

Vpliv pH vrednosti tekočine za zalivanje na rast vrtnin

RAZISKOVALNA NALOGA

področje: BIOLOGIJA



Avtor: Miha Kovačič, 8.A

Osnovna šola Vižmarje - Brod, Ljubljana

Mentorica: Petra Škofic Valjavec

Ljubljana, februar 2023

Kazalo

Povzetek	3	5. Razprava	56
1. Uvod	4	5.1 Fižol	56
1.1 Namen in cilj raziskovalne naloge	4	5.2 Koruza	57
1.2 Hipoteze	5	5.3 Grah	58
2. Teoretične osnove	6	5.4 Redkvice	59
2.1 Kaj je pH?	6	5.5 Primerjava tekočin za zalivanje	60
2.2 Razvoj rastline	7	6. Zaključek	61
2.3 Opis rastlin, ki sem jih uporabil v poskusu	9	7. Literatura in viri	62
2.3.1 Fižol	9	8. Viri slik	63
2.3.2 Koruza	10		
2.3.3 Grah	11		
2.3.4 Redkvica	12		
2.4 Opis tekočin za zalivanje, ki sem jih uporabil v poskusu	13		
2.4.1 Destilirana voda	13		
2.4.2 Deževnica	13		
2.4.3 Kisel dež	13		
2.4.4 Vodovodna voda	14		
2.4.5 Bazična raztopina	14		
3. Praktično delo	15		
3.1 Metode dela	15		
3.1.1 Sejanje rastlin	15		
3.1.2 Merjenje vrednosti pH tekočin za zalivanje	16		
3.1.3 Opazovanje rasti	16		
3.1.4 Končne meritve	17		
4. Rezultati	18		
4.1 Fižol	18		
4.1.1 Kisel dež	18		
4.1.2 Destilirana voda	20		
4.1.3 Deževnica	22		
4.1.4 Vodovodna voda	24		
4.1.5 Bazična raztopina	26		
4.1.6 Primerjava fižolov	28		
4.2 Koruza	32		
4.2.1 Kisel dež	32		
4.2.2 Destilirana voda	33		
4.2.3 Deževnica	34		
4.2.4 Vodovodna voda	35		
4.2.5 Bazična raztopina	36		
4.2.6 Primerjava koruz	37		
4.3 Grah	40		
4.3.1 Kisel dež	40		
4.3.2 Destilirana voda	41		
4.3.3 Deževnica	42		
4.3.4 Vodovodna voda	43		
4.3.5 Bazična raztopina	44		
4.3.6 Primerjava graha	45		
4.4 Redkvice	48		
4.4.1 Kisel dež	48		
4.4.2 Destilirana voda	49		
4.4.3 Deževnica	50		
4.4.4 Vodovodna voda	51		
4.4.5 Bazična raztopina	52		
4.4.6 Primerjava redkvic	53		

Povzetek

Namen raziskovalne naloge je bil proučiti vpliv pH različnih tekočin za zalivanje na rast vrtnin ter ugotoviti, katera tekočina jim omogoča najboljšo rast. Tako bi lahko vrtnarjem, ki se ukvarjajo s pridelavo vrtnin predvsem za domačo uporabo, pomagal bolje razumeti obdelovanje vrta in posledično pridobiti bogatejši pridelek.

V prvem delu raziskovalne naloge sem predstavil teoretične osnove. Razložil sem, kaj je pH ter osnove o vseh rastlinah, ki sem jih vključil v svoj poskus.

Poskus je potekal en mesec. Gojil sem pet različnih vrst rastlin, ki sem jih zalival s tekočinami, ki so imele različno pH vrednost. Rastline sem opazoval, meril njihovo višino in jih na koncu poskusa tudi tehtal.

Izkazalo se je, da ima pH vrednost tekočine za zalivanje vpliv na rast rastlin. Izkazalo se je tudi, da pH tekočine različno vpliva na različne rastline (npr. nizek pH na redkvice vpliva drugače kot na fižol). Najboljšo rast omogoča deževnica, ki je najprimernejša za zalivanje vrtnin, ki sem jih uporabil za svoj poskus.

1. Uvod

1.1 Namen in cilj raziskovalne naloge

Dandanes se vedno bolj uveljavlja samooskrba ljudi, mnogi so pričeli na svojih vrtovih pridelovati rastline, ki jih dnevno uporabljajo za svojo prehrano. Razlog je predvsem ekološko pridelana hrana poznane izvora. Nekateri se vrtnarjenja lotijo tudi zaradi zabave, sprostitve, posnemanja drugih ali celo zaradi profita. Toda vsi ti ljudje imajo en sam cilj, in sicer da jim zraste in čim bolje uspeva čim več rastlin, ki dajo izdatnejši pridelek. Zato sem se odločil, da bom raziskal, ali je ključ do večjega in kvalitetnejšega pridelka tudi vrednost pH tekočine za zalivanje. Upam, da bom s tem lahko pomagal vrtnarjem, ki želijo izboljšati pridelek na svojem vrtu.

V zadnjih nekaj letih pa so vedno bolj vidne tudi posledice podnebnih sprememb. Ena od posledic podnebnih sprememb je tudi kisel dež. Odločil sem se, da bom v sklopu raziskovanja proučil tudi vpliv le-tega na rast rastlin.

Za proučevanje sem izbral 5 vrst rastlin, ki jih običajno gojimo na vrtu in so dokaj lahke za vzgojo: fižol, grah, sladka koruza, redkvice in česen. Za zalivanje sem si izbral tekočine z različnimi pH vrednostmi. Prva od njih je destilirana voda, ki naj bi imela nevtralen pH. Destilirana voda ne vsebuje mineralov, ki so v podtalnici (mehka voda) in je kemijsko čista snov (H_2O). Druga izbrana tekočina za zalivanje je bila deževnica, saj sem želel izvedeti, ali je deževnica zares najboljša za zalivanje rastlin. Tudi deževnica je mehka voda, ker ima malo raztopljenih ionov, vendar ni čista snov. Naslednja tekočina za zalivanje je bila vodovodna voda, katere vpliva na rast rastlin še nisem poznal in sem ga želel raziskati. Četrta tekočina za zalivanje je simulirala kisel dež z nižjo pH vrednostjo, zadnja tekočina pa je imela bazično vrednost pH.

1.2 Hipoteze

Pred raziskovanjem in izvajanjem poskusa sem postavil nekaj hipotez:

1. Tekočina, ki naj bi simulirala kisli dež, bo na rastline vplivala močno negativno (rastline bodo nižje in manj zdrave, propadale bodo ...). To bi lahko sklepali po slabi rasti rastlin na področjih, kjer pada kisel dež (npr. Jesenice).
2. Destilirana voda bo negativno vplivala na rastline, vendar manj kot kisel dež, saj je njen pH previsok, pa vendar od idealnega odstopa manj kot pH kislega dežja.
3. Vrtnine bodo najbolj rasle, če jih zalivamo z deževnico, ker je deževnica naravna tekočina za zalivanje - voda, na katero so rastline prilagojene.
4. Rastline, zalite z vodovodno vodo, bodo rasle podobno kot pri deževnici, saj imata podobno vrednost pH, razlika je le v trdoti vode in nekaterih dodatnih snoveh, ki jih vsebuje vodovodna voda (npr. klor).
5. Bazična raztopina bo rastlinam škodovala, najverjetneje bodo propadle.

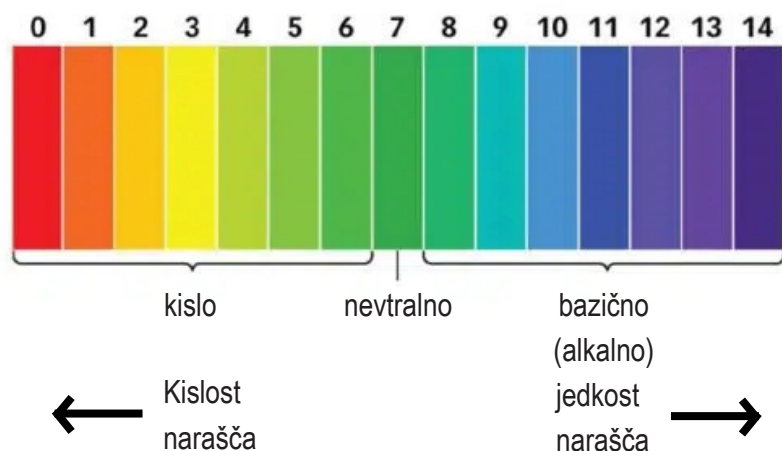
2. Teoretične osnove

2.1 Kaj je pH?

Za razumevanje raziskovalne naloge je potrebno vedeti nekaj osnov o pH. Lestvico pH vrednosti so izumili leta 1909 v laboratoriju Carlsberg na Danskem. Prvi jo je definiral vodja istega laboratorija, Søren Peder Lauritz Sørensen. Vrednost pH je v bistvu 'moč vodika'. Predstavlja količino vodikovih ionov v določeni snovi. Ime pH je zloženka nemške besede za potenco (Potenz) in simbola za vodik (H). pH lestvica ima 14 enot. Snovi s pH pod 7 so kisle, tiste s pH 7 so nevtralne, snovi s pH več kot 7 pa so alkalne oziroma bazične. Vrednost pH se izračunava z zahtevnimi logaritmi.

pH vrednost lahko merimo na lažje načine; s temu namenjenimi merskimi pripravami in napravami. Najbolj znana merska priprava za merjenje pH, ki je široko dostopna in je najbolj primerna za domačo uporabo, so pH lističi. Ni sicer najnatančnejša priprava za merjenje pH, je pa najhitrejša in najenostavnejša. Uporabni so le za merjenje pH tekočin. Lističe enostavno namočimo vanje in opazujemo, kako se obarvajo. Po barvi lističa s pomočjo navodil, ki so priložena embalaži lističev, določimo, kakšna je pH vrednost tekočine. Obstajajo tudi elektronski pH merilniki, ki so natančnejši kot lističi, toda dražji in zahtevnejši za uporabo. Potrebno jih je umerjati na tekočinah, katerih pH je znan. S pH indikatorji pa lahko merimo tudi pH zemlje, ki jo pred tem razmočimo.

Vrednost pH v snovi določa, kako bo snov kemijsko reagirala, za mojo raziskovalno nalogo pa je pomembno, kako pH vpliva na rastline oziroma na njihovo črpanje hranil iz zemlje.



Slika 1: Prikaz pH lestvice

2.2 Razvoj rastline

Rastline morajo za razvijanje same sebi pridelovati energijo, torej so avtotrofni organizmi. Ta proces imenujemo fotosinteza in poteka v kloroplastih, ki so organeli rastlinskih celic. Rastline za fotosintezo potrebujejo vodo, ogljikov dioksid in svetlobo, produkta fotosinteze pa sta kisik in glukoza. Glukoza se v mitohondrijih pretvori v energijo, ki jo rastlina porabi za razvoj, kar se imenuje celično dihanje. Pod razvoj rastline štejemo rast stebel, listov, cvetov, korenin, plodov oziroma celotne rastline.

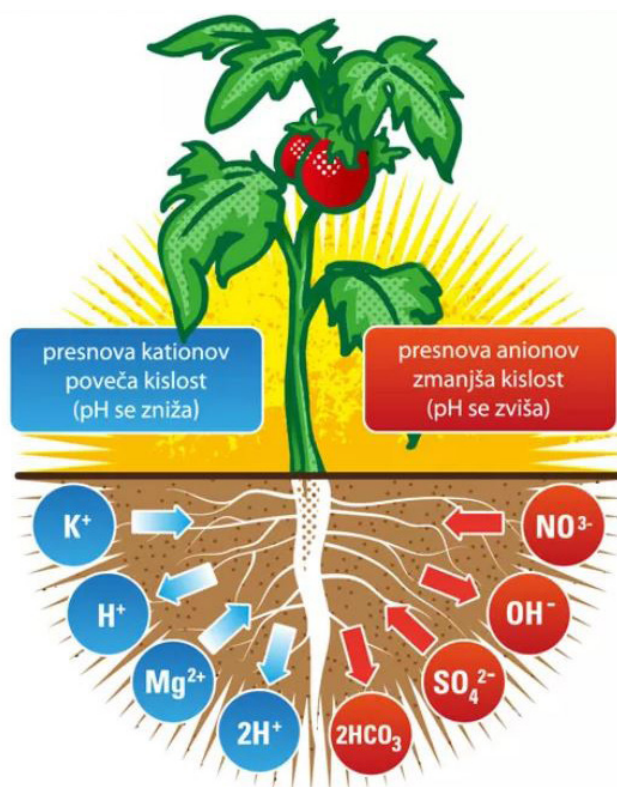


Slika 2: Prikaz fotosinteze

Za razvoj rastlina potrebuje prostor za rast, sončno svetlobo, ogljikov dioksid in vodo za izvajanje fotosinteze. Vodo potrebuje tudi za prenašanje hranil (sladkor in minerali, raztopljeni v vodi) po celotni rastlini. Rastline hranila črpajo večinoma iz zemlje. Od hranil so najpomembnejši dušik (N) za rast zelenih listov, fosfor (P) za razvoj velikih cvetov in močnih korenin ter kalij (K) za pomoč pri boju proti nekaterim boleznim. Na absorbiranje hranil pa vpliva pH vrednost zemlje. Kot je vidno na sliki 4, je največ hranil rastlini dostopnih v območju od pH 5,25 do pH 6,25.

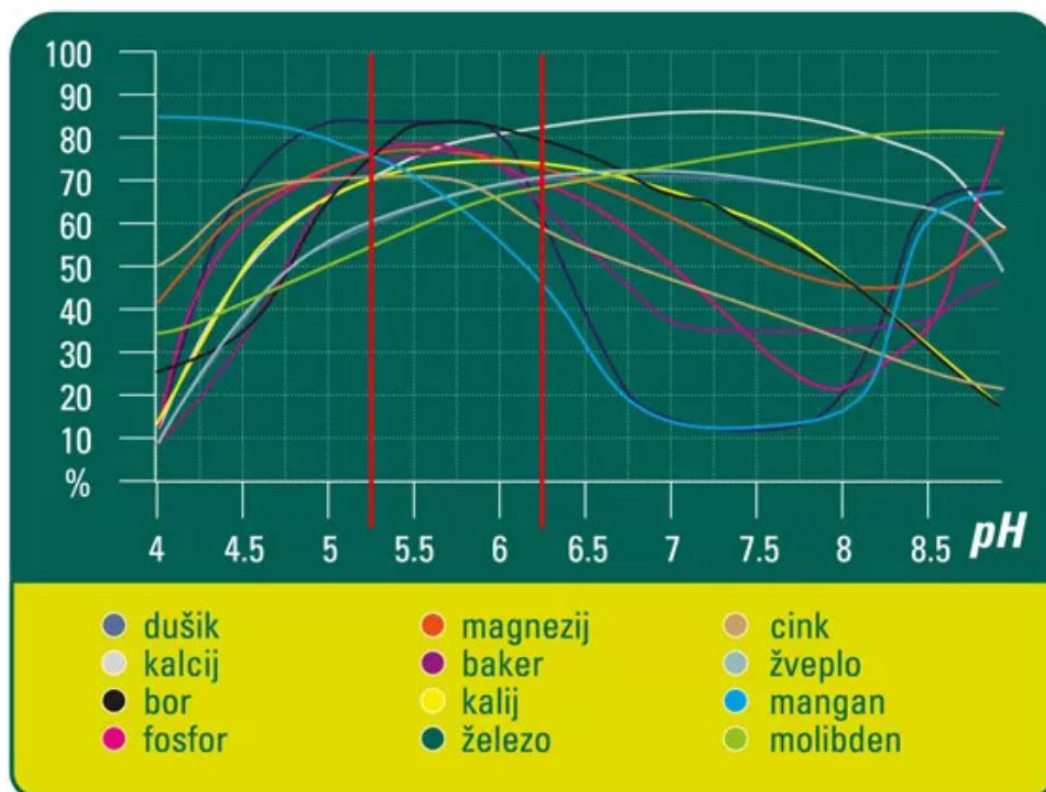
Rastline imajo zelo zanimiv sistem absorbiranja hranil iz zemlje. Ozki plasti prsti ob koreninah pravimo rizosfera. Na rizosfero imajo neposreden vpliv izločki korenin. Rastline si pri črpanju hranil pomagajo s povezovanjem z mikroorganizmi (glive, bakterije), ki črpajo in v rastlino pošiljajo nekatere minerale, te pa jim v zameno ponujajo nekaj glukoze. Prav tako lahko rastline do neke mere s svojimi izločki spreminjajo kemijsko sestavo rizosfere (tudi vrednost pH).

