

Mestna občina Celje
Komisija Mladi za Celje

VPLIV AMONIJEVEGA NITRATA NA RAST RASTLIN

RAZISKOVALNA NALOGA



Avtorji:
Matic Absec, 9.b
Aljaž Pevec, 9.b
Tadej Trobiš, 9.b

Mentorica:
Marjeta Gradišnik Mirt,
pred. učiteljica

Celje, marec 2016

Osnovna šola Ljubečna

VPLIV AMONIJEVEGA NITRATA NA RAST RASTLIN

RAZISKOVALNA NALOGA

Avtorji:

Matic Absec, 9.b

Aljaž Pevec, 9.b

Tadej Trobiš, 9.b

Mentorica:

Marjeta Gradišnik Mirt,
pred. učiteljica

Lektorski pregled:

Petra Merc, prof.

Mestna občina Celje, Mladi za Celje

Celje, 2016

KAZALO

SEZNAM TABEL, GRAFOV IN SLIK.....	3
POVZETEK.....	5
1 UVOD.....	6
1.1 NAMEN NALOGE.....	6
1.2 HIPOTEZE.....	7
1.3 METODE DE LA.....	7
2 TEORETIČNE OSNOVE	10
2.1 POGOJI ZA RAST RASTLIN.....	10
2.1.1 KROŽENJE DUŠIKA V NARAVI	10
2.1.2 DUŠIKOVA MINERALNA GNOJILA.....	11
2.1.3 AMONIJEV NITRAT KOT MINERALNO GNOJILO	12
2.2 ONESNAŽEVANJE TAL Z DUŠIKOVIMI UMETNIMI GNOJILI	12
2.2.1 ZASNEŽEVANJE IN UTRJEVANJE SNEŽNIH POVRŠIN	12
2.2.2 OBČUTLJIVOST RASTLIN V NARAVNEM OKOLJU NA MINERALNA GNOJILA	13
3 PRAKTIČNO DELO IN REZULTATI POSKUSOV	14
3.1 RAST CINIJ V ODVISNOSTI OD RAZLIČNIH KONCENTRACIJ AMONIJEVEGA NITRATA.....	14
3.2 RAST FIŽOLA V ODVISNOSTI OD RAZLIČNIH KONCENTRACIJ AMONIJEVEGA NITRATA	16
3.3 RAST ŠPINAČE V ODVISNOSTI OD RAZLIČNIH KONCENTRACIJ AMONIJEVEGA NITRATA	18
3.4 RAST GRAHA V ODVISNOSTI OD RAZLIČNIH KONCENTRACIJ AMONIJEVEGA NITRATA	20
3.5 RAST RDEČE PESE V ODVISNOSTI OD RAZLIČNIH KONCENTRACIJ AMONIJEVEGA NITRATA	22
4 RAZPRAVA IN POTRDITEV HIPOTEZ	25
4.1 ALI NAŠI HIPOTEZI DRŽITA	27
5 ZAKLJUČEK.....	27
LITERATURA	28
PRILOGE	29

SEZNAM TABEL, GRAFOV IN SLIK

Tabela 1: Povprečna višina stebelc cinij v odvisnosti od različnih koncentracij amonijevega nitrata (1. meritve od 6.11. do 16.11. 2015)	14
Tabela 2: Povprečna višina stebelc cinij v odvisnosti od različnih koncentracij amonijevega nitrata (2. meritve od 24.11. do 3. 12. 2015)	14
Tabela 3: Povprečna višina stebelc fižola v odvisnosti od različnih koncentracij amonijevega nitrata (1. meritve od 9.11. do 16.11. 2015)	16
Tabela 4: Povprečna višina stebelc fižola v odvisnosti od različnih koncentracij amonijevega nitrata (2. meritve od 25.11. do 3. 12. 2015)	16
Tabela 5: Povprečna višina stebelc špinače(cm) v odvisnosti od različnih koncentracij amonijevega nitrata (1. meritve od 9.11. do 16.11. 2015)	18
Tabela 6: Povprečna višina stebelc špinače (cm) v odvisnosti od različnih koncentracij amonijevega nitrata (2. meritve od 25.11. do 3. 12. 2015)	18
Tabela 7: Povprečna višina stebelc graha (cm) v odvisnosti od različnih koncentracij amonijevega nitrata (1. meritve od 9.11. do 16.11. 2015)	20
Tabela 8: Povprečna višina stebelc graha (cm) v odvisnosti od različnih koncentracij amonijevega nitrata (2. meritve od 25.11. do 3. 12. 2015)	20
Tabela 9: Povprečna višina stebelc rdeče pese (cm) v odvisnosti od različnih koncentracij amonijevega nitrata (1. meritve od 6. 11. do 16. 11. 2015)	22
Tabela 10: Povprečna višina stebelc rdeče pese (cm) v odvisnosti od različnih koncentracij amonijevega nitrata (2. meritve od 25. 11. do 3. 12. 2015)	22
Tabela 11: Prve meritve za rast cinij v odvisnosti od odstotne koncentracije amonijevega nitrata	29
Tabela 12: Druge meritve za rast cinij v odvisnosti od odstotne koncentracije amonijevega nitrata	30
Tabela 13: Prve meritve za rast graha v odvisnosti od odstotne koncentracije amonijevega nitrata	31
Tabela 14: Druge meritve za rast graha v odvisnosti od odstotne koncentracije amonijevega nitrata	32
Tabela 15: Prve meritve za rast špinače v odvisnosti od odstotne koncentracije amonijevega nitrata	33
Tabela 16: Druge meritve za rast špinače v odvisnosti od odstotne koncentracije amonijevega nitrata	34
Tabela 17: Prve meritve za rast fižola v odvisnosti od odstotne koncentracije amonijevega nitrata	35
Tabela 18: Druge meritve za rast fižola v odvisnosti od odstotne koncentracije amonijevega nitrata	36
Tabela 19: Prve meritve za rast rdeče pese v odvisnosti od odstotne koncentracije amonijevega nitrata	37
Tabela 20: Druge meritve za rast rdeče pese v odvisnosti od odstotne koncentracije amonijevega nitrata	38

Graf 1: Rast cinij v odvisnosti od koncentracije raztopine amonijevega nitrata – 1. meritve	15
Graf 2: Rast cinij v odvisnosti od koncentracije raztopine amonijevega nitrata – 2. meritve	15
Graf 3: Rast fižola v odvisnosti od koncentracije raztopine amonijevega nitrata – 1. meritve.....	17
Graf 4: Rast fižola v odvisnosti od koncentracije raztopine amonijevega nitrata – 2. meritve.....	17
Graf 5: : Rast špinače v odvisnosti od koncentracije raztopine amonijevega nitrata - 1. meritve.....	19
Graf 6: Rast špinače v odvisnosti od koncentracije raztopine amonijevega nitrata - 2. meritve.....	19
Graf 7: Rast graha v odvisnosti od koncentracije raztopine amonijevega nitrata - 1. meritve.....	21
Graf 8: Rast graha v odvisnosti od koncentracije raztopine amonijevega nitrata - 2. meritve.....	21
Graf 9: Rast rdeče pese v odvisnosti od koncentracije raztopine amonijevega nitrata - 1. meritve.....	23
Graf 10: Rast rdeče pese v odvisnosti od koncentracije raztopine amonijevega nitrata - 2. meritve.....	23
Slika 1: Kukavice na travnikih nad Celjsko kočo.....	6
Slika 2: Raztopine amonijevega nitrata različnih koncentracij	7
Slika 3: Semena, ki smo jih izbrali za poskus.....	8
Slika 4: Nastavitev našega poskusa.....	9
Slika 5: Po vzkalitvi smo merili višino stebelc izbranih rastlin.	9
Slika 6: Kroženje dušika v naravi	11
Slika 7: Prstasta kukavica na predelu smučišča Celjska koča.....	13
Slika 8: Rast graha v odvisnosti od različnih koncentracij NH_4NO_3 pri prvem poskusu	20
Slika 9: Rdeča pesa, zalivana z destilirano vodo in 1 % raztopin NH_4NO_3	24
Slika 10: Rdeča pesa, zalivana s 3 % in v ospredju s 5 % raztopino NH_4NO_3	24
Slika 11: Poleganje pri ciniji.....	25
Slika 12: Travnik nad Celjsko kočo s kukavicami.....	26

POVZETEK

Želeli smo ugotoviti, kako različne koncentracije raztopine amonijevega nitrata vplivajo na rast izbranih rastlin. Domnevali smo, da manjše koncentracije pospešujejo rast, povečanje amonijevega nitrata v prsti pa neugodno vpliva na rast rastlin. Amonijev nitrat vsebuje dušik, ki ga rastline nujno potrebujejo za rast, zato je pogosta sestavina umetnih gnojil. V prvi hipotezi smo domnevali, da večja, kot je koncentracija amonijevega nitrata v vodi, s katero zalivamo prst, slabše rastline rastejo. Rezultati za cinije, rdečo peso in špinačo to hipotezo v celoti podpirajo, rezultati za grah in fižol pa ne. Rezultati meritev za cinijo, špinačo in rdečo peso kažejo na to, da so 1 %, 2 % in 3 % raztopine amonijevega nitrata na začetku res nekoliko pospešile rast rastlin ali so bili rezultati enaki kot v kontrolnem poskusu. Kasneje so rastline, zalivane z raztopinami amonijevega nitrata začele zaostajati za rastjo rastlin v kontrolnem poskusu. Opazili smo, da so rastline, zalivane z raztopino amonijevega nitrata, začele polegati. Želeli bi opozoriti na preudarnost pri rabi dušikovih umetnih gnojil, saj prekomerna raba škodi rastlinam in ekosistemu. Zlasti nas skrbi raba dušikovih umetnih gnojil pri utrjevanju smučarskih prog, ki so na negojenih travnikih z veliko vrstno pestrostjo.

1 UVOD

Travniki nad Celjsko kočo so v mesecu maju in juniju res čudoviti. Krasi jih veliko število raznobarnih vrst cvetlic. Tukaj lahko opazimo veliko vrstno pestrost rastlin. Med njimi lahko najdemo marsikatero ogroženo vrsto, predvsem iz družine kukavičevk. Ko smo spomladi leta 2014 opravili popis rastlin na teh travnikih, nas je zaskrbelo, kako umetno zasneževanje prog vpliva na preživetje kukavičevk in drugih rastlin, ki rastejo na območju smučarske proge. Slišali smo namreč, da v zadnjih milih zimah marsikje dodajo snegu na smučarskih progah amonijev nitrat, da bi zvišali tališče snega in omogočali smučanje tudi pri višjih zimskih temperaturah. Seveda upamo, da na manjšem smučišču na Celjski koči tega ne počnejo, saj smo opazili občutljive kukavičevke tudi vzdolž smučarske proge.



Slika 1: Kukavice na travnikih nad Celjsko kočo

K odločitvi za preučevanje vpliva amonijevega nitrata na rast rastlin je pripomoglo tudi dejstvo, da smo imeli v omari za kemikalije v šoli dovolj te snovi in si ni bilo potrebno delati stroškov z nakupom.

1.1 NAMEN NALOGE

Ugotoviti smo nameravali, kako različne koncentracije amonijevega nitrata vplivajo na rast izbranih rastlin. Domnevali smo, da manjše količine pospešujejo rast, veliko povečanje koncentracije amonijevega nitrata v prsti pa neugodno vpliva na rast rastlin. Amonijev nitrat vsebuje dušik, ki ga rastline v ustreznih količinah potrebujejo za rast. Domnevamo pa, da prekomernih količinah deluje na rastline neugodno. Poskušali smo ugotoviti, kaj se zgodi z rastlinami, če povečujemo količino amonijevega nitrata v prsti.

1.2 HIPOTEZE

V naši raziskovalni nalogi smo imeli naslednji hipotezi:

- večja, kot je koncentracija amonijevega nitrata v vodi, s katero zalivamo prst, slabše rastline rastejo;
- domnevamo, da bodo zelo majhne koncentracije amonijevega nitrata sprva pospeševale rast.

1.3 METODE DE LA

V okviru raziskovalne naloge smo najprej izdelali načrt raziskovalnega dela, v literaturi poiskali določena dejstva in postavili hipoteze. Sledil je eksperiment, v okviru katerega smo ugotavljali, kako različne koncentracije amonijevega nitrata vplivajo na rast petih izbranih rastlin, katerih semena smo kupili v semenarni.

Za vsako vrsto semena smo naredili 5 poskusov s po petimi semeni. Zato smo najprej izbrali 25 enako velikih in zdravih semen iste rastline. Nato smo pripravili ustrezne raztopine soli amonijevega nitrata. Pripravili smo si 100 ml 1 %, 2 %, 3 % in 5 % raztopine amonijevega nitrata. Za kontrolo smo imeli destilirano vodo.



Slika 2: Raztopine amonijevega nitrata različnih koncentracij

Najprej smo stehtali 1 g soli amonijevega nitrata in izmerili volumen 99 ml destilirane vode. Vodo smo prelili v čašo in sol raztopili v njej. Dobili smo 1 % raztopino amonijevega nitrata. Iz čaše smo 1 % raztopino prelili v označeno steklenico.

