvetovi so se pojavili na rastlinah že nekaj dni po sajenju, pri čemer nismo opazili večjih razlik v pojavu cvetenja v odvisnosti od substrata. V naslednjih dveh tednih je bilo na rastlinah v substratu Plantella Ideal opazno več socvetij z večjim številom cvetov, v rdeči prsti je razvoj cvetov zaostajal, medtem ko je v ilovnati prsti že bilo opazno več odmiranja cvetov v socvetjih. Po treh tednih so na rastlinah v ilovnati prsti (slika 29) propadli vsi cvetovi. Na rastlinah v rdeči prsti (slika 30) je bilo zaradi različnega razvoja rastlin cvetenje neenakomerno – na nekaterih rastlinah se je pojavilo odpadanje celih socvetij, ponekod le posameznih cvetov. V substratu Plantella Ideal (slika 31) pa se je razvilo več socvetij s številčnejšimi cvetovi.



Slika 29: Rastline v ilovnati prsti brez cvetov

Vir: Lastna raziskava, 2022



Slika 30: Rastline v rdeči prsti z deloma odpadlimi cvetovi

Vir: Lastna raziskava, 2022



Slika 31: Rastline v substratu Plantella Ideal z največ cvetovi

Vir: Lastna raziskava, 2022

Odpadanje cvetov, če pri tem lahko izključimo previsoke in prenizke temperature, povezujemo v prvi vrsti s pomanjkanjem hranil. Za razvoj cvetov je najpomembnejši fosfor. Odsotnost cvetenja je lahko tudi znak pomanjkanja mangana. Kalcij vpliva na tvorbo cvetnega prahu. Z odpadanjem cvetov in odmiranjem popkov se srečamo tudi pri pomanjkanju bora. Sorodna težava, s katero smo se srečevali v kasnejših fazah rasti, je odmiranje cvetov zaradi neuspešne oprasitve (slika 32).

Pri oprasovanju paradižnika se deloma zanašamo na oprasovalce, pri čemer bi bilo v bližino rastlin smiselno posaditi medonosne cvetoče rastline. Vedno več ljubiteljskih vrtnarjev sadike oprasuje ročno s stresanjem socvetij, kar je pri profesionalni pridelavi nesmiselno. Pri gojenju paradižnika v zaprtih prostorih si lahko pomagamo z vnosom koristnih žuželk, kar v zadnjih letih postaja vse pogostejša praksa. Težave pri oprasovanju so večkrat posledica fizioloških motenj ter vplivov okolja, zato je pridelava na prostem zahtevnejša. Poleg ustrezne količine vode in hranil v času cvetenja je zelo pomembna zračna vlaga, saj njen presežek ali primanjkljaj preprečujeta oprasovanje.



Slika 32: Odmiranje neoprašenih cvetov na rastlini

Vir: Lastna raziskava, 2022

Mesec dni po sajenju se je na zdravih rastlinah z uspešno zaključenim oprasovanjem pričel razvoj plodov (slika 33).



Slika 33: Prvi pojav plodov na opršenih cvetovih

Vir: Lastna raziskava, 2022

V mesecu juliju so se težave s cvetenjem zaradi visokih temperatur pokazale tudi na rastlinah v substratu Plantella Ideal (slika 34), čeprav so se na rastlinah razvili številni daljši cvetovi kakor ob začetku cvetenja, a se ti niso odpirali.

Slab nastavek cvetov in odpadanje cvetov takoj po začetku faze cvetenja si razlagamo s pomanjkanjem hranil, težave z odpiranjem cvetov ter kaljenjem cvetnega prahu z visokimi temperaturami in težave z opraševanjem z visoko zračno vlago.



Slika 34: Cvetovi se zaradi visokih temperatur ne odpirajo (3. 7.)

