



VEČ GNOJIL, VEČ JAGOD?

Področje: Ekologija z varstvom okolja

RAZISKOVALNA NALOGA

AVTOR:

Tim Novak, 9. a

MENTORICA:

Nika Kovačec, prof. kemije in biologije

Ljubljana, marec 2024

OŠ Ledina

Komenskega ulica 19, 1000 Ljubljana

POVZETEK

V raziskovalni nalogi smo raziskovali, kako pogostejše gnojenje z večjimi količinami gnojila vpliva na uspevanje jagod. V pridelovalnih nasadih je gnojenje jagod nujno, saj skupaj s pridelkom iz pridelovalnih površin odnašamo tudi mineralna hranila, ki jih je potrebno v zemlji nadomestiti, da omogočimo nemoteno rast naslednjih letin. Eksperimentalni del naše raziskovalne naloge pa je pokazal, da so jagode sort Delizz in Dely v loncih uspevale bolje, če jih nismo gnojili, kot če smo jih gnojili z univerzalnim gnojilom ali s specialnim gnojilom za jagode, iz česar sklepamo, da so imele v substratu že pred začetkom poskusa dovolj mineralnih hranil. Gnojenje po priporočilih proizvajalca ni imelo velikega vpliva na jagode, medtem ko je pogostejše gnojenje od priporočenega ali gnojenje z večjo količino gnojila od priporočene povzročilo povečano količino bolezenskih znamenj na listih. Poleg tega uporaba večjih količin gnojil, kot jih priporoča proizvajalec, škodljivo vpliva na okolje, saj rastline ne morejo privzeti večje količine hranil. Hranila, ki jih rastline ne privzamejo, pa se sperejo v podtalnico, druga vodna telesa ali pa pridejo v ozračje. V eksperimentalnem delu naše raziskovalne naloge smo ugotovili tudi, da gnojenje s specialnim gnojilom za jagode po navodilih proizvajalca na kalitev semen jagod sorte Baron von Solemacher ni imelo vpliva, znižalo pa je preživetje kalic. Najbolj pa so nas presenetili rezultati raziskav vpliva pomanjkanja mineralnih hranil na pojav bolezenskih znamenj na listih rastlin jagod v hidroponski kulturi. Jagode so namreč najboljše uspevale v vodi brez dodanih hranil, najslabše pa, če so imele v hranilni raztopini na voljo vsa mineralna hranila. Razlog za to bi morda lahko bil, da smo v hranilni raztopini uporabili previsoke koncentracije mineralnih snovi za jagode, saj različne vrste rastlin prenesejo različne maksimalne koncentracije mineralnih snovi.

Ključne besede: jagode, gnojenje, kalitev, mineralna hranila, bolezenska znamenja

KAZALO VSEBINE

POVZETEK	2
KAZALO SLIK	4
KAZALO GRAFOV	5
KAZALO TABEL	5
1. UVOD	6
1.1. Motivacija in cilji naloge	6
1.2. Namen	6
1.3. Hipoteze.....	6
2. TEORETIČNI DEL	7
2.1. Jagode.....	7
2.1.1. Zgradba rastline.....	7
2.1.2. Gojenje jagod	8
2.1.3. Sorte jagod	8
2.1.4. Sadike jagod	9
2.2. Mineralna hranila	9
2.2.1. Pomanjkanje dušika	10
2.2.2. Pomanjkanje fosforja	10
2.2.3. Pomanjkanje kalija	10
2.3. Gnojenje	10
2.3.1. Gnojenje jagod	11
2.4. Hidroponske kulture	11
3. MATERIALI IN METODE DELA.....	12
3.1. Rastlinski material	12
3.2. Gnojila.....	12
3.2.1. Specialno gnojilo za jagode	12
3.2.2. Univerzalno gnojilo.....	13
3.3. Hranilne raztopine	14
3.4. Nastavitev poskusov o vplivu gnojenja na rast sadik jagod	15
3.4.1. Pomladanski poskus s sadikami sorte Delizz.....	15
3.4.2. Jesenski poskus s sadikami sorte Dely	15
3.4.3. Jesenski poskus s sadikami sorte Delizz	16
3.5. Nastavitev poskusov o vplivu gnojenja na kalitev semen jagod	16

3.6.	Nastavitev poskusov o vplivu pomanjkanja hranil na sadike jagod	16
3.6.1.	Pomladanski poskus s sadikami sorte Delizz.....	17
3.6.2.	Jesenski poskus z rastlinami jagod iz babičinega vrta	17
3.7.	Zbiranje podatkov.....	18
3.7.1.	Zbiranje podatkov pri poskusih o vplivu gnojenja na rast sadik jagod	18
3.7.2.	Zbiranje podatkov pri poskusu o vplivu gnojenja na kalitev semen jagod	19
3.7.3.	Zbiranje podatkov pri poskusih o vplivu pomanjkanja hranil na sadike jagod ..	19
3.8.	Obdelava podatkov.....	19
4.	REZULTATI	20
4.1.	Rezultati poskusov o vplivu gnojenja na rast sadik jagod	20
4.1.1.	Pomladanski poskus s sadikami sorte Delizz.....	20
4.1.2.	Jesenski poskus s sadikami sorte Dely	22
4.1.3.	Jesenski poskus s sadikami sorte Delizz	24
4.2.	Rezultati poskusa o vplivu gnojenja na kalitev semen jagod	27
4.3.	Rezultati poskusov o vplivu pomanjkanja hranil na sadike jagod	28
4.3.1.	Pomladanski poskus s sadikami sorte Delizz.....	28
4.3.2.	Jesenski poskus z rastlinami jagod iz babičinega vrta	29
5.	RAZPRAVA	31
5.1.	Vpliv gnojenja na rast sadik jagod	31
5.2.	Vpliv gnojenja na kalitev semen jagod	33
5.3.	Vpliv pomanjkanja hranil na sadike jagod	33
6.	ZAKLJUČKI.....	35
7.	VIRI IN LITERATURA.....	36
7.1.	Literatura	36
7.2.	Viri.....	36
8.	ZAHVALA	37

KAZALO SLIK

Slika 1: Semena jagod (<i>Fragaria vesca</i> L.) sorte Baron von Solemacher.....	12
Slika 2: Specialno gnojilo za jagode Valentin Optimum.....	13
Slika 3: Univerzalno gnojilo Valentin Optimum.	14
Slika 4: Priprava hranilnih raztopin.	15
Slika 5: Spiranje korenin pred postavitvijo v hidroponsko kulturo.	17

Slika 6: Postavitev rastlin v hidroponsko kulturo pomladi.....	17
Slika 7: Postavitev rastlin v hidroponsko kulturo jeseni.	18
Slika 8: Jagode sorte Delizz 3 tedne po začetku poskusa o vplivu gnojenja na rast sadik jagod.	20
Slika 9: Jagode sorte Delizz 5 tednov po začetku poskusa o vplivu gnojenja na rast sadik jagod.....	22
Slika 10: Jagode sorte Dely 8 tednov po začetku poskusa o vplivu gnojenja na rast sadik jagod.....	23
Slika 11: Jagode sorte Delizz 9 tednov po začetku poskusa o vplivu gnojenja na rast sadik jagod.....	25
Slika 12: Kalice jagod sorte Baron von Solemacher 3 tedne po začetku poskusa o vplivu gnojenja na kalitev jagod.	27
Slika 13: Jagode sorte Delizz 4 tedne po začetku poskusa o vplivu pomanjkanja hranil na sadike jagod.....	29
Slika 14: Jagode iz babičinega vrta 4 tedne po začetku poskusa o vplivu pomanjkanja hranil na sadike jagod.....	29

KAZALO GRAFOV

Graf 1: Bolezenska znamenja na jagodah sorte Delizz pri poskusu o vplivu gnojenja na rast sadik jagod.....	21
Graf 2: Bolezenska znamenja na jagodah sorte Dely pri poskusu o vplivu gnojenja na rast sadik jagod.....	24
Graf 3: Bolezenska znamenja na jagodah sorte Delizz pri poskusu o vplivu gnojenja na rast sadik jagod.....	26
Graf 4: Število kalic jagod sorte Baron von Solemacher pri poskusu o vplivu gnojenja na kalitev jagod.	27
Graf 5: Bolezenska znamenja na jagodah sorte Delizz pri poskusu o vplivu pomanjkanja hranil na sadike jagod.....	28
Graf 6: Bolezenska znamenja na jagodah iz babičinega vrta pri poskusu o vplivu pomanjkanja hranil na sadike jagod.....	30
Graf 7: Delež lističev z bolezenskimi znamenji pri jagodah sort Delizz in Dely v odvisnosti od količine univerzalnega gnojila in specialnega gnojila za jagode ter pogostosti gnojenja.	31

KAZALO TABEL

Tabela 1: Taksonomska uvrstitev jagod.	7
Tabela 2: Protokol za pripravo hranilnih raztopin.....	14
Tabela 3: Tveganje, s katerim lahko trdimo, da je gnojenje vplivalo na delež lističev z izraženimi bolezenskimi znamenji.....	33

1. UVOD

1.1. Motivacija in cilji naloge

Motivacija za raziskovanje vpliva gnojenja na rast jagod so bile velike, sladke, rdeče, dišeče jagode, kakršne imam zelo rad. Ker živim v stari meščanski večstanovanjski hiši v centru Ljubljane, bi si želel poln balkon takih jagod preko celega poletja. Zato sem želel raziskati možnosti gojenja jagod v loncih na balkonu.

Moja babi Marija in dedi Pavel pa živita na kmetiji. Nekega leta, ko sem bil še majhen, si je babi zaželela zelo debele in sladke češnje, zato sta z dedijem češnjo gnojila z velikimi količinami komposta, vse odkar je skopnel sneg. In tiso leto so bile češnje na tisti češnji res zelo debele in sladke. Zato me je zanimalo, ali je podoben učinek možno doseči tudi z gnojenjem jagod v loncih.

Ker je količina substrata v loncih zelo omejena, lahko hitro pride do pomanjkanja katerega izmed hranil. Zato sem želel raziskati tudi, kakšna bolezenska znamenja na listih jagod povzroča pomanjkanje posameznega hranila.

Raziskovalno nalogo sem izdeloval celo leto 2023 in začetek leta 2024. Najprej sem začel s teoretičnim delom naloge, eksperimentalni del sem izvajal od pomladi 2023 do konca leta 2023, temu pa je sledila statistična obdelava rezultatov, ki sem jih na koncu strnil v razpravi in zaključku.

1.2. Namen

Namen raziskovalne naloge je bil raziskati, ali več gnojenja res pomeni boljšo rast jagod.

Namen teoretičnega dela raziskovalne naloge je bil raziskati obstoječe znanje s področja raziskovanja. Nameni eksperimentalnega dela raziskovalne naloge pa so bili:

- raziskati vpliv količine univerzalnega gnojila in specialnega gnojila za jagode ter pogostosti gnojenja na rast jagod sort Dely in Delizz v loncih,
- raziskati vpliv specialnega gnojila za jagode na kalitev semen jagod sorte Baron von Solemacher ter
- raziskati vpliv pomanjkanja mineralnih hranil na pojav bolezenskih znamenj na listih rastlin jagod v hidroponski kulturi.

1.3. Hipoteze

V raziskovalni nalogi smo si postavili naslednje štiri hipoteze:

- Jagode lahko gojimo tudi v loncih na balkonu.
- Bolj kot jagode gnojimo, boljše bodo uspevale.
- Specialno gnojilo za jagode je primernejše za gnojenje jagod od univerzalnega gnojila.
- Pomanjkanje različnih hranil se bodo na listih jagod odražala v različnih bolezenskih znamenjih.