Nato smo stehtali 2 g soli amonijevega nitrata in izmerili volumen 98 ml destilirane vode. Vodo smo prelili v čašo in sol raztopili v njej. Dobili smo 2 % raztopino amonijevega nitrata. Iz čaše smo 2 % raztopino prelili v označeno steklenico.

Nato smo stehali 3 g soli amonijevega nitrata in izmerili volumen 97 ml destilirane vode. Vodo smo prelili v čašo in sol raztopili v njej. Dobili smo 3 % raztopino amonijevega nitrata. Iz čaše smo 3 % raztopino prelili v označeno steklenico.

Nazadnje smo stehali 5 g soli amonijevega nitrata in izmerili volumen 95 ml destilirane vode. Vodo smo prelili v čašo in sol raztopili v njej. Dobili smo 5 % raztopino amonijevega nitrata. Iz čaše smo 5 % raztopino prelili v označeno steklenico.

Vpliv različnih koncentracij amonijevega nitrata smo preizkušali na petih vrstah semen:

1. cinija,
2. rdeča pesa,
3. špinača,
4. grah,
5. fižol.



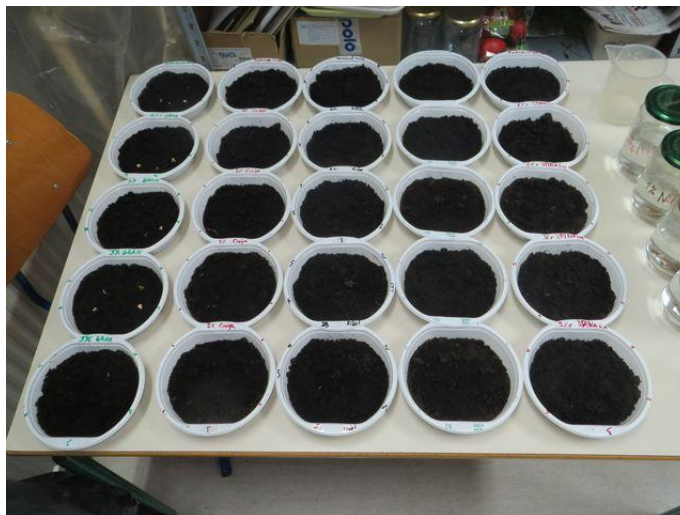
Slika 3: Semena, ki smo jih izbrali za poskus.

Na ravno podlago smo za vsako vrsto semen postavili 5 plastičnih krožnikov. Vanje smo namestili prst za lončnice. Na vsak krožnik smo z alkoholnim flumastrom napisali ime izbrane rastline in še naslednje podatke:

1. krožnik: destilirana voda,
2. krožnik: 1 % raztopina amonijevega nitrata,
3. krožnik: 2 % raztopina amonijevega nitrata,
4. krožnik: 3 % raztopina amonijevega nitrata,
5. krožnik: 5 % raztopina amonijevega nitrata.

Nato smo v vsak krožnik namestili enako količino prsti za lončnice. Na obodu krožnika smo napisali številke od 1 do 5 v krogu. Ob vsaki številki smo v prst posejali semena. Krožnike s semeni smo najprej zalili z destilirano vodo, dokler niso vzkalila. Po vzkalitvi smo začeli semena zalivati z ustreznimi koncentracijami amonijevega nitrata. Vsak dan smo merili višino stebelc v vseh 25 posodah. Izmerjeno višino stebelc smo zabeležili v

tabele. Vsak dan, razen ob vikendih, so meritve potekale ob istem času. To je bilo ob 12. 30. uri, ko imamo daljši odmor za kosilo. Višino stebelc smo merili do propada rastlin, ki se je pojavil pri rastlinah, zalivanih s 5 % raztopino amonijevega nitrata. Poskus smo na povsem enak način izvedli dvakrat.



Slika 4: Nastavitev našega poskusa



Slika 5: Po vzkalitvi smo merili višino stebelc izbranih rastlin.

2 TEORETIČNE OSNOVE

Ker naše eksperimentalno delo temelji na vplivu gnojil na rast rastlin, smo v teoretičnem delu predstavili nekaj izsekov iz literature, ki smo jo preučevali, da bi razumeli rezultate poskusov. V prvem delu smo predstavili pogoje, ki so potrebni za rast rastlin. Posebej smo izpostavili pomen dušika za rastline. V drugem delu teoretičnega dela smo pisali o vplivu dušikovih mineralnih gnojil na živa bitja in na okolje.

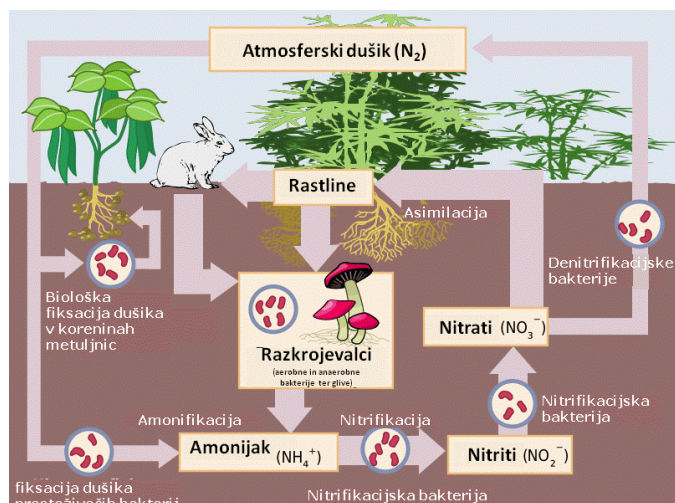
2.1 POGOJI ZA RAST RASTLIN

Pri pregledu literature smo naleteli na knjigo Naravno vrtnarjenje. V knjigi smo našli poglavje o potrebah hranilnih snovi za rastline. Vse rastline potrebujejo kisik, ogljik in vodik, poleg tega pa še sončno svetlobo, toploto in vodo. Za zdravo rast rastlin je zelo pomembno, da je v tleh prisotna še vrsta drugih kemijskih prvin. Te delimo v skupino glavnih prvin, med katere spadajo dušik, fosfor, kalij, kalcij, magnezij in žveplo ter skupino prvin v sledih. To so tiste prvine, ki so potrebne v zelo majhnih količinah, vendar so kljub temu življenjsko pomembne. Kisika, vodika in ogljika potrebujejo rastline zelo veliko. V primerjavi z njimi je drugih hranilnih snovi potrebnih mnogo manj, vendar v natančno določenem razmerju, saj lahko preveč enega elementa onemogoči drugega. Na primer preveč kalija lahko zavira delovanje magnezija (Hamilton, 1997, str. 38).

Vsaka rastlina za zdravo rast potrebuje tri najpomembnejša hranila: dušik, fosfor in kalij. Dušik (N) vpliva na rast poganjkov in listov, fosfor (P) skrbi za razvoj korenin, skladiščenje energije in tvorbo semen, kalij (K) pa utrjuje rastline proti boleznim, škodljivcem in zmrzali ter pospešuje cvetenje in oplodnjo (<http://www.kalia.si/sl/clanki/clanki/nega-rastlin/488-hrana-za-rastline>, 16. 12. 2015).

2.1.1 KROŽENJE DUŠIKA V NARAVI

Ko smo poskušali opisati kroženje dušika, smo pogledali v knjigo Šolski ekološki vodnik. V tej knjigi je bil proces opisan na preprost in razumljiv način. V ozračju je glavna zaloga dušika, saj ga je kar 78 %, ampak večina organizmov dušika iz zraka ne more neposredno sprejemati in izrabljati. Dušik iz zraka lahko vežejo le modrozeleni cepljivke in nekatere bakterije, ki živijo v tleh ali v simbiozi z metuljnicami. Ko dušikove bakterije in druga živa bitja odmrejo, njihove beljakovine razkrojijo drugi mikroorganizmi v tleh. Tako se dušik spremeni v amonijak (NH_3), ki ga nekatere bakterije postopno oksidirajo do nitratov. Nitrate uporabijo rastline za svojo rast in razvoj, saj ga spremenijo v beljakovine. Beljakovine so hrana za rastlinojedce, ti pa so hrana za mesojedce. Dušik se sprošča tudi pri razkrajanju rastlinskih in živalskih odpadkov in prihaja v okolje v obliki amonijaka. Nitrifikacijske bakterije preoblikujejo amonijak v nitrate, tako se dušik zopet vrne v naravo in se uporablja pri rasti rastlin (Tola, 2005, str. 16).



Slika 6: Kroženje dušika v naravi

Vir: https://sl.wikipedia.org/wiki/Kro%C5%BEenje_du%C5%A1ika, 16. 12. 2015

2.1.2 DUŠIKOVA MINERALNA GNOJILA

Umetna ali mineralna gnojila so industrijsko pridobljene snovi, ki se uporabljajo za gnojenje ali dognojevanje. V njih so snovi, ki jih rastline potrebujejo za rast, kot so dušikove in fosforjeve spojine ter minerali, npr. kalijev klorid. Razvijati so jih začeli po letu 1913, ko so izumili postopek pridobivanja amonijaka iz vodika in dušika. Umetna gnojila nam omogočajo intenzivno kmetijstvo in bistveno povečanje pridelave hrane, obenem pa posredno in neposredno povzročajo škodo – uničevanje obdelovalnih površin (<https://sites.google.com/site/umetnagnojila/>, 16. 12. 2015).

V šolski knjižnici smo našli knjigo Kako deluje? – Človekovo okolje, v kateri smo izvedeli podrobnosti o dušiku (N), ki je ena od prvin, ki so potrebne za normalno rast in razvoj rastlin in jo v veliki količini vsebuje tudi amonijev nitrat. V rastlini dušika ne more nadomestiti nobena druga prvina. Je bistvena sestavina beljakovin v rastlini. Med hranilnimi prvimi ima dušik v tleh poseben pomen, ker ga rastline lahko sprejmejo le kot nitratne anione ali v zelo majhnem obsegu kot amonijeve ione. Tla vsebujejo od 900 do 10 000 kg dušika na hektar. Vir dušika v tleh je humus. Mineralizacija dušika (letno 1-3 %) iz organske snovi povzročajo izključno mikrobi in je bistven temelj rastlinske prehrane. Dušik dodajamo rastlinam v rudninskih gnojilih pretežno v nitratni ali amonijski obliki. Dušik izgineva iz tal, ker ga sprejemajo rastline, z izpiranjem v globlje talne plasti, z erozijo talnih delcev, z denitrifikacijo in z izhlapevanjem v obliki plinov. Količina dušika, ki ga uporabljajo rastline, je odvisna od njihove vrste in velikosti pridelka. Če rastlina nima na voljo zadosti dušika, se pojavijo znamenja pomanjkanja, npr. kržljava rast in bleda, svetlozelena barva listov. Pri preobilnem gnojenju kopičijo rastline nitrat v listih in koreninah. V listni zelenjavi, npr. v špinači, se med pripravo spremeni v nitrit, ki je v večjih količinah lahko strupen za organizme (Kolar, 1992, str. 274).

2.1.3 AMONIJEV NITRAT KOT MINERALNO GNOJILO

Amonijev nitrat(V) je bela kristalna snov, ki ga imenujejo tudi amonijev soliter. Njegova formula je NH_4NO_3 . Nastane iz amonijaka in dušikove(V) kisline. Pri segrevanju lahko pridobivamo iz amonijevega nitrata smejalni plin s formulo N_2O . V industriji se uporablja kot surovina za pridobivanje mineralnih gnojil. Uporablja se tudi za pridobivanje eksploziva (Schröter, 1993, str. 377).

Amonijev nitrat pri temperaturah okoli $100\text{ }^\circ\text{C}$ začne izhlapevati, pri temperaturi nad $200\text{ }^\circ\text{C}$ pa začne razpadati na vodo in didušikov oksid. Znano je, da je amonijev nitrat zelo higroskopen. V kratkem času lahko vpije velike količine vode. Za zmanjšanje higroskopsnosti umetnim gnojilom dodajajo pesek in apno (<http://www.gasilci.org/forum/viewtopic.php?f=5&t=11294>, 15. 12. 2015).

2.2 ONESNAŽEVANJE TAL Z DUŠIKOVIMI UMETNIMI GNOJILI

Za okolje je predvsem škodljiv lahko topen nitrat, ki se spira v podtalnico blizu površja. To se dogaja pri lahkih tleh zaradi njihove velike prepustnosti. Izpiranje nitrata v podtalnico pospešuje gnojenje z organskimi gnojili. Na primer polivanje gnojevke v dobi, ko rastline rastejo (Kolar, 1992, str. 264). Iz njiv in travnikov se lahko v primeru intenzivnega gnojenja dušikove spojine spirajo v vodotoke. Preobilica dušikovih spojin v vodah pospešuje rast vodnih rastlin. Te se razmnožijo do take mere, da vse ne dobijo dovolj svetlobe, zato začnejo odmirati. Pri gnitju rastlin se poveča poraba kisika, ki ga zato prične v vodi primanjkovati za živali. Zaradi pomanjkanja kisika umirajo tudi živali, proces gnitja se še pospeši in v vodotoku lahko izgine življenje (Glažar, 2003, Kemija danes, str.40).