Vir: Lastna raziskava, 2022

5.1.5.2 Bolezni

Prvi znaki bolezni (slika 35) so se po nekaj oblačnih dneh in dežju pojavili na listih (slika 36) že en teden po sajenju, vendar v manjšem obsegu in le na rastlinah v ilovnati prsti. Več znakov se je pojavilo v tretjem in četrtem tednu (slike 37, 38, 39), tudi na rastlinah v rdeči prsti. V prvih treh tednih po sajenju rastline v substratu Plantella Ideal niso razvile nobenih znakov bolezni zaradi ustrezne kondicije rastlin in zračnosti substrata. Z uporabo zastirke smo v veliki meri preprečili stik listov z zemljo, s čimer smo zmanjšali razvoj okužb. Tveganje za okužbo je povečal več dni in tudi tednov trajajoč južni veter, pri čemer se je relativna zračna vlažnost povečala tudi za 2x, v primerjavi s suhim vremenom.



**Slika 35: Bakterijska pegavost
paradižnika (22. 6.)**

Vir: Lastna raziskava, 2022



**Slika 36: Bakterijska pegavost
paradižnika na listih**

Vir: Lastna raziskava, 2022



**Slika 37: Bakterijska pegavost
paradižnika**

Vir: Lastna raziskava, 2022



Slika 38: Črna listna pegavost (*Alternaria solani*) (27. 6.)

Vir: Lastna raziskava, 2022



Slika 39: Bakterijska pegavost paradižnika (5. 7.)

Vir: Lastna raziskava, 2022



Slika 40: Črna listna pegavost (5. 7.)

Vir: Lastna raziskava, 2022



Slika 41: Črna listna pegavost (24. 7.)

Vir: Lastna raziskava, 2022

Črna listna pegavost (sliki 40, 41) se je razširila šele po začetku zabarvanja plodov, tako da razvoj bolezni ni imel vpliva na kakovost pridelka. V ugodnih razmerah, kjer bi se na rastlinah razvilo vsaj še nekaj etaž plodov, bi razvoj bolezni lahko zmanjšal pridelek. Bakterijske okužbe so bile večinoma lokalizirane le na liste in listne peclje, znaki bolezni se zaradi nastopa visokih temperatur v času razvoja plodov prav tako niso razširili na plodove.

5.1.5.3 Znaki pomanjkanja hranil

Kljub splošnemu pomanjkanju hranil v vseh uporabljenih substratih se nobena bolezen na rastlinah ni razvila v tolikšnem obsegu, da bi povzročila propad celotne rastline. Rastline so bile vse od sajenja do konca rastne dobe v rdeči in ilovnati prsti očitno bledikave v primerjavi z rastlinami v substratu Plantella Ideal, kar nakazuje na pomanjkanje dušika in drugih hranil. Sadike so se na začetku v substratu Plantella Ideal obarvale temnozeleno, kar kaže na ustrezno razmerje in količino dostopnih hranil. Substrat Plantella Ideal z dodanim gnojilom tako lahko ocenimo kot kakovostni substrat za sajenje paradižnika. Razbarvanje nadzemnih delov smo opazili v času najvišjih temperatur, ko je bilo zaradi prekinitev vodnega stolpca moteno sprejemanje hranil, kmalu za tem pa so se na listih pojavili tudi znaki biotskih bolezni. Manjši obseg biotskih bolezni od pričakovanega lahko pojasnimo s tem, da v neposredni bližini ni večjih nasadov paradižnika, prav tako so bile temperature za večino povzročiteljev bolezni previsoke. Velikokrat smo na listih sočasno prepoznali simptome bolezni različnih povzročiteljev skupaj s simptomi pomanjkanja hranil, ki prav tako niso bili zelo jasno izraženi. Starejši listi so na splošno bolj občutljivi na razvoj bolezenskih znakov. Odpadanja cvetov zaradi visokih temperatur, visoke zračne vlažnosti in hitre evaporacije ne moremo pripisati zgolj pomanjkanju enega od hranil. Za tvorbo ter razvoj plodov sta potrebna kalij in bor, a so cvetovi večkrat propadli, še preden bi se na njih uspeli razviti plodovi, torej v fazi, ko še nista bila uspešno zaključena cvetenje in oplodnja. Pri cvetenju, kalitvi cvetnega prahu in oplodnji sodelujejo fosfor, mangan ter bor, a tudi ob prisotnosti potrebnih hranil, ob previsokih temperaturah tal in zraka, te razvojne faze ne potekajo.