2. TEORETIČNI DEL

2.1. Jagode

Jagodnjak (znanstveno ime *Fragaria*) je sadna vrsta, ki zori v začetku poletja. V nadaljevanju bomo za to vrsto uporabljali izraz jagoda, saj se v sadjarstvu uporablja izraz jagoda tako za rastlino kot tudi za plod. V Sloveniji najdemo dve vrsti jagod in sicer:

- navadni jagodnjak (*Fragaria vesca* L.), znan pod imenom gozdna jagoda, ter
- številne žlahtne sorte jagodnjaka (*Fragaria* x *ananassa* Duch.), za katere se uporablja ime vrtna jagode.

Jagodnjaki različnih vrst so v naravi razširjeni po vsem svetu. Izhajajo iz družine rožnic (Rosaceae) (Tabela 1).

Tabela 1: Taksonomska uvrstitev jagod.

Kraljestvo:	Plantae (rastline)
Deblo:	Magnoliophyta (kritosemenke)
Razred:	Magnoliopsida (dvokaličnice)
Red:	Rosales (vrtnice)
Družina:	Rosaceae (rožnice)
Poddružina:	Rosoideae (rosoidi)
Rod:	<i>Fragaria</i> (jagodnjak)

Žlahtne sorte jagodnjaka so nastale z naključnim medvrstnim križanjem vrste *Fragaria chiloensis* L. in *Fragaria virginiana* Duch., ki so ju v Evropo iz severne in Južne Amerike prinesli že na začetku 18. stoletja. V sredini 18. stoletja so jih poimenovali z latinskim imenom *Fragaria* x *ananassa* Duch. (Selak, 2013).

2.1.1. Zgradba rastline

List so pri jagodah sestavljen iz treh lističev. Rast listov se začne zgodaj spomladi, listi pa rastejo vse do cvetenja, ko začnejo rastline s hranili preskrbovati plodove. Po končanem obiranju rastlina približno tri tedne počiva, nato pa požene nove liste, ki imajo nalogo nabrati rezervne snovi (hranila) za prezimitev. Jagode imajo primarno korenino, iz katere izraščajo stranske korenine. Korenine najbolj rastejo spomladi, ko pa je čas obiranja, se rast korenin umiri (Koron, 1997).

Živica je poganjek, ki se razvije iz zalistnih brstov in služi vegetativnemu razmnoževanju. Na tem poganjku sta navadno eno ali dve kolenci. Na prvem se po navadi razvije manjši list, na drugem pa se počasi razvije mlada rastlina jagode. Ob stiku s podlago (zemlja, substrat) začne tvoriti korenine, ki služijo rastlini, da se usidra v podlago. Rast živic je sortno pogojena in ni nujno, da se sploh razvijejo. Živice črpajo hrano iz matične rastline, zato slabijo rast matične rastline in zmanjšujejo pridelek (Koron, 1997).

Cvet je dvospolen in sestavljen iz 5 ali več belih venčnih listov (odvisno od sorte) in od 10 do 16 zelenih čašnih listov. V posameznem cvetu je med 30 in 40 prašnikov in do 500 plodnic. Na posameznem cvetnem stebelu je različno število cvetov od 10 do 20, na enem grmu pa največ do 120.

Plod jagodnjaka ni jagoda v botaničnem pomenu besede, temveč je birni plod, ki je sestavljen iz številnih posameznih plodičev, ki se razvijejo iz cvetišča in so posejani s plodički ali oreški (semenkami). Botanično so jagode plodovi plodovk, med katere spadajo na primer kumare, buče in paradižnik (Darrow, 1966).

2.1.2. Gojenje jagod

Plodovi jagod predstavljajo prvo sezonsko sadje v zgodnjem poletju in imajo močan vonj ter prijetno aromo (Weber in sod., 2018). Plod vsebuje veliko sladkorjev in organskih kislin, ki v pravem razmerju dajejo dober okus jagodi. V prvem in drugem letu se oblikujejo najdebelejši plodovi, zato jagode gojimo v nasadu od dveh do treh let. Masa posameznega ploda je odvisna od števila oplojenih in neoplojenih plodnic. Če je oploditev slaba, so plodovi nepravilnih oblik. Najpogosteje jagode oprahujejo čmrlji in čebele (Koron, 1997).

Jagode lahko gojimo praktično povsod, na njivi, v loncih, na balkonih. Sorte vrtnih jagod (*Fragaria x ananassa* Duch.) so v komercialni proizvodnji nadomestile gozdno jagodo (*Fragaria vesca*), ki je bila prva vrsta jagod, gojena v začetku 17. stoletja (Manganaris in sod., 2014). Vrtne jagode pridelujemo na pokritih njivah ali v zaprtih varovanih območjih. Če jih gojimo v tleh, tla zastiramo (s folijo, slamo, itd.). Če pa jih ne gojimo v tleh, se lahko odločamo med množico alternativ: hidroponika (kamena volna), aeroponika, akvaponika, lonci, korita, stebri, vreče s substratom... V Sloveniji je najbolj razširjen način gojenja vrtnih jagod v tleh. Naredi se od 15 do 30 cm visoke grebene, odvisno od tipa tal. Na greben se položi cev namakalnega sistema in čezenj folija, ki je lahko črna ali bela ter iz različnih materialov (Štampar in sod., 2005). Obira se jih ročno, običajno junija in julija, zaradi različnih sort in podnebji pa po svetu rastejo od januarja pa vse do oktobra, v Evropi pa od marca do avgusta.

Pridelava vrtnih jagod je razširjena na vseh celinah, na različnih nadmorskih višinah in na zelo raznolikih tipih tal. Čeprav se vrtno jagode prilagodijo izredno raznolikim pedoklimatskim razmeram, je obseg pridelovanja v svetu v primerjavi z drugimi sadnimi vrstami razmeroma majhen, vendar stalen in brez izrazitih nihanj (Tomažič, 2016). V Evropi so najbolj znane proizvajalke jagod predvsem Španija, Nemčija, Poljska, Švica, Nizozemska in Belgija (World Mapper). V Sloveniji pridelujemo jagode na 92,2 ha, od tega na prostem na 41 ha in v zaščitenem prostoru na 51,2 ha (Statistični urad za leto 2013).

2.1.3. Sorte jagod

Vrtna jagoda ima številne sorte. Poznamo enkrat rodne in večkrat rodne sorte (Štampar in sod., 2005). V naši raziskovalni nalogi smo uporabili sorti Dely in Delizz.

Sorta Dely je zgodnja sorta s plodovi srčaste oblike in s srednje dolgim pecljem. Veliki plodovi so enakomerno svetlo rdeče obarvani. Plodovi so srednje čvrsti. Meso je rdeče, okusno, s

priokusom po divji jagodi. Je ena najboljših sort za tiste, ki obožujejo aromatične plodove. Izjemno kakovosten okus je idealen za neposredno prodajo in peko finega peciva. Je zelo rodna sorta. Prenese zelo nizke temperature, ima zgodnji čas cvetenja, ki se nadaljuje skozi sezono. Cvetovi so srednje veliki in se zelo enostavno oprášijo. Grm je srednje bujen, precej odporen na listne in koreninske bolezni (Čebelin, 2016; Dely, 2013).

Sorta Delizz je pokončna, večkrat rodna sorta jagod, ki rodi enakomerno od junija do zmrzali. Zaradi kompaktne rasti je primerna za vzgojo v cvetličnih loncih, koritih ali vrtovih. Plodovi so srednje debeli, koničaste oblike in izvrstne arome, zorijo od spomladi do jeseni (<https://flanca.si/izdelek/jagode-mesecne-delizz/>).

2.1.4. Sadike jagod

Pri izbiri sadilnega materiala imamo na voljo različne možnosti. Zelene sadike pridobijo s pomočjo vegetativnega razmnoževanja (iz živic). Hlajene sadike pridelajo tako, da jih izkopljejo in nato skladiščijo v hladilnicah (Štampar in sod., 2005). Hlajene sadike lahko izkopljejo jeseni in se sadijo spomladi, lahko pa jih izkopljejo tudi poleti in se sadijo jeseni.

Jagode ne marajo zvijanja korenin, zato moramo pri sajenju sadik paziti, da korenin ne vihamo navzgor, to bi namreč povzročilo, da bi jagoda odmrila. V primeru sajenja hlajenih sadik, lahko korenine nekoliko porežemo, da preprečimo vihanje korenin navzgor (Cvelbar Weber, ustna komunikacija).

2.2. Mineralna hranila

Rastline za rast in razvoj poleg vode, zraka in sončne svetlobe, potrebujejo tudi mineralna hranila, da iz naštetega lahko sintetizirajo vse snovi, ki jih potrebujejo za rast.

Mineralna hranila so elementi, ki jih rastline dobijo iz anorganskih ionov iz tal. Mineralna hranila neprestano krožijo med organizmi. V biosfero vstopajo skozi koreninski sistem rastlin, ki ima zelo veliko površino. Rastline imajo sposobnost črpanja anorganskih ionov iz okoliških raztopin, v katerih se nahajajo v nizkih koncentracijah. Pri črpanju mineralnih hranil iz tal lahko sodelujejo tudi mikorizne glive in bakterije, ki fiksirajo dušik.

Ko rastline absorbirajo mineralne elemente, se ti nato transportirajo v različne dele rastline, kjer se uporabijo za različne biološke vloge. Nujni elementi so tisti, katerih odsotnost prepreči rastlini, da bi dokončala življenjski cikel. Vodika, ogljika in kisika ne prištevamo med nujne elemente, ker jih rastlina dobi iz vode in ogljikovega dioksida.

Glede na njihovo relativno koncentracijo v rastlini nujne elemente delimo na

- makroelemente (1,5% – 0,1% suhe mase): dušik, kalij, kalcij, magnezij, fosfor, žveplo, silicij in
- mikroelemente (0,01% – 0,00001% suhe mase): klor, železo, bor, mangan, natrij, cink, baker, nikelj, molibden.

Pomanjkanje nujnih elementov povzroča bolezenska znamenja na rastlinah ali onemogoči rast rastlin. V kmetijskih sistemih najpogosteje pride do pomanjkanja dušika, fosforja in kalija (Taiz in Zeiger, 2015).

2.2.1. Pomanjkanje dušika

Dušik je mineralni element, ki ga rastline potrebujejo v največji količini. Je gradnik mnogih celičnih komponent, med drugim aminokislin in nukleinskih kislin, zato pomanjkanje dušika hitro zaustavi rast rastlin.

Količina razpoložljivega dušika omejuje količino pridelka v večini kmetijskih ekosistemov. Ob pomanjkanju dušika se pri večini rastlin pojavijo kloroze, posebno na starejših listih. Starejši listi rumenijo enakomerno po celotni površini in hitreje odpadejo. Mladi listi so svetlejše zelene barve in manjši. Pri nekaterih rastlinah se pojavi rdečkasta barva na listnih pecljih in na spodnji strani listov. Pri nekaterih rastlinah se pojavijo močnejše olesenela stebela, ker se ogljikovi hidrati ne morejo porabiti za sintezo aminokislin (Taiz in Zeiger, 2015).

2.2.2. Pomanjkanje fosforja

Fosfor je gradnik zelo pomembnih snovi v rastlinah, kot so na primer fosforilirani sladkorji, ki so pomembni pri fotosintezi in dihanju, fosfolipidi, ki so gradniki celičnih membran, nukleotidi, ki so gradniki DNA in RNA, ter energetske pomembne molekule, kot je ATP.

Pomanjkanje fosforja pri večini rastlin povzroča zavrto rast, zaostanek v razvoju, temno zeleno barvo listov, nekroze na listih, sintezo antocianov, tanka stebela in odpadanje starejših listov (Taiz in Zeiger, 2015).

2.2.3. Pomanjkanje kalija

Kalij je najpogostejši kation v celici. Regulira osmotski potencial celic in zagotavlja turgor celic. Potreben za aktivne oblike mnogih encimov.