2.2.1 ZASNEŽEVANJE IN UTRJEVANJE SNEŽNIH POVRŠIN

Na spletni strani Cipra (Živeti v Alpah) smo naleteli na zanimiv članek, ki omenja uporabo amonijevega nitrata za utrjevanje smučarskih prog in posledice njegove rabe. Članek navaja: »Kadar snega ni bilo dovolj, so doslej uporabljali umetni sneg, vendar pa so trenutno temperature tako visoke, da si ni mogoče pomagati niti z umetnim zasneževanjem. Organizatorji so zato kot umetno gnojilo uporabili amonijev nitrat (t.i. Blaukorn), ki snegu odvzame vlažnost in tako zviša zmrzišče. Kot poroča švicarski časopis "Sonntagszeitung", naj bi organizatorji za pripravo proge na Lauberhornu porabili 1,5 tone amonijevega nitrata, kar je bilo toliko, kot je dopustna letna količina gnojila za kmetijsko zemljišče v velikosti 14 hektarjev. Organizatorji so novico razglasili za neresnično, točna količina naj sicer ne bi bila znana, ocenjujejo pa, da so za celotno progo porabili od 800 do 900 kg gnojila.«(<http://www.cipra.org/sl/novice/2431>, 3.9.2015).

Če umetna gnojila, predvsem amonijev nitrat, dodajajo za utrjevanje prog tudi na slovenskih smučiščih, ki so mnogokje umeščena v neokrnjeno naravo, lahko ima takšno ravnanje posledice na preživetje nekaterih redkih rastlin, ki uspevajo na teh področjih. Takšen način vzdrževanja snežnih prog bi v zelo kratkem času zmanjšal vrstno pestrost rastlin in živali.

2.2.2 OBČUTLJIVOST RASTLIN V NARAVNEM OKOLJU NA MINERALNA GNOJILA

Kmetijske površine so travniki, pašniki, sadovnjaki, vinogradi in njive, na katerih pridelujejo bodisi hrano in krmo, bodisi vlakna ali rastlinsko biomaso za pridelovanje energije. Danes zavzemajo približno četrtno kopnega na Zemlji in polovico površine Evrope. Ljudje so jih izkrčili iz naravnih okolij in s takšnimi posegi močno zmanjšali biotsko pestrost. Kulturna krajina se je do danes močno spremenila. Gnojila in kemična sredstva zmanjšujejo pestrost živalskih in rastlinskih vrst. Zmanjšuje se število življenjsko pomembnih mikroorganizmov, ki imajo odločilno vlogo pri kroženju snovi v naravi. Tako na tradicionalno gnojenih travnikih najdemo okoli 100 vrst rastlin, na intenzivno gojenih pa le še 20 vrst ali celo manj. Z upadanjem števila rastlinskih vrst upada tudi število živalskih vrst. Na velikih njivskih površinah se gospodari z monokulturami, ki so zaradi intenzivnega gnojenja in rabe kemičnih sredstev skoraj biološko mrtva. Biotska raznovrstnost tako v kulturni krajini upada že več kot 50 let (Gabrovšek, 2011, str. 14, 15).

Nekatere rastlinske vrste so še posebej občutljive na uporabo mineralnih gnojil na travnikih. Med njimi najbolj izstopajo rastline iz družine kukavičevk. V zmernih predelih kukavičevke ogroža predvsem intenzivno kmetijstvo, ki po eni strani travnike čezmerno gnoji, česar orhideje ne prenesejo, po drugi strani pa na ekonomsko nezanimivih območjih opušča košnjo, čemur sledi zaraščanje in s tem propad svetloljubnih travniških vrst (Jogan, 2001, str. 373). Njihov obstoj preprosto ni združljiv z intenzivnim gospodarjenjem v naravi, zato se bodo ohranile le še v nespremenjenem okolju (Ravnik, 2002, str. 11).



Slika 7: Prstasta kukavica na predelu smučišča Celjska koča

3 PRAKTIČNO DELO IN REZULTATI POSKUSOV

Praktični del je imel dve ponovitvi. Prve meritve so potekale v času od 6. do 16. novembra 2015. Druge meritve ponovnega poskusa so potekale od 25. novembra do 3. decembra 2015. Najprej smo v označene posode razporedili prst za lončnice in posejali izbrana semena petih različnih rastlin, kar smo podrobneje opisali v metodah dela. Počakali smo, da so semena vzkalila in nato začeli z meritvami. Merili smo višino stebelc in primerjali povprečno višino stebelc glede na koncentracijo amonijevega nitrata, s katerim smo zalivali rastline. Izbrane rastline so bile cinije, fižol, grah, rdeča pesa in špinača. Vse rastline smo vsak drugi dan zalili z enakim volumnom raztopin različnih koncentracij amonijevega nitrata ali destilirane vode, ki je znašal 20 ml.

3.1 RAST CINIJ V ODVISNOSTI OD RAZLIČNIH KONCENTRACIJ AMONIJEVEGA NITRATA

Kontrolni poskus je bil narejen v prsti, ki smo jo zalivali z destilirano vodo. V tabeli 1 in 2 so zbrani podatki povprečne višine stebelc cinij, ki smo jih zalivali z 1%, 2%, 3% in 5% raztopino amonijevega nitrata. Višino smo merili vsak dan ob istem času in podatke beležili v tabelo. Naredili smo dve ponovitvi meritev. Prve meritve smo izvedli na začetku novembra, druge pa konec novembra. V vsaki vrsti prsti smo izmerili višino 5 rastlin in nato izračunali povprečno vrednost.

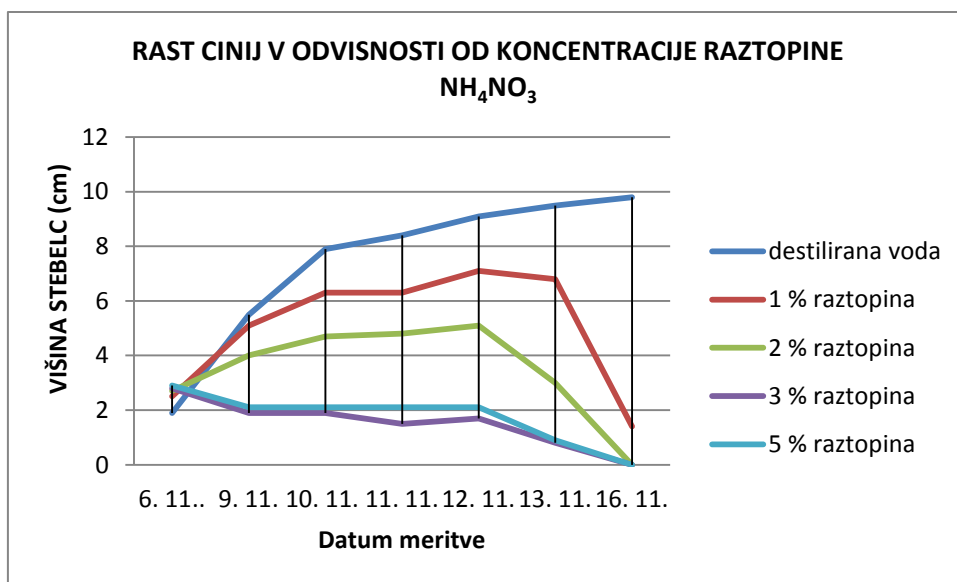
Tabela 1: Povprečna višina stebelc cinij v odvisnosti od različnih koncentracij amonijevega nitrata (1. meritve od 6.11. do 16.11. 2015)

Cinija	Povprečna višina stebelc cinije (cm)						
	6. 11.	9. 11.	10. 11.	11. 11.	12. 11.	13. 11.	16. 11.
Destilirana voda	1,9	5,5	7,9	8,4	9,1	9,5	9,8
1 % raztopina	2,5	5,1	6,3	6,3	7,1	6,8	1,4
2 % raztopina	2,7	4	4,7	4,8	5,1	3	0
3 % raztopina	2,8	1,9	1,9	1,5	1,7	0,8	0
5 % raztopina	2,9	2,1	2,1	2,1	2,1	0,9	0

Tabela 2: Povprečna višina stebelc cinij v odvisnosti od različnih koncentracij amonijevega nitrata (2. meritve od 24.11. do 3. 12. 2015)

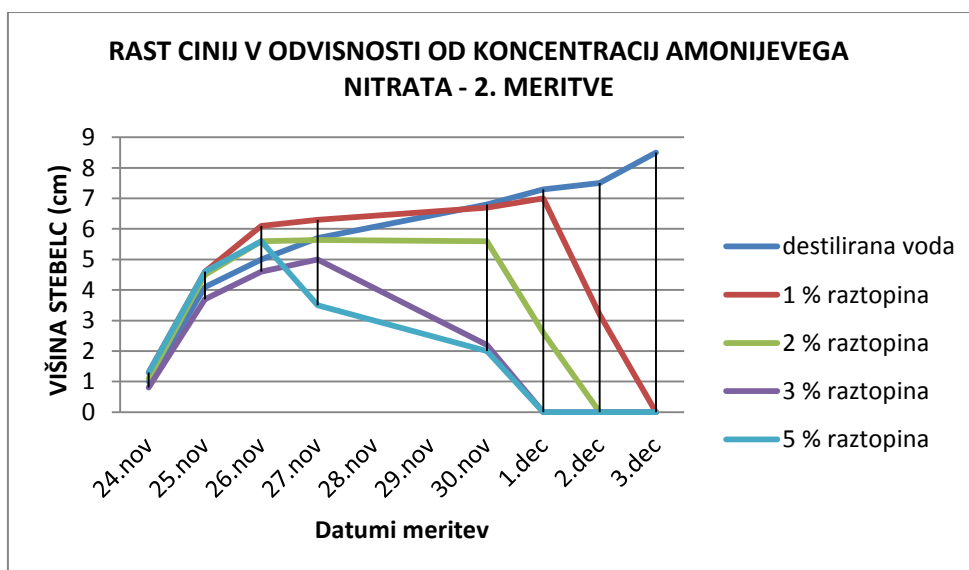
Cinija	Povprečna višina stebelc cinije (cm)							
	24. 11.	25. 11.	26. 11.	27. 11.	30. 11.	1. 12.	2. 12.	3. 12.
Destilirana voda	1	4,1	5	5,7	6,8	7,3	7,5	8,5
1 % raztopina	1,3	4,6	6,1	6,3	6,7	7	3,2	0
2 % raztopina	1,1	4,5	5,6	5,64	5,6	2,6	0	0
3 % raztopina	0,8	3,7	4,6	5	2,2	0	0	0
5 % raztopina	1,3	4,6	5,6	3,5	2	0	0	0

Rezultati so pokazali, da so cinije najbolj rastle v prsti, ki smo jo zalivali z destilirano vodo. V prsti, zalivani z 1% raztopino amonijevega nitrata so rastlinice v povprečju prve tri dni rastle podobne kot v prsti, zalivani z destilirano vodo. Kasneje pa je njihova rast začela zaostajati. Začelo se je poleganje rastlin. Ta pojav je bil še v večji meri prisoten pri cinijah, ki so rastle v prsti, zalivani z višjimi koncentracijami amonijevega nitrata. To dejstvo smo grafično prikazali v grafu 1.



Graf 1: Rast cinij v odvisnosti od koncentracije raztopine amonijevega nitrata – 1. meritve

V ponovitvi eksperimenta, ki je potekel konec novembra, smo dobili podobne rezultate kot v prvem poskusu, kar je razvidno iz grafa 1 in grafa 2.



Graf 2: Rast cinij v odvisnosti od koncentracije raztopine amonijevega nitrata – 2. meritve

3.2 RAST FIŽOLA V ODVISNOSTI OD RAZLIČNIH KONCENTRACIJ AMONIJEVEGA NITRATA

Tudi v tem primeru je bil kontrolni poskus izveden v prsti, ki smo jo zalivali z destilirano vodo. V tabeli 3 so zbrani podatki povprečne višine stebelc fižola, ki smo jih zalivali z 1%, 2%, 3% in 5% raztopino amonijevega nitrata. Meritve smo ponovili dvakrat, in sicer prve na začetku, druge na koncu novembra. Povprečne meritve višine fižolovih stebel so zbrane v tabeli 3 in 4. Fižol je izmed vseh rastlin najslabše kalil. Zaradi tega je bilo število meritev manjše. Na primer, v prsti je vzkalilo 5 semen, ki smo jim merili višino. Povprečje smo izračunali tako, da smo sešteli višine petih rastlin in vsoto delili s 5. Pri fižolu so v posamezni posodi vzkalila samo 3 semena. V tem primeru smo z uporabo računalniškega programa Microsoft Excel, v katerem smo izpisali tabele z rezultati meritev, izračunali povprečno višino stebelc fižola tako, da smo sešteli višine stebelc 3 fižolovih rastlin in rezultat delili s tri. Excelov program lahko tako povprečje izračuna samodejno.