Na listih smo predvsem v drugi polovici poletja začeli opazovati več sušenja listnega robu in konic, kar je znak pomanjkanja kalija (slika 42). S pomanjkanjem kalija povezujemo tudi slabo odpornost na razvoj bolezni, ki se je kmalu po sajenju izrazila na rastlinah v manj humoznih substratih. V drugi polovici rastne dobe so bili vse bolj klorotični starejši

listi, kar nakazuje na pomanjkanje mobilnih hranil, medtem ko so vršički ostali temneje obarvani.



**Slika 42: Znaki pomanjkanja kalija
(27. 6.)**

Vir: Lastna raziskava, 2022

5.1.5.4 Razvoj koreninskega sistema

Ogorčice (*Nematode*) koreninskih šišek so se pojavile na koreninah rastlin v vseh substratih, vendar je bil njihov pojav v ilovnati prsti (slika 43) v primerjavi z rastlinami v rdeči prsti (slika 44) in substratu Plantella Ideal (slika 45) neznatni, in sicer zaradi bolj razvitega koreninskega sistema rastlin v teh dveh substratih. Pojav koreninskih šišek smo na lokaciji, kjer smo izvajali praktični del, že opazili, predvsem na delno osenčenih mestih, kjer se vsaj deloma zadržuje voda. Največ ogorčic sicer najdemo v toplih, zmerno vlažnih tleh, čeprav nekatere prilagojene vrste uspevajo tudi v hladnih tleh. Koreninske ogorčice prihajajo iz rodu *Meloidogyne*, na paradižniku se pogosto pojavljajo *Meloidogyne incognita*, *M. arenaria*, *M. javanica*, *M. hapla* in *M. enterolobii* (povz. po Schwarz in Gorny 2020). V Sloveniji se namesto *M. enterolobii* pojavlja *M. ethiopica*; *M. chitwoodi* in *M. fallax* sta v Evropski uniji prepoznani kot karantenski organizem A (povz. po https://www.kis.si/f/docs/Nematologija/Nematologija_LINK3_Ogorcice_koreninskih_sisi_E.pdf). Ker je bil pojav ogorčic večji pri rastlinah v substratu Plantella Ideal, predvidevamo, da smo jih pri obdelavi z orodjem ali rokami prenesli iz rdeče prsti, saj pri pletju korit nismo opazili koreninskih šišek na nobeni od rastlin v ilovnati prsti. Ogorčice koreninskih šišek oslabijo rastlino na način, da zmanjšujejo sprejem vode ter hranil, zato so znaki nespecifični in jih pred izkopom rastlin iz zemlje nismo mogli prepoznati kot samostojno težavo. Slabša rast rastlin v zadnjih fazah rasti, predvsem v substratu Plantella Ideal, kjer so bile rastline prej zdrave, je torej lahko posledica napada ogorčic. Hitremu razvoju okužbe rastlin s črno listno pegavostjo, ki se je v največji meri odrazila prav na rastlinah v substratu Plantella Ideal, je poleg ugodnih vremenskih razmer za razvoj okužbe verjetno pripomogel tudi napad ogorčic, ki so rastlino močno oslabile. Substratu, ki smo ga uporabili, je v proizvodnji že dodano gnojilo, zato rastline verjetno niso uspele, kljub predvidevanjem, v celoti izčrpati substrata. Na splošno smo pričakovali, da se bo koreninski sistem razvil nekoliko bolj v globino, torej predvidevamo, da je bilo zalivanje zadostno. Vzroki slabega razvoja stranskih korenin so, poleg napada ogorčic koreninskih šišek, prevelika gostota sajenja, previsoka temperatura tal, v ilovnati prsti premajhna zračnost substrata v začetnih fazah rastlin in pomanjkanje hranil v kasnejših fazah.