Pomanjkanje kalija povzroča kloroze na robovih listov ali v obliki lis, nekroze na koncu lista, na robovih lista in med žilami, zvijanje in gubanje listov ter tanka in šibka stebela (Taiz in Zeiger, 2015).

2.3. Gnojenje

Veliki pridelki v kmetijstvu so odvisni od gnojenja z mineralnimi hranili. Za večino poljščin velja, da so v določenem območju pridelki linearno odvisni od količine gnojil.

Gnojila, ki jih dodajamo v zemljo, delimo na organska, to so ostanki in iztrebki rastlin in živali, ki morajo, preden jih rastline lahko vsrkajo, skozi proces mineralizacije, in umetna. Umetna gnojila pa delimo na direktna gnojila, ki vsebujejo le enega od hranilnih elementov, in mešana, ki vsebujejo mešanico dveh ali več hranilnih elementov. Najpogostejša je mešanica, ki vsebuje dušik, fosfor in kalij.

Svetovna poraba gnojil, ki vsebujejo dušik, fosfor in kalij, se giblje okoli 150 milijonov ton letno in narašča za približno 20% v 10 letih. Poljščine v povprečju absorbirajo manj kot polovico gnojil. Preostanek se spere v površinske vode ali podtalnico, se veže na delce tal ali prispeva k onesnaženju zraka. Še posebej problematičen je dušik, ki je v tleh zelo mobilni element in se hitro spira v podtalnico.

2.3.1. Gnojenje jagod

S pobiranjem pridelka iz kmetijskih površin odvezujemo tudi hranila. Na primer s pridelkom 25 t/ha v povprečju odvezujemo 50 – 86 kg dušika, 17 kg fosforja, 128 kg kalija in 10 – 17 kg magnezija (Koron, 1997). Preden pa nasad sploh vzpostavimo, navadno površino preorjemo in založno pognojimo. Kasneje se lahko izvaja dognojevanje preko listov (škropljenje) ali preko korenin. Preko korenin dodajamo predvsem makro elemente, in sicer z mineralnimi gnojili v obliki granul (NPK 20:10:10; 200 – 250 kg/ha). Preko listov pa rastline oskrbujemo z mikroelementi. Iz prakse je razvidno, da je najboljši način dognojevanja kombinacija obeh načinov. Pomembno je, da vrtnih jagod ne gojimo več kot tri leta zapored na istem mestu, saj pride do pomanjkanja nekaterih elementov ter porasta bolezni v tleh (Koron, 1997).

Gnojila pa lahko vplivajo na rast jagod pozitivno ali negativno. Prevelika oziroma premajhna količina hranil lahko vpliva tudi na število jagod in v ekstremih lahko tudi povzroči, da jagode odmrejo. Za gnojenje jagod je priporočljivo naravno gnojilo, kot na primer gnoj ali kompost. Umetna gnojila, še predvsem dušik, v prevelikih količinah ne pospešijo rasti plodov na jagodah, temveč prav obratno rast zatrejo (Tilley, 2021).

2.4. Hidroponske kulture

Hidroponske kulture so izraz, ki označuje gojenje rastlin v tekočem gojišču brez zemlje in organskih snovi. V tekoče gojišče dodamo vse nujne elemente v obliki anorganskih snovi. Koncentracije vseh elementov so največje koncentracije, ki za rastline še niso strupene in še ne povzročajo stresa slanosti za rastline. V hidroponski kulturi rastline lahko normalno rastejo brez zemlje in organskih snovi, kar pomeni, da rastline lahko sintetizirajo vse potrebne snovi iz anorganskih snovi in sončne svetlobe.

Hidroponske kulture se uporabljajo za raziskave vloge posameznih elementov v mineralni prehrani rastlin. V gojišče dodamo vse nujne elemente razen tistega, katerega vlogo preiskujemo.

3. MATERIALI IN METODE DE LA

3.1. Rastlinski material

V raziskovalni nalogi smo uporabili 92 sadik jagod.

- V vrtnem centru Kalia smo kupili 51 sadik jagod (*Fragaria x ananassa* Duch.) sorte Delizz linije F1, posajenih v zemlji v okrogle lončkih premera 10 cm in višine 9 cm, od tega 36 spomladi in 15 jeseni.
- Jeseni smo na Kmetijskem inštitutu Slovenije smo dobili 21 hlajenih sadik jagod sorte Dely, ki smo jih skoraj direktno iz hladilnice posadili v zemljo v kvadratne lončke velikosti 13 x 13 cm. Uporabili smo substrat znamke Potground H. Pred sajenjem v substrat smo sadikam odrezali del korenin, da se korenine v zemlji niso zvile.
- Uporabili smo tudi 20 sadik jagod z babičinega vrta. Katere sorte jagod so bile te sadike, ne vemo.

Poleg tega smo v raziskovalni nalogi uporabili semena jagod (*Fragaria vesca* L.) sorte Baron von Solemacher, ki smo jih kupili v trgovini Hema na Dunaju. Semena smo posejali v priloženo zemljo v priloženi vrečki (Slika 1).



Slika 1: Semena jagod (*Fragaria vesca* L.) sorte Baron von Solemacher.

3.2. Gnojila

Gnojila smo kupili v vrtnem centru Kalia, in sicer dve vrsti gnojil:

- specialno gnojilo za jagode Valentin Optimum in
- univerzalno tekoče gnojilo Valentin Optimum.

3.2.1. Specialno gnojilo za jagode

Specialno gnojilo za jagode Valentin Optimum (Slika 2) je bilo v obliki trdnih zrn. Proizvajalec priporoča uporabo 2-krat letno 40 g/m^2 . Ker so imeli okrogli lončki premer 10 cm, je bila njihova površina $P = \pi \times r^2 = 3,14 \times (0,05 \text{ m})^2 = 0,008 \text{ m}^2$. Za površino $0,008 \text{ m}^2$ proizvajalec priporoča $m = 0,008 \text{ m}^2 \times 40 \text{ g/m}^2 = 0,314 \text{ g}$ gnojila. 1 kg gnojila je zavzemal prostornino 14 cm

$x 11 \text{ cm} \times 6 \text{ cm} = 924 \text{ cm}^3$. 0,314 g gnojila je torej zavzemalo prostornino $V = 924 \text{ cm}^3 / 1000 \text{ g} \times 0,314 \text{ g} = 0,29 \text{ cm}^3 = 0,29 \text{ ml}$. Z merilno žličko smo odmerili 5 ml gnojila in gnojilo razdelili na 17 enakih kupčkov. Ugotovili smo, da je na vsakem kupčku 7 zrn gnojila, torej, da je od proizvajalca priporočena količina 7 zrn gnojila na okrogel lonček premera 10 cm s sadiko jagode.

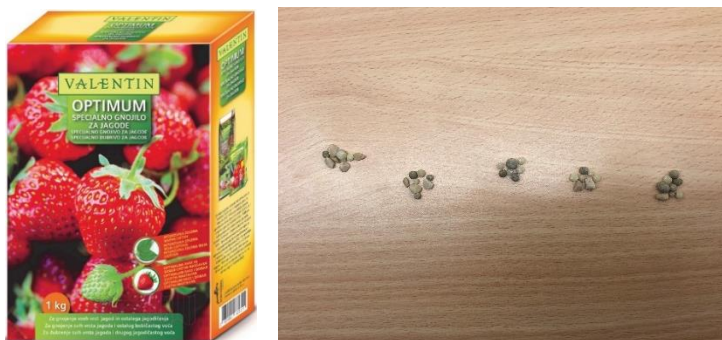
Kvadratni lončki velikosti 13 x 13 cm so imeli površino lončka $0,016 \text{ m}^2$, torej je v primeru teh lončkov od proizvajalca priporočena količina gnojila 14 zrn gnojila na lonček.

V vrečkah za kalitev jagod je bila površina zemlje približno $0,01 \text{ m}^2$, torej smo tem v primeru uporabili 9 zrn gnojila na vrečko.

Poleg po priporočilih količin gnojila smo v naših poskusih uporabili tudi povečane količine gnojila in sicer smo:

- v primeru okroglih lončkov kot povečano količino gnojila uporabili petkrat večjo količino gnojila od priporočene, kar je znašalo 35 zrn gnojila na okrogel lonček s sadiko jagode,
- v primeru kvadratnih lončkov pa dvakrat večjo količino gnojila od priporočene, kar je znašalo 28 zrn gnojila na kvadraten lonček s sadiko jagode.

S specialnim gnojilom za jagode Valentin Optimum smo gnojili tako, da smo zrnca gnojila razporedili po zemlji, nato pa rastline zalili z vodo. Zrnca gnojila so se ob stiku z vodo raztopila.



Slika 2: Specialno gnojilo za jagode Valentin Optimum.

3.2.2. Univerzalno gnojilo

Za univerzalno tekoče gnojilo Valentin Optimum (Slika 3) proizvajalec priporoča 2 pokrovčka na 5 l vode. Gnojilo smo v priporočenem razmerju zmešali v 5 litrski plastenki, v katero smo vlili 2 pokrovčka gnojila.

Pri poskusih, pri katerih smo uporabili povečano količino univerzalnega tekočega gnojila Valentin Optimum, pa smo uporabili dva in pol krat večjo koncentracijo od priporočene, torej smo pa v enolitrsko plastenko z vodo vlili 1 pokrovček gnojila.

Z univerzalnim gnojilom Valentin Optimum smo gnojili tako, da smo rastline zalili s pripravljeno mešanico gnojila in vode.



Slika 3: Univerzalno gnojilo Valentin Optimum.

3.3. Hranilne raztopine

Pripravili smo 5 različnih hranilnih raztopin (Tabela 2, Slika 4):

- hranilno raztopino, ki je vsebovala vsa hranila, ki jih rastline nujno potrebujejo za svojo rast,
- hranilno raztopino, ki je vsebovala vsa hranila, ki jih rastline nujno potrebujejo za svojo rast, razen kalija.
- hranilno raztopino, ki je vsebovala vsa hranila, ki jih rastline nujno potrebujejo za svojo rast, razen dušika,
- hranilno raztopino, ki je vsebovala vsa hranila, ki jih rastline nujno potrebujejo za svojo rast, razen fosforja, ter
- vodo brez dodanih hranil.

Tabela 2: Protokol za pripravo hranilnih raztopin.

založna raztopina v ml na 1 l hranilne raztopine	vsa hranila	brez K	brez N	brez P	brez vseh hranil
0,5 M $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	5	5	0	5	0
0,5 M KNO_3	5	0	0	5	0
0,5 M MgSO_4	2	2	2	2	0
0,5 M KH_2PO_4	1	0	1	0	0
FeNaEDTA	1	1	1	1	0
mikroelementi	1	1	1	1	0
0,5 M NaNO_3	0	5	0	0	0
0,5 M MgCl_2	0	0	0	0	0
0,5 M Na_2SO_4	0	0	0	0	0
0,5 M NaH_2PO_4	0	1	0	0	0
0,5 M CaCl_2	0	0	5	0	0
0,5 M KCl	0	0	5	1	0



Slika 4: Priprava hranilnih raztopin.

3.4. Nastavitev poskusov o vplivu gnojenja na rast sadik jagod

Izvedli smo tri ponovitve poskusa, pri katerem smo opazovali vpliv gnojenja na rast sadik jagod in pojavljanje bolezenskih znamenj na listih jagod.