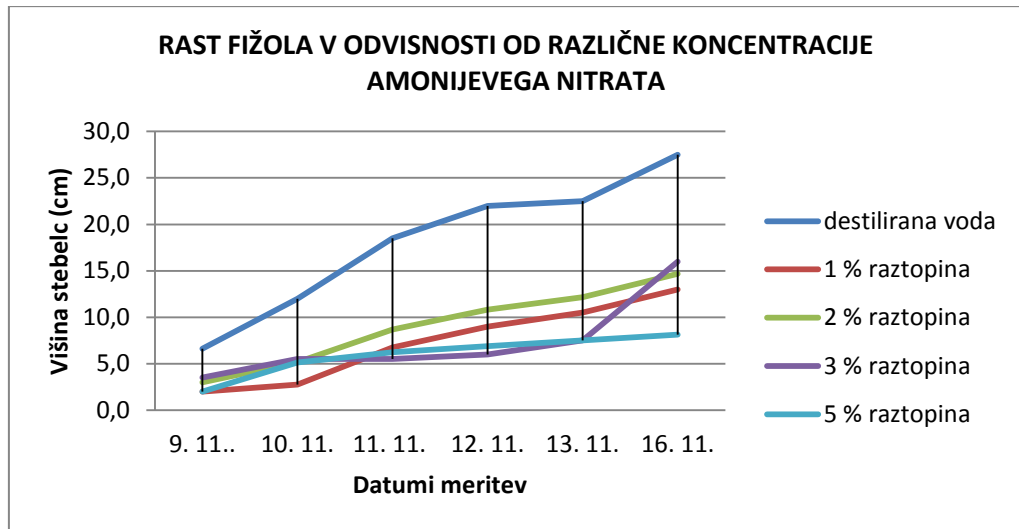
Tabela 3: Povprečna višina stebelc fižola v odvisnosti od različnih koncentracij amonijevega nitrata (1. meritve od 9.11. do 16.11. 2015)

Fižol	Povprečna višina stebelc fižola (cm)					
	9. 11..	10. 11.	11. 11.	12. 11.	13. 11.	16. 11.
Destilirana voda	6,6	12,0	18,5	22,0	22,5	27,5
1 % raztopina	2,0	2,8	6,8	9,0	10,5	13,0
2 % raztopina	3,0	5,2	8,7	10,8	12,2	14,7
3 % raztopina	3,5	5,5	5,5	6,0	7,5	16,0
5 % raztopina	2,0	5,1	6,3	6,9	7,5	8,1

Tabela 4: Povprečna višina stebelc fižola v odvisnosti od različnih koncentracij amonijevega nitrata (2. meritve od 25.11. do 3. 12. 2015)

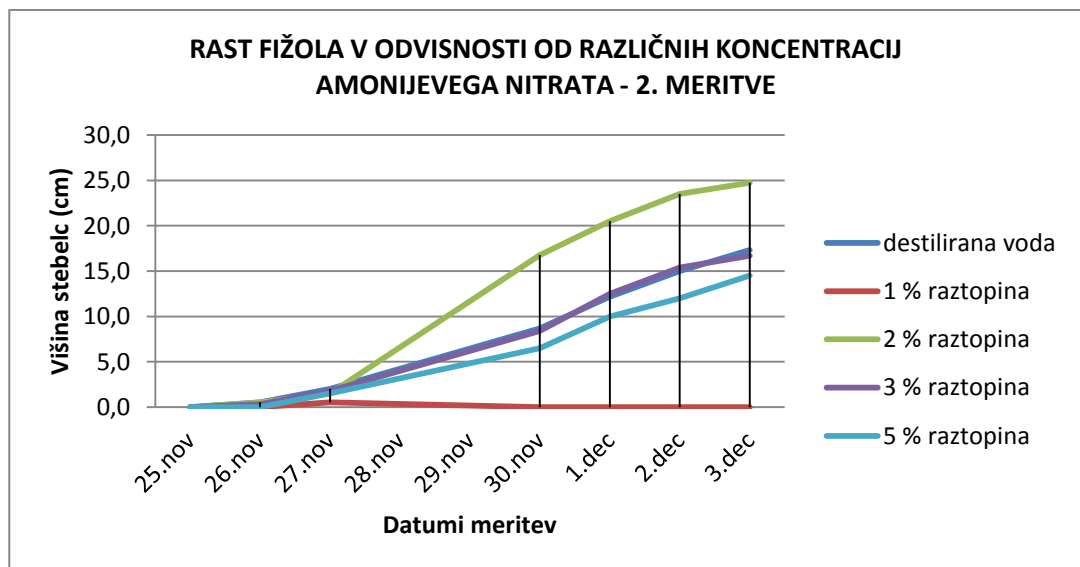
Fižol	Povprečna višina stebelc fižola (cm)						
	25. 11.	26. 11.	27. 11.	30. 11.	1. 12.	2. 12.	3. 12.
destilirana voda	0,0	0,5	2,0	8,7	12,2	15,0	17,3
1 % raztopina	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0
2 % raztopina	0,0	0,5	1,5	16,8	20,5	23,5	24,8
3 % raztopina	0,0	0,3	1,8	8,4	12,5	15,4	16,7
5 % raztopina	0,0	0,0	1,5	6,5	10,0	12,0	14,5

V grafu 3 in 4 je prikazana rast fižola v odvisnosti od različne koncentracije raztopine amonijevega nitrata, s katerimi smo zalivali fižol. Rezultati prvih meritev kažejo, da je fižol najbolje uspeval v kontrolnem poskusu, samo da je v tem primeru vzkalilo le eno seme. Fižol, ki smo ga zalivali z 1 %, 2 %, 3 % in 5 % raztopino amonijevega nitrata, je v povprečju uspeval slabše.



Graf 3: Rast fižola v odvisnosti od koncentracije raztopine amonijevega nitrata – 1. meritve

Pri drugih meritvah je fižol v povprečju najboljše rasel v prsti, zalivani s 2 % raztopino amonijevega nitrata, nekoliko slabše v 3 % raztopini amonijevega nitrata, kjer je bila rast glede povprečne višine fižolovih stebel podobna kot v destilirani vodi. V prsti, ki smo jo nameravali zalivati z 1 % raztopino amonijevega nitrata, žal ni vzkalilo nobeno fižolovo seme, zato meritev ni bilo mogoče opraviti. V povprečju je tudi v drugih meritvah najslabše uspeval fižol, ki smo ga zalivali s 5 % raztopino amonijevega nitrata.



Graf 4: Rast fižola v odvisnosti od koncentracije raztopine amonijevega nitrata – 2. meritve

3.3 RAST ŠPINAČE V ODVISNOSTI OD RAZLIČNIH KONCENTRACIJ AMONIJEVEGA NITRATA

Tudi v tem primeru je bil kontrolni poskus izveden v prsti, ki smo jo zalivali z destilirano vodo. V tabeli 5 in 6 so zbrani podatki povprečne višine stebelc špinače, ki smo jih zalivali z 1 %, 2 %, 3 % in 5 % raztopino amonijevega nitrata v prvem in drugem poskusu. Poskus smo izvedli enako kot pri ciniji in fižolu. Špinača se je odzvala na različne koncentracije amonijevega nitrata na enak način kot cinija. Najbolje so rastle rastlinice v prsti, zalivani z destilirano vodo. Sprva so rastline, zalivane z različnimi koncentracijami amonijevega nitrata, rastle podobno kot v prsti zalivani z destilirano vodo, kasneje pa je začela rast zaostajati. Podaljšane rastline so bile bledih barv in so se povešale oz. venele.

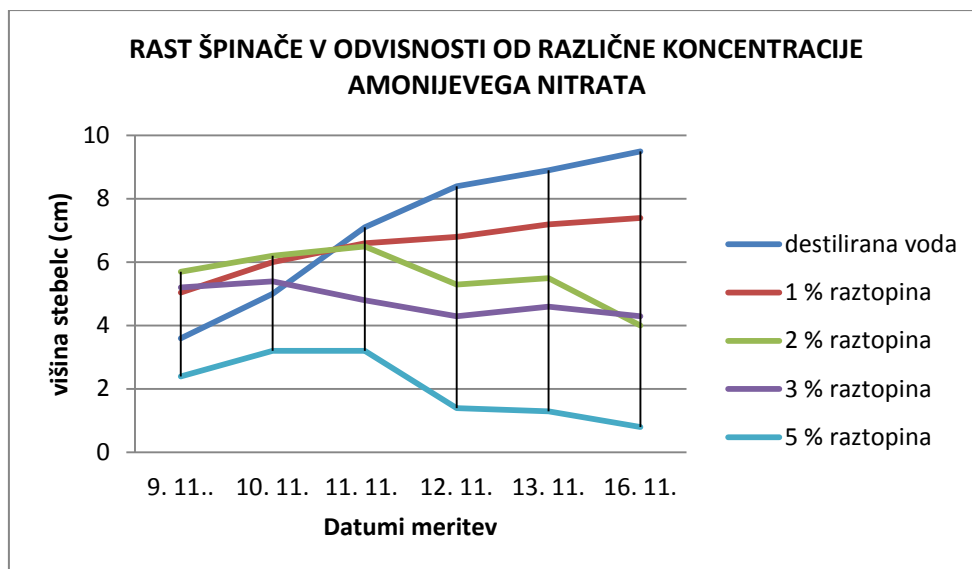
Tabela 5: Povprečna višina stebelc špinače(cm) v odvisnosti od različnih koncentracij amonijevega nitrata (1. meritve od 9.11. do 16.11. 2015)

Špinača	Povprečna višina stebelc špinače (cm)						
	Datumi meritev:	9. 11..	10. 11.	11. 11.	12. 11.	13. 11.	16. 11.
destilirana voda		3,6	5	7,1	8,4	8,9	9,5
1 % raztopina		5,0	6	6,6	6,8	7,2	7,4
2 % raztopina		5,7	6,2	6,5	5,3	5,5	4
3 % raztopina		5,2	5,4	4,8	4,3	4,6	4,3
5 % raztopina		2,4	3,2	3,2	1,4	1,3	0,8

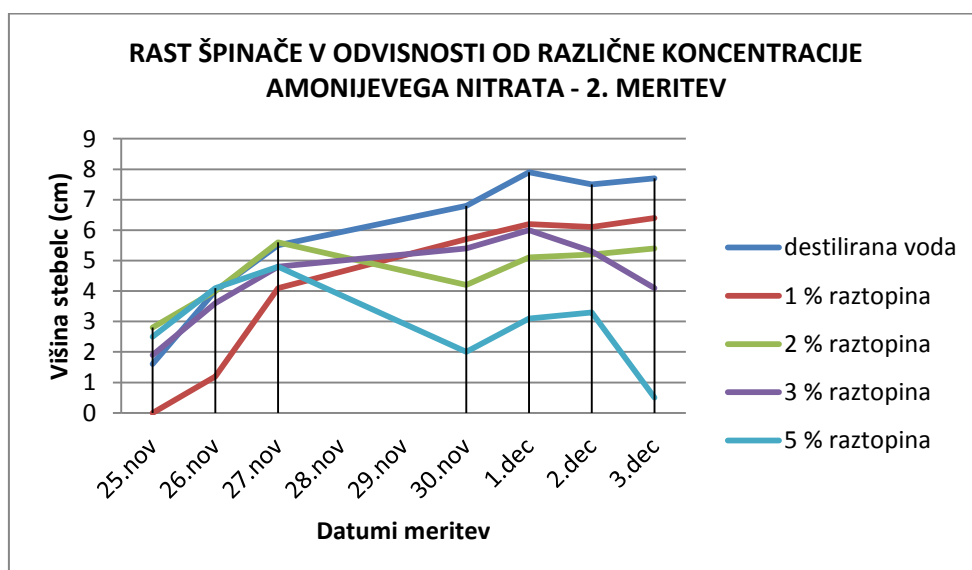
Tabela 6: Povprečna višina stebelc špinače (cm) v odvisnosti od različnih koncentracij amonijevega nitrata (2. meritve od 25.11. do 3. 12. 2015)

Špinača	Povprečna višina stebelc špinače (cm)							
	Datumi meritev:	25. 11.	26. 11.	27. 11.	30. 11.	1. 12.	2. 12.	3. 12.
destilirana voda		1,6	4	5,5	6,8	7,9	7,5	7,7
1 % raztopina		0	1,2	4,1	5,7	6,2	6,1	6,4
2 % raztopina		2,8	4	5,6	4,2	5,1	5,2	5,4
3 % raztopina		1,9	3,6	4,8	5,4	6	5,3	4,1
5 % raztopina		2,5	4,1	4,8	2	3,1	3,3	0,5

Rast špinače v obdobju od 9. do 16. novembra prikazuje graf 5, rast špinače v obdobju od 25. novembra do 3. decembra 2015 prikazuje graf 6.