Vsak delec zemlje (npr. glina, organske snovi ...) ima neto negativen električni naboj. Hranila, ki jih rastline potrebujejo, imajo po tem, ko se raztopijo v vodi, pozitiven ali negativen naboj. Nekatera hranila se pojavljajo celo v obeh oblikah. Ker ima površina korenine negativen naboj, korenine privlačijo pozitivno nabita hranila, negativno nabita pa odbijajo. Rastline so uspele razviti način, ki jim omogoča absorbiranje negativno nabitih delcev. Za vsak negativno nabit delec (anion) izločijo drug anion. Enako funkcionira absorpcija pozitivno nabitih delcev (kationov). Izločanje delcev rastlini pomaga, da naboj njenih korenin ostane enak. Izločanje različno nabitih ionov pa ima vpliv na pH zemlje oziroma rizosfere. Za vsak izločen kation zemlja postane rahlo kislá, za vsak izločen anion pa postane rahlo bazična.



Slika 3: Prikaz menjave kationov in anionov.

Pred absorpcijo mineralov mora rastlina le-te raztopiti v raztopini vode in prsti. Največ mineralov je najboljše topnih v vodni raztopini s pH med 5,25 in 6,25 (slika 4), ki ga ima deževnica. Kadar je pH raztopine prenizek ali previsok, se nekateri minerali ne raztopijo ali pa se deaktivirajo in rastlini niso več dostopni (npr. mangan pri bazični raztopini). To-pnost in razpoložljivost mineralov v odvisnosti od pH raztopine prsti sta vidni na sliki 4.



Slika 4: Prikaz razpoložljivosti hranil pri različnih vrednostih pH raztopine prsti

2.3 Opis rastlin, ki sem jih uporabil v poskusu

2.3.1 Fižol

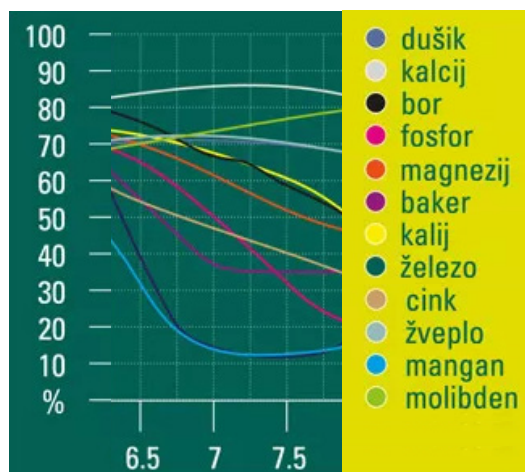
Fižol (*Phaseolus vulgaris*) je zelenjava, ki spada v red stročnic (Fabales), družino metuljnic (Fabaceae). Izhaja iz Srednje in Južne Amerike, v Evropo pa so ga v 15. stoletju prinesli evropski raziskovalci. Sprva se je močno razširil po Franciji, od koder je prišel tudi v naše kraje, kjer smo ga začeli gojiti v 17. stoletju.

Fižol za pridelavo delimo na stročji fižol in fižol za zrnje, glede na višino rasti pa na nizke ali grmičarje in visoke ali preklarje. Pod nizki fižol štejemo fižole, ki zrastejo do 50 centimetrov, pod visoke pa nad to višino. Nizki fižoli ne potrebujejo opore, saj nimajo vitic, kar je poleg višine ena večjih razlik med nizkimi in visokimi vrstami. Semena se razlikujejo po barvi, obliki in velikosti. Fižol je samooplodna rastlina in pridelava semena je zaradi tega dokaj lahka.

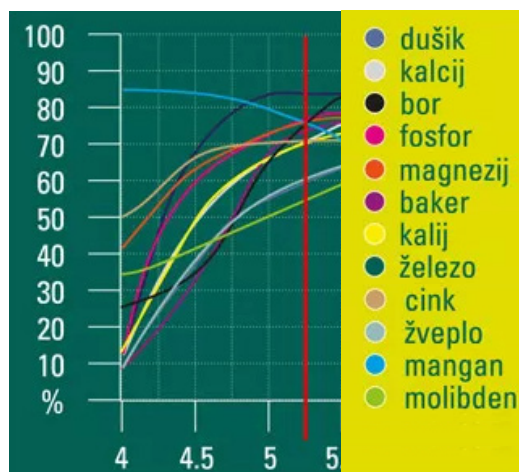
Fižol je visoko kalorična zelenjava, ki ima veliko beljakovin in ogljikovih hidratov, bogata pa je tudi s fosforjem, magnezijem, kalcijem, železom in kalijem. Vsebuje tudi vitamine B skupine, karotin in vitamin C ter vitamin D.

Fižol za kaljenje in rast potrebuje toplo in vlažno podnebje. Je dokaj "žejna" rastlina, kar pomeni, da potrebuje veliko vode in slabo prenaša sušo. Najraje ima vlažno in zračno zemljo, ki jo je potrebno redno namakati. Fižol potrebuje tudi kar veliko svetlobe. Med bakterijami in glivami ima fižol kar nekaj zaveznikov, kot so predvsem nitrifikacijske bakterije iz rodu *Rhizobium*, ki vežejo dušik iz zraka in ga nudijo fižolu, ta pa jih v zameno oskrbuje z energijo. Fižol pa napada tudi kar nekaj škodljivcev, kot so npr. fižolova muha, gliva *Rhizoctonia solani* itd.

Fižol najbolje uspeva v tleh s pH vrednostjo od 6,5 do 7,8.

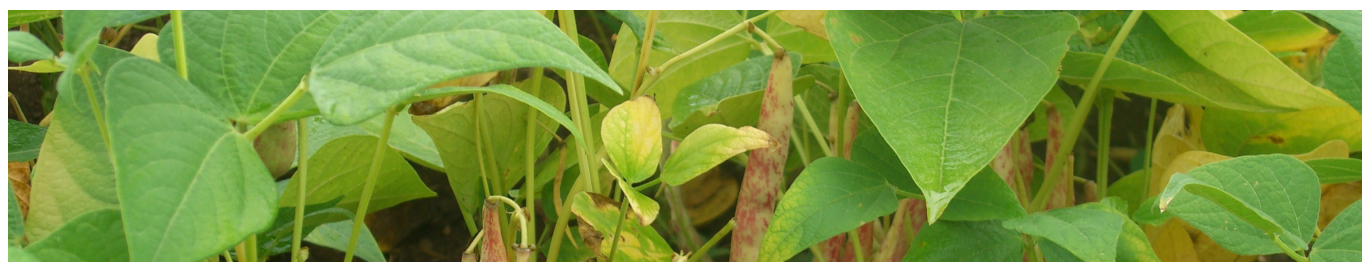


Slika 5: Prikaz območja in razpoložljivosti elementov v območju pH vrednosti, ki naj bi fižolu najbolj ugovajala



Slika 6: Prikaz območja in razpoložljivosti elementov v območju pH vrednosti pod 5,5 pH, kjer so manj dostopni elementi, ki jih bakterije potrebujejo

V tem območju je na voljo večina elementov, ki jih fižol najbolj porablja (kalij, kalcij, fosfor...). Je pa zanimivo, da je v tem območju težje dostopen dušik, vendar fižol najbrž z njim oskrbujejo bakterije, ki ga pridobijo lažje. V tleh, ki imajo pH nižji od 5,5, bo fižol uspeval mnogo slabše, saj takšna vrednost pH zemlje nitrifikacijskim bakterijam onemogoča delovanje, kar zmanjšuje fižolovo oskrbo z dušikom. Ta je potreben za rast zelenih delov rastline, v katerih poteka fotosinteza. Bakterije, ki recimo v območju od pH 6,5 do 7,8 uspevajo dobro, v območju pod pH 5,5 tal delujejo slabše, saj so v tem območju pH slabše dostopni fosfor, bor in predvsem molibden.



Slika 7: Nizek fižol

2.3.2 Koruza

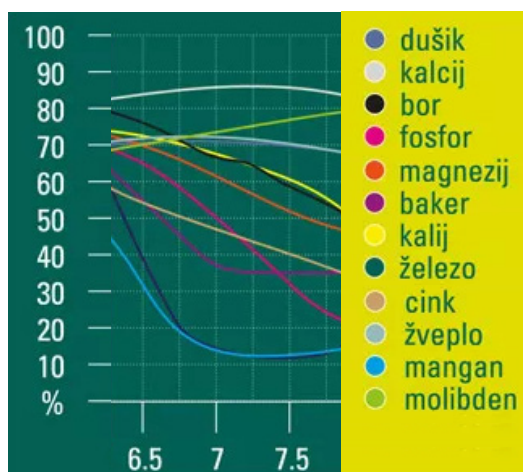
Koruza (*Zea mays*) je zelenjava, ki spada v red travovci (Poales), družino trave (Poaceae). Izhaja iz Andov, kjer so jo prvi 'udomačili' tamkajšnji prebivalci.

Koruza se goji na njivah večinoma za krmno živine (krmna koruza). V manjšem obsegu se na njivah goji tudi koruza za moko. Na vrtilčkih pa se v glavnem goji sladka koruza, ki doseže manjšo višino, pridelek pa se lahko je. V svoji raziskovalni nalogi sem proučeval to vrsto koruze. Plodovi koruze imajo obliko storžev, med vrstami pa se razlikujejo po velikosti in po barvi. Plod je lahko rumen, bel ali rdeč. Koruze se razlikujejo tudi po višini. Najvišje lahko zrastejo do 7 m, povprečno pa so visoke 2,5 m.

Koruzno zrno vsebuje veliko vitamina B1, kar 150 miligramov na 100 g koruze. Koruzno zrno vsebuje tudi veliko mangana. V zrnu lahko najdemo še železo, magnezij, cink, selen ...

Koruzo je najbolje gojiti v zemlji, ki ima veliko humusa, je globoka, težka in zračna. Zračna tle so pomembna, saj pripomorejo k visoki mikrobiološki aktivnosti. Koruza je zelo občutljiva na pomanjkanje svetlobe. Potrebuje je zelo veliko in že najmanjše pomanjkanje svetlobe ji močno škodi.

Koruza pa ima tudi nemalo škodljivcev. To so npr. ličinke hroščev pokalic, ki obžirajo seme, korenine in pritlehni del stebela koruze, koruzni hrošči, ki se hranijo s koruznimi listi ... Prav tako obstaja veliko glivičnih okužb, ki povzročajo veliko gospodarsko škodo. Povzročajo jih večinoma glive iz rodu *Fusarium*. Posledice okužb so koruzna rja, progavost, pegavost ...



Slika 8: Območje nevtralne vrednosti pH, kjer je razpoložljivost kalcija najvišja

Koruza ni posebej občutljiva na pH vrednost zemlje, vendar pa ji najbolj ustreza pH, ki se giblje okoli 7. pH vrednost okoli 7 sicer ne prinaša izobilja razpoložljivosti elementov, prav tako pa tudi ne prinaša slabe razpoložljivosti. Element, ki je v območju nevtralnega pH dobro razpoložljiv in deluje pozitivno na koruzo, je kalcij. Ta deluje kot vezivo, ki povezuje talne delce v strukturne agregate. Tako je struktura tal na nevtralnih tleh najprimernejša za pridelavo koruze



Slika 9: Koruza

2.3.3 Grah

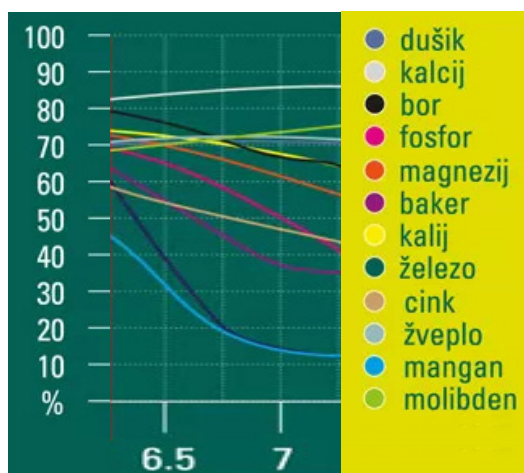
Grah (*Pisum sativum*) je zelenjava, ki spada v red stročnic (Fabales), družino metuljnic (Fabaceae).

Grah delimo glede na višino; na nizek ali visok grah. Nizek grah zraste do 50 centimetrov, visok pa do 2 metra. Grah po uporabi delimo na krmni grah, ki je namenjen hranjenju živine, in na vrtni grah, ki je namenjen prehrani ljudi. Najbolj poznane vrste graha, ki so namenjene prehrani, so: oglatozrnati grah, sladkorni grah in okroglozrnati grah.

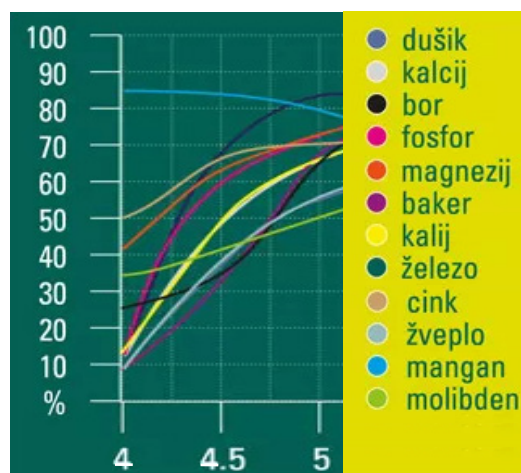
Grah je v prehrani druga najpomembnejša stročnica, takoj za fižolom. Vsebuje mnogo hranilnih snovi, vendar ima na 100g manj hranilnih snovi kot fižol. Vsebuje pa veliko vitaminov A in B ter različnih mineralov, kot so fosfor, železo in kalcij.