3.4.1. Pomladanski poskus s sadikami sorte Delizz

21 sadik jagod sorte Delizz smo pustili posajenih v istih lončkih in zemlji, v katerih smo jih kupili. Sadike smo razdelili v sedem skupin po tri sadike:

- skupino, ki je nismo gnojili,
- skupino, ki smo jo gnojili z univerzalnim gnojilom po navodilih proizvajalca (gnojenje enkrat s priporočeno količino gnojila),
- skupino, ki smo jo gnojili z univerzalnim gnojilom pogosteje od navodil proizvajalca (gnojenje vsak teden s priporočeno količino gnojila),
- skupino, ki smo jo gnojili z univerzalnim gnojilom z večjo količino gnojila od navodil proizvajalca (gnojenje enkrat z dva in pol krat večjo količino gnojila od priporočene),
- skupino, ki smo jo gnojili s specialnim gnojilom za jagode po navodilih proizvajalca (gnojenje enkrat s priporočeno količino gnojila),
- skupino, ki smo jo gnojili s specialnim gnojilom za jagode pogosteje od navodil proizvajalca (gnojenje vsak teden s priporočeno količino gnojila) ter
- skupino, ki smo jo gnojili s specialnim gnojilom za jagode z večjo količino gnojila od navodil proizvajalca (gnojenje enkrat s petkrat večjo količino gnojila od priporočene).

Vsako rastlino smo opremili z nalepko, ki je prikazovala pogoje, v katerih je rastlina rastla (tj. katero gnojilo, koliko gnojila in kolikokrat smo uporabili).

3.4.2. Jesenski poskus s sadikami sorte Dely

21 hlajenih sadik jagod sorte Delizz smo posadili v lončke z zemljo. Sadike smo so rastle v zemlji dva tedna, da so si opomogle od stresa, ki ga predstavlja sajenje, nato pa smo jih razdelili v sedem skupin po tri sadike:

- skupino, ki je nismo gnojili,
- skupino, ki smo jo gnojili z univerzalnim gnojilom po navodilih proizvajalca (gnojenje enkrat s priporočeno količino gnojila),
- skupino, ki smo jo gnojili z univerzalnim gnojilom pogosteje od navodil proizvajalca (gnojenje vsak teden s priporočeno količino gnojila),

- skupino, ki smo jo gnojili z univerzalnim gnojilom z večjo količino gnojila od navodil proizvajalca (gnojenje vsak teden z dva in pol krat večjo količino gnojila od priporočene),
- skupino, ki smo jo gnojili s specialnim gnojilom za jagode po navodilih proizvajalca (gnojenje enkrat s priporočeno količino gnojila),
- skupino, ki smo jo gnojili s specialnim gnojilom za jagode pogosteje od navodil proizvajalca (gnojenje vsak teden s priporočeno količino gnojila) ter
- skupino, ki smo jo gnojili s specialnim gnojilom za jagode z večjo količino gnojila od navodil proizvajalca (gnojenje vsak teden z dvakrat večjo količino gnojila od priporočene).

Vsako rastlino smo opremili z nalepko, ki je prikazovala pogoje, v katerih je rastlina rastla (tj. katero gnojilo, koliko gnojila in kolikokrat smo uporabili).

3.4.3. Jesenski poskus s sadikami sorte Delizz

15 sadik jagod sorte Delizz smo pustili posajenih v istih lončkih in zemlji, v katerih smo jih kupili. Sadike smo razdelili v pet skupin po tri sadike:

- skupino, ki je nismo gnojili,
- skupino, ki smo jo gnojili z univerzalnim gnojilom po navodilih proizvajalca (gnojenje enkrat s priporočeno količino gnojila),
- skupino, ki smo jo gnojili z univerzalnim gnojilom pogosteje od navodil proizvajalca (gnojenje vsak teden s priporočeno količino gnojila),
- skupino, ki smo jo gnojili s specialnim gnojilom za jagode po navodilih proizvajalca (gnojenje enkrat s priporočeno količino gnojila) ter
- skupino, ki smo jo gnojili s specialnim gnojilom za jagode pogosteje od navodil proizvajalca (gnojenje vsak teden s priporočeno količino gnojila).

Vsako rastlino smo opremili z nalepko, ki je prikazovala pogoje, v katerih je rastlina rastla (tj. katero gnojilo, koliko gnojila in kolikokrat smo uporabili).

3.5. Nastavitev poskusov o vplivu gnojenja na kalitev semen jagod

Izvedli smo eno ponovitev poskusa, pri katerem smo opazovali vpliv gnojenja na kalitev semen jagod. Imeli smo dve vrečki za kalitev, od katerih:

- ene vrečke nismo gnojili,
- drugo vrečko pa smo pognojili s specialnim gnojilom za jagode po navodilih proizvajalca (gnojenje enkrat s priporočeno količino gnojila).

3.6. Nastavitev poskusov o vplivu pomanjkanja hranil na sadike jagod

Izvedli smo dve ponovitvi poskusa, pri katerem smo opazovali vpliv pomanjkanja hranil na pojavljanje bolezenskih znamenj na listih jagod.

3.6.1. Pomladanski poskus s sadikami sorte Delizz

Petnajstim sadikam jagod sorte Delizz smo oprali korenine do svetlo rjave barve (Slika 5).



Slika 5: Spiranje korenin pred postavitvijo v hidroponsko kulturo.

Sadike smo razdelili v pet skupin po tri sadike, ki smo jih postavili v kozarce z različnimi hranilnimi raztopinami:

- hranilno raztopino, ki je vsebovala vsa hranila, ki jih rastline nujno potrebujejo za svojo rast,
- hranilno raztopino, ki je vsebovala vsa hranila, ki jih rastline nujno potrebujejo za svojo rast, razen kalija,
- hranilno raztopino, ki je vsebovala vsa hranila, ki jih rastline nujno potrebujejo za svojo rast, razen dušika,
- hranilno raztopino, ki je vsebovala vsa hranila, ki jih rastline nujno potrebujejo za svojo rast, razen fosforja,
- vodo brez dodanih hranil.

Vsak kozarec smo opremili z nalepko z informacijo o hranilni raztopini (Slika 6).



Slika 6: Postavitev rastlin v hidroponsko kulturo pomladi.

3.6.2. Jesenski poskus z rastlinami jagod iz babičinega vrta

Dvajsetim rastlinam jagod iz babičinega vrta smo oprali korenine do svetlo rjave barve.

Rastline smo razdelili v pet skupin po štiri rastline, ki smo jih postavili v kozarce z različnimi hranilnimi raztopinami:

- hranilno raztopino, ki je vsebovala vsa hranila, ki jih rastline nujno potrebujejo za svojo rast,
- hranilno raztopino, ki je vsebovala vsa hranila, ki jih rastline nujno potrebujejo za svojo rast, razen kalija,
- hranilno raztopino, ki je vsebovala vsa hranila, ki jih rastline nujno potrebujejo za svojo rast, razen dušika,
- hranilno raztopino, ki je vsebovala vsa hranila, ki jih rastline nujno potrebujejo za svojo rast, razen fosforja,
- vodo brez dodanih hranil.

Vsak kozarec smo opremili z nalepko z informacijo o hranilni raztopini (Slika 7).



Slika 7: Postavitev rastlin v hidroponsko kulturo jeseni.

3.7. Zbiranje podatkov

3.7.1. Zbiranje podatkov pri poskusih o vplivu gnojenja na rast sadik jagod

Pri poskusih o vplivu gnojenja na rast sadik jagod smo rastline opazovali 6 do 12 tednov po nastavitvi poskusa. Rastline smo pregledali, prešteli število listov in lističev (vsak list jagode ima tri lističe, če ni poškodovan) ter si za vsako rastlino zapisali:

- število lističev brez bolezenskih znamenj,
- število lističev, ki so rumeneli,
- število lističev, ki so se sušili in
- število suhih lističev.

Rastline smo tudi fotografirali.

3.7.2. Zbiranje podatkov pri poskusu o vplivu gnojenja na kalitev semen jagod

Pri poskusu o vplivu gnojenja na kalitev semen jagod smo kalice opazovali 9 tednov po nastavitvi poskusa. Pri tem poskusu smo šteli število kalic.

3.7.3. Zbiranje podatkov pri poskusih o vplivu pomanjkanja hranil na sadike jagod

Pri poskusih o vplivu pomanjkanja mineralnih hranil na razvoj bolezenskih znamenj na listih jagod smo rastline opazovali 6 tednov po nastavitvi poskusa. Rastline smo pregledali, prešteli število listov in lističev (vsak list jagode ima tri lističe, če ni poškodovan) ter si v prvi ponovitvi poskusa za vsako rastlino zapisali:

- število lističev brez bolezenskih znamenj,
- število lističev, ki so rumeneli,
- število lističev, ki so se sušili in
- število suhih lističev.

V drugi ponovitvi poskusa smo bolezenska znamenja še nekoliko bolj razčlenili in si za vsako rastlino zapisali:

- število lističev brez bolezenskih znamenj,
- število lističev s posameznimi rjavimi pikami,
- število lističev s suhimi konicami,
- število lističev, ki rumenijo,
- število lističev, ki se sušijo, ter
- število suhih lističev.

Rastline smo pri obeh ponovitvah tudi fotografirali.

3.8. Obdelava podatkov

Zbrane podatke smo obdelali s pomočjo računalniškega programa Excel.

Izračunali smo povprečno vrednost, ki je vsota vseh meritev, deljena s številom meritev.

S pomočjo računalniškega programa Excel smo narisali grafe.

S funkcijo TTEST smo v programu Excel izračunali vrednost p , ki nam pove, s kakšnim tveganjem lahko trdimo, da se delež listov z izraženimi bolezenskimi znamenji pri rastlinah, ki smo jih gnojili, in pri rastlinah, ki jih nismo gnojili, med seboj razlikuje, oziroma z drugimi besedami, čim nižja je vrednost p , tem bolj gotovi smo lahko, da je gnojenje vplivalo na delež listov z izraženimi bolezenskimi znamenji.

4. REZULTATI

4.1. Rezultati poskusov o vplivu gnojenja na rast sadik jagod

4.1.1. Pomladanski poskus s sadikami sorte Delizz

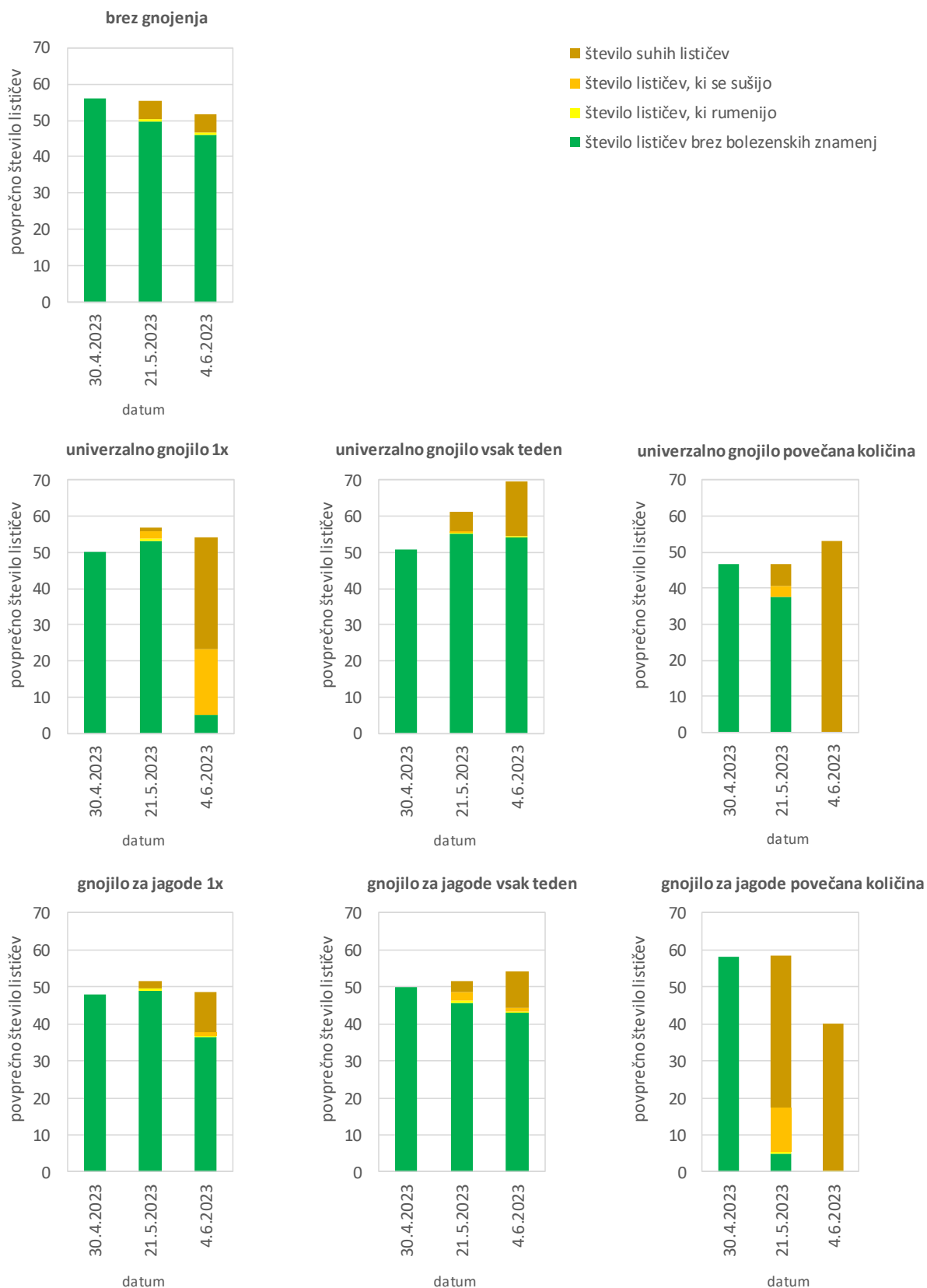
Sadike jagod sorte Delizz smo opazovali pet tednov od nastavitve poskusa.