**Slika 43: Koreninski sistem rastlin
paradižnika v ilovnati prsti**
Vir: Lastna raziskava, 2022



**Slika 44: Koreninski sistem rastlin
paradižnika v rdeči prsti**
Vir: Lastna raziskava, 2022



**Slika 45: Koreninski sistem rastlin
paradižnika v substratu Plantella Ideal**
Vir: Lastna raziskava, 2022

6 Rezultati in razprava

6.1 Ovrednotenje rezultatov

Množično odpadanje cvetov, s čimer smo imeli največ težav, se je pojavilo takoj po začetku cvetenja; najprej na rastlinah v ilovnati in rdeči prsti, kasneje v manjšem obsegu tudi na rastlinah v kupljenem substratu. V času začetka cvetenja, ko so bile temperature zmerne in zračna vlaga visoka (zalivanje smo morali odlagati za 3 dni, saj izhlapevanja skoraj ni bilo), lahko izključimo možnost odpadanja cvetov kot posledico sušnega stresa. Predvidevamo, da je zgodnje odpadanje cvetov posledica pomanjkanja hranil, saj je bilo najbolj izraženo prav na rastlinah v ilovnati prsti, substratu z najmanjšim deležem humusa. V tej fazi je bilo pogostejše odmiranje celotnega socvetja pri stebelu, medtem ko se je v kasnejših fazah pojavilo odpadanje cvetov tudi v manjšem obsegu – po zaključenem cvetenju sta na primer od razvitih štirih oz. petih cvetov, eden do dva cvetova odpadla. Vzrok tovrstnega odpadanja cvetov je verjetno previsoka zračna vlaga, ki otežuje oprasčevanje. Zaradi visokih temperatur nam je zalivanje predstavljalo izziv, saj smo bili omejeni na zgodnje jutro in večer – zalivanje v času visoke evapotranspiracije predstavlja stres za rastlino. Povsem mogoče je, da je v času ekstremnih temperatur del cvetov odpadel zaradi pomanjkanja vode. Pomanjkanje vode prekine oskrbo rastline s hranili, rast in razvoj se ustavi, obstaja možnost, da sta motena tudi razvoj cvetov ter oplodnja. Zaradi gojenja v posodah so bile rastline bolj izpostavljene tveganju za pomanjkanje vode, prav zato se pri gojenju paradižnika najprej osredotočimo na izbiro in pripravo ustreznega rastnega prostora. Rastlinam, odvisno od sorte, zagotovimo substrat ustrezne globine in strukture. Ustrezni delež humusa in ustrezna struktura z mnogimi kapilarnimi žilicami preprečujeta nastop suše, ki lahko znatno zmanjša količino ter kakovost pridelka. Plodovi, ki smo jih uspeli pridelati, so bili po velikosti zelo različni, kar nakazuje na to, da je rastlinam kljub rednemu globokemu zalivanju, v obdobju razvoja plodov, primanjkovalo vode.

6.2 Potrditev ali zavrnitev hipotez

Hipoteza 1: *Predpostavljamo, da bo paradižnik najbolj uspeval v kupljenem substratu Plantella Ideal, najslabše pa v ilovnati prsti.*

V kupljenem substratu smo v obdobju treh mesecev od sajenja pridelali približno šestnajst plodov paradižnika, v rdeči prsti dva plodova in v ilovnati prsti en sam plod. S tem smo zastavljeno hipotezo potrdili. Slab pridelek lahko pripišemo neustreznemu rastnemu prostoru, preveliki gostoti sajenja (rastline so bile v posodi zelo omejene) in neugodnim vremenskim razmeram, kljub temu pa je razlika v ustreznosti posameznih substratov za rast očitna.

Hipoteza 2: *Zaradi dobre obrambe paradižnika pred škodljivci večjih napadov škodljivcev ne pričakujemo.*

Razen majhnega števila rdečih sadnih pršic (*Panonychus ulmi* Koch), ki so povzročile neznatne poškodbe na listih, v obdobju treh mesecev nismo zasledili poškodb povzročenih s škodljivci, zato smo hipotezo potrdili.