Graf 5: : Rast špinače v odvisnosti od koncentracije raztopine amonijevega nitrata - 1. meritve



Graf 6: Rast špinače v odvisnosti od koncentracije raztopine amonijevega nitrata - 2. meritve

3.4 RAST GRAHA V ODVISNOSTI OD RAZLIČNIH KONCENTRACIJ AMONIJEVEGA NITRATA

Grah je prav tako kot fižol slabo kalil. Na vsakem krožniku so vzkalile največ tri rastline, pri drugi ponovitvi poskusa pa jih je vzkalilo še manj. S slike 7 je videti, da so rastline graha na desni, ki so bile zalivane z destilirano vodo, najbolj krepke. Rastline graha, ki smo jih zalivali z 1 %, 2 %, 3 % in 5 % raztopino amonijevega nitrata, na sliki izgledajo šibkejše in bolj, kot se viša koncentracija raztopine NH_4NO_3 , s katero smo jih zalivali, bolj krnijo in polegajo.

Tabela 7: Povprečna višina stebelc graha (cm) v odvisnosti od različnih koncentracij amonijevega nitrata (1. meritve od 9.11. do 16.11. 2015)

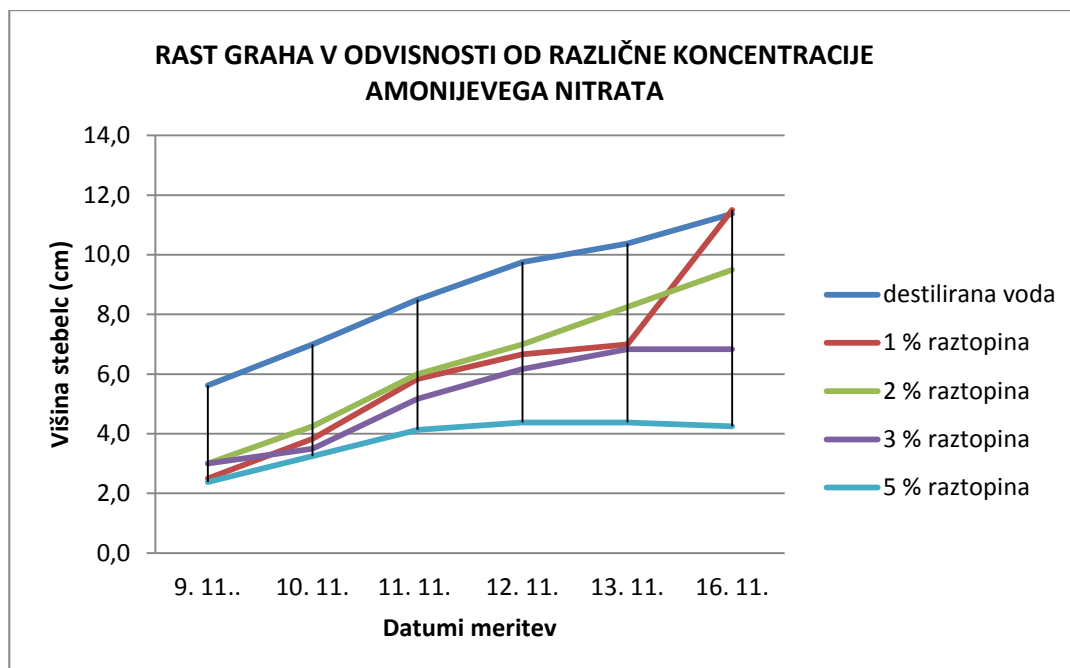
Grah	Povprečna višina stebelc graha (cm)					
	9. 11..	10. 11.	11. 11.	12. 11.	13. 11.	16. 11.
destilirana voda	5,6	7,0	8,5	9,8	10,4	11,4
1 % raztopina	2,5	3,8	5,8	6,7	7,0	11,5
2 % raztopina	3,0	4,3	6,0	7,0	8,3	9,5
3 % raztopina	3,0	3,5	5,2	6,2	6,8	6,8
5 % raztopina	2,4	3,3	4,1	4,4	4,4	4,3



Slika 8: Rast graha v odvisnosti od različnih koncentracij NH_4NO_3 pri prvem poskusu

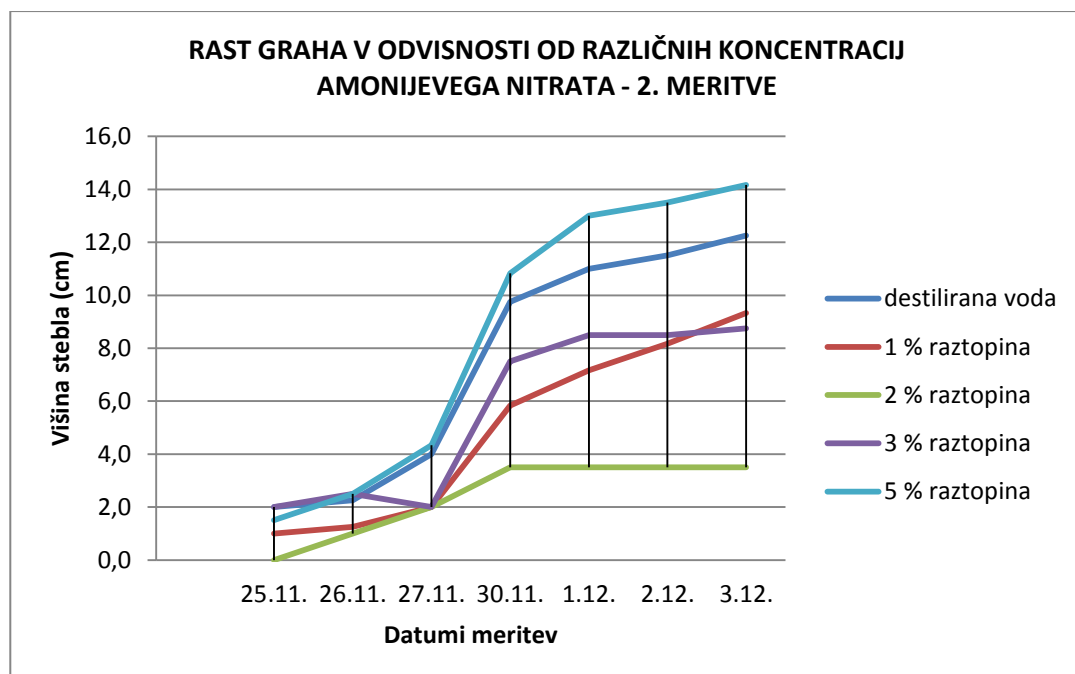
Tabela 8: Povprečna višina stebelc graha (cm) v odvisnosti od različnih koncentracij amonijevega nitrata (2. meritve od 25.11. do 3. 12. 2015)

Grah	Povprečna višina stebelc graha (cm)						
	25.11.	26.11.	27.11.	30.11.	1.12.	2.12.	3.12.
destilirana voda	2,0	2,3	4,0	9,8	11,0	11,5	12,3
1 % raztopina	1,0	1,3	2,0	5,8	7,2	8,2	9,3
2 % raztopina	0,0	1,0	2,0	3,5	3,5	3,5	3,5
3 % raztopina	2,0	2,5	2,0	7,5	8,5	8,5	8,8
5 % raztopina	1,5	2,5	4,3	10,8	13,0	13,5	14,2



Graf 7: Rast graha v odvisnosti od koncentracije raztopine amonijevega nitrata - 1. meritve

Pri drugi ponovitvi poskusa so v povprečju najbolj rastle tiste rastline graha, ki so bile zalivane s 5 % raztopino amonijevega nitrata. Rasle so celo boljše kot rastline v kontrolnem poskusu, ker smo rastline zalivali z destilirano vodo. Vse ostale rastline graha, ki so bile zalivane z 1 %, 2 % in 3 % raztopino amonijevega nitrata, so rasle slabše kot v kontrolnem poskusu.



Graf 8: Rast graha v odvisnosti od koncentracije raztopine amonijevega nitrata - 2. meritve

3.5 RAST RDEČE PESE V ODVISNOSTI OD RAZLIČNIH KONCENTRACIJ AMONIJEVEGA NITRATA

Kontrolni poskus je bil narejen v prsti, ki smo jo zalivali z destilirano vodo. V tabeli 9 in 10 so zbrani podatki povprečne višine stebelc rdeče pese, ki smo jih zalivali z 1 %, 2 %, 3 % in 5 % raztopino amonijevega nitrata. Višino smo merili vsak dan ob istem času in podatke beležili v tabelo. Naredili smo dve ponovitvi meritev. V vsaki vrsti prsti smo izmerili višino 5 rastlin in nato izračunali povprečno vrednost.

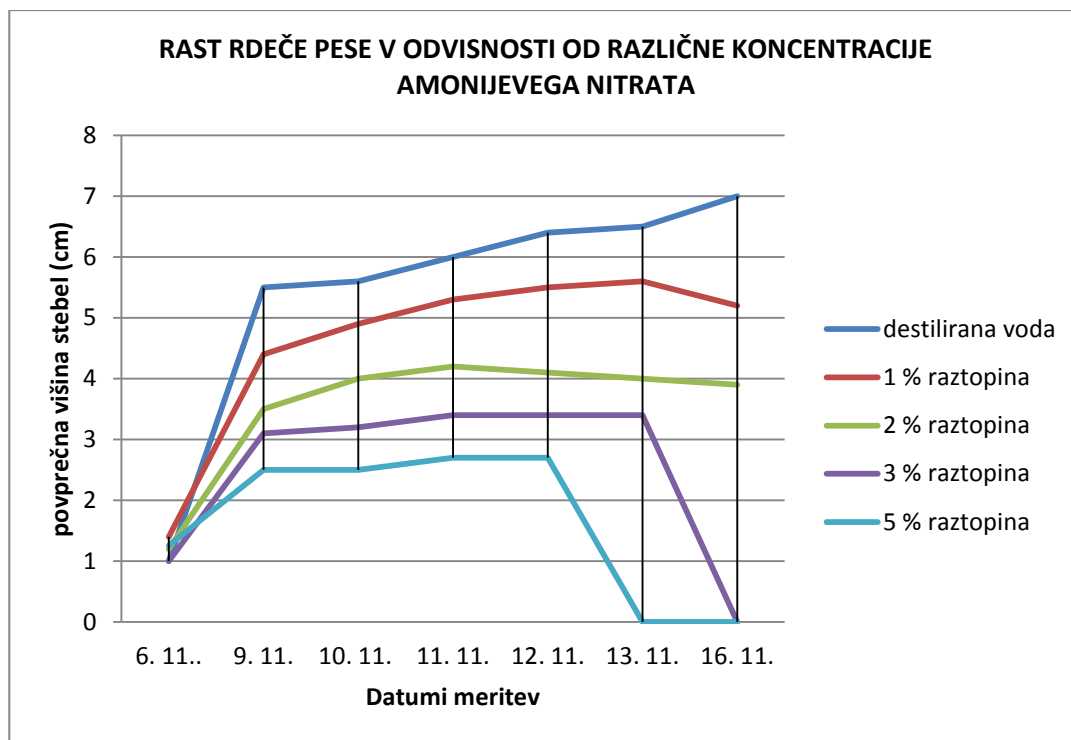
Tabela 9: Povprečna višina stebelc rdeče pese (cm) v odvisnosti od različnih koncentracij amonijevega nitrata (1. meritve od 6. 11. do 16. 11. 2015)

Rdeča pesa	Povprečna višina stebelc rdeče pese (cm)						
	6. 11.	9. 11.	10. 11.	11. 11.	12. 11.	13. 11.	16. 11.
Datumi meritev:	6. 11.	9. 11.	10. 11.	11. 11.	12. 11.	13. 11.	16. 11.
destilirana voda	1	5,5	5,6	6	6,4	6,5	7
1 % raztopina	1,4	4,4	4,9	5,3	5,5	5,6	5,2
2 % raztopina	1,2	3,5	4	4,2	4,1	4	3,9
3 % raztopina	1	3,1	3,2	3,4	3,4	3,4	0
5 % raztopina	1,26	2,5	2,5	2,7	2,7	0	0