Po treh tednih (Slika 8) rastline jagod brez gnojenja niso kazale nobenih bolezenskih znamenj, medtem ko so se na vseh rastlinah, ki smo jih gnojili, začela pojavljati bolezenska znamenja. Spodnji listi rastlin, ki smo jih enkrat zalili z univerzalnim gnojilom po priporočilih proizvajalca, so začeli rumeneti, pri rastlinah, ki smo jih zalili z univerzalnim gnojilom vsak teden, pa so se spodnji listi začeli sušiti. Rastline, ki smo jih zalili s povečano količino univerzalnega gnojila, so bile opazno manjše od kontrolnih, negnojenih rastlin.

Tudi pri rastlinah, ki smo jih gnojili s specialnim gnojilom za jagode po navodilih proizvajalca, in pri rastlinah, ki smo jih gnojili s specialnim gnojilom za jagode vsak teden, so spodnji listi začeli rumeneti. Dve od treh rastlin, ki smo jih pognojili s povečano količino specialnega gnojila za jagode, sta se posušili, tudi tretji rastlini pa so se sušili spodnji listi (Graf 1).



Slika 8: Jagode sorte Delizz 3 tedne po začetku poskusa o vplivu gnojenja na rast sadik jagod.



Graf 1: Bolezenska znamenja na jagodah sorte Delizz pri poskusu o vplivu gnojenja na rast sadik jagod.

Tudi po petih tednih (Slika 9) rastline jagod brez gnojenja niso kazale bolezenskih znamenj, medtem ko so se na vseh rastlinah, ki smo jih gnojili, bolezenska znamenja še okrepila. Spodnji listi rastlin, ki smo jih enkrat zalili z univerzalnim gnojilom po priporočilih proizvajalca, so bili posušeni, podoben rezultat pa so pokazale tudi jagode, ki smo jih zalivali z univerzalnim gnojilom vsak teden. Rastline, ki smo jih zalili s povečano količino univerzalnega gnojila, pa so bile posušene.

Pri rastlinah, ki smo jih pognojili s specialnim gnojilom za jagode enkrat po navodilih proizvajalca, je bilo nekaj spodnjih listov suhih, še nekoliko več spodnjih listov pa je bilo suhih pri rastlinah, ki smo jih gnojili s specialnim gnojilom za jagode vsak teden. Rastline, ki smo jih pognojili s povečano količino specialnega gnojila za jagode, pa so bile vse posušene (Graf 1).



Slika 9: Jagode sorte Delizz 5 tednov po začetku poskusa o vplivu gnojenja na rast sadik jagod.

4.1.2. Jesenski poskus s sadikami sorte Dely

V jesenskem poskusu smo sadike jagod sorte Dely opazovali 11 tednov.

Po treh tednih so se že opazile razlike v številu listov. Jagode, ki jih nismo gnojili, so imele največ listov, kljub temu, da na začetku poskusa razlik v številu listov ni bilo. Jagodam, ki so bile zalite enkrat z univerzalnim gnojilom, se je že posušilo nekaj lističev, še nekoliko več listov pa se je posušilo jagodam, ki smo jih zalivali z univerzalnim gnojilom vsak teden. Jagodam, ki pa smo jih zalivali vsak teden s povečano količino univerzalnega gnojila, pa se je kljub temu, da je zraslo nekaj novih listov, polovica listov posušila, še nekaj pa se jih je sušilo. Jagodam, ki smo jih gnojili s specialnim gnojilom za jagode, je zraslo v teh treh tednih nekaj novih listov, nekaj pa se jih je posušilo, medtem ko je jagodam, ki smo jih gnojili s specialnim gnojilom za jagode vsak teden, zraslo veliko novih listov, nekaj pa se jih je tudi sušilo.

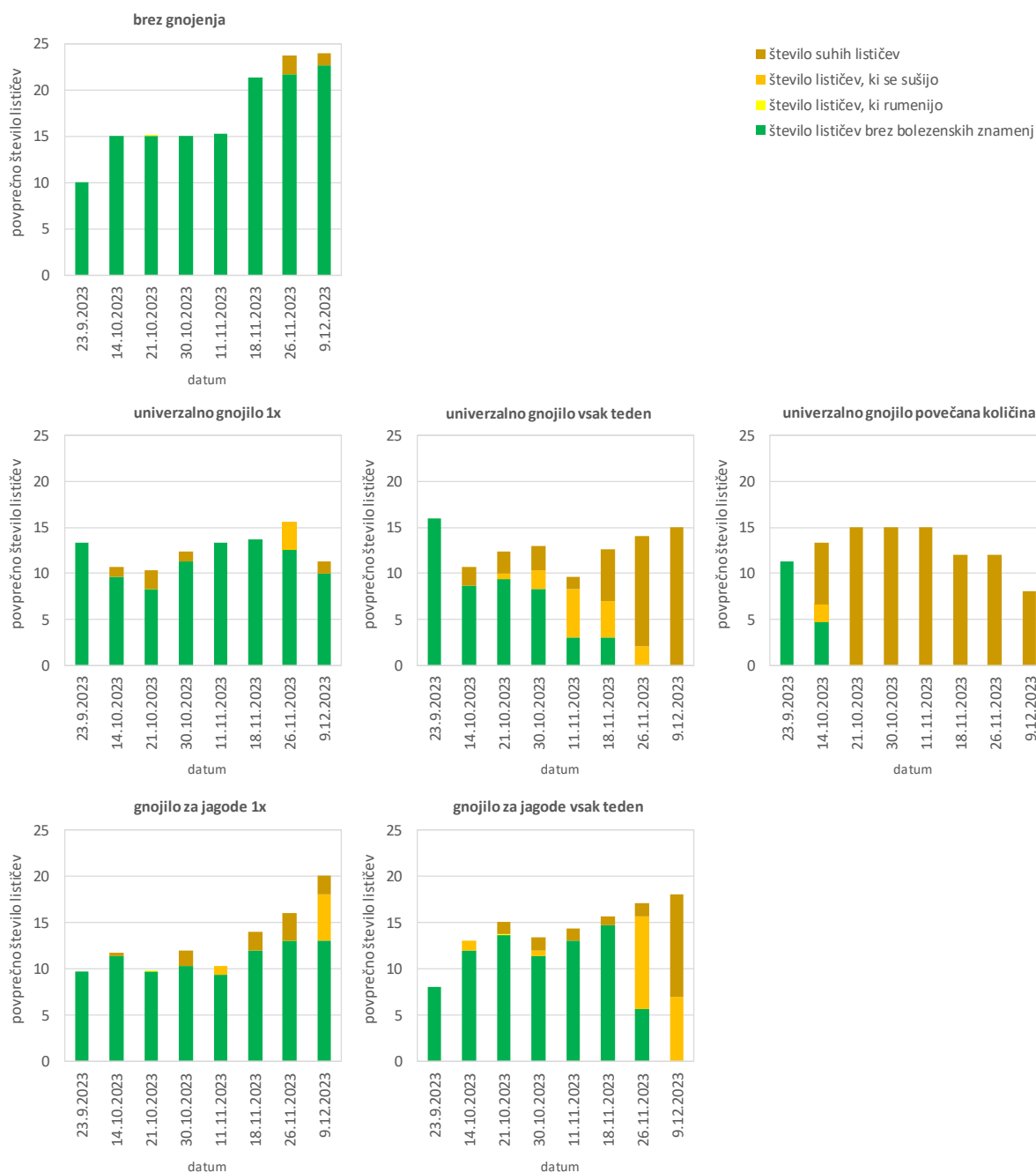
V naslednjih štirih tednih, jagodam brez gnojenja ni zrasel noben list, a noben tudi ni pokazal nobenega bolezenskega znamenja. Proti koncu poskusa pa se je nekaj malega lističev posušilo.

Jagodam, ki smo jih gnojili s specialnim gnojilom za jagode, je število listov v naslednjih štirih tednih nihalo. V zadnjih štirih tednih se je jagodam, ki smo jih gnojili enkrat s specialnim gnojilom za jagode, povečala količina tako količina zdravih listov, kot tudi število listov, ki so se sušili ali pa so bili suhi. Tiste jagode, ki smo jih gnojili vsak teden s specialnim gnojilom za jagode, so se začele obilno sušiti, dokler se niso enajsti teden dokončno posušile.

Jagodam, ki smo zalili z univerzalnim gnojilom enkrat, je v število listov še bolj upadlo, nato pa se je dvignilo na število listov ob začetku poskusa. Število listov brez bolezenskih znamenj je na jagodah, ki smo jih gnojili z univerzalnim gnojilom vsak teden, naslednje tri tedne ostajalo konstantno, saj se jih je enako sušilo, kot je zrastle novih, v četrtem tednu pa se je število suhih listov toliko povečalo, da so ostali le še trije zdravi lističi, ki so se nato še ti v naslednjih tednih posušili. Jagode, ki smo jih zalivali s povečano količino univerzalnega gnojila, pa so se že v tretjem tednu dokončno posušile (Slika 10, Graf 2).



Slika 10: Jagode sorte Dely 8 tednov po začetku poskusa o vplivu gnojenja na rast sadik jagod.



Graf 2: Bolezenska znamenja na jagodah sorte Dely pri poskusu o vplivu gnojenja na rast sadik jagod.

4.1.3. Jesenski poskus s sadikami sorte Delizz

Jagodam, ki jih nismo gnojili, je zrastle nekaj novih listov, a so se listi hkrati začeli tudi sušiti, tako da je do konca poskusa število listov brez bolezenskih znamenj upadlo.

Podobno situacijo smo zasledili tudi pri jagodah, ki smo jih samo enkrat pognojili s specialnim gnojilom za jagode, le da so te jagode pognale bistveno več listov kot ostale jagode, a se je na koncu poskusa zaradi sušenja tudi pri teh jagodah število listov zopet zmanjšalo na začetno raven. Pri jagodah, ki smo jih gnojili s specialnim gnojilom za jagode vsak teden, je bilo sušenje lističev hitrejše.

Jagodam, ki smo jih enkrat gnojili z univerzalnim gnojilom je zraslo nekaj novih listov, hkrati pa so se listi začeli sušiti. Jagodam, ki pa smo jih gnojili z univerzalnim gnojilom vsak teden, pa so se listi sušili najhitreje in najbolj (Slika 11, Graf 3).