Hipoteza 3: *Bakterijskih bolezni zaradi visokih temperatur in hitrega izhlapevanja ne pričakujemo.*

V nasprotju s predvidevanjem so se bakterijske bolezni pojavile v dokaj velikem obsegu. Zastavljeno hipotezo smo ovrgli. Znaki okužbe s patogenimi bakterijami so se pojavili takoj po prvem dežju, v obdobju nižjih temperatur in močno povišane zračne vlage, bolezen pa je v zmanjšanem obsegu napredovala tudi kasneje, po obarvanju plodov, ob znižanju temperatur zraka. Znaki bolezni so se pojavili na slabo prehranjenih rastlinah in v začetnih fazah okužbe.

Hipoteza 4: *Predvidevamo, da se bo na rastlinah v času opazovanja razvila vsaj ena izmed bolezni, povzročenih s patogenimi glivami Septoria lycopersici, Alternaria solani, Phytophthora infestans.*

Na rastlinah se je z jasnimi znaki pojavila ena najpogostejših glivičnih bolezni, to je črna listna pegavost, ki jo povzroča *Alternaria solani*. Ko so se na rastlinah, najprej v ilovnati in nato v rdeči prsti, začeli pojavljati znaki listne pegavosti, in sicer na dnu lista in stikih z listnim pecljem ter deloma na stebelu, sprva nismo bili prepričani, za katerega povzročitelja gre. Ob nadaljnjem razvoju bolezni smo ugotovili, da so se znaki iste bolezni zaradi različne prehranjenosti rastlin v posameznem substratu nekoliko razlikovali po izgledu, kar je tesno povezano tudi s časovnim nastopom bolezni. Simptomi črne listne pegavosti ter bakterijske pegavosti so se na slabo prehranjenih rastlinah v ilovnati prsti in kasneje tudi v rdeči prsti pokazali takoj po prvem dežju, kar nakazuje na pomanjkanje makrohranil, predvsem kalija. Na rastlinah v substratu Plantella Ideal se je širjenje bolezni začelo šele po dalj časa trajajočem stresu rastlin zaradi visokih temperatur in visoke zračne vlažnosti, ki so motili metabolitske procese v rastlini. Glede na raziskavo smo zastavljeno hipotezo potrdili.

6.2.1 Nasveti za izboljšave

V primeru gojenja paradižnika za neeksperimentalne namene bi število rastlin na posamezno korito vsaj prepolovili ali dodatno zmanjšali.

Menimo, da bi v primeru manjše gostote sajenja in napolnjenju celotnega volumna korit s Plantella Ideal substratom pridelali zadovoljivo količino paradižnika, ki bi jo lahko dodatno povečali z uporabo tekočega gnojila v obdobju cvetenja ali dodatkom počasi sproščajočega gnojila v peletih ob sajenju. Če bi za substrat uporabili rdečo prst, bi ji za večji pridelek dodali preperel hlevski gnoj ali kompost v razmerju 1 : 1, dodatno bi v času cvetenja 1x tedensko med zalivanjem dodajali tekoče gnojilo. Mrvičasta rdeča mediteranska prst, ki smo jo uporabili, je sicer strukturno ustrezna, a premalo založena s hranili za doseg želene količine pridelka. Uporabljeno ilovnato prst bi zaradi izjemno slabe prepustnosti izboljšali z dodatkom mivke in preperelega gnoja ali komposta, v razmerju 1 : 1 : 2,5. Tudi v tem primeru bi dodajali tekoče gnojilo v času cvetenja, in sicer do pojava prvih plodov. Gnojenje s sestavljenimi gnojili je po pojavu prvih plodov na rastlinah bolje prekiniti, saj to vzpodbudi novo vegetativno rast in s tem ustavi razvoj že razvitih plodov.

Zastirko bi bilo smiselno dodati vsaj še 2x, saj bi s tem zmanjšali evaporacijo v obdobju najvišjih temperatur. Za gojenje v posodah bi izbrali nizke sorte paradižnika, kakor smo tudi nameravali, saj te potrebujejo manj rastnega prostora. Zaradi obsežnega pojava ogorčic koreninskih šišek, ki so dodatno izčrpale rastline, bi na izbrani lokaciji izbrali sorte paradižnika, ki so odporne na ogorčice koreninskih šišek. Preventivno bi lahko ob zalivanju dodajali entomopatogene ogorčice kot metodo biotičnega varstva, ki preprečuje tudi razvoj drugih talnih patogenih mikroorganizmov.