Grah najbolje kali in raste v vlažnem podnebju. Najraje ima vlažno in zračno zemljo, ki jo je potrebno redno namakati. Za gojenje graha je najbolj primerna dobro odcedna zemlja. Grah je ena najbolj zahtevnih rastlin glede svetlobe. Če mu svetlobe primanjkuje, se povesi ali pa hitro propade. Grah enako kot fižol sodeluje z nitrifikacijskimi bakterijami iz rodu *Rhizobium*, ki vežejo dušik iz zraka in ga nudijo grahu, ta pa jih v zameno oskrbuje z energijo. Grah ima tudi kar nekaj škodljivcev. Najbolj pogosti so na primer hrošč grahar, resarji in glivični bolezni siva plesen in bela gniloba.

Grah najbolje uspeva v tleh s pH vrednostjo od 6,5 do 7.



Slika 10: Območje vrednosti pH od 6,5 do 7, ki grahu omogoča najboljšo rast



Slika 11: Prikaz območja in razpoložljivosti elementov v območju pH vrednosti pod 5

Za grah velja podobno kot za fižol. V razponu vrednosti pH, ki naj bi jima najbolj ustrezala, je večina za rastline pomembnih elementov dostopnih, razen dušika, s katerim pa tako grah kot fižol v simbiotskem razmerju oskrbujejo nitrifikacijske bakterije. Območje pH od 6,5 do 7 ustreza nitrifikacijskim bakterijam, ki potrebujejo bor, molibden in fosfor. Grah zelo slabo uspeva v območju pH pod 5, saj v tem območju bakterije ne delujejo, zato grahu primanjkuje dušika. V zemlji, ki ima bazične lastnosti, grah ne raste optimalno, saj pri takšnih razmerah nitrifikacijske bakterije ne morejo vezati dušika iz zraka.



Slika 12: Grah

2.3.4 Redkvice

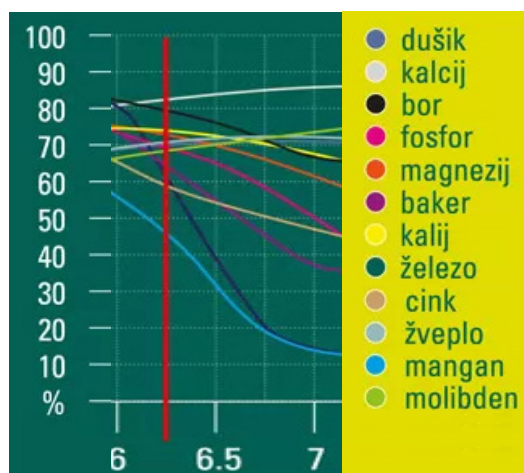
Redkvice (*Raphanus sativus*) je zelenjava, ki spada v red križničevci (Brassicales), družino križnic (Brassicaceae). Izvirajo iz Evrope, kjer so jih udomačili že v 3 stol. pr. n. št.

Redkvice lahko v širšem smislu razdelimo glede na čas, v katerem rastejo: poletne, spomladanske, zimske in jesenske. Razlikujemo jih tudi po obliki korenin, barvi plodov in velikosti. V povprečju redkvice zrastejo od 10 do 15 centimetrov.

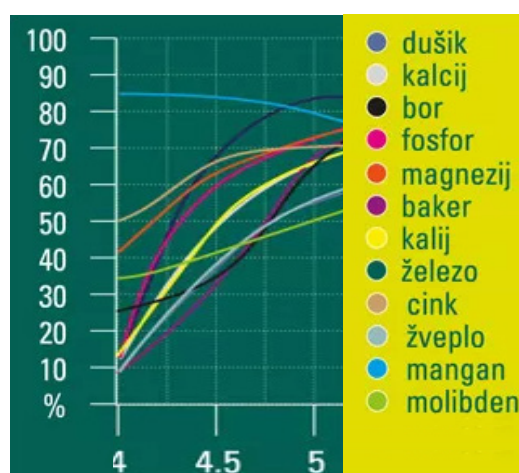
Redkvice ne izstopajo ravno po energijski vrednosti, vsebujejo pa mnogo zdravih snovi. So dober vir vitaminov C, B2, B6 in B9. Vsebujejo tudi veliko kalija, kalcija, magnezija in bakra.

Redkvice je na temperature zelo neobčutljiva rastlina, ki lahko preživi zelo visoke temperature in tudi temperature pod lediščem. Najraje ima tla, ki so lažja, peščena in dobro odcedna. Kar je pri redkvicah pomembnejše kot pri drugih rastlinah, je, da morajo biti tla polna hranil le kratek čas, saj redkvice rastejo in dozori hitro in v tem času nujno potrebujejo čim več hranil. Redkvice potrebujejo svetlobo, pa vendar so manj občutljive, če jo primanjkuje. Škodljivci, ki najpogostejše napadajo redkvice, so bolhači, ki zajedajo majhne luknjice na listih, kapusove muhe, ki po listih zajedajo rove in s tem ustavljajo rast, ter strune, ki objedajo korenine in gomolje.

Redkvice najbolje uspevajo v tleh s pH vrednostjo od 6 do 7.



Slika 13: Območje pH med 6 in 7, ki naj bi redkvicam najbolj ustrezalo



Slika 14: Območje pH pod 5, kjer je razpoložljivost dušika prav tako v zatonu

Redkvice ima dve specifični lastnosti. Potrebuje veliko kalija, škoduje pa ji prevelika količina dušika. Pomanjkanje kalija in prevelika količina dušika vplivata na negativno razmerje med listi in gomoljem ter koreninami, kar lahko povzroči povešanje. Kot vidimo, je kalij v območju vrednosti pH od 6,2 do 7,2 na najvišji ravni, kar redkvicam ustreza pri uravnavanju razmerja listi - gomolj in korenine. Prav tako je dušik v zatonu, kar pomeni, da redkvice ne vlagajo preveč energije v rast listov na račun korenin in gomolja. Hitro lahko pomislimo, da bi redkvicam lahko ustrezala zemlja z vrednostjo pH pod 5, kjer je razpoložljivost prav tako v zatonu, vendar je razpoložljivost kalija pri taki vrednosti pH manjša kot pri vrednosti od 6,2 do 7,2.



Slika 15: Redkvice

2.4 Opis tekočin za zalivanje, ki sem jih uporabil v poskusu

2.4.1 Destilirana voda

Je čista voda, ki ne vsebuje ionov ali drugih elementov ampak le molekule H_2O , kar pomeni, da je to čista voda. Zaradi njene čistoče pravimo, da je mehka voda. Po navadi je njen pH 7. Pridobivamo jo s pomočjo destilacije, največkrat vodovodne vode. V medicini, farmaciji, kemiji in biologiji jo uporabljamo kot univerzalno topilo. V vsakdanjem življenju jo pogostokrat zasledimo v likalnikih, vlažilcih, parnikih...

2.4.2 Deževnica

Deževnica oz. dež so vodne kapljice, ki se kondenzirajo iz atmosferskih vodnih hlapov in padejo na tla pod vplivom gravitacije. Ker je voda odlično topilo, na svoji poti skozi atmosfero raztaplja različne pline kot so CO_2 , O_2 , NO_2 in SO_2 . Poleg plinov zajame tudi določene količine saj in ostalih mikroskopskih delcev, prisotnih v atmosferi. Zaradi absorpcije snovi je sestava deževnice močno odvisna od lastnosti ozračja, skozi katerega pada. Na sestavo ozračja najbolj vplivajo onesnaževala, ki nastanejo zaradi človeške aktivnosti. Mednje štejemo izogrevanje fosilnih goriv, uporaba in proizvodnja biocidov in pesticidov, rudarstvo in nezadostno očiščeni izpusti različnih industrijskih obratov. Zaradi naštetega se pH deževnice precej spreminja glede na območje, kjer jo zbiramo. Tudi na odročnih območjih, kjer zrak ni onesnažen, je deževnica rahlo kislota (pH okoli 6,0) zaradi ogljikovega dioksida (CO_2), ki z vodo tvori ogljikovo kislino (H_2CO_3).

2.4.3 Kisel dež

Kot sem že omenil v prejšnjem podpoglavju, je deževnica sama po sebi rahlo kislota, ker vsebuje raztopljeni ogljikov dioksid iz zraka. Če je zrak čist, je pH deževnice okrog 6. V industrijskih predelih ali v velemedstih, kjer je zrak najbolj onesnažen, je v ozračju precej več plinov, kot na primer ogljikovega dioksida, dušikovih oksidov, žveplovega dioksida, ozona, klorovih spojin ... Ti plini se raztapljajo v deževnici, vsebnost kislin v njej se lahko močno poveča, pH pa se zmanjša. Na najbolj onesnaženih območjih je pH deževnice lahko tudi manj kot 3. Kisel dež rastlinam zelo škoduje, saj zniža pH prsti, rastline pa pričnejo izgubljati pomembne minerale in sčasoma odmrejo. V kmetijstvu si na območjih s kislim dežjem pomagajo z dodajanjem apna, ki pomaga vzdrževati stabilen pH prsti in gnoji, ki pomagajo nadomestiti izgubljene minerale.

2.4.4 Vodovodna voda

Vodovodna voda je pitna voda, ki jo črpamo iz podzemne vode oziroma podtalnice. Podzemne vode se naravno napajajo in obnavljajo s padavinskimi vodami (dež, sneg), indirektno pa tudi s podzemnim tokom iz rek in jezer, včasih tudi morja. Padavinske vode, v katerih so že raztopljeni nekateri plini, ob pronicanju skozi tla raztapljajo nekatere minerale, kot na primer kalcijev karbonat (CaCO_3) in magnezijev karbonat (MgCO_3). Raztopljene mineralne snovi, predvsem kalcijevi in magnezijevi hidrogenkarbonati iz apnenca in dolomita ter kalcijev sulfat (sadra), povzročijo, da voda postane trda. Ob pronicanju skozi tla se voda lahko onesnaži z različnimi težkimi kovinami, pesticidi, nitrati, bakterijami, virusi Za pripravo vodovodne oziroma pitne vode podtalnico filtrirajo, ozonirajo, dezinficirajo na različne načine, občasno tudi klorirajo. pH podtalnice oziroma pitne vode je okoli 7.

2.4.5 Bazična raztopina

Pri gojenju rastlin se ljudje pogosto srečujejo s prekislo prstjo. Prst lahko postane kislja zaradi kislega dežja ali pa zato, ker velike količine dežja izpirajo osnovne elemente - kalcij, magnezij, natrij in kalij, apnenec. Na preveč kislih tleh se uporablja sredstva za nevtralizacijo kislosti, ki so običajno narejena na osnovi apnenca – apnenje.

3. Praktično delo

3.1 Metode dela

Pri praktičnem delu raziskovalne naloge sem se odločil opazovati pet različnih vrst rastlin: fižol, koruzo, grah, redkvice in česen, ki sem jih zalival s petimi tekočinami, ki so imele različno pH vrednost. Poskus sem izvajal mesec dni, pričel sem 27. septembra 2023. Praktično delo je bilo razdeljeno na štiri sklope: sejanje rastlin, merjenje pH tekočin za zalivanje, opazovanje rasti in končne meritve.

Spremenljivka	Odvisne spremenljivke	Konstante
vrednost pH tekočine za zalivanje	vitalnost rastlin	osvetljenost
	višina rastlin	prst
	masa rastlin	semena
		temperatura
		količina zalivanja
		prostor (število semen glede na velikost sadilnega lončka)

3.1.1 Sejanje rastlin

Poskus sem začel s sejanjem rastlin. Posejal sem visoki fižol Jeruzalemski (*Phaseolus vulgaris* L.), sladko koruzo Zarja F1 (*Zea mays* L. convar. *saccharata* Koern.), grah Rondo (*Pisum sativum* L.), Redkvice Saxa 3 (*Raphanus sativus* L.) in ptujski česen. Vsako vrsto rastlin sem posadil v šest lončkov, od katerih je bil eden namenjen za rezervo v primeru slabše kalitve semen. Posadil sem po štiri fižole, štiri grahe, štiri koruze, tri česne in prgišče redkvic v lonček. Naj omenim, da sem redkvice sadil v manjše lončke kot ostale rastline. Za substrat sem uporabil specializirano zemljo za setev in pikiranje. Lončke sem postavil v plastične posode, tako da so imele rastline na voljo čim več svetlobe, hkrati pa so jih posode varovale pred nižjimi temperaturami. Rastline so bile zunaj, dokler so bile temperature še dovolj visoke in dokler fižol ni zrasel toliko, da je potreboval oporo. Vse rastline sem do kalitve zalival z vodovodno vodo. Po kalitvi sem jih razporedil in začel zalivati z različnimi tekočinami. Vse rastline, ki sem jih kasneje zalival z enako tekočino, sem postavil na eno mesto v posodi in jih od drugih skupin rastlin ločil s polivinilom, da se tekočine na dnu ne bi mešale.



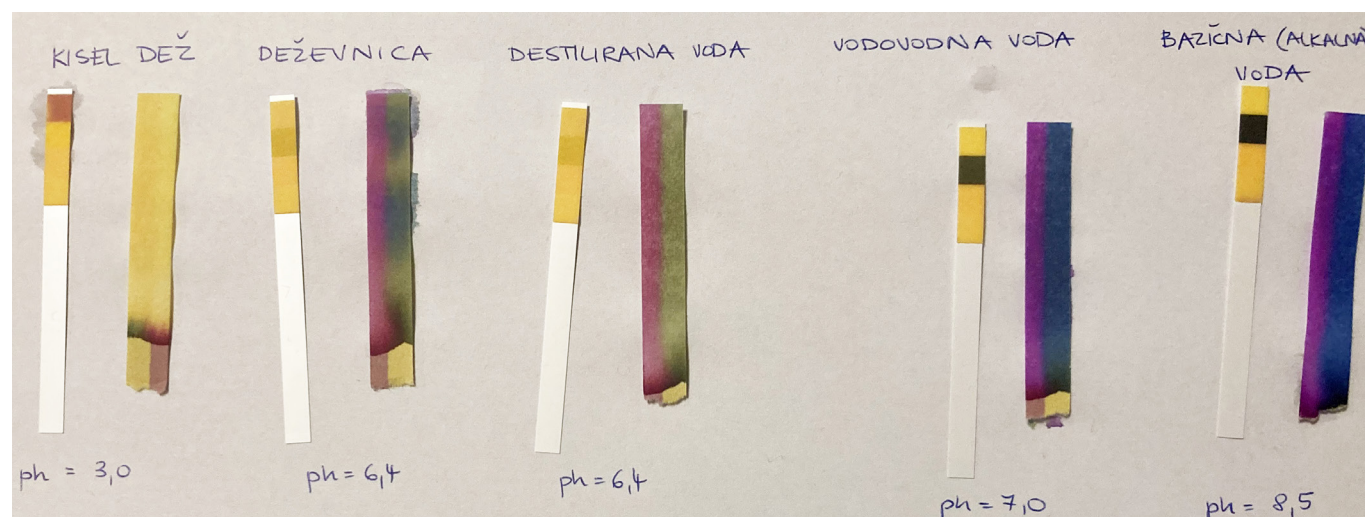
Sliki 16, 17: Prikaz setve rastlin



Vpliv pH vrednosti tekočine za zalivanje na rast vrtnin

3.1.2 Merjenje vrednosti pH tekočin za zalivanje

Pri načrtovanju poskusa sem določil pet tekočin, s katerimi bom zalival rastline. Prva od njih je bila deževnica, ki sem jo tekom več tednov zbiral v vedra, ki sem jih postavil na prosto v strnjnem naselju na obrobju Ljubljane. Izmerjeni pH deževnice je bil 6,4. Druga je bila vodovodna voda. Uporabil sem svežo, hladno vodo iz pipe. Območje, kjer živim, se nahaja na vodooskrbnem območju Šentvid. Glede na uradne meritve, ki jih večkrat letno izvajajo za to območje, ima voda pH 7,5, njena trdota pa je 15 – 16 °dH (nemška trdota stopnja - 1°dH = 10 mg kalcijevega oksida na liter), kar pomeni, da je voda trda. Po mojih meritvah je vrednost pH vodovodne vode točno 7,0. Tretja uporabljena tekočina je bila destilirana voda, ki sem jo kupil v trgovini in je namenjena v npr. za likanje, pripravo raztopin proti zmrzovanju, polnjenje avtomobilskih hladilnih naprav... Čeprav naj bi imela destilirana voda nevtralen pH, sem izmeril vrednost 6,4, enako kot pri deževnici. Pri preostalih dveh tekočinah sem vrednost pH ustvaril sam. Kisli dež sem v poskusu simuliral tako, da sem zbrani deževnici s pomočjo citronske kisline ($C_6H_8O_7$) znižal pH vrednost na 3,0, kar je povprečna pH vrednost kislega dežja po svetu. Bazično raztopino pa sem pripravil tako, da sem destilirani vodi dodal natrijev hidrogenkarbonat oziroma sodo bikarbono ($NaHCO_3$) ter zvišal njen pH na 8,5. Vrednosti pH tekočin sem meril z dvojimi različnimi pH lističi. Prvi so imeli skalo od 0 do 14 in natančnost 1 (oz. 0,5), drugi pa so imeli skalo od 5,5 do 7,9 in so imeli v tem območju natančnost 0,3.