Slika 11: Jagode sorte Delizz 9 tednov po začetku poskusa o vplivu gnojenja na rast sadik jagod.



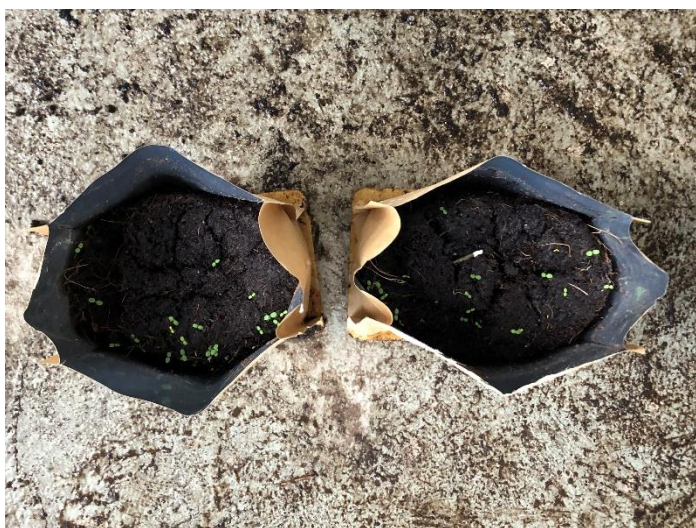
Graf 3: Bolezenska znamenja na jagodah sorte Delizz pri poskusu o vplivu gnojenja na rast sadik jagod.

4.2. Rezultati poskusa o vplivu gnojenja na kalitev semen jagod

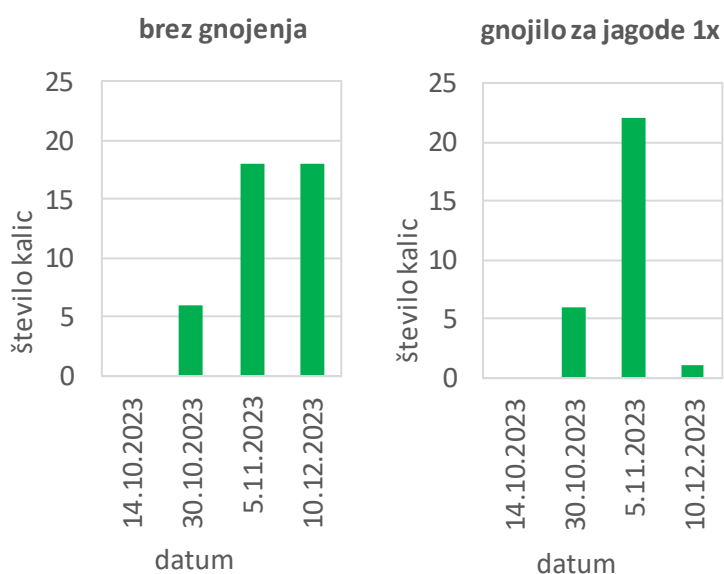
Po dveh tednih so kalila prva semena in pojavile so se prve kalice. Po dveh tednih je bilo število kalic v zemlji, ki smo jo pognojili s specialnim gnojilom za jagode po navodilih proizvajalca, enako kot v zemlji, ki je nismo gnojili.

Naslednji teden se je število kalic v obeh vrečkah povečalo, vendar bolj v vrečki, v kateri smo zemljo pognojili (Slika 12).

Ko smo pogledali obe vrečki čez en mesec, pa smo opazili, da so v vrečki, v kateri zemlje nismo pognojili, rastle še vse kalice, medtem ko se je v vrečki, v kateri smo zemljo enkrat pognojili z gnojilom za jagode, število kalic bistveno zmanjšalo (Graf 4).



Slika 12: Kalice jagod sorte Baron von Solemacher 3 tedne po začetku poskusa o vplivu gnojenja na kalitev jagod.



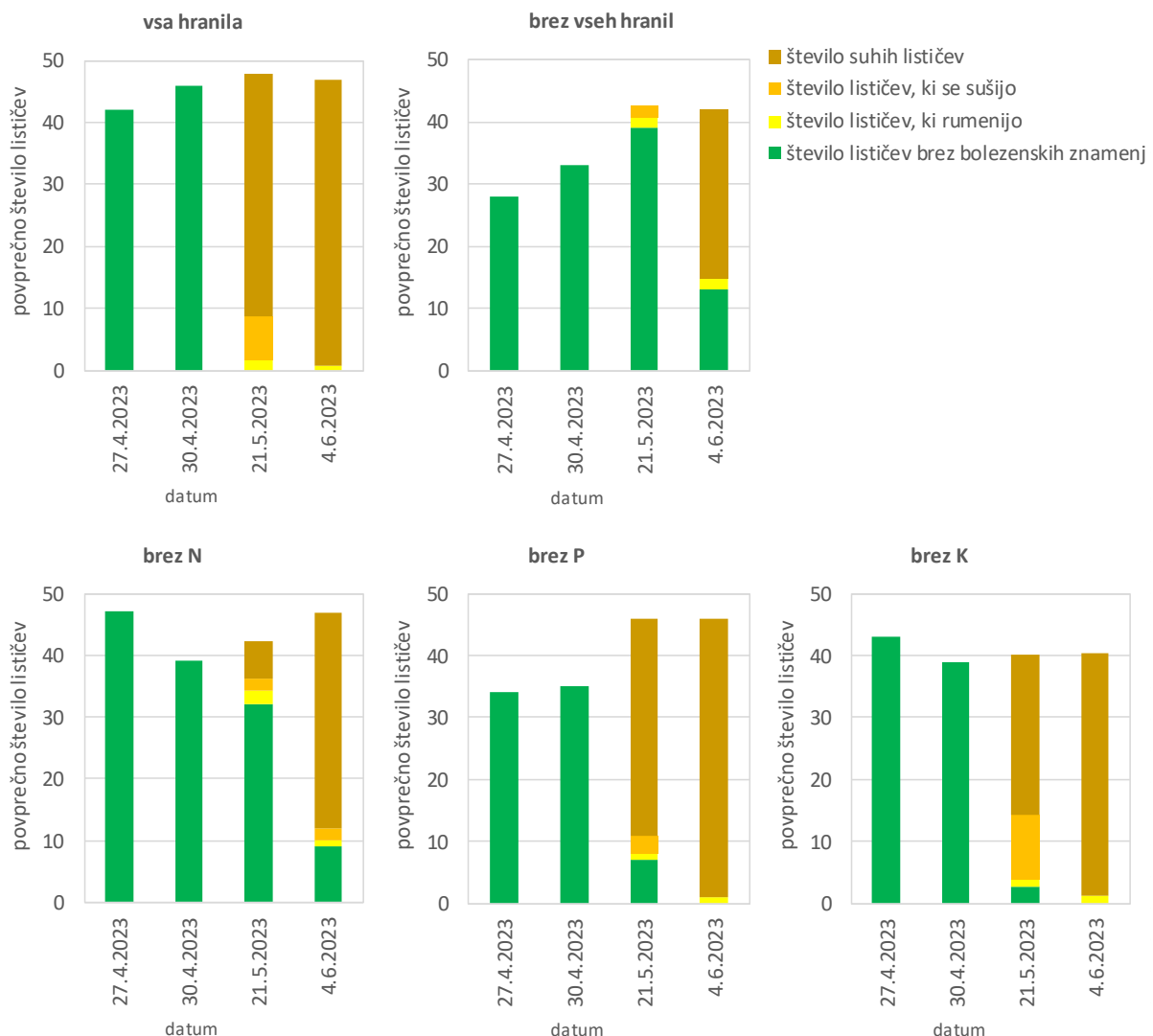
Graf 4: Število kalic jagod sorte Baron von Solemacher pri poskusu o vplivu gnojenja na kalitev jagod.

4.3. Rezultati poskusov o vplivu pomanjkanja hranil na sadike jagod

4.3.1. Pomladanski poskus s sadikami sorte Delizz

Rastline jagod, ki smo jih postavili v hranilno raztopino, ki je vsebovala vsa hranila, so se po treh tednih posušile. Sušile so se tudi rastline jagod, ki smo jih postavili v hranilni raztopini, ki sta vsebovali vsa hranila razen fosforja ali razen kalija. Rastline jagod, ki smo jih postavili v hranilno raztopino, ki je vsebovala vsa hranila razen dušika ali v vodo brez dodanih hranil, pa po treh tednih niso kazale bolezenskih znamenj (Slika 13).

Po petih tednih so bile pošušene vse rastline, razen ene rastline v hranilni raztopini, ki je vsebovala vsa hranila razen dušika, in ene rastline v vodi brez dodanih hranil (Graf 5).



Graf 5: Bolezenska znamenja na jagodah sorte Delizz pri poskusu o vplivu pomanjkanja hranil na sadike jagod.



Slika 13: Jagode sorte Delizz 4 tedne po začetku poskusa o vplivu pomanjkanja hranil na sadike jagod.

4.3.2. Jesenski poskus z rastlinami jagod iz babičinega vrta

Jagodam, ki so imele v hranilni raztopini vsa hranila, je že drugi teden količina lističev brez bolezenskih znamenj močno upadla, močno pa se je povečala količina lističev s suhimi konicami. Po treh tednih so začeli lističi rumeneti in se sušiti. V naslednjih tednih je pa vedno več listov rumenelo, listi, ki pa so bili poprej le suhi na konicah, pa so se v vedno večji meri sušili po celi površini (Slika 14).

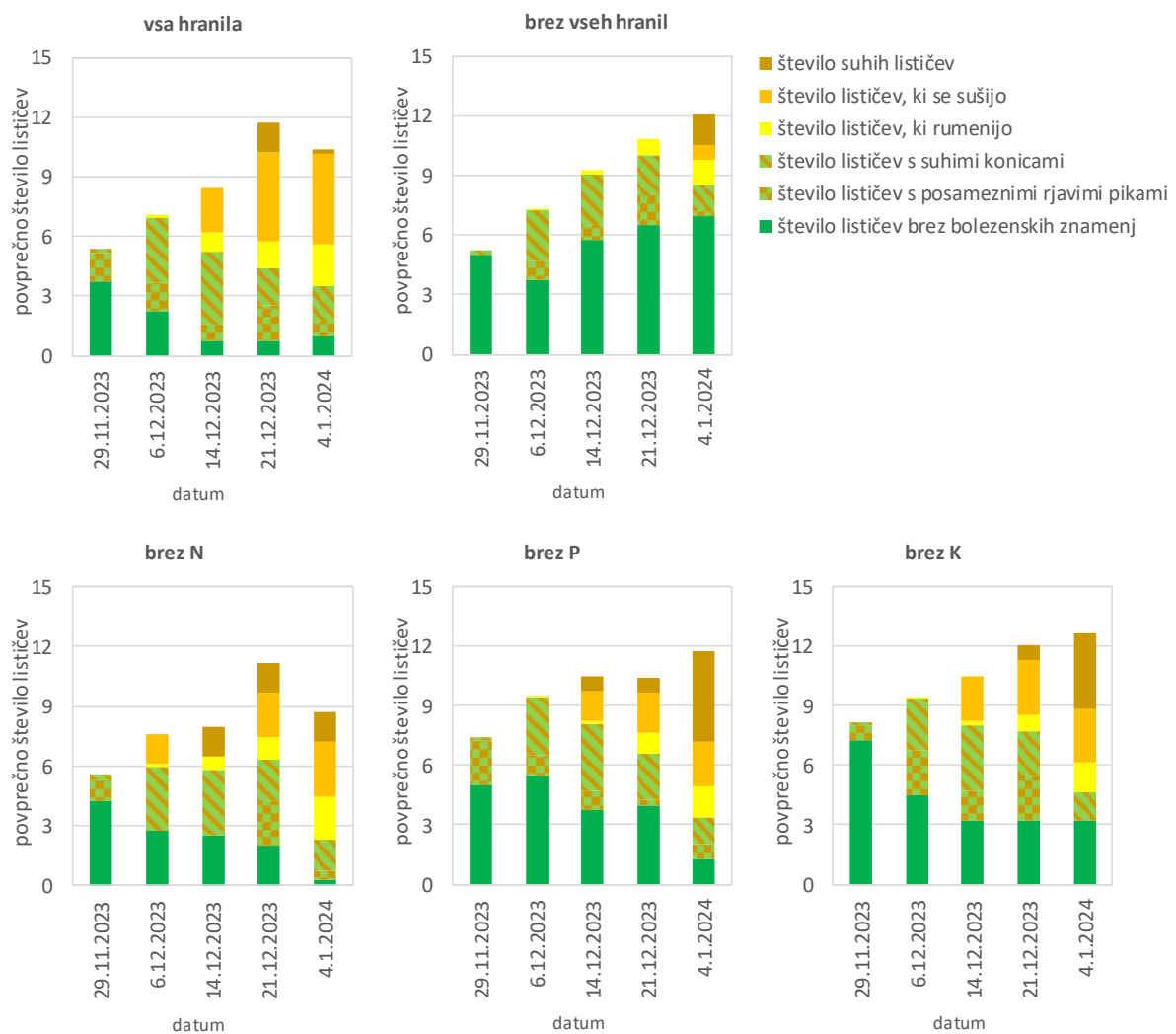


Slika 14: Jagode iz babičinega vrta 4 tedne po začetku poskusa o vplivu pomanjkanja hranil na sadike jagod.