7 Zaključek

Ustrezna prehranjenost je ključna ne samo za uspešno rast in razmnoževanje rastlin, temveč pomembneje, za odpornost rastlin na abiotiski in biotski stres, ki so mu v rastni dobi izpostavljene. Globina in zračnost substrata, skupaj z njegovo sposobnostjo vezanja hranil in vode, omilijo neugodne vremenske vplive le do neke mere. V praktičnem poskusu vpliva različnih substratov smo opazili, da so rastline v substratu Plantella Ideal, ki so sicer izkazovale dobro kondicijo, ob dalj časa trajajoči prisotnosti stresorjev, na katere niso odporne z genetsko predispozicijo, postale dovzetne za razvoj bolezni. Povzročitelji bolezni, kljub ugodnim vremenskim razmeram, niso povzročili napredka bolezni do te mere niti na zelo slabo prehranjenih rastlinah v siromašni prsti, saj so bile rastline zaradi intenzivnejše rasti bolj izčrpane. Sprotno dodajanje gnojil bi izboljšalo odpornost, najustreznejša bi bila izbira ustrezno trpežnejših sort, s čimer bi dodatno povečali pridelek. Sorte paradižnika, ki dobro prenašajo visoke temperature in sušni stres, velikokrat izkazujejo tudi navzkrižne odpornosti na več pogosto prisotnih povzročiteljev bolezni – patogenih gliv, bakterij, nematod in virusov. Če bi se na izbrani lokaciji odločili za profesionalno pridelavo paradižnika na prostem, bi v izogib izsuševanja tal za zastiranje uporabili belo polietilensko folijo, s čimer bi znižali temperaturo tal. Potrebna bi bila tudi ureditev namakalnega sistema, preko katerega bi po potrebi dodajali tekoča gnojila. S kapljičnim namakanjem, v kombinaciji s prekritimi tlemi, bi rastlinam zagotovili optimalno dovajanje in izrabo hranil. Negativnemu vplivu visokih temperatur na rast bi se lahko izognili z izbiro zgodnjih sort. Za premostitev visokih temperatur bi rastline škropili v cvet s stimulatorji rasti.

8 Viri in literatura

BOLČIČ, Jana. 2020. Integrirana pridelava paradižnika: Tehnološki list. [Online]. [Datum zadnjega popravljanja 29. apr. 2020]. [Citirano 2. jul. 2022; 9:23] Dostopno na spletnem naslovu: https://www.kmetijskizavod-ng.si/novice/2020042914362814/integrirana_pridelava_paradiznika_tehnoloski_list.

CROATIA Plant Hardiness Zone Map. n. d. [Online]. Dostopno na spletnem naslovu: <https://www.plantmaps.com/interactive-croatia-plant-hardiness-zone-map-celsius.php>.

ČERNE, Mihaela. 1998. Zelenjadarstvo 1. 1. natis. Železniki: Pami. ISBN 961-6296-00-0.

ČERNE, Mihaela. 1988. Plodovke. Ljubljana: Kmečki glas.

FAN, Pengxiang et al. 2020. Evolution of a plant gene cluster in Solanaceae and emergence of metabolic diversity. [Online]. [Datum zadnjega popravljanja 2. jul. 2020]. [Citirano 9. jun. 2022; 18:14]. Dostopno na spletnem naslovu: <https://elifesciences.org/articles/56717>.

FERTIBOX. 2019. Deficiencia de fertilizantes. 2019. [Online]. [Pridobljeno 16. avg. 2022; 20:52]. Dostopno na spletnem naslovu: <https://www.fertibox.net/single-post/deficiencia-fertilizantes>.