Slika 18: Prikaz rezultatov merjenja vrednosti pH tekočin za zalivanje

3.1.3 Opazovanje rasti

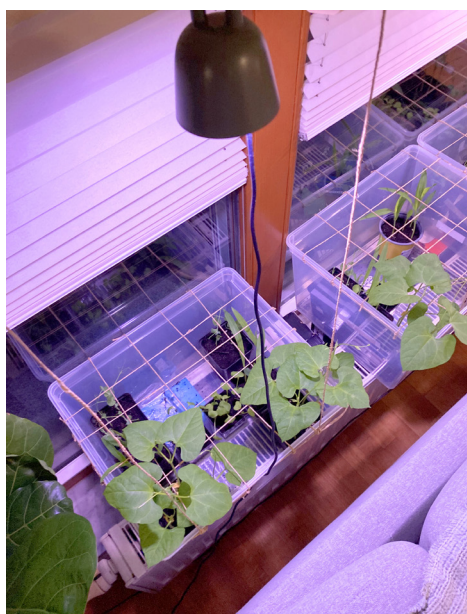
Po sajenju rastlin sem začel rastline opazovati in si ugotovitve zapisovati. Opazoval sem, kdaj so rastline vzkli- le, delno tudi zaradi tega, ker je bilo od tega odvisno, kdaj bom rastline prvič zalival z različnimi tekočinami. Rastline sem sicer prvič zalival že takoj po sejanju, naslednjič (4.10. 2023) pa sem rastline že zalival z različnimi tekočinami (500 ml), saj so do takrat vzkli- le vse rastline razen česna, ki sem ga kmalu zatem iz poskusa izločil, ker ni pognalo niti eno seme. Rastline sem zalival 8. 10. (350 ml), 14. 10 (350 ml), 22. 10 (300 ml) in 25. 10. (350 ml). Opazoval sem vi- talnost rastlin in višino. Slednjo sem tudi vsak dan meril in jo zapisoval. Redno sem rastline tudi fotografiral. Med rastjo sem moral rastlinam zagotoviti čim boljše pogoje. Ko so rastline prerasle vrh posode, sem jih ponoči nehal zapirati s pokrovi. Kmalu zatem je fižol potreboval oporo, ki sem jo postavil v stanovanju, tako da sem vrvice napel, jih privezal na strop in tako fižolu omogočil, da se je začel po njih vzpenjati. Ker rastline notri niso imele dovolj svetlobe, sem namestil tudi UV svetilke, ki so rastline osvetljevale, da so imele le-te dovolj svetlobe.



Slika 19: Merjenje rastlin



Slika 20: Opore za rastline



Slika 21: UV svetilka



Slika 22: Tehtanje rastlin ob koncu poskusa

3.1.4 Končne meritve

Po enem mesecu sem poskus končal in izvedel končne meritve. Natančno sem izmeril višino vseh rastlin ter si jih še zadnjič dobro ogledal in zapisal končna opažanja. Rastline sem po merjenju višine tudi stehtal. Za tehtanje rastlin sem uporabil tehtnico, katere natančnost je bila 0,1g. Pred tehtanjem sem rastlinam očistil korenine, tako da je bilo tehtanje pravično, prav tako pa sem si lažje ogledal koreninski sistem, po katerem so se rastline tudi razlikovale.

4. Rezultati

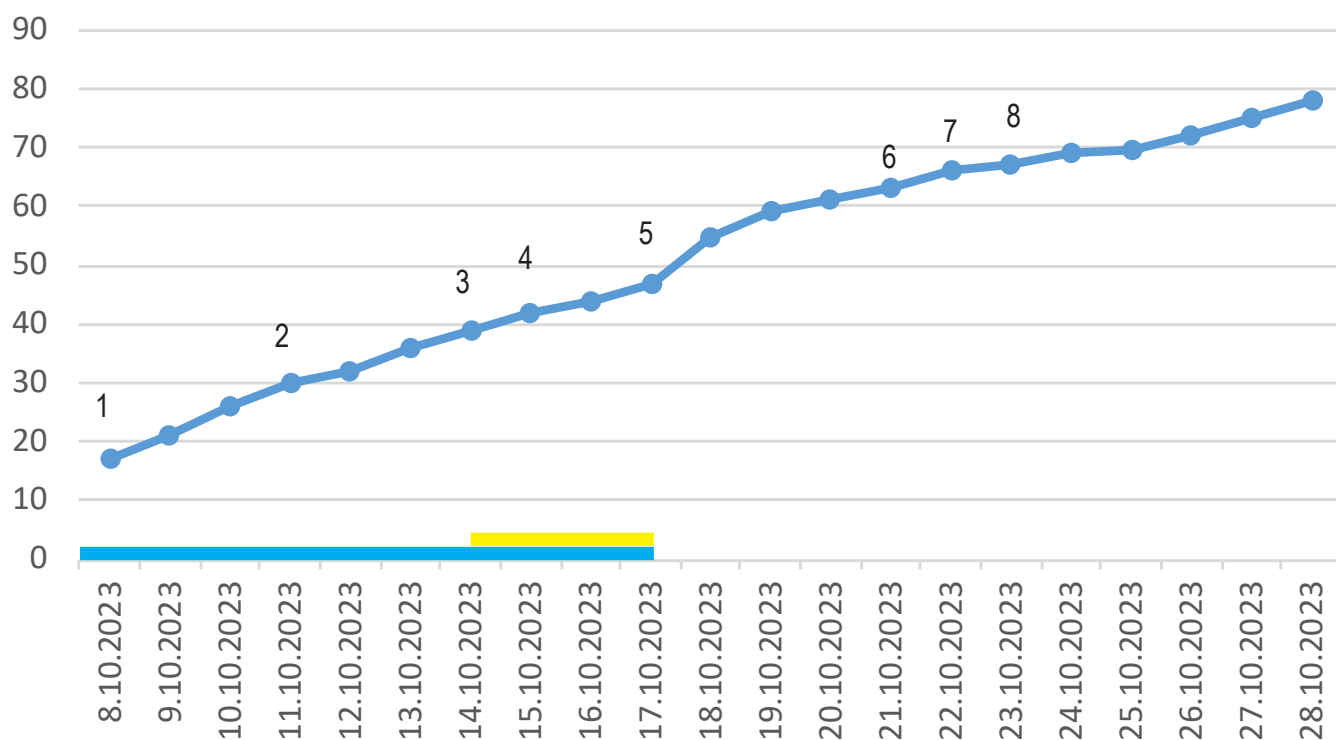
4.1 Fižol

4.1.1 Kisel dež

Tekočina, ki je simulirala kisel dež, je imela pH vrednost 3 (kisel dež v velemestih naj bi imel pH od 3 do 4). Pričakoval sem, da bo kisel dež negativno vplival na rastline, da se bodo osušile, slabše rasle ali pa celo ne bodo vzklike.

Povprečno višino fižolov sem začel meriti 8. 10., se pravi 10 dni po sejanju. Že od začetka so fižoli v tej skupini izgledali slabo. Imeli so deformirane in pomečkane liste, na njih so se pojavljale bele lise, prav tako se je hitreje ustavljala rast fižolov oziroma razlike med njimi. Vsa opažanja so prikazana na spodnjem grafu in zapisana v tabeli.

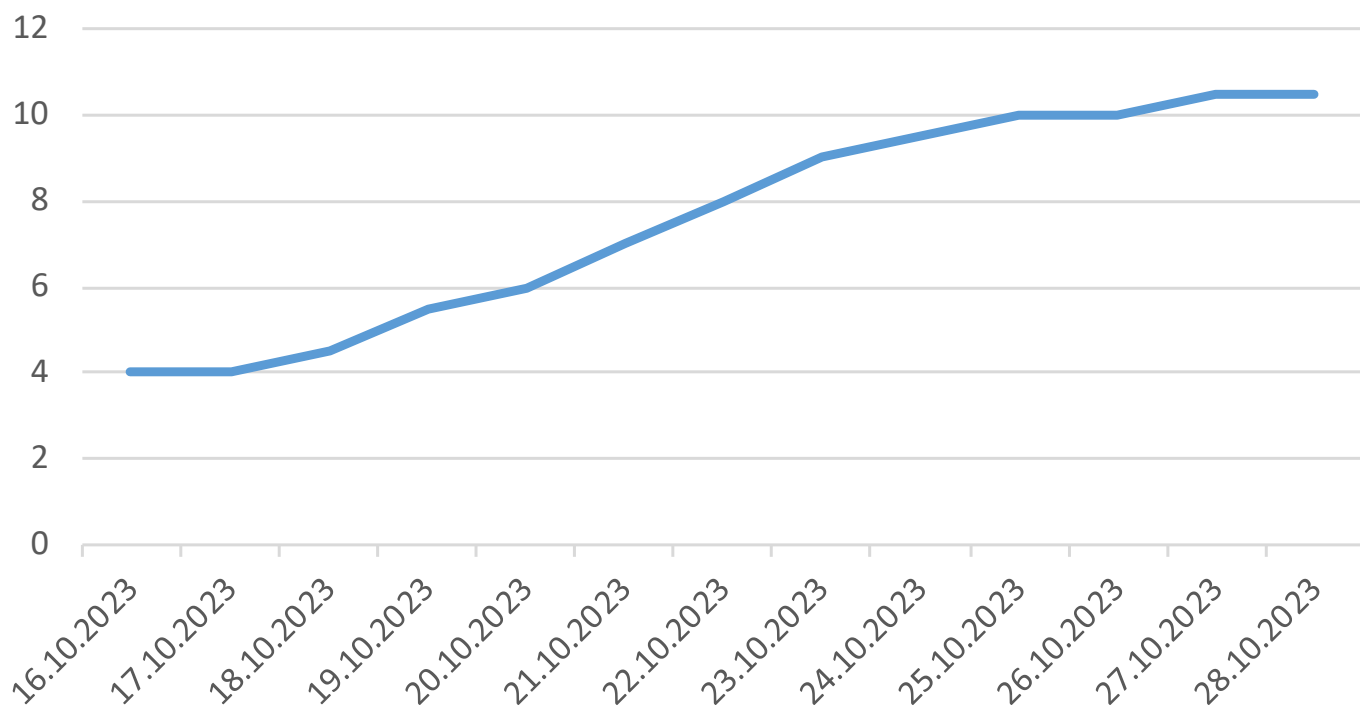
Povprečna višina fižola (cm)



Slika 23: Pomečkanost listov, bele lise

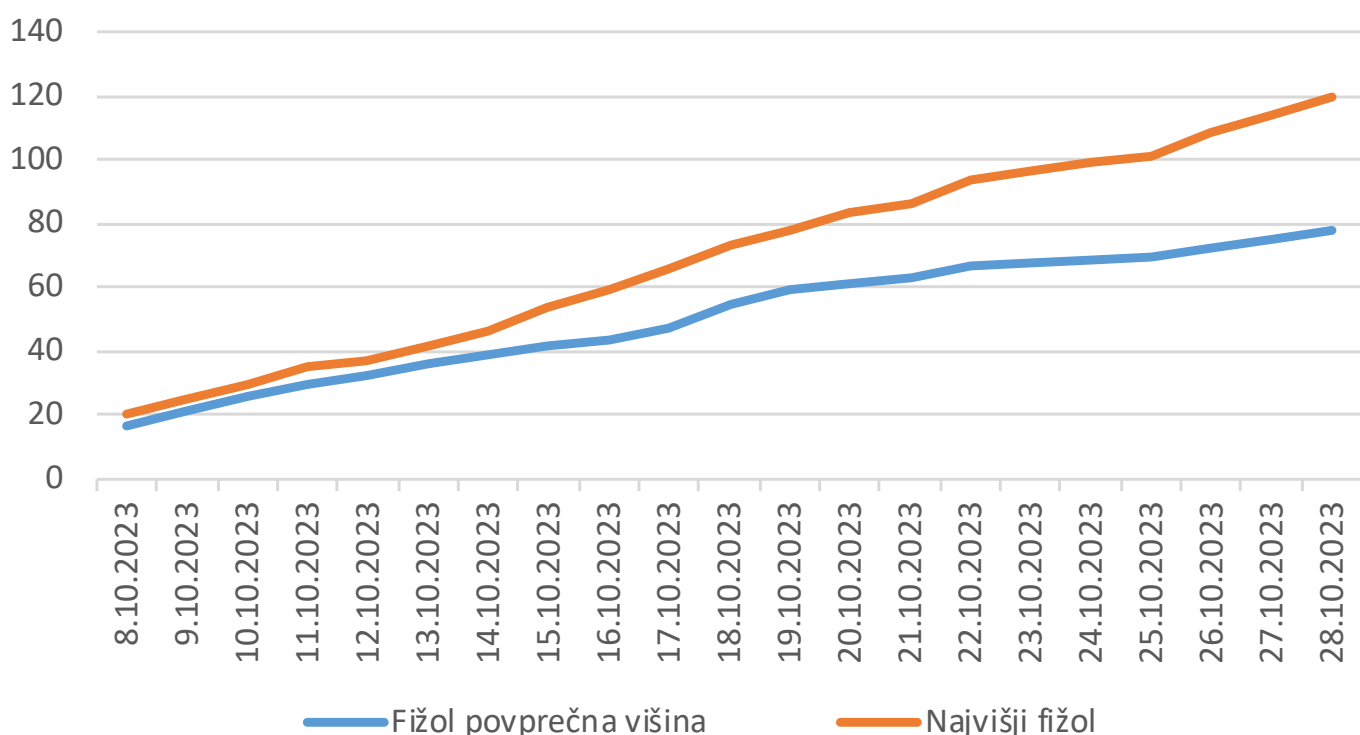
1	Deformirani listi
2	Začne rasti prvi set pravih (trojnih) listov
3	Na listih se začnejo pojavljati bele lise
4	Opazati se začne največja razlika med najnižjim in najvišjim
5	Rasti začne drugi set pravih (trojnih) listov
6	Na dveh listih se pojavijo luknjice
7	Liste se začno gubati
8	Listi se začnejo upogibati
svetlo modra črta	Obdobje pomečkanosti listov
rumena črta	Obdobje pojavljanja belih lis

Dolžina največjih listov (cm)



Povprečna teža fižolov v tej skupini je bila ob končnem merjenju 4,86 g. Ocenim lahko, da so fižoli, zalivani s kislim dežjem, rasli slabo. Izgledali so nezdravi in celo ranjeni. Niso imeli najmanjših listov, prav tako niso bili najlažji, bili pa so najnižji. V povprečju so merili le 78 cm, kar je 43 cm manj kot povprečna višina fižolov, zalivanih z destilirano vodo. Kljub majhnosti fižola je bila razlika med povprečjem in najvišjim fižolom zelo velika (kar 42 cm oziroma skoraj polovico višine povprečja).