Število listov brez bolezenskih znamenj se je zmanjšalo tudi pri rastlinah, ki v hranilni raztopini niso imele dušika, fosforja ali kalija. Sprva so listi dobivali rjave pike, nato so se sušile konice listov, nazadnje pa so listi rumeneli in se sušili. Pri rastlinah v hranilni raztopini brez dušika se

je do konca poskusa posušilo nekoliko več lističev kot pri rastlinah v hranilni raztopini brez fosforja. Pri rastlinah v hranilni raztopini brez kalija pa je bilo število lističev z bolezenskimi znamenji še malenkost manjše.

Bistveno manj lističev z bolezenskimi znamenji pa smo zabeležili pri rastlinah, ki so bile vodi brez vseh hranil. Pri teh rastlinah je ob koncu poskusa kazalo bolezenska znamenja manj kot polovica vseh lističev, več kot polovica vseh lističev je bilo brez bolezenskih znamenj (Graf 6).

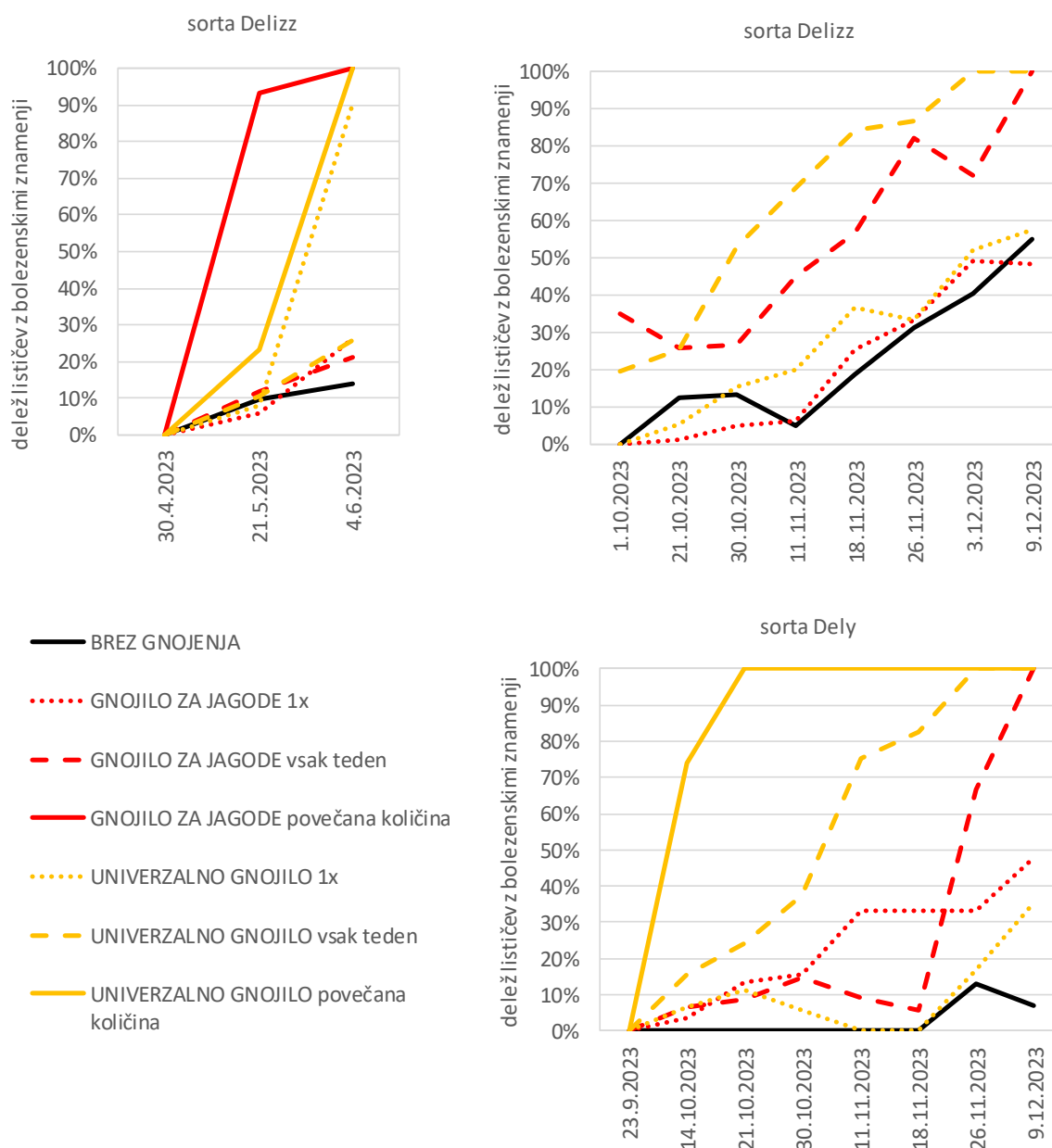


Graf 6: Bolezenska znamenja na jagodah iz babičinega vrta pri poskusu o vplivu pomanjkanja hranil na sadike jagod.

5. RAZPRAVA

5.1. Vpliv gnojenja na rast sadik jagod

Raziskali smo vpliv količine univerzalnega gnojila in specialnega gnojila za jagode ter pogostosti gnojenja na rast jagod sort Dely in Delizz v loncih. Dobljeni rezultati so bili v nasprotju z našo hipotezo, da bo pogostejše gnojenje z večjo količino gnojila ugodno vplivalo na uspevanje jagod. Pokazalo se je ravno nasprotno, namreč da so pri gnojenju z večjo količino gnojila, kot jo priporoča proizvajalec, na listih jagod najprej pojavila bolezenska znamenja (Graf 7). Iz tega lahko zaključimo, da gnojenje s količinami gnojil večjimi od priporočil proizvajalca škodljivo vpliva na rastline. Povzroči bolezenska znamenja na listih rastlin, rastline pa lahko tudi odmrejo.



Graf 7: Delež lističev z bolezenskimi znamenji pri jagodah sort Delizz in Dely v odvisnosti od količine univerzalnega gnojila in specialnega gnojila za jagode ter pogostosti gnojenja.

Poleg tega uporaba večjih količin gnojil, kot jih priporoča proizvajalec, škodljivo vpliva na okolje, saj rastline ne morejo privzeti večje količine hranil. Hranila, ki jih rastline ne privzamejo, pa se sperejo v podtalnico, druga vodna telesa ali pa pridejo v ozračje, kar je v vsakem primeru škodljivo za okolje.

Naše raziskave so pokazale, da je tudi pogostejše gnojenje od priporočenega s strani proizvajalca, škodljivo za rastline. Tudi v tem primeru so se na listih jagod pojavila bolezenska znamenja, vendar v manjši meri kot pri uporabi večje količine gnojila od priporočene s strani proizvajalca. Tudi v primeru pogostejše uporabe gnojil od priporočene, rastline ne morejo privzeti vseh gnojil, kar je škodljivo za okolje.

Naše raziskave so proti pričakovanjem pokazale, da niti priporočena količina in pogostost gnojenja ni ugodno vplivala na uspevanje jagod sort Dely in Delizz v loncih. To se je pokazalo tako pri gnojenju z univerzalnim gnojilom kot tudi pri gnojenju s specialnim gnojilom za jagode. It tega sklepamo, da so imele jagode v našem poskusu že pred gnojenjem v substratu razpoložljivo zadostno količino mineralnih hranil. Jagode sorte Delizz smo kupili v vrtnem centru Kalia in smo jih med poskusom pustili v istem substratu, v katerem smo jih kupili. Jagode sorte Dely pa smo posadili v substrat znamke Potground H, ki je tudi vseboval dovolj mineralnih hranil za jagode.

Zato prave primerjave med primernostjo specialnega gnojila za jagode in univerzalnega gnojila nismo mogli narediti, čeprav se je glede na pojavljanje bolezenskih znakov na listih specialno gnojilo za jagode izkazalo primernejše kot univerzalno gnojilo (Graf 9).

Ugotovitve o vplivu gnojenja na delež lističev z izraženimi bolezenskimi znamenji smo podkrepili še z izračuni vrednosti p s T testom. Vrednost p , izračunana s T testom, nam namreč pove, s kakšnim tveganjem lahko trdimo, da je gnojenje vplivalo na delež lističev z izraženimi bolezenskimi znamenji. Če tveganje ni bilo večje od 5%, lahko trdimo, da je bila razlika v deležu lističev z izraženimi bolezenskimi znamenji pri rastlinah, ki smo jih gnojili, in pri rastlinah, ki jih nismo gnojili, statistično značilna. Polja v Tabeli 3, ki prikazujejo statistično značilne razlike, so osenčena s sivo barvo.

Izračuni so pokazali, da na začetku poskusa, ko je bil delež lističev z izraženimi bolezenskimi znamenji pri večini rastlin še majhen, gnojenje še ni statistično značilno vplivalo na delež lističev z izraženimi bolezenskimi znamenji. Prav tako ne na koncu tistega poskusa, pri katerem je imela večina rastlin na koncu velik delež lističev z izraženimi bolezenskimi znamenji. Vmes pa so bile razlike v deležu lističev z izraženimi bolezenskimi znamenji pri rastlinah, ki smo jih gnojili, in rastlinah, ki jih nismo gnojili, statistično značilne (Tabela 3).

Opazili smo, da razlike v deležu lističev z izraženimi bolezenskimi znamenji med rastlinami, ki smo jih gnojili s specialnim gnojilom za jagode po navodilih proizvajalca, in rastlinami, ki jih nismo gnojili, niso bile statistično značilne. Razlike v deležu lističev z izraženimi bolezenskimi znamenji med rastlinami, ki smo jih gnojili z univerzalnim gnojilom po navodilih proizvajalca, in rastlinami, ki jih nismo gnojili, pa so bile v nekaterih časovnih točkah statistično značilne. To

še dodatno potrjuje naša opažanja, da je bilo specialno gnojilo za jagode primernejše kot univerzalno gnojilo (Tabela 3).

V primeru povečane pogostosti gnojenja smo dobili več statistično značilnih razlik v deležu lističev z izraženimi bolezenskimi znamenji med rastlinami, ki smo jih gnojili, in rastlinami, ki jih nismo gnojili (Tabela 3). To je potrdilo naša opažanja, da je povečana pogostost gnojenja poveča delež lističev z izraženimi bolezenskimi znamenji.