GRUŠKOVNJAK, Luka. 2019. Kratek teoretski pregled vpliva procesov tvorjenja tal na arheološki zapis. V: Arheološka obvestila. Glasilo Slovenskega arheološkega društva. [Online] Dec. 2019, št. 36. [Citirano 19. jun. 2022; 16:19]. Str. 7–46. Dostopno na spletnem naslovu: https://www.academia.edu/42184300/Kratek_teoretski_pregled_vpliva_procesov_tvorje_tvo_in_geomorfologije_tal_na_arheolo%C5%A1ki_zapis_A_short_theoretical_overview_of_the_influence_soil_formation_and_soil_geomorphology_have_on_the_archaeological_record_.

HUDINA, Metka, RUSJAN, Denis in JAKŠE, Marijana. 2011. Osnove hortikulture: učbenik za študente Visokošolskega strokovnega študija Kmetijstvo – agronomija in hortikultura. Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo. ISBN 978-961-6275-34-7.

JIN, Feng-Mei et al. 2012. [Online]. [Pridobljeno 26. avg. 2022; 19:06]. The Infectious Clone Construction of Tomato Yellow Leaf Curl Virus Isolate from Tianjin. Dostopno na spletnem naslovu: <https://scialert.net/fulltext/?doi=ajps.2012.246.250>.

JOŠAR, Jerneja. 2019. Z Jernejo do zdravega vrta: preprečevanje in zdravljenje bolezni ter naravno odganjanje škodljivcev. 1. izd. Ljubljana: Mladinska knjiga. ISBN 978-961-01-5335-1.

KLIMA Hrvatske: Karte 1971–2000. n. d. [Online]. [Citirano 19. avg. 2022; 22:07]. Dostopno na spletnem naslovu: https://meteo.hr/klima.php?section=klima_hrvatska¶m=k1_7.

KMETIJSKI INŠTITUT SLOVENIJE. 2014. Ogorčice koreninskih šišk. [Online]. [Citirano 25. avg. 2022; 21:21]. Dostopno na spletnem naslovu: https://www.kis.si/f/docs/Nematologija/Nematologija_LINK3_Ogorcice_koreninskih_si_si_E.pdf.

KRANJČIČ, Božidar. 2008. Fiziologija rastlin. Maribor: Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede. ISBN 978-961-6317-29-0.

LEBOEUF, Janice et al. 2011. Bacterial Diseases Of Tomato: Bacterial Spot, Bacterial Speck, Bacterial Canker. [Online]. [Datum zadnjega popravljanja 13. feb. 2021]. Dostopno na spletnem naslovu: <http://omafra.gov.on.ca/english/crops/facts/05-069.htm>.

MAVRIČ PLEŠKO, Irena (ur.). 2016. Rastlinski virusi in njihovo poimenovanje. [Online]. Ljubljana: Kmetijski inštitut Slovenije. Dostopno na spletnem naslovu: https://www.kis.si/f/docs/Publikacije/KIS-Rastlinski_virusi_in_njihovo_poimenovanje_interaktivno.pdf. ISBN: 978-961-6998-03-1 (pdf).

MILL. n. d. *Lycopersicon esculentum*. [Online]. [Citirano 8. jun. 2022; 17:47]. Dostopno na spletnem naslovu: <https://pfaf.org/user/plant.aspx?LatinName=Lycopersicon+esculentum>.

MISSOURI BOTANICAL GARDEN. n. d. *Lycopersicon esculentum*. [Online]. [Citirano 8. jun. 2022; 20:14]. Dostopno na spletnem naslovu: <http://www.missouribotanicalgarden.org/PlantFinder/PlantFinderDetails.aspx?taxonid=287196>.

OSVALD, Jože in KOGOJ OSVALD, Marinka. 1999. Gojenje zelenjavnic: učbenik za 4. letnik srednje kmetijske šole za poklic kmetijski in vrtnarski tehnik. 1. natis. Železniki: Pami. ISBN 961-6296-03-5.

OSVALD, Jože in KOGOJ OSVALD, Marinka. 1993. Pridelovanje zelenjave na vrtu. Ljubljana: Kmečki glas. ISBN 961-203-065-0.