Povprečna višina fižolov in najvišji fižol (cm)

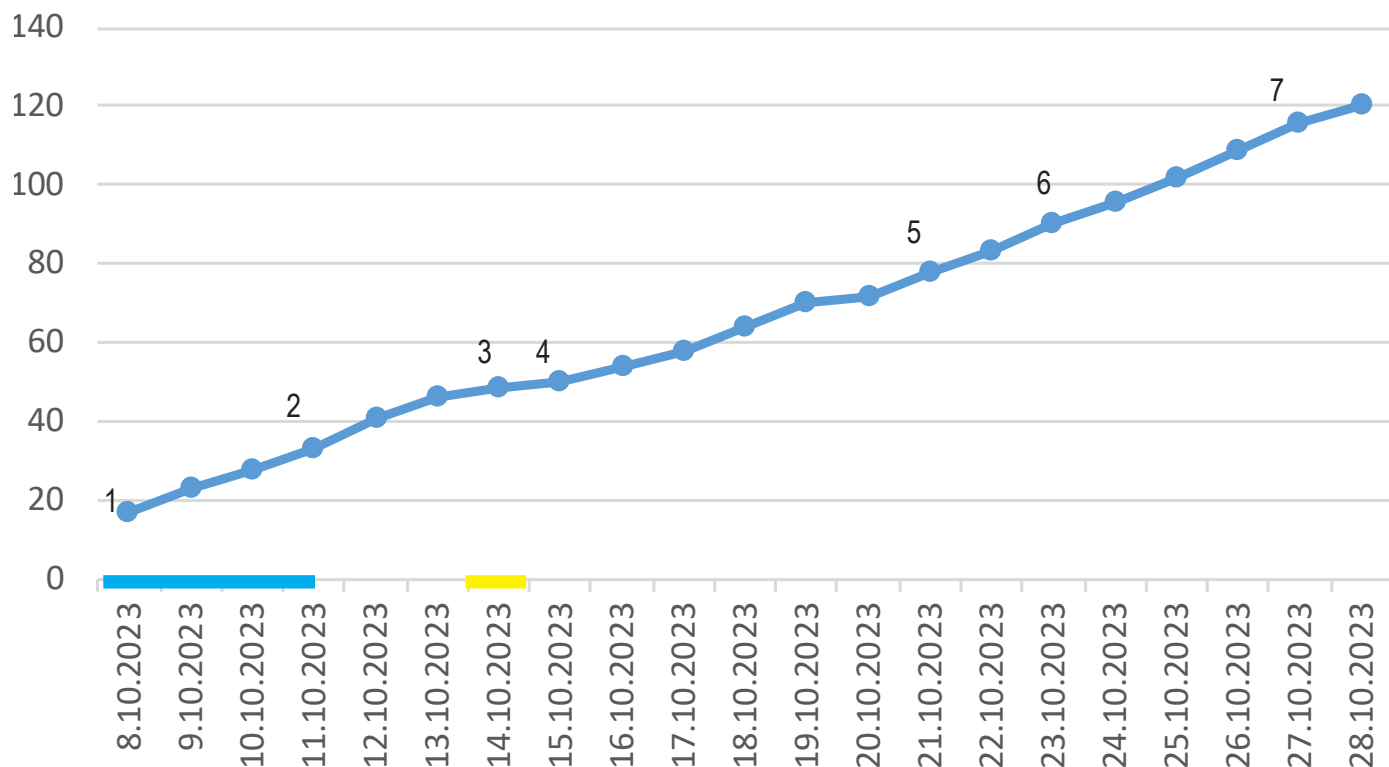


4.1.2 Destilirana voda

Destilirana voda ima po mojih meritvah pH 6,4. Pred merjenjem pH sem pričakoval, da bo njen pH nevtralen, in menil sem, da bo previsok in bo na rastline vplival negativno. Po merjenju pH vrednosti sem ugotovil, da je pH vrednost destilirane vode enaka kot pri deževnici. Začel sem sklepati, da bodo fižoli, zalivani z destilirano vodo, rasli le malo slabše kot pri deževnici, saj deževnica vsebuje nekaj več mineralov.

Povprečno višino fižolov sem začel meriti 8.10, se pravi 10 dni po sejanju. Fižoli so imeli na začetku rasti sicer rahlo pomečkane in deformirane liste, kar pa je kasneje izginilo. Vsa opažanja so prikazana na spodnjem grafu in zapisana v tabeli.

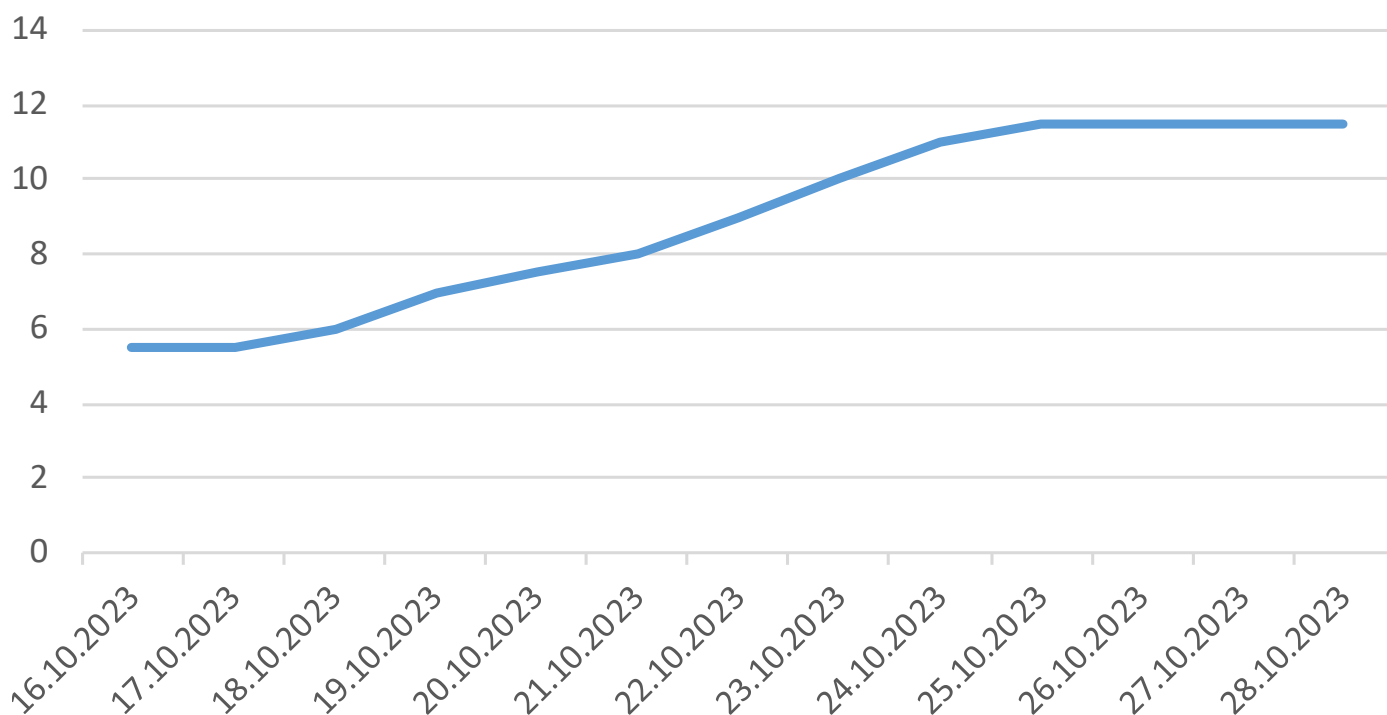
Povprečna višina fižola (cm)



Slika 24: Pomečkanost listov

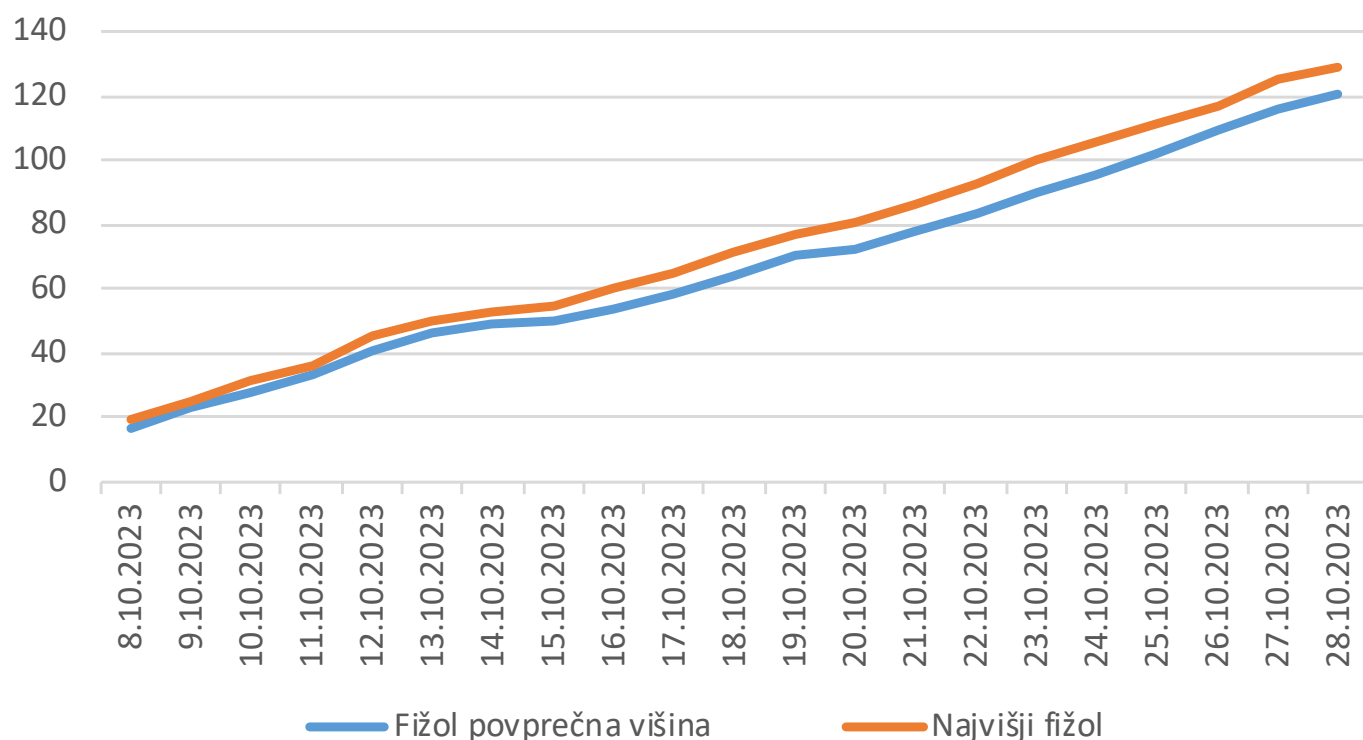
1	Listi so deformirani in pomečkani
2	Pomečkanost listov izgine, rastejo novi listi
3	Pojavijo se bel lise na listih
4	Razvijajo se prvi pravi (trojni) listi
5	Začenja rasti drugi set pravih (trojnih) listov
6	Vsi listi (trojni) se upogibajo
7	Rasti začnja tretji set pravih (trojnih) listov
Svetlo modra črta	Obdobje pomečkanosti listov
Rumena črta	Obdobje pojavljanja belih lis

Dolžina največjih listov (cm)



Pri tehtanju sem med čiščenjem korenin opazil, da so imeli fižoli, zalivani z destilirano vodo, poleg fižolov, zalivanih z deževnico, najboljši koreninski sistem. Sicer je bila povprečna teža fižolov 6,83 g. Ocenim lahko, da so fižoli rasli zelo dobro, za razliko od pričakovanj. Razen pomečkanosti listov v začetku rasti so rasli praktično najboljše od vseh. Končna povprečna višina fižolov je bila 121 cm. Razlika med najvišjim fižolom in povprečno višino fižolov je bila dokaj majhna. Končna višina najvišjega fižola, zalivanega z destilirano vodo, je bila le 8 cm višja kot povprečje (129 cm), kar je le 6 % več kot povprečje. To je najmanjši odstotek odstopanja med vsemi skupinami fižolov.

Povprečna višina fižolov in najvišji fižol (cm)

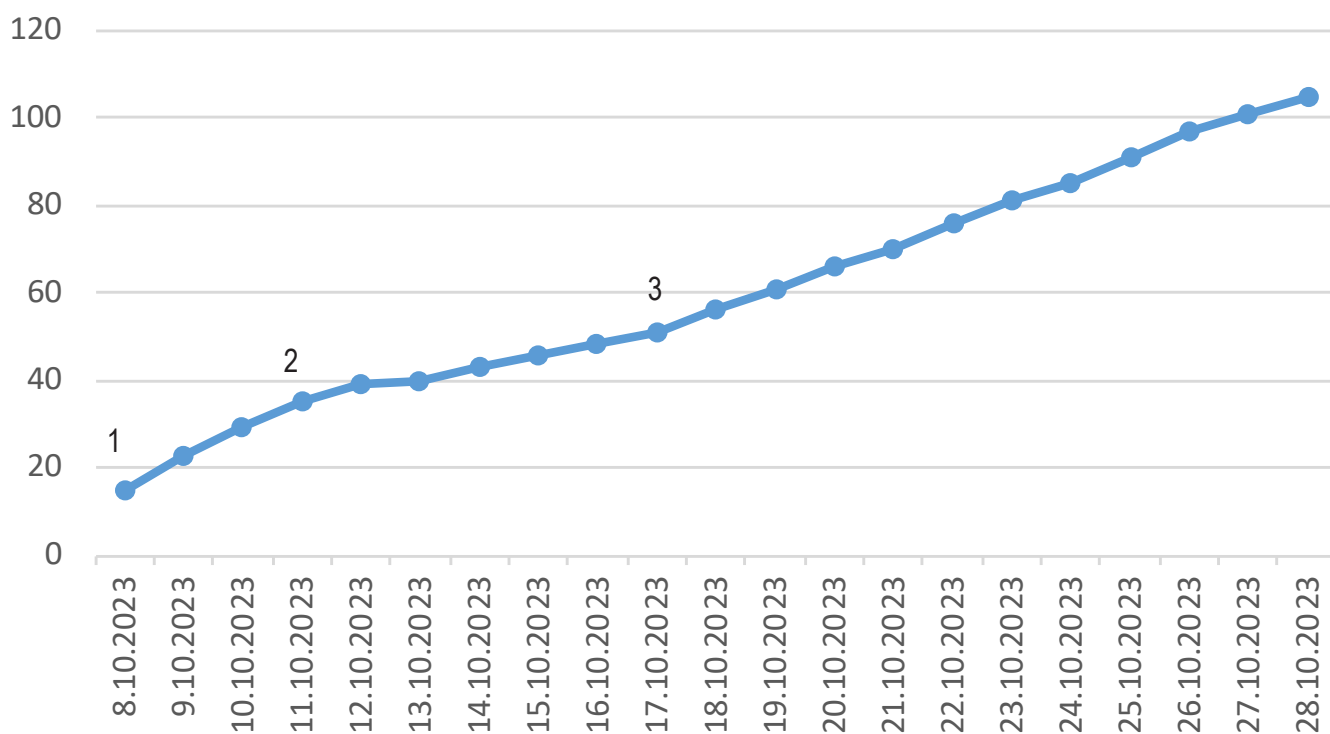


4.1.3 Deževnica

Deževnica ima po mojih meritvah pH 6,4, enak kot destilirana voda. Pred merjenjem pH sem pričakoval, da bo ta malo bolj kisel. Prepričan sem bil, da bo deževnica rastlinam omogočila najboljše razmere za rast, saj so rastline na deževnico najbolj navajene.

Povprečno višino fižolov sem začel meriti 8.10, se pravi 10 dni po sejanju. Na začetku so bili fižoli celo najnižji, toda kmalu so začeli hitro rasti in celo postali najvišji. Hitro so začeli razvijati vitice, ves čas pa so imeli tudi največje liste. Rast fižolov v tej skupini je potekala najboljše od vseh, zanimivo pa je, da je bila razlika v višini med fižoli zelo velika. Na koncu so bili fižoli visoki: 72 cm, 108 cm in 136 cm. Razlika je bila zelo velika, kar je predvsem vidno v povprečni višini fižolov.

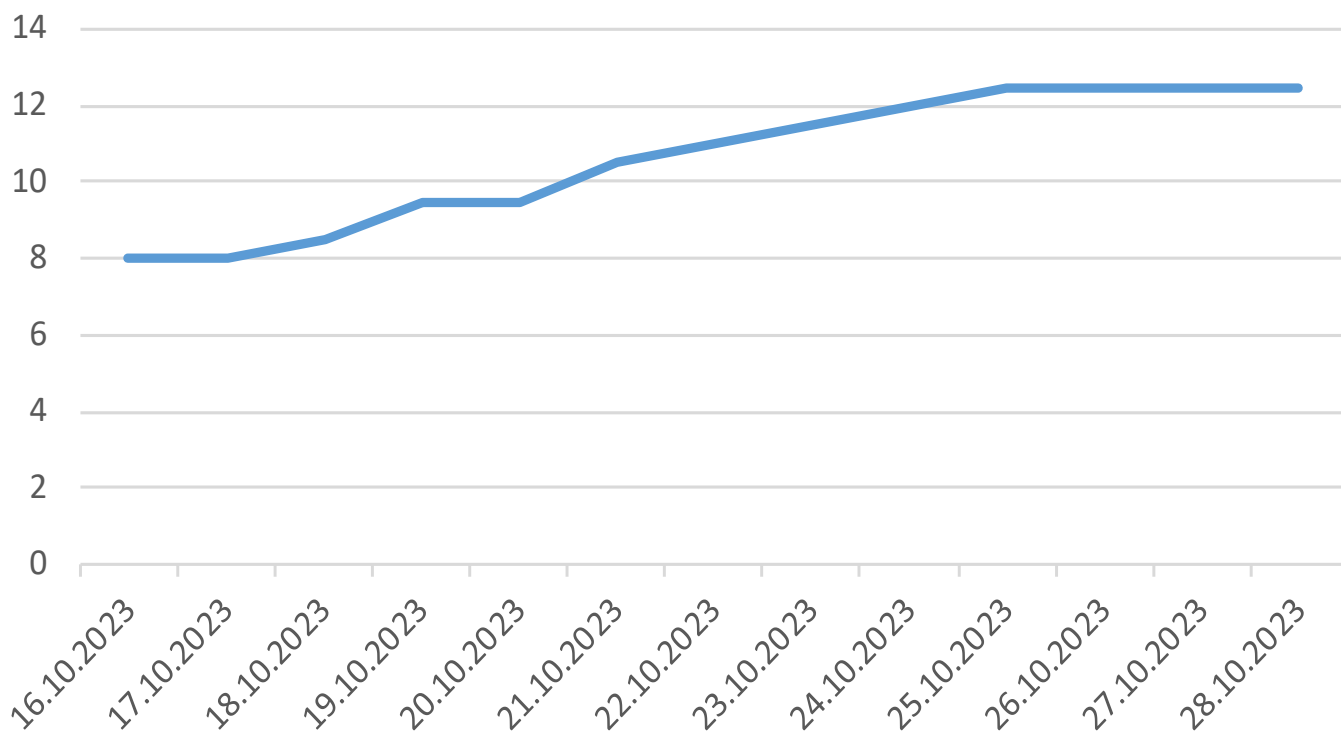
Povprečna višina fižola (cm)



Slika 25: Lepi drugi in tretji pravi listi

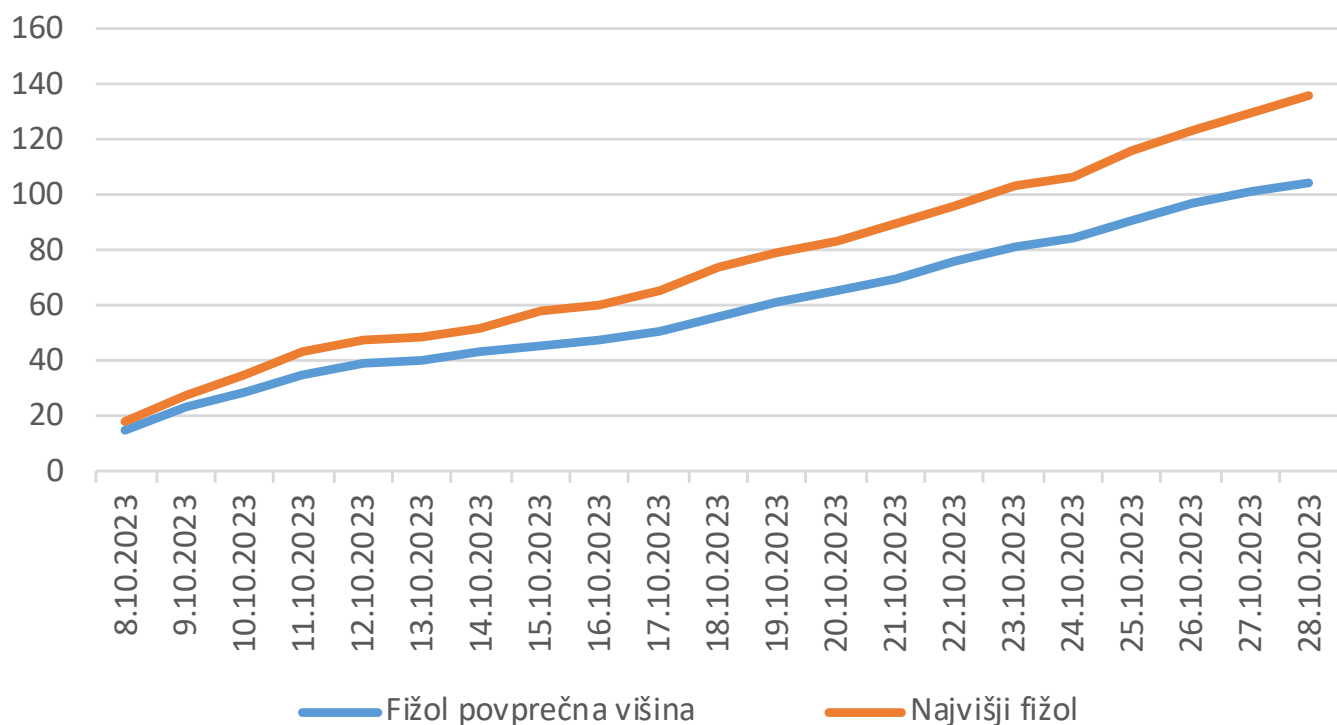
1	Začnejo rasti vitice
2	Začnejo se razvijati prvi pravi (trojni) listi
3	Raste drugi set pravih (trojnih) listov
4	Raste tretji set pravih (trojnih) listov

Dolžina največjih listov (cm)



Pri tehtanju sem med čiščenjem korenin opazil, da so imeli fižoli, zalivani z deževnico, najboljši koreninski sistem. Povprečna teža fižolov je bila 6,2 g. Ocenim lahko, da so fižoli, zalivani z deževnico, rasli najboljše od vseh. Bili so najbolj zdravi. Čeprav v povprečju niso bili najvišji in najtežji, bi lahko rekli, da so rasli najboljše. Razlog, da niso bili najvišji in najtežji, pa je najbrž to, da je bil en fižol v tej skupini mnogo manjši kot druga dva. Sicer je bila končna povprečna višina fižolov 105cm. Razlika v višini med fižoli je bila zelo velika. Najvišji fižol je bil od povprečja višji za kar 23 % oziroma za 31 cm.

Povprečna višina fižolov in najvišji fižol (cm)

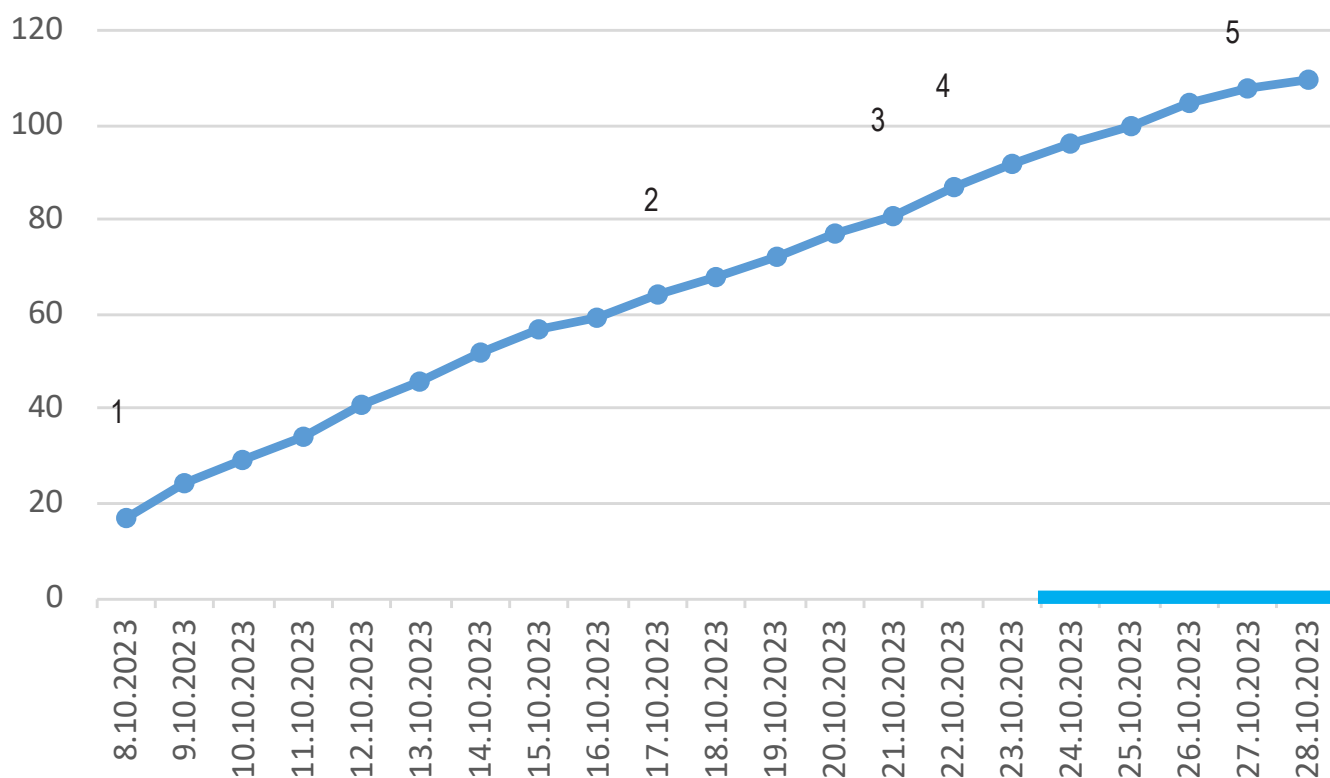


4.1.4 Vodovodna voda

Vodovodna voda ima po mojih meritvah pH 7, se pravi popolnoma nevtralen pH. Pred merjenjem pH sem pričakoval, da bo njen pH rahlo kisel, in menil sem, da bo pH vodovodne vode podoben kot pri deževnici in bodo zato rastline uspevale zelo dobro. Po merjenju pH vrednosti sem ugotovil, da je pH vrednost vodovodne vode nevtralna, in menil sem, da je pH vrednost previsoka, da bi rastline dobro uspevale.

Povprečno višino fižolov sem začel meriti 8.10, se pravi 10 dni po sejanju. Toda presenetljivo so začeli fižoli v skupini vodovodna voda rasti najhitreje. Na začetku rasti so bili njihovi listi celo najlepši med vsemi skupinami. Zelo hitro so se začeli razvijati tudi prvi pravi (trojni) listi in vitice. Rast celotnega fižola in listov se je začela močno ustavljati 22. 10. Upočasnjena rast listov in fižola se je nadaljevala in upognjenost listov se je le še povečevala do konca poskusa. Za primerjavo lahko povem, da so od 22. 10. dalje fižoli, zalivani z destilirano vodo, v povprečju zrasli za 37 cm (44 %), tisti z vodovodno vodo pa le za 22 cm (25%).