Še več razlik pa je bilo statističnih, ko smo primerjali delež lističev z izraženimi bolezenskimi znamenji med rastlinami, ki smo jih gnojili s povečano količino gnojila, in rastlinami, ki jih nismo gnojili (Tabela 3), kar tudi potrjuje naša opažanja, da povečana količina gnojila najbolj poveča delež lističev z izraženimi bolezenskimi znamenji.

Tabela 3: Tveganje, s katerim lahko trdimo, da je gnojenje vplivalo na delež lističev z izraženimi bolezenskimi znamenji.

sorta Delizz		30.4.2023	21.5.2023	4.6.2023							
GNOJILO ZA JAGODE 1x	BREZ GNOJENJA	100%	55%	19%							
GNOJILO ZA JAGODE vsak teden	BREZ GNOJENJA	100%	80%	41%							
GNOJILO ZA JAGODE povečana količina	BREZ GNOJENJA	100%	0%	1%							
UNIVERZALNO GNOJILO 1x	BREZ GNOJENJA	100%	76%	0%							
UNIVERZALNO GNOJILO vsak teden	BREZ GNOJENJA	100%	93%	45%							
UNIVERZALNO GNOJILO povečana količina	BREZ GNOJENJA	100%	49%	1%							

sorta Delizz		1.10.2023	21.10.2023	30.10.2023	11.11.2023	18.11.2023	26.11.2023	3.12.2023	9.12.2023
GNOJILO ZA JAGODE 1x	BREZ GNOJENJA	100%	13%	44%	83%	67%	87%	78%	75%
GNOJILO ZA JAGODE vsak teden	BREZ GNOJENJA	33%	43%	41%	5%	23%	3%	39%	12%
UNIVERZALNO GNOJILO 1x	BREZ GNOJENJA	100%	39%	85%	2%	42%	87%	72%	91%
UNIVERZALNO GNOJILO vsak teden	BREZ GNOJENJA	18%	45%	4%	3%	2%	2%	16%	12%

sorta Dely		23.9.2023	14.10.2023	21.10.2023	30.10.2023	11.11.2023	18.11.2023	26.11.2023	9.12.2023
GNOJILO ZA JAGODE 1x	BREZ GNOJENJA	100%	42%	43%	26%	43%	43%	61%	27%
GNOJILO ZA JAGODE vsak teden	BREZ GNOJENJA	100%	42%	29%	5%	27%	45%	5%	0%
UNIVERZALNO GNOJILO 1x	BREZ GNOJENJA	100%	42%	43%	45%	42%	42%	87%	48%
UNIVERZALNO GNOJILO vsak teden	BREZ GNOJENJA	100%	19%	3%	1%	4%	4%	2%	0%
UNIVERZALNO GNOJILO povečana količina	BREZ GNOJENJA	100%	10%	0%	0%	0%	0%	2%	0%

5.2. Vpliv gnojenja na kalitev semen jagod

Tudi rezultati vpliva gnojenja na kalitev semen jagod so nas presenetili. Ugotovili smo namreč, da gnojenje s specialnim gnojilom za jagode po navodilih proizvajalca na kalitev semen jagod sorte Baron von Solemacher ni imelo vpliva, znižalo pa je preživetje kalic. Iz tega lahko sklepamo, da je seme manj občutljivo na mineralno sestavo v okolici kot majhne rastlinice, kalice.

5.3. Vpliv pomanjkanja hranil na sadike jagod

Najbolj pa so nas presenetili rezultati raziskav vpliva pomanjkanja mineralnih hranil na pojav bolezenskih znamenj na listih rastlin jagod v hidroponski kulturi. Jagode so namreč najboljše

uspevale v vodi brez dodanih hranil, najslabše pa, če so imele v hranilni raztopini na voljo vsa mineralna hranila. To je v nasprotju s teorijo, da rastline za svojo rast in razvoj potrebujejo mineralna hranila in da jim samo voda ne zadostuje. Ta rezultat bi morda lahko razložili tako, da rastline jagod brez mineralnih hranil sicer ne morejo uspevati, vendar da imajo rastline jagod v sebi shranjenih toliko mineralnih hranil, da nekaj časa lahko uspevajo tudi samo v vodi. Po nekaj tednih pa se na listih rastlin v vodi začnejo pojavljati bolezenska znamenja pomanjkanja hranil. Bolezenska znamenja na listih rastlin pa bi morda lahko razložili s preveliko količino mineralnih hranil. Znano je namreč, da je prevelika količina mineralnih hranil za rastline tudi škodljiva. Znano pa je tudi, da različne vrste in sorte rastlin lahko prenesejo različne maksimalne koncentracije hranil. Morda so bile koncentracije mineralnih elementov v hranilnih raztopinah za izbrani sorti jagod previsoke, saj so bile pripravljene po splošni recepturi za hranilno raztopino za rastline.

Pri pomladanskem poskusu so bile po petih tednih posušene vse rastline, razen ene rastline v hranilni raztopini, ki je vsebovala vsa hranila razen dušika, in ene rastline v vodi brez dodanih hranil. Glede na to, da so se posušile tudi rastline v vodi brez dodanih hranil, vzroka za sušenje ne moremo pripisati samo dodatku hranil. Vzrok bi bila lahko tudi nepravilna postavitev korenin, saj so bili kozarci spomladi premajhni, da bi bile vse korenine obrnjene navzdol, ali šok zaradi spremembe okolja. Pri jesenskem poskusu smo zato uporabili večje kozarce, pred postavitvijo v hidroponsko kulturo, pa smo sadikam korenine toliko porezali, da so bile vse korenine obrnjene navzdol, da smo izključili možnost, da so se rastline posušile zato, ker niso imele vseh korenin obrnjenih navzdol.

Ker so nas rezultati poskusov presenetili, smo poskuse večkrat ponovili in tako dobljene rezultate potrdili. Jeseni smo imeli na razpolago druge sorte jagod in drugačne sadike, med drugim tudi hlajene sadike, dobili pa smo zelo podobne rezultate kot v poskusih spomladi. To daje našim rezultatom še dodatno gotovost, saj smo pokazali, da so neodvisni od sorte jagode, tipa sadike in letnega časa.

6. ZAKLJUČKI

Ugotovili smo, da več gnojenja nikakor v vsakem primeru ne pomeni boljše rast jagod.

V teoretičnem delu raziskovalne naloge smo sicer ugotovili, da je v pridelovalnih nasadih gnojenje jagod nujno, saj skupaj s pridelkom iz pridelovalnih površin odnašamo tudi mineralna hranila, ki jih je potrebno v zemlji nadomestiti, da omogočimo nemoteno rast naslednjih letin. V eksperimentalnem delu raziskovalne naloge pa smo ugotovili, da so jagode sorte Delizz v loncih uspevale bolje, če jih nismo gnojili, kot če smo jih gnojili z univerzalnim gnojilom ali s specialnim gnojilom za jagode, iz česar sklepamo, da so imele jagode v zemlji, v kateri smo jih kupili, dovolj mineralnih hranil. Gnojenje po priporočilih proizvajalca ni imelo velikega vpliva na jagode, medtem ko je pogostejše gnojenje od priporočenega ali gnojenje z večjo količino gnojila od priporočene povzročilo povečano količino bolezenskih znamenj na listih. Do zelo podobnih ugotovitev smo prišli tudi pri sorti Dely, ki smo jo posadili v lonce. Tudi tu sklepamo, da je začetna količina mineralnih snovi v zemlji, v katero smo jih posadili, jagodam zadostovala. Specialno gnojilo za jagode se je izkazalo primernejše kot univerzalno gnojilo.

Gojenje jagod na balkonu v majhnih lončkih se ni izkazalo za optimalno. V času poskusa je na rastlinah zrastle le nekaj plodov, od katerih je le eden popolnoma dozorel.

Ugotovili smo tudi, da gnojenje s specialnim gnojilom za jagode po navodilih proizvajalca na kalitev semen jagod sorte Baron von Solemacher ni imelo vpliva, znižalo pa je preživetje kalic.

Najbolj pa so nas presenetili rezultati raziskav vpliva pomanjkanja mineralnih hranil na pojav bolezenskih znamenj na listih rastlin jagod v hidroponski kulturi. Jagode so namreč najboljše uspevale v vodi brez dodanih hranil, najslabše pa, če so imele v hranilni raztopini na voljo vsa mineralna hranila. Razlog za to bi morda lahko bil, da smo v hranilni raztopini uporabili previsoke koncentracije mineralnih snovi za jagode. Pomanjkanja različnih hranil se niso odražala v različnih bolezenskih znamenjih, razlikovala se je le hitrost in jakost izražanja bolezenskih znamenj.

Glede na rezultate raziskovalne naloge smo potrdili le eno od štirih postavljenih hipotez:

- Specializirano gnojilo za jagode je primernejše za gnojenje jagod od univerzalnega gnojila.

Tri zastavljene hipoteze pa smo ovrgli:

- Jagode lahko gojimo tudi v loncih na balkonu.
- Bolj kot jagode gnojimo, bolje bodo uspevale.
- Pomanjkanja različnih hranil se bodo na listih jagod odražala v različnih bolezenskih znamenjih.

7. VIRI IN LITERATURA

7.1. Literatura

- Čebin A. 2016. Pridelek žlahtnega jagodnjaka (*Fragaria x ananassa* Duch.) sorte 'Dely' pri različnih sadilnih razdaljah : diplomsko delo. Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo.
- Darrow, George M. 1966. *The Strawberry: History, Breeding and Physiology*. New York. Holt, Rinehart and Winston.
- Koron D. 1997. *Jagode: Pridelovanje in uporaba*. Ljubljana, Kmečki glas: 120 str.
- Manganaris GA, Goulas V, Vicente AR, Terry LA. 2014. Berry antioxidants: small fruits providing large benefits. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 30;94(5): 825-33.
- Selak I. 2013. Pomološke lastnosti izbranih sort jagod (*Fragaria x ananassa* Duch.) : diplomsko delo. Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo.
- Štampar F., Lešnik M., Veberič R., Solar A., Koron D., Usenik V., Hudina M., Osterc G. 2005. *Sadjarstvo*. Ljubljana, Kmečki glas: 416 str.
- Taiz L, Zeiger E. 2015. *Plant Physiology*. 6th Edition, Sinauer Associates.
- Turk A. 2023. Vpliv različnih pripravkov na vegetativno rast in pridelek jagod sorte `Clery` (*Fragaria x ananassa* Duch.) : magistrsko delo. Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo.
- Weber N, Schmitzer V, Jakopič J, Štampar F. 2018. First fruit in season: seaweed extract and silicon advance organic strawberry (*Fragaria x anannasa* Duch.) fruit formation and yield. *Scientia Horticulturae* 242: 103-109

7.2. Viri

- Dely. 2013. http://strawberries.eu.com/dely_19.html
- Flanca. <https://flanca.si/izdelek/jagode-mesecne-delizz/>
- Statistični urad. 2013. <https://www.stat.si/statweb>
- Tilley N. 2021. <https://www.gardeningknowhow.com/edible/fruits/strawberry/strawberry-plants-no-fruit.htm>
- World Mapper. <https://worldmapper.org/maps/strawberry-production/>

8. ZAHVALA

Za spodbude, pomoč in navdušenje se najlepše zahvaljujem svoji mentorici Niki Kovačec, profesorici kemije in biologije.

Za sadike jagod sorte Dely se zahvaljujem dr. Niki Cvelbar Weber iz Oddelka za sadjarstvo, vinogradništvo in vinarstvo Kmetijskega inštituta Slovenije. Poleg tega se dr. Niki Cvelbar Weber zahvaljujem tudi za teoretične osnove in nasvete pri gojenju jagod.