PREGLED registriranih sort in sort, za katere je dovoljeno trženje v Republiki Sloveniji. n. d. [Online]. Dostopno na spletnem naslovu: <http://spletni2.furs.gov.si/sorte/Index.htm>.

PRUS, Tomaž et al. 2015. Slovenska klasifikacija tal. [Online]. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta in Kmetijski inštitut Slovenije. Dostopno na spletnem naslovu: http://pedoloskodrustvoslovenije.splet.arnes.si/files/2018/04/Slovenska_klasifikacija_tal.pdf.

PUŠENJAK, Miša. 2021. Kalcij in kalij, pomembni hranili plodovk. [Online]. [Citirano 4. sept. 2022; 21:37]. Dostopno na spletnem naslovu: https://www.kmetijskizavod.si/Portals/0/Novosti_Nasveti/Kalcij%20in%20kalij.pdf?ver=2021-07-27-112143-613.

PUŠENJAK, Miša, JESENKO, Tončka in ŠKERBOT, Igor. 2020. Organska snov v tleh v zelenjadarstvu. [Online] [Citirano 15. jul. 2022; 21:54] Dostopno na spletnem naslovu: https://www.kgzs.si/uploads/dokumenti/strokovna_gradiva/organska_snov_v_tleh_v_zelenjadarstvu-za_splet-1.pdf.

RAZALI, Rozaimi et al. 2018. The Genome Sequence of the Wild Tomato *Solanum pimpinellifolium* Provides Insights Into Salinity Tolerance. V: Front. Plant Sci. [Online]. 9:1402. [Citirano 8. jun. 2022; 18:54]. Doi: 10.3389/fpls.2018.01402. Dostopno na spletnem naslovu: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2018.01402/full>.

RESEARCHGATE. n. d. Fig 5 - uploaded by Daniel R. Muhs. [Online]. [Pridobljeno 15. jul. 2022; 17:26]. Dostopno na spletnem naslovu: https://www.researchgate.net/figure/Map-of-southern-Europe-showing-the-distribution-of-terra-rossa-soils-Red-Mediterranean_fig4_223671162.

RESEARCHGATE. n. d. Figure - available via license: Creative Commons Attribution 3.0 Unported. [Online]. [Pridobljeno 10. jul. 2022; 12:23]. Dostopno na spletnem naslovu: https://www.researchgate.net/figure/Pseudomonas-syringae-pv-tomato-colonization-inWT-background-New-Yorker-and-NahG_fig1_236654812.

ROMIH, Matej. 2017. Kako ugotovimo pomanjkanje hranil v rastlinah. [Online]. [Datum zadnjega popraviljanja 5. sept. 2017]. [Citirano 3. avg. 2022; 19:12]. Dostopno na spletnem naslovu: <https://naglic.co/ugotovimo-pomanjkanje-hranil-v-rastlinah/>.

SCHWARZ, T. in GORNY, A. 2020. Root-Knot Nematode of Tomato. [Online]. Dostopno na spletnem naslovu: <https://content.ces.ncsu.edu/root-knot-nematode-of-tomato>.

VRŠČAJ, Borut. 2013. Tla ali prst? Prispevek k razpravam o rabi izrazov 'tla' in 'prst' v slovenskem poljudnem in strokovnem izrazoslovju. V: Acta agriculturae Slovenica. [Online]. Let. 101, št. 2 (2013). [Citirano 17. jun. 2022; 22:31]. Str. 317–328. Dostopno na spletnem naslovu: <https://www.dlib.si/stream/URN:NBN:SI:doc-RPDDVP9K/06eb2291-8a70-4247-964e-6ec28bd0d46f/PDF>.

VRT OBILJA. n. d. Paradižnik. [Online]. [Citirano 30. jul. 2022; 21:29]. Dostopno na spletnem naslovu: <https://vrtobilja.si/portfolio/paradiznik-vzgoja>.

VULIČ, Gordana. n. d. Uživajte v letnem času paradižnika. [Online]. [Citirano 17. jun. 2022; 18:36]. Dostopno na spletnem naslovu: http://www.velnes.si/uzivajte-v-letnem-casu-paradiznika_1/.