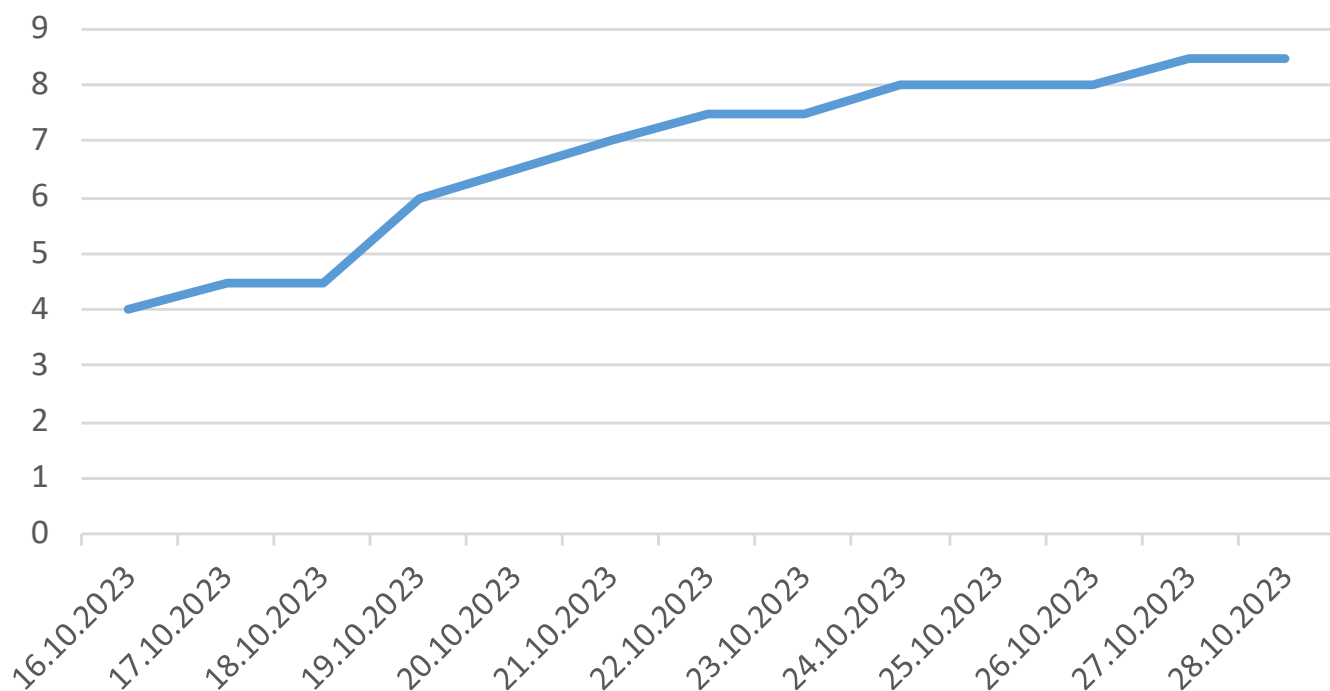
Povprečna višina fižola (cm)



Slika 26: Povešanje listov v zadnjih delih poskusa

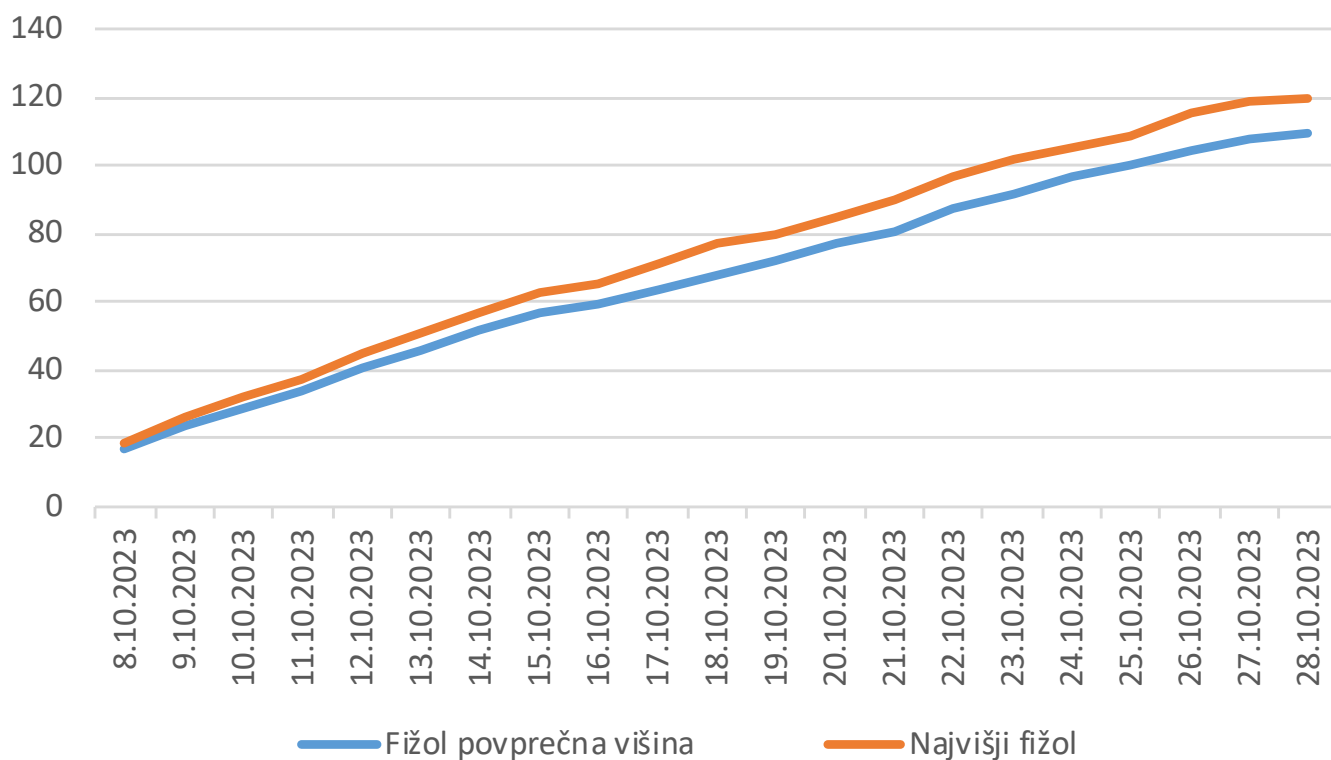
1	Prvi pravi (trojni) listi se začno razvijati
2	Začne se razvijati drugi set pravih (trojnih) listov
3	Listi se začnejo močno povešati
4	Rast se začne ustavljati
5	Rasti začne tretji set pravih (trojnih) listov
Svetlo modra črta	Obdobje ustavljanja rasti

Dolžina največjih listov (cm)



Povprečna teža fižolov v tej skupini je bila 5,4 g. V začetku poskusa so prednjačili (bili so najvišji, najhitreje so jim zrasli pravi zeleni listi), nato pa se je njihova rast močno ustavila, kar me je presenetilo. Končna povprečna višina fižolov je bila 109 cm. Fižoli v tej skupini so imeli zelo nekonstantno rast, so pa bili dokaj konstantni pri razlikah v višini. Najvišji fižol je bil od povprečja višji le za 9 % oziroma za 11 cm.

Povprečna višina fižolov in najvišji fižol (cm)

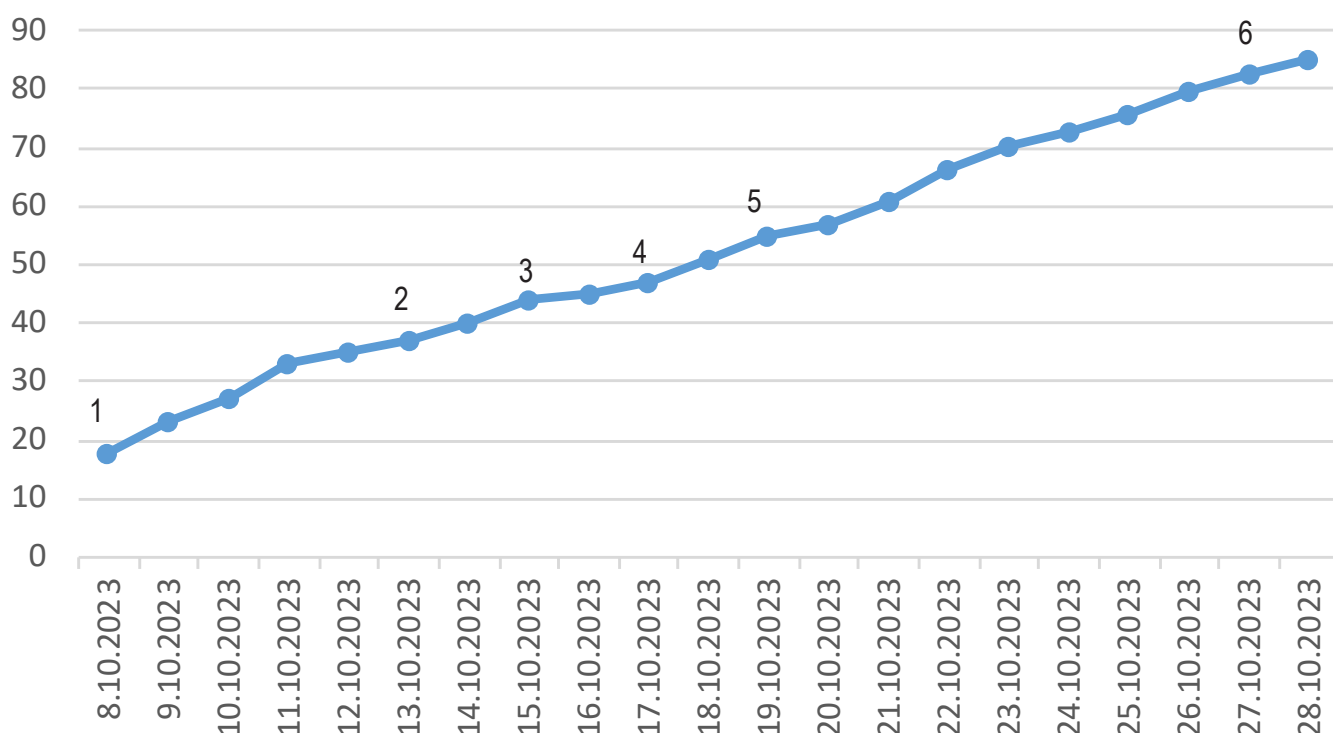


4.1.5 Bazična raztopina

Bazična (alkalna) voda ima po mojih meritvah pH 8,5, se pravi bazično vrednost. Pred merjenjem pH sem si zadal, da bo njen pH bazičen, toda ne preveč, saj sem še vedno želel, da bodo rastline vzkile, kar pri npr. pH vrednosti 11 sploh ne bi bilo mogoče. Menil sem, da bodo rastline, zalivane z bazično raztopino, rasle počasneje in slabše, ali pa sploh ne bodo vzkile.

Povprečno višino fižolov sem začel meriti 8.10, se pravi 10 dni po sejanju. Na začetku rasti so, presenetljivo, fižoli zalivani z bazično raztopino, rasli hitro. Prav tako so najhitreje pognali prve prave liste. Kasneje so fižoli rasli najpočasneje od vseh in so bili daleč najmanjši od vseh.

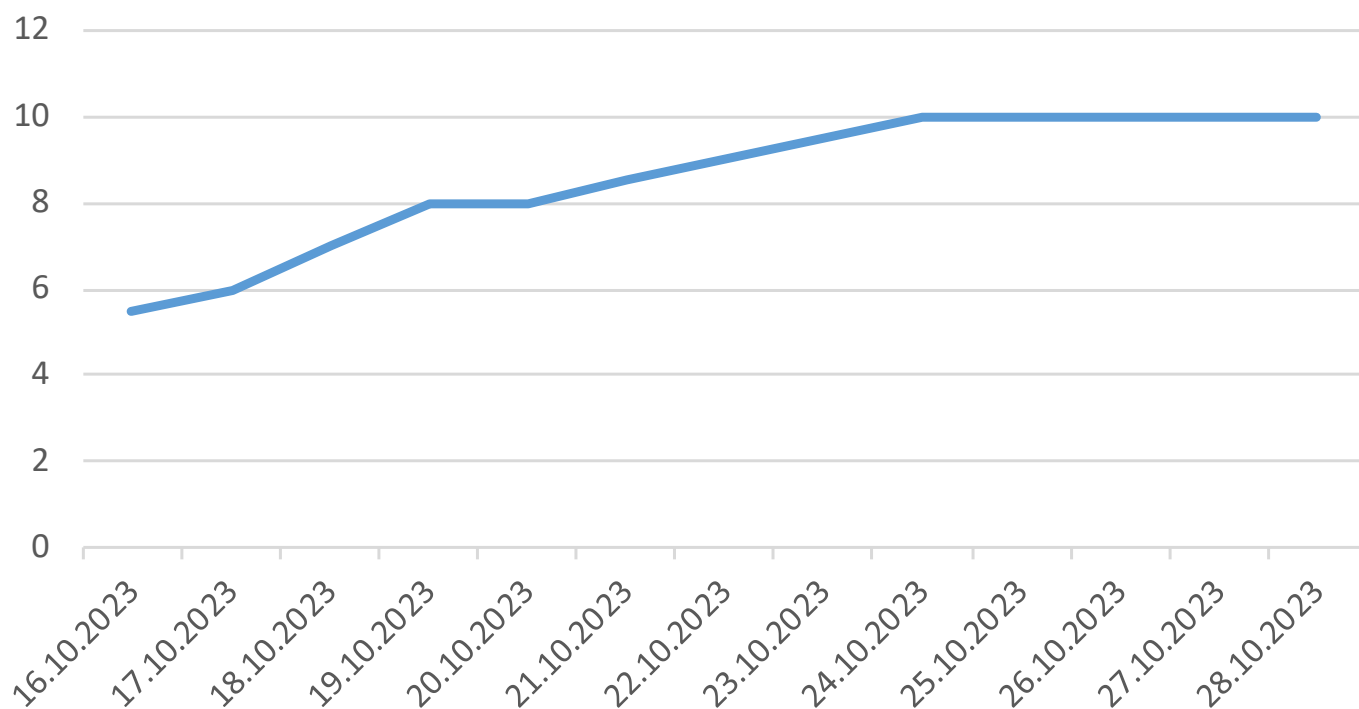
Povprečna višina fižola (cm)