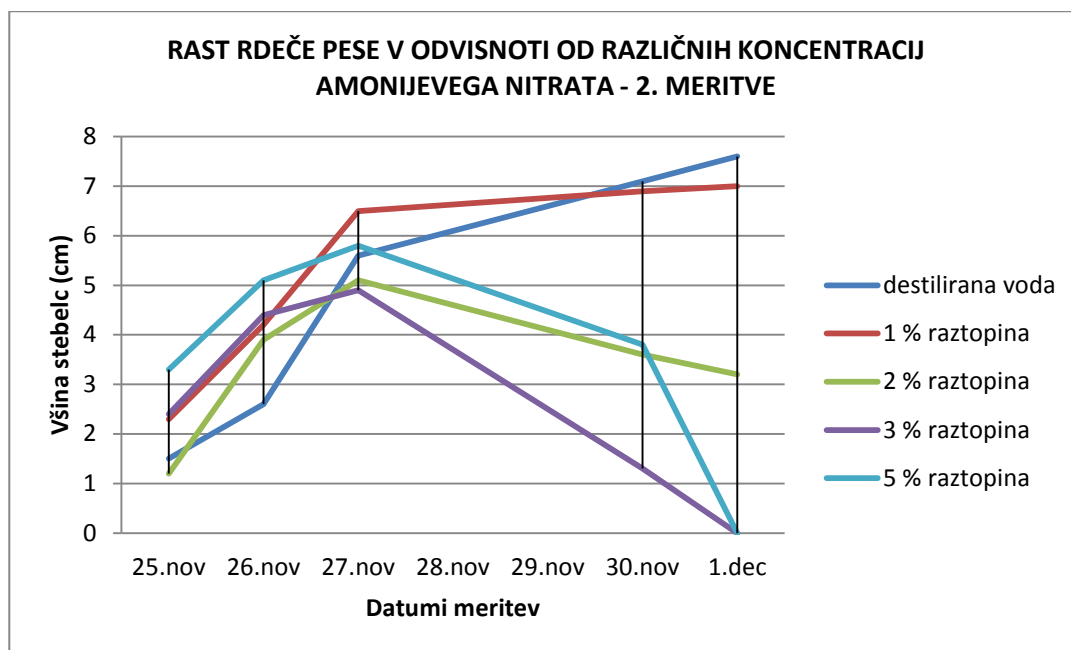
Tabela 10: Povprečna višina stebelc rdeče pese (cm) v odvisnosti od različnih koncentracij amonijevega nitrata (2. meritve od 25. 11. do 3. 12. 2015)

Rdeča pesa	Povprečna višina stebelc rdeče pese (cm)						
	25.11.	26.11.	27.11.	30.11.	1.12.	2.12.	3.12.
Datumi meritev:	25.11.	26.11.	27.11.	30.11.	1.12.	2.12.	3.12.
destilirana voda	1,5	2,6	5,6	7,1	7,6	7	5,4
1 % raztopina	2,3	4,2	6,5	6,9	7	6,8	6,8
2 % raztopina	1,2	3,9	5,1	3,6	3,2	1	1,2
3 % raztopina	2,4	4,4	4,9	1,3	0	0	0
5 % raztopina	3,3	5,1	5,8	3,8	0	0	0

Rezultati so pokazali, da je rdeča pesa najbolje rastle v prsti, ki smo jo zalivali z destilirano vodo. V prsti, zalivani z 1% raztopino amonijevega nitrata, so rastlinice v prvem poskusu rastle počasneje, dokler niso začele veneti in se povešati. V drugem poskusu so sprva rastle celo bolje kot v kontrolnem poskusu, kasneje pa se je pojav poleanja stebelc ponovil. Pri zalivanju rastlinic z višjimi koncentracijami amonijevega nitrata je prišlo do pojava poleanja stebelc še hitreje. Najprej se je začelo poleanje stebel pri rastlinah, zalivanih s 5 % raztopino NH_4NO_3 , malo kasneje pri 3 % in še kasneje pri 2 % raztopini amonijevega nitrata. Rast stebelc rdeče pese prikazujeta grafa 9 in 10.



Graf 9: Rast rdeče pese v odvisnosti od koncentracije raztopine amonijevega nitrata - 1. meritve



Graf 10: Rast rdeče pese v odvisnosti od koncentracije raztopine amonijevega nitrata - 2. meritve

Na sliki 8 smo prikazali, kako so mlade rastlinice, ki smo jih zalivali z destilirano vodo, zdrave in pokončne. Tudi rdeča pesa, ki smo jo zalivali z 1 % raztopino NH_4NO_3 , je pokončna in dokaj zdrava. Na spodnji sliki 9, ki je bila posneta istočasno kot zgornja, so rastlinice rdeče pese polegale in bledele, dokler niso dokončno ovenele. Najhitreje je do tega pojava prišlo pri rastlinah, ki so bile zalivane s 5 % raztopino NH_4NO_3 . Videli smo, da so špinača, ciniija in rdeča pesa polegale hitreje pri zalivanju z višjimi koncentracijami NH_4NO_3 kot pri zalivanju z nižjimi koncentracijami.

Pri fižolu in grahu poleganje rastlin zaradi zalivanja z različnimi koncentracijami NH_4NO_3 ni bilo tako očitno, čeprav so se proti koncu meritev tudi pokazale poškodbe stebel. Vendar se te poškodbe niso pojavljale le pri višjih koncentracijah NH_4NO_3 , ampak različno.



Slika 9: Rdeča pesa, zalivana z destilirano vodo in 1 % raztopin NH_4NO_3



Slika 10: Rdeča pesa, zalivana s 3 % in v ospredju s 5% raztopino NH_4NO_3

4 RAZPRAVA IN POTRDITEV HIPOTEZ

Iz naše splošne razgledanosti vemo, da rastline za svojo rast in razvoj potrebujejo svetlobo, toploto in vodo, poleg tega pa še minerale, ki jih črpajo iz prsti. Z minerali mislimo na nekatere ionske oblike elementov, ki jih rastline potrebujejo v večjih ali v manjših količinah. Amonijev nitrat je sestavina dušikovih mineralnih gnojil. Dušik je element, ki ga rastline potrebujejo v velikih količinah, saj ga vgrajujejo v beljakovine. Iz tega sledi, da manjše količine dušika v tleh pospešujejo rast rastlin, prevelike količine pa rastlini na nek način škodijo. Prevelika količina dušikovih spojin povzroči hitro rast celic, ki nimajo dovolj opornega tkiva, zato stebela polegajo. V mesecu februarju kmetje na poljih pognojijo žita z mineralnimi gnojili. Če izberejo neustrezno umetno gnojilo ali ga potrosijo preveč, žito rado kasneje spomladi polega (ustni vir).

Do takšnega poleganja rastlin je prišlo tudi pri našem eksperimentalnem delu. Najbolje je bilo opazno pri cinijah, rdeči pesi in špinači. Manj izrazito je bilo pri fižolu in grahu. Opazili smo, da so rastline prej polegale pri zalivanju z višjimi koncentracijami amonijevega nitrata.



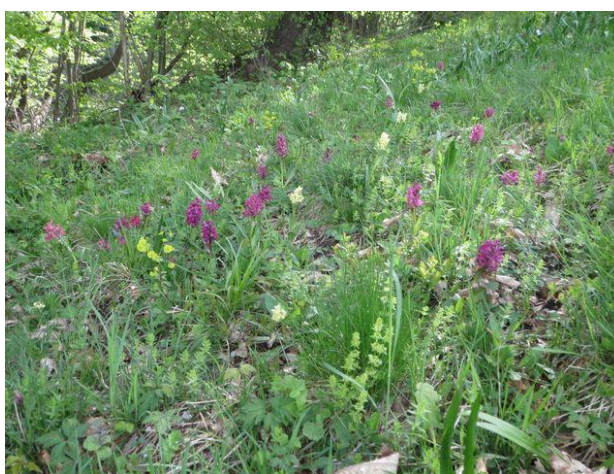
Slika 11: Poleganje pri ciniji

Če si ogledamo rezultate prvega in drugega poskusa pri rasti cinij, lahko opazimo, da so rezultati ponovljivi. Dodano gnojilo amonijev nitrat je sprva rahlo pospešilo rast rastlin, kasneje pa so v primerjavi s kontrolnim poskusom rastline začele hirati. Podobno se je zgodilo pri obeh poskusih s špinačo in rdečo peso. Ker nam semena fižola in graha niso najbolje kalila, nam je sedaj malo žal, da poskusa nismo večkrat ponovili. Morda bi morali namesto teh semen izbrati kakšna druga. Zelo zanimivo bi bilo opazovati vpliv različnih koncentracij amonijevega nitrata na rast enokaličnic. Zelo dostopna semena enokaličnic so pšenica, oves in koruza. Morda bomo ta poskus ponovili spomladi. Spraševali smo se, zakaj sta fižol in grah tako slabo kalila. Domnevamo, da je po eni strani kriva dedna zasnova semen, po drugi strani pa pogoji, ki so potrebni za kalitev. Verjetno je bila prst preveč vlažna, zaradi česar je prihajalo do gnitja semen.

V prvem poskusu, katerega rezultatov nismo objavili v tej raziskovalni nalogi, smo raziskovali vpliv različnih koncentracij amonijevega nitrata na kalitev semen. Ugotovili smo, da že manjše koncentracije amonijevega nitrata zelo zaviralno vplivajo na kalitev semen.

Druga pomanjkljivost naših poskusov je bila izbira prsti. Prst za lončnice, ki smo jo izbrali, vsebuje veliko količino mineralov, ki zagotavljajo uspešno rast različnih sobnih in balkonskih rastlin. Bolje bi bilo, če bi za poskus izbrali kakšno revnejšo prst, ki ne vsebuje veliko organskih snovi in humusa. Ker pa gre za primerjavo različnih koncentracij amonijevega nitrata na rast, je bila za silo dobra tudi prst za lončnice, saj je bila pri vseh poskusih uporabljena enaka prst. Mogoče bi lahko naredili kemijsko analizo prsti, ki smo jo uporabljali za poskus. Tako bi bolj natančno vedeli, kaj prst že vsebuje. Sestavo mineralov v prsti lahko preberemo tudi iz embalaže prsti.

Glavni namen naših poskusov je bil, da opozorimo na posledice prekomerne uporabe umetnih gnojil, zlasti tistih, ki vsebujejo dušik. Če je raba umetnih gnojil na poljih zaradi zagotavljanja večjega hektarskega donosa hrane za živali in človeka še upravičena, se nam zdi na vrtovih in travnikih vsaj vprašljiva. Travnikov je v Sloveniji veliko vrst. V osnovi jih lahko delimo na gojene in negojene. Gojeni travniki so tisti, na katerih želijo lastniki imeti obilen pridelek večkrat letno, zato jih gnojijo. Negojeni travniki niso gnojeni, zato je lahko na njih velika vrstna pestrost. Seveda na vrstno pestrost ne vpliva le gnojenje, ampak tudi čas in število košenj. Kot smo že omenili, smo v preteklem šolskem letu preučevali rastlinstvo na negojenih travnikih nad Celjsko kočo. Navdušeni smo bili nad velikim številom raznovrstnih rastlin, med katerimi so nas najbolj prevzele zaščitene kukavičevke. Naučili smo se, kako občutljive so na vnašanje mineralnih gnojil v tla, kjer rastejo. Njihova semena pogosto živijo v sožitju z glivami, da lahko vzkalijo. Če lastniki takšen travnik pognojijo, uničijo nežne hife gljiv, zato na takšnem travniku izginejo kukavičevke. Ker je v bližini smučišče, nas skrbi utrjevanje snežne proge s solmi, saj bi se s tem sestava tal spremenila. Sčasoma na spomladanskih vzponih preko teh travnikov na Tolsti vrh kukavičevk ne bi mogli več občudovati.



Slika 12: Travnik nad Celjsko kočo s kukavicami.

4.1 ALI NAŠI HIPOTEZI DRŽITA

V prvi hipotezi smo domnevali, da večja, kot je koncentracija amonijevega nitrata v vodi, s katero zalivamo prst, slabše rastline rastejo. Rezultati za cinije, rdečo peso in špinačo to hipotezo v celoti podpirajo, rezultati za grah in fižol pa ne.

V drugi hipotezi smo domnevali, da bodo zelo majhne koncentracije amonijevega nitrata sprva pospeševale rast. Rezultati meritev za cinijo, špinačo in rdečo peso kažejo na to, da so 1 %, 2 % in 3 % raztopine amonijevega nitrata v prvih treh dneh res nekoliko pospešile rast rastlin ali pa so rezultati enaki kot v kontrolnem poskusu. To ne velja za grah in fižol. Kasneje so rastline, zalivane z 1 %, 2 % in 3 % raztopine amonijevega nitrata, začele zaostajati za rastjo rastlin v kontrolnem poskusu. Zbrani rezultati delno podpirajo drugo hipotezo.