Slika 27: Bela lisa/rana na enem izmed listov

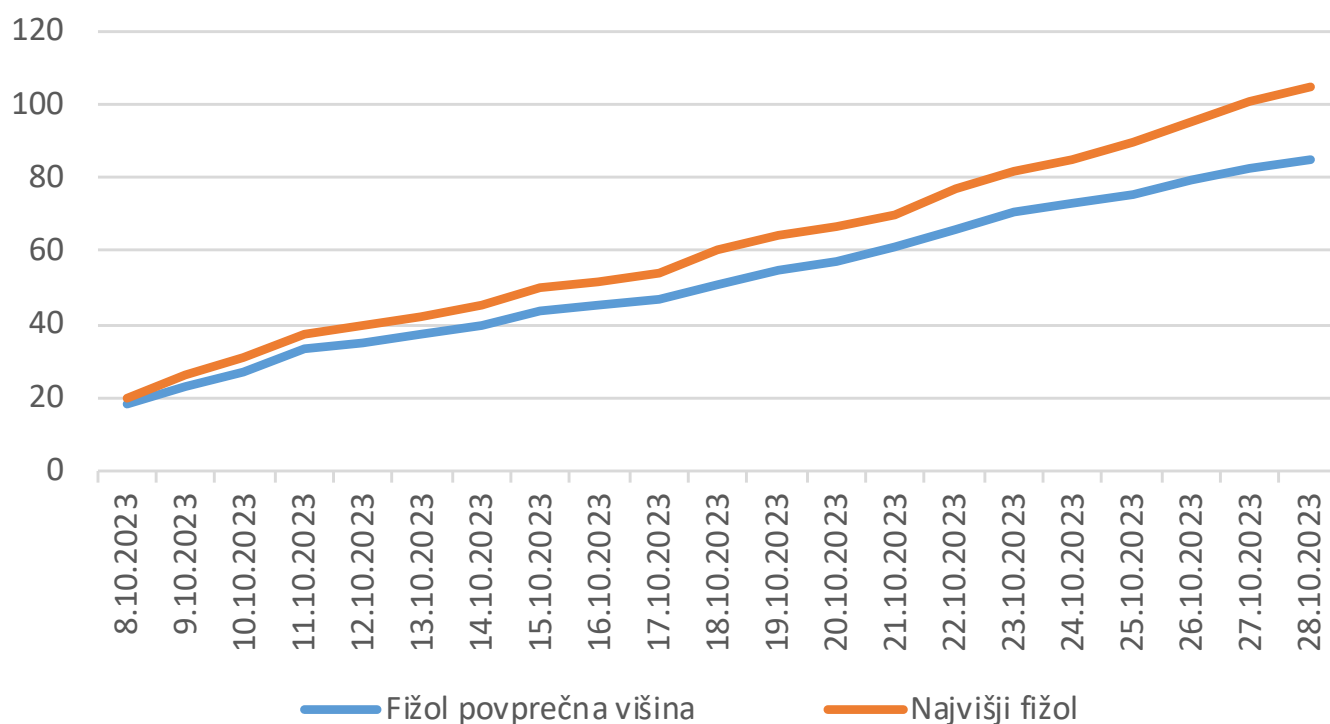
1	Začnejo rasti prvi pravi (trojni) listi
2	Začne se opazovati velika razalja med listi in vrhovi vitic (manj listov)
3	Na enem izmed listov se pojavi bela lisa
4	Rasti začne drugi set pravih (trojnih) listov
5	Na najmanjšem fižolu zraste deformiran list
6	Rasti začne tretji set pravih (trojnih) listov

Dolžina največjih listov (cm)



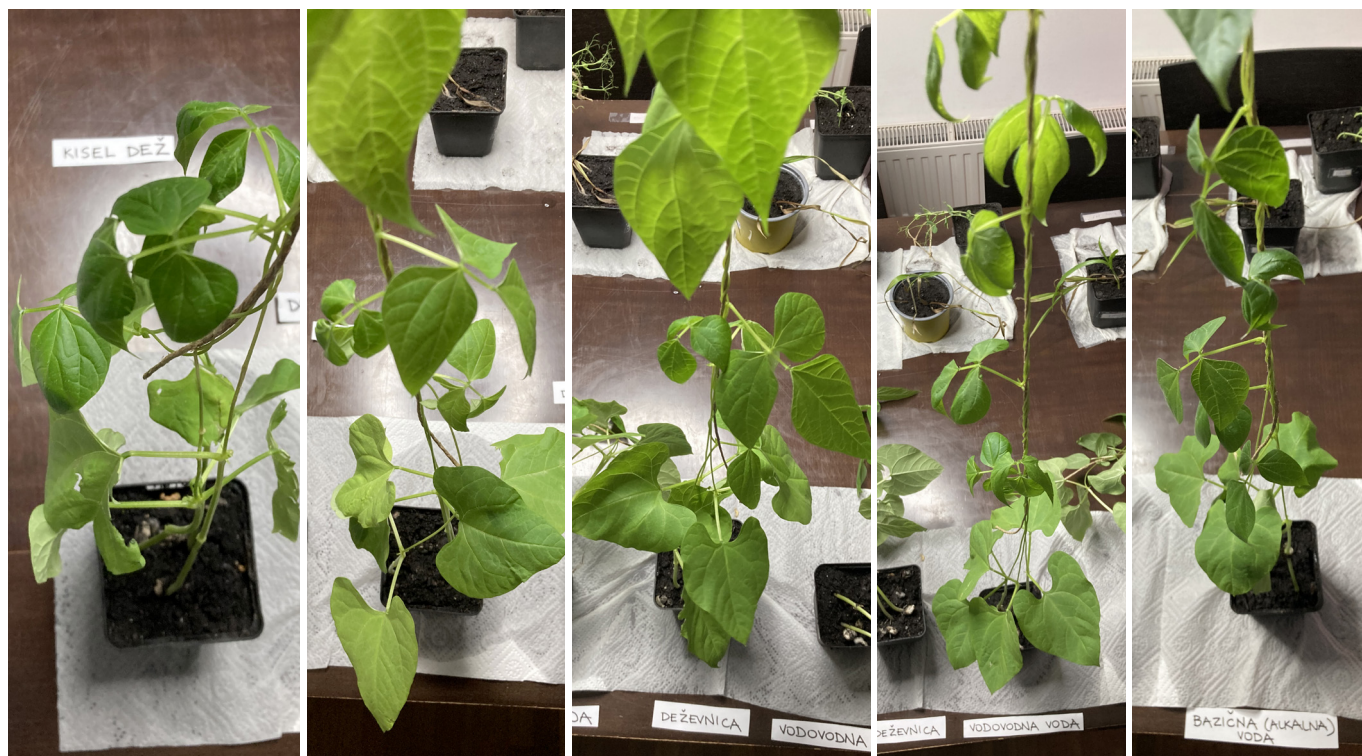
Povprečna teža fižolov je bila 4,7 g. Ocenim lahko, da so fižoli, zalivani z bazično raztopino, rasli slabo. Niso izgledali zdravi, prav tako pa so rasli zelo počasi. Sicer niso imeli majhnih listov, pa vendar so bili dokaj lahki. Na koncu so bili v povprečju visoki le 85 cm, kar je za kar 36 cm manj kot povprečna višina fižolov v skupini destilirana voda. Čeprav so bili fižoli, zalivani z bazično raztopino, majhni, je bila razlika med povprečjem in najvišjim fižolom še zmeraj velika. Znašala je kar 20 cm oziroma 19%.

Povprečna višina fižolov in najvišji fižol (cm)



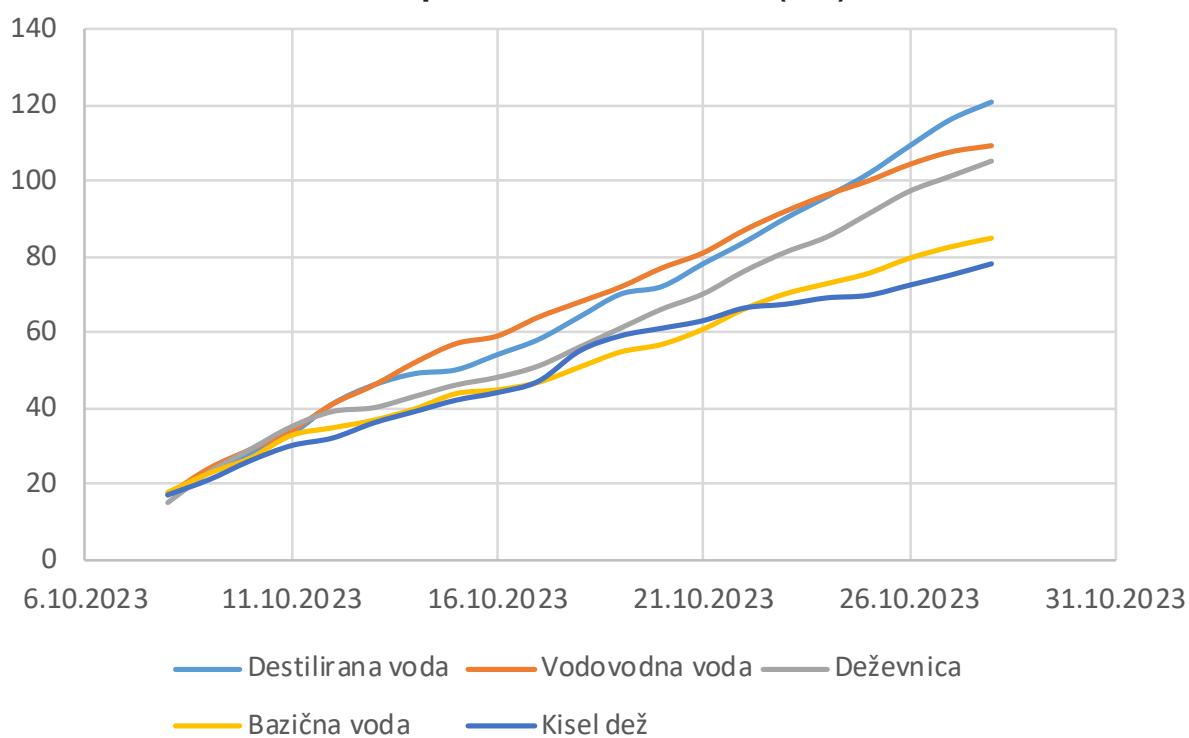
4.1.6 Primerjava fižolov

Najbolje so rasli fižoli, ki sem jih zalival z deževnico in destilirano vodo. V povprečju so bili najvišji (121 cm) in najtežji (6,83 g) fižoli, ki sem jih zalival z destilirano vodo. Prav tako so imeli enega najboljših korenskih sistemov. Sledili so tisti, ki sem jih zalival z deževnico, ki so prav tako rasli dobro. Resda niso bili drugi najvišji, so pa bili drugi najtežji. Imeli so največje liste, prav tako pa so izgledali najbolj zdravo. Tudi najvišji fižol izmed vseh je bil zalivan z deževnico. Sledili so fižoli, zalivani z vodovodno vodo. Bili so drugi najvišji, toda niso bili najbolj zdravi. Ob koncu poskusa so se listi začeli upogibati in fižoli so nehali rasti. Po uspešnosti so sledili fižoli, zalivani z bazično tekočino. Bili so drugi najmanjši ter zelo slabo razviti. Najslabše so uspevali fižoli, ki sem jih zalival s kislim dežjem. Bili so najmanjši, najmanj vitalni. Proti koncu poskusa so praktično nehali rasti. Predvidevam, da bi fižoli v skupini kisel dež propadli v naslednjem tednu.

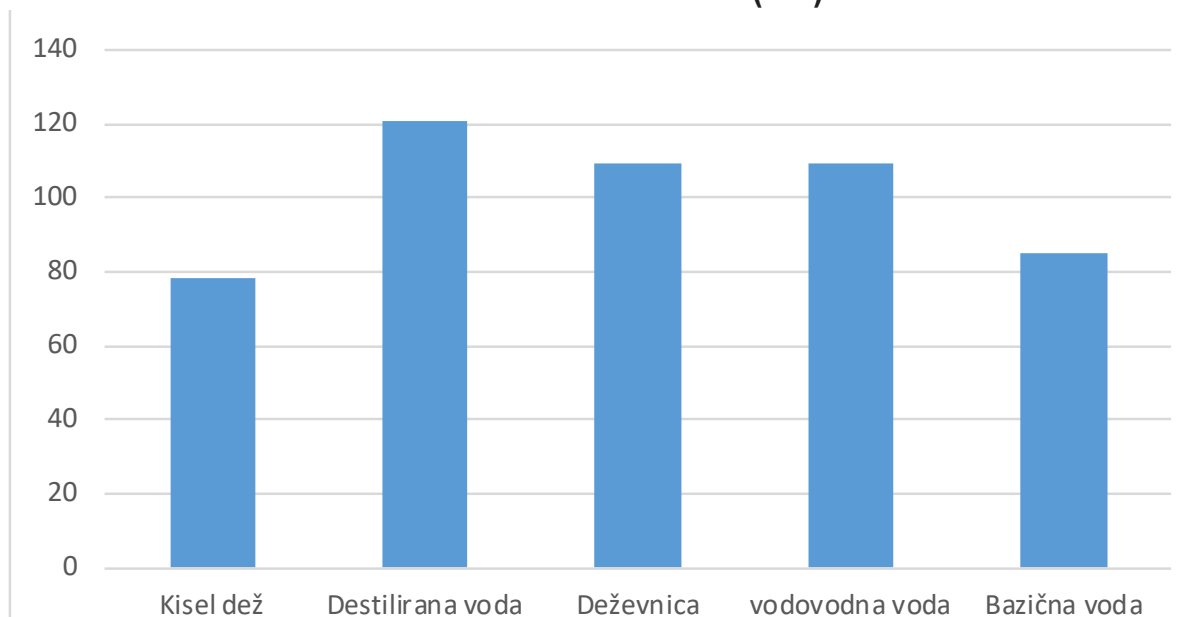


Slika 28: Od leve proti desni: kisel dež, destilirana voda, deževnica, vodovodna voda, bazična ali alkalna voda

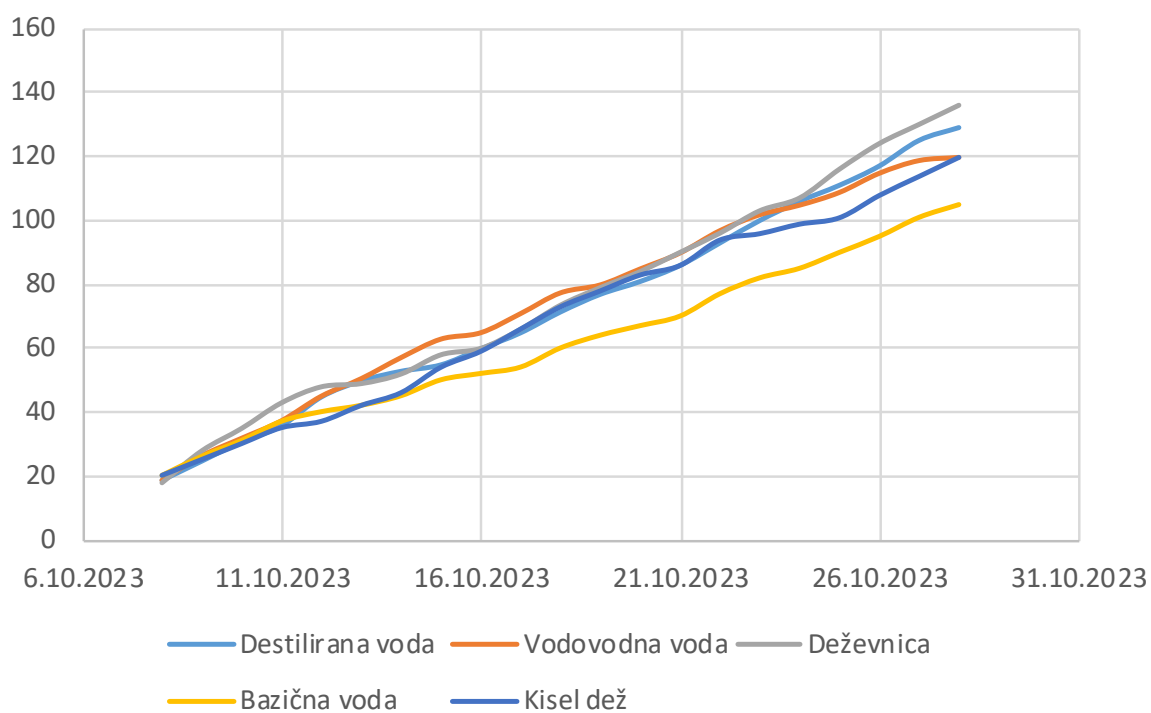
Povprečna višina fižolov (cm)