5 ZAKLJUČEK

Amonijev nitrat v čisti obliki je trdna bela snov. Če jo natančneje pogledamo, opazimo, da je zgrajena iz belih kristalov. V varnostnem listu in na embalaži lahko poiščemo dve oznaki za nevarnost: snov je oksidant in povzroča hudo draženje kože. V vodi je zelo dobro topen. Ugotoviti smo želeli, kako manjše koncentracije vodnih raztopin vplivajo na rast rdeče pese, špinače, cinij, fižola in graha. Eksperimentalno delo je potekalo večinoma brez zapletov. Poskus smo dobro načrtovali in ga celo še enkrat ponovili. Uspelo nam je primerjati rezultate prvega in drugega poskusa. Edini zaplet je bil ta, da grah in fižol nista dobro kalila ne pri prvi in ne pri drugi izvedbi poskusa. Spraševali smo se, kaj bi lahko bil vzrok, saj smo pri nakupu semen v jeseni zelo pazili na veljavnost roka uporabe semen. Žal je prišlo zaradi naglice, ko smo po pouku nastavljali drugi poskus, tudi do naše napake. V eno od posodic sploh nismo namestili semen, kar smo opazili šele kasneje. Zaradi preproste izvedbe poskusa ga ne bi bilo težko ponoviti še tretjič. Vendar poskusu sledi še analiza podatkov, s katero je bilo zelo veliko dela. Tukaj se je pokazala naša vztrajnost in predanost raziskovalnemu delu. Vse zbrane meritve smo vnesli v Excelovo tabelo, s čimer ni bilo malo dela. S pomočjo orodij v Excelu smo po vnosu podatkov res hitro izračunali povprečne vrednosti in oblikovali grafe, iz katerih smo lepše videli, kako različne koncentracije amonijevega nitrata vplivajo na rast rastlin, ki smo jih izbrali za poskus. Dobro je bilo, da smo v tej raziskovalni nalogi složno sodelovali vsi trije člani, saj je bilo kar nekaj dela s postavitvijo poskusov, izvedbo meritev, največ pa z obdelavo zbranih podatkov. Z rezultati raziskovalnega dela smo zadovoljni. V tej raziskovalni nalogi želimo izpostaviti negativne vplive neustreznega gnojenja z dušikovimi gnojili in opozoriti na druge vplive amonijevega nitrata na okolje, zlasti pri utrjevanju snežnih prog.

LITERATURA

Pisni viri

Gabrič, A., Glažar, S. A., Graunar, M., Slatinek-Žigon, M., 2003: Kemija danes 2, Učbenik za 9. razred devetletne osnovne šole, Ljubljana, DZS.

Gabrovšek, K., 2011: Ljudje z naravo, narava za ljudi. Biotska pestrost je naše življenje. Ljubljana, Zavod Republike Slovenije za varstvo narave.

Hamilton, G., 1997: Naravno vrtnarjenje, vodnik za biološko neoporečno pridelovaje hrane in okrasnih rastlin. Ljubljana, DZS.

Jogan, N., 2001: Kukavičevke – rastline leta 2001. Proteus (Ljubljana) 63 (8): 373–376.

Ravnik, V., 2002: Orhideje Slovenije. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije.

Schröter, W., Lautenschläger, K. H., Bibrack, H., Schnabel, A., 1993, Kemija splošni priročnik. Ljubljana, TZS.

Tola, J., 2005, Šolski ekološki vodnik, Ljubljana, TZS.

Spletni viri

Vrtni center Kalia, Kalia svetuje, Nega rastlin, Hrana za rastline. Najdeno dne 16. 12. 2015 na spletnem naslovu <http://www.kalia.si/sl/clanki/clanki/nega-rastlin/488-hrana-za-rastline>.

Kaj so umetna gnojila? Najdeno dne 16. 12. 2015 na spletnem naslovu <https://sites.google.com/site/umetnagnojila/>.

Cipra, Živeti v Alpah, Novice, 1,5 tone umetnih gnojil za pripravo smučarske proge. Najdeno dne 3. 9. 2015 na spletnem naslovu <http://www.cipra.org/sl/novice/2431>.

Forum Gasilci.org, Dobravec, M., 6. 1. 2010, Nesreča – amonijev nitrat. Najdeno dne 15. 12. 2015 na spletnem naslovu <http://www.gasilci.org/forum/viewtopic.php?f=5&t=11294>

Ustni vir:

Jana Vrenko, agronomski tehnik.

PRILOGE

Tabela 11: Prve meritve za rast cinij v odvisnosti od odstotne koncentracije amonijevega nitrata

cinija	datum:	6. 11..	9. 11.	10. 11.	11. 11.	12. 11.	13. 11.	16. 11.
% NH ₄ NO ₃		višina (cm)	višina (cm)	višina (cm)	višina (cm)	višina (cm)	višina (cm)	višina (cm)
destilirana voda		2,3	5,5	7	7,5	8	8	8
destilirana voda		3	6	7	7	8	9	9
destilirana voda		1	8	9	9,5	10,5	11	11,5
destilirana voda		1	7	8	9	9,5	10	10,5
destilirana voda		2,5	7	8,5	9	9,5	9,5	10
povprečje		1,96	6,7	7,9	8,4	9,1	9,5	9,8
1 % raztopina		2	5	7,5	7	8,5	8,5	0
1 % raztopina		2	4,5	5,5	6	6	6,5	0
1 % raztopina		2,5	5	6	6,5	7	7	7
1 % raztopina		3	6	7	6,5	8	5,5	0
1 % raztopina		3	5	5,5	5,5	6	6,5	0
povprečje		2,5	5,1	6,3	6,3	7,1	6,8	1,4
2 % raztopina		2,5	4	5,5	6	6	0	0
2 % raztopina		3	3,5	3,5	4	4	0	0
2 % raztopina		3	5	6	5,5	6,5	6	0
2 % raztopina		2	2	2,5	2,5	3	3,5	0
2 % raztopina		3	5,5	6	6	6	5,5	0
povprečje		2,7	4	4,7	4,8	5,1	3	0
3 % raztopina		2,5	3	3,5	3,5	4	4	0
3 % raztopina		3	3	2,5	2	2,5	0	0
3 % raztopina		3	0	0	0	0	0	0
3 % raztopina		3	0	0	0	0	0	0
3 % raztopina		2,5	3,5	3,5	2	2	0	0
povprečje		2,8	1,9	1,9	1,5	1,7	0,8	0
5 % raztopina		2,5	4	4	4	4	4,5	0
5 % raztopina		2	4	4	4	4	0	0
5 % raztopina		3	0	0	0	0	0	0
5 % raztopina		4	0	0	0	0	0	0
5 % raztopina		3	2,5	2,5	2,5	2,5	0	0
povprečje		2,9	2,1	2,1	2,1	2,1	0,9	0

Tabela 12: Druge meritve za rast cinij v odvisnosti od odstotne koncentracije amonijevega nitrata

cinija	datum:	24. 11.	25. 11.	26. 11.	27. 11.	30. 11.	1. 12.	2. 12.	3. 12.
% NH ₄ NO ₃		višina (cm)	višina (cm)	višina (cm)	višina (cm)	višina (cm)	višina (cm)	višina (cm)	višina (cm)
destilirana voda		0,5	2,5	4	4	6	6,5	6,5	7
destilirana voda		1,5	5,5	7	8	9	10	10	12
destilirana voda		0,5	3,5	5	5,5	6	7	8	9
destilirana voda		1	4	4	5	6	6	7	8
destilirana voda		1,5	5	5	6	7	7	6	6,5
povprečje		1	4,1	5	5,7	6,8	7,3	7,5	8,5
1 % raztopina		0,5	3	5	5,5	6	5	7	0
1 % raztopina		1,5	5	6,5	6,5	7	7	0	0
1 % raztopina		1,5	4,5	6	6	5,5	7	0	0
1 % raztopina		1,5	5	5	5,5	6	6,5	0	0
1 % raztopina		1,5	5,5	8	8	9	9,5	9	0
povprečje		1,3	4,6	6,1	6,3	6,7	7	3,2	0
2 % raztopina		1,5	5	6	6	5,5	0	0	0
2 % raztopina		1,5	4,5	5	5,2	5,5	0	0	0
2 % raztopina		0,5	4	6	5,5	7	7,5	0	0
2 % raztopina		1	4	5	5,5	5	5,5	0	0
2 % raztopina		1	5	6	6	5	0	0	0
povprečje		1,1	4,5	5,6	5,64	5,6	2,6	0	0
3 % raztopina		1	4	5	5,5	5	0	0	0
3 % raztopina		1	4,5	4,5	4,5	0	0	0	0
3 % raztopina		1	4	5	5,5	0	0	0	0
3 % raztopina		1	4	4,5	4,5	0	0	0	0
3 % raztopina		0	2	4	5	6	0	0	0
povprečje		0,8	3,7	4,6	5	2,2	0	0	0
5 % raztopina		1	1,5	3	4	4	0	0	0
5 % raztopina		2	6,5	6,5	6,5	0	0	0	0
5 % raztopina		1,5	4	5	0	0	0	0	0
5 % raztopina		1	6,5	8	0	0	0	0	0
5 % raztopina		1	4,5	5,5	7	6	0	0	0
povprečje		1,3	4,6	5,6	3,5	2	0	0	0

Tabela 13: Prve meritve za rast graha v odvisnosti od odstotne koncentracije amonijevega nitrata

grah	datum:	9. 11..	10. 11.	11. 11.	12. 11.	13. 11.	16. 11.
% NH ₄ NO ₃		višina (cm)	višina (cm)	višina (cm)	višina (cm)	višina (cm)	višina (cm)
destilirana voda		4	6	8	9	9,5	11
destilirana voda		6	7,5	9	10,5	11	11,5
destilirana voda		7	7	8	9,5	10	11,5
destilirana voda		5,5	7,5	9	10	11	11,5
destilirana voda		0,5	1	1	1	1	1
povprečje		5,6	7,0	8,5	9,8	10,4	11,4
1 % raztopina		0	0	0	0	0	0
1 % raztopina		3	4,5	6,5	7,5	8	11,5
1 % raztopina		1,5	3	4	4	4	11,5
1 % raztopina		3	4	7	8,5	9	11,5
1 % raztopina		0	0	0	0	0	0
povprečje		2,5	3,8	5,8	6,7	7,0	11,5
2 % raztopina		0	0	0	0	0	0
2 % raztopina		3	4	6	7	8,5	10
2 % raztopina		0	0	0	0	0	0
2 % raztopina		3	4,5	6	7	8	9
2 % raztopina		0	0	0	0	0	0
povprečje		3,0	4,3	6,0	7,0	8,3	9,5
3 % raztopina		0	0	0	0	0	0
3 % raztopina		2	2	3	3	3,5	3,5
3 % raztopina		3	4	5,5	6,5	7,5	8
3 % raztopina		0	0	0	0	0	0
3 % raztopina		4	4,5	7	9	9,5	9
povprečje		3,0	3,5	5,2	6,2	6,8	6,8
5 % raztopina		3	3,5	4	4,5	4,5	4,5
5 % raztopina		1	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
5 % raztopina		4	5,5	7	7,5	7,5	8
5 % raztopina		0	0	0	0	0	0
5 % raztopina		1,5	2,5	4	4	4	3
povprečje		2,4	3,3	4,1	4,4	4,4	4,3

Tabela 14: Druge meritve za rast graha v odvisnosti od odstotne koncentracije amonijevega nitrata

grah	datum:	25. 11.	26. 11.	27. 11.	30. 11.	1. 12.	2. 12.	3. 12.
% NH ₄ NO ₃		višina (cm)	višina (cm)	višina (cm)	višina (cm)	višina (cm)	višina (cm)	višina (cm)
destilirana voda		0	0	0	0	0	0	0
destilirana voda		2	3	5,5	11	12	12	13
destilirana voda		0	0	0	0	0	0	0
destilirana voda		0	1,5	2,5	8,5	10	11	11,5
destilirana voda		0	0	0	0	0	0	0
povprečje		2,0	2,3	4,0	9,8	11,0	11,5	12,3
1 % raztopina		0	0,5	1,5	4,5	5,5	6,5	8
1 % raztopina		1	2	3	7,5	9	10	11
1 % raztopina		0	0	0	0	0	0	0
1 % raztopina		0	0	1,5	5,5	7	8	9
1 % raztopina		0	0	0	0	0	0	0
povprečje		1,0	1,3	2,0	5,8	7,2	8,2	9,3
2 % raztopina		0	0	0	0	0	0	0
2 % raztopina		0	0,5	1	2,5	2,5	2,5	2,5
2 % raztopina		0	0	0	0	0	0	0
2 % raztopina		0	1,5	3	4,5	4,5	4,5	4,5
2 % raztopina		0	0	0	0	0	0	0
povprečje		0,0	1,0	2,0	3,5	3,5	3,5	3,5
3 % raztopina		0	0	0	0	0	0	0
3 % raztopina		2	2,5	3	11	13	13	13,5
3 % raztopina		0	0	1	4	4	4	4
3 % raztopina		0	0	0	0	0	0	0
3 % raztopina		0	0	0	0	0	0	0
povprečje		2,0	2,5	2,0	7,5	8,5	8,5	8,8
5 % raztopina		0	0	0	0	0	0	0
5 % raztopina		0	0	0	0	0	0	0
5 % raztopina		1	2	3,5	9,5	11	12	13
5 % raztopina		2	3	6	13	16,5	16,5	17
5 % raztopina		0	2,5	3,5	10	11,5	12	12,5
povprečje		1,5	2,5	4,3	10,8	13,0	13,5	14,2

Tabela 15: Prve meritve za rast špinače v odvisnosti od odstotne koncentracije amonijevega nitrata

špinača	datum:	9. 11..	10. 11.	11. 11.	12. 11.	13. 11.	16. 11.
% NH ₄ NO ₃		višina (cm)	višina (cm)	višina (cm)	višina (cm)	višina (cm)	višina (cm)
destilirana voda		6	7	9	10	10,5	11
destilirana voda		5,5	6	6,5	7	7	8
destilirana voda		0	3,5	7	9	9,5	10
destilirana voda		6,5	8	9	10	10	10,5
destilirana voda		0	0,5	4	6	7,5	8
povprečje		3,6	5	7,1	8,4	8,9	9,5
1 % raztopina		5,5	7	8	8	9	9,5
1 % raztopina		6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	7
1 % raztopina		5,2	5,5	6	6,5	6,5	6,5
1 % raztopina		4,5	5,5	6	6	7	7
1 % raztopina		3,5	5,5	6,5	7	7	7
povprečje		5,04	6	6,6	6,8	7,2	7,4
2 % raztopina		5	5,5	6	6	7	0
2 % raztopina		5,5	6	6,5	6,5	6,5	7
2 % raztopina		6	6,5	6,5	0	0	0
2 % raztopina		5,5	6	6,5	7	7	6,5
2 % raztopina		6,5	7	7	7	7	6,5
povprečje		5,7	6,2	6,5	5,3	5,5	4
3 % raztopina		5	5	3,5	0	0	0
3 % raztopina		5	5	4,5	4,5	5	5
3 % raztopina		6	6	5,5	6	6	6
3 % raztopina		5,5	6	6	6	6,5	6
3 % raztopina		4,5	5	4,5	5	5,5	4,5
povprečje		5,2	5,4	4,8	4,3	4,6	4,3
5 % raztopina		2	2,5	3	3,5	3	1
5 % raztopina		3	4	3	0	0	0
5 % raztopina		2,5	3	3	0	0	0
5 % raztopina		0	1,5	3	3,5	3,5	3
5 % raztopina		4,5	5	4	0	0	0
povprečje		2,4	3,2	3,2	1,4	1,3	0,8

Tabela 16: Druge meritve za rast špinače v odvisnosti od odstotne koncentracije amonijevega nitrata

špinača	datum:	25. 11.	26. 11.	27. 11.	30. 11.	1. 12.	2. 12.	3. 12.
% NH ₄ NO ₃		višina (cm)	višina (cm)	višina (cm)	višina (cm)	višina (cm)	višina (cm)	višina (cm)
destilirana voda		3	4	5,5	8,5	9,5	7,5	8
destilirana voda		0	4	5	6,5	7	7	7,5
destilirana voda		0	3	6	7	9	9	9
destilirana voda		0	3	4	5	6,5	6,5	6,5
destilirana voda		5	6	7	7	7,5	7,5	7,5
povprečje		1,6	4	5,5	6,8	7,9	7,5	7,7
1 % raztopina		0	0	3	5	5,5	5	5,5
1 % raztopina		0	0	2,5	4,5	5,5	6	6,5
1 % raztopina		0	0	4	5	5,5	5,5	5
1 % raztopina		0	3	5	7	7	7	7
1 % raztopina		0	3	6	7	7,5	7	8
povprečje		0	1,2	4,1	5,7	6,2	6,1	6,4
2 % raztopina		0	1	3,5	4	5	5	5
2 % raztopina		4	5,5	6	4,5	6	6,5	7
2 % raztopina		4,5	5,5	6	2,5	3,5	4	4
2 % raztopina		3	4	6	5	6	5	6
2 % raztopina		2,5	4	6,5	5	5	5,5	5
povprečje		2,8	4	5,6	4,2	5,1	5,2	5,4
3 % raztopina		4,5	6	6,5	7	7,5	7,5	7,5
3 % raztopina		0	1,5	4	5	5	5,5	3
3 % raztopina		3	4	5	5	6	4	3
3 % raztopina		2	3,5	4	4,5	5	3	0
3 % raztopina		0	3	4,5	5,5	6,5	6,5	7
povprečje		1,9	3,6	4,8	5,4	6	5,3	4,1
5 % raztopina		0	3,5	4,5	0	0	5	0
5 % raztopina		1,5	2	4,5	4	5,5	4,5	2,5
5 % raztopina		3	4	5	3	4,5	3	0
5 % raztopina		5	5	6	0	5,5	4	0
5 % raztopina		3	6	4	3	0	0	0
povprečje		2,5	4,1	4,8	2	3,1	3,3	0,5

Tabela 17: Prve meritve za rast fižola v odvisnosti od odstotne koncentracije amonijevega nitrata

fižol	datum:	9.11.	10. 11.	11. 11.	12. 11.	13. 11.	16. 11.
% NH ₄ NO ₃		višina (cm)	višina (cm)	višina (cm)	višina (cm)	višina (cm)	višina (cm)
destilirana voda		6,6	12	18,5	22	22,5	27,5
destilirana voda		0	0	0	0	0	0
destilirana voda		0	0	0	0	0	0
destilirana voda		0	0	0	0	0	0
destilirana voda		0	0	0	0	0	0
povprečje		6,6	12,0	18,5	22,0	22,5	27,5
1 % raztopina		0	0	0	0	0	0
1 % raztopina		0	0	0	0	0	0
1 % raztopina		2	5	10,5	14	16	19
1 % raztopina		0	0	0	0	0	0
1 % raztopina		0	0,5	3	4	5	7
povprečje		2,0	2,8	6,8	9,0	10,5	13,0
2 % raztopina		0	0	0	0	0	0
2 % raztopina		3,5	10,5	16	19,5	21	23
2 % raztopina		0	0	0	0	0	0
2 % raztopina		2,5	4,5	7,5	10	10,5	12
2 % raztopina		0	0,5	2,5	3	5	9
povprečje		3,0	5,2	8,7	10,8	12,2	14,7
3 % raztopina		0	0	0	0	0	0
3 % raztopina		0	0,5	0,5	0,5	0,5	0
3 % raztopina		0	0	0	0	0	0
3 % raztopina		3,5	10,5	10,5	11,5	14,5	16
3 % raztopina		0	0	0	0	0	0
povprečje		3,5	5,5	5,5	6,0	7,5	16,0
5 % raztopina		0,5	2	3	3,5	6	7
5 % raztopina		1,5	6	6	7	7	8
5 % raztopina		0	0	0	0	0	0
5 % raztopina		2	2,5	4	4	4	4,5
5 % raztopina		4	10	12	13	13	13
povprečje		2,0	5,1	6,3	6,9	7,5	8,1

Tabela 18: Druge meritve za rast fižola v odvisnosti od odstotne koncentracije amonijevega nitrata

Fižol	datum:	25. 11.	26. 11.	27. 11.	30. 11.	1. 12.	2. 12.	3. 12.
% NH ₄ NO ₃		višina (cm)	višina (cm)	višina (cm)	višina (cm)	višina (cm)	višina (cm)	višina (cm)
destilirana voda		0	0	0	0	0	0	0
destilirana voda		0	0	0	0	0	0	0
destilirana voda		0	0,5	0,5	0,5	0,5	0	0
destilirana voda		0	0,5	2,5	10	15	20,5	24,5
destilirana voda		0	0,5	3	15,5	21	24,5	27,5
povprečje		0,0	0,5	2,0	8,7	12,2	15,0	17,3
1 % raztopina		0	0	0	0	0	0	0
1 % raztopina		0	0	0,5	0	0	0	0
1 % raztopina		0	0	0	0	0	0	0
1 % raztopina		0	0	0	0	0	0	0
1 % raztopina		0	0	0	0	0	0	0
povprečje		0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0
2 % raztopina		0	0	0	0	0	0	0
2 % raztopina		0	0	0	0	0	0	0
2 % raztopina		0	0,5	1,5	12,5	16	19,5	20,5
2 % raztopina		0	0,5	1,5	21	25	27,5	29
2 % raztopina		0	0	0	0	0	0	0
povprečje		0,0	0,5	1,5	16,8	20,5	23,5	24,8
3 % raztopina		0	0,5	2	11	16	17,5	19
3 % raztopina		0	0	0,5	2	2	2	2
3 % raztopina		0	0,5	3	16	20	23	23,5
3 % raztopina		0	0,5	2	10	18	23,5	26,5
3 % raztopina		0	0	1,5	3	6,5	11	12,5
povprečje		0,0	0,3	1,8	8,4	12,5	15,4	16,7
5 % raztopina		0	0	0	0	0	0	0
5 % raztopina		0	0	0	0	0	0	0
5 % raztopina		0	0	1,5	6,5	10	12	14,5
5 % raztopina		0	0	0	0	0	0	0
5 % raztopina		0	0	0	0	0	0	0
povprečje		0,0	0,0	1,5	6,5	10,0	12,0	14,5

Tabela 19: Prve meritve za rast rdeče pese v odvisnosti od odstotne koncentracije amonijevega nitrata

rdeča pesa	datum:	6. 11..	9. 11.	10. 11.	11. 11.	12. 11.	13. 11.	16. 11.
% NH ₄ NO ₃		višina (cm)	višina (cm)	višina (cm)	višina (cm)	višina (cm)	višina (cm)	višina (cm)
destilirana voda		1	5	5	6	6	6	6,5
destilirana voda		1	5,5	5,5	6	6,5	7	7
destilirana voda		1	5	5	5,5	5,5	5,5	6,5
destilirana voda		1	6	6	6	7	7	7,5
destilirana voda		1	6	6,5	6,5	7	7	7,5
povprečje		1	5,5	5,6	6	6,4	6,5	7
1 % raztopina		1	3	4	4,5	4,5	4,5	4
1 % raztopina		2	5	5,5	5,5	6	6	6
1 % raztopina		1,5	5	5	5	5	5,5	4
1 % raztopina		1,5	4,5	5	5,5	6	6	6
1 % raztopina		1	4,5	5	6	6	6	6
povprečje		1,4	4,4	4,9	5,3	5,5	5,6	5,2
2 % raztopina		2	4	5	5,5	5	5	4,5
2 % raztopina		1	2	2,5	2,5	2,5	3	3,5
2 % raztopina		1	4	4	4	4	4	3
2 % raztopina		1	4	4,5	5	5	5	5,5
2 % raztopina		1	3,5	4	4	4	3	3
povprečje		1,2	3,5	4	4,2	4,1	4	3,9
3 % raztopina		0,5	3,5	3,5	3,5	3,5	4	0
3 % raztopina		0,5	4	4,5	4,5	4,5	4	0
3 % raztopina		0,5	3	3	3,5	3,5	3,5	0
3 % raztopina		2	2	2	2	2	2	0
3 % raztopina		1,5	3	3	3,5	3,5	3,5	0
povprečje		1	3,1	3,2	3,4	3,4	3,4	0
5 % raztopina		1,5	4	4	4	4	0	0
5 % raztopina		1,5	2	2	2	2	0	0
5 % raztopina		1	2,5	2,5	2,5	2,5	0	0
5 % raztopina		1	2	2	2,5	2,5	0	0
5 % raztopina		1,3	2	2	2,5	2,5	0	0
povprečje		1,26	2,5	2,5	2,7	2,7	0	0

Tabela 20: Druge meritve za rast rdeče pese v odvisnosti od odstotne koncentracije amonijevega nitrata

Rdeča pesa	datum:	25. 11.	26. 11.	27. 11.	30. 11.	1. 12.	2. 12.	3. 12.
% NH ₄ NO ₃		višina (cm)	višina (cm)	višina (cm)	višina (cm)	višina (cm)	višina (cm)	višina (cm)
destilirana voda		3,5	5,5	7	7,5	8	7,5	6,5
destilirana voda		3	5,5	6,5	7	7	6	0
destilirana voda		0	0,5	5,5	6,5	8	6,5	6,5
destilirana voda		0	0,5	6	6,5	7	7	8
destilirana voda		1	1	3	8	8	8	6
povprečje		1,5	2,6	5,6	7,1	7,6	7	5,4
1 % raztopina		2,5	5,5	7	8	9	7	7
1 % raztopina		0	0,5	5	6	6	6,5	7
1 % raztopina		4	5,5	7,5	8	7	7	6,5
1 % raztopina		2,5	5	7	7,5	7,5	8	8
1 % raztopina		2,5	4,5	6	5	5,5	5,5	5,5
povprečje		2,3	4,2	6,5	6,9	7	6,8	6,8
2 % raztopina		1	3	5	4	5,5	0	0
2 % raztopina		1	3,5	5	5	4	5	6
2 % raztopina		2	4,5	5,5	0	0	0	0
2 % raztopina		0,5	4	4	3	0	0	0
2 % raztopina		1,5	4,5	6	6	6,5	0	0
povprečje		1,2	3,9	5,1	3,6	3,2	1	1,2
3 % raztopina		2	4	4,5	3	0	0	0
3 % raztopina		2,5	4,5	5	3,5	0	0	0
3 % raztopina		3	4,5	4,5	0	0	0	0
3 % raztopina		2,5	5	5	0	0	0	0
3 % raztopina		2	4	5,5	0	0	0	0
povprečje		2,4	4,4	4,9	1,3	0	0	0
5 % raztopina		3	6,5	7	7	0	0	0
5 % raztopina		2,5	4	6	6	0	0	0
5 % raztopina		5	6	6	6	0	0	0
5 % raztopina		4	6	6	0	0	0	0
5 % raztopina		2	3	4	0	0	0	0
povprečje		3,3	5,1	5,8	3,8	0	0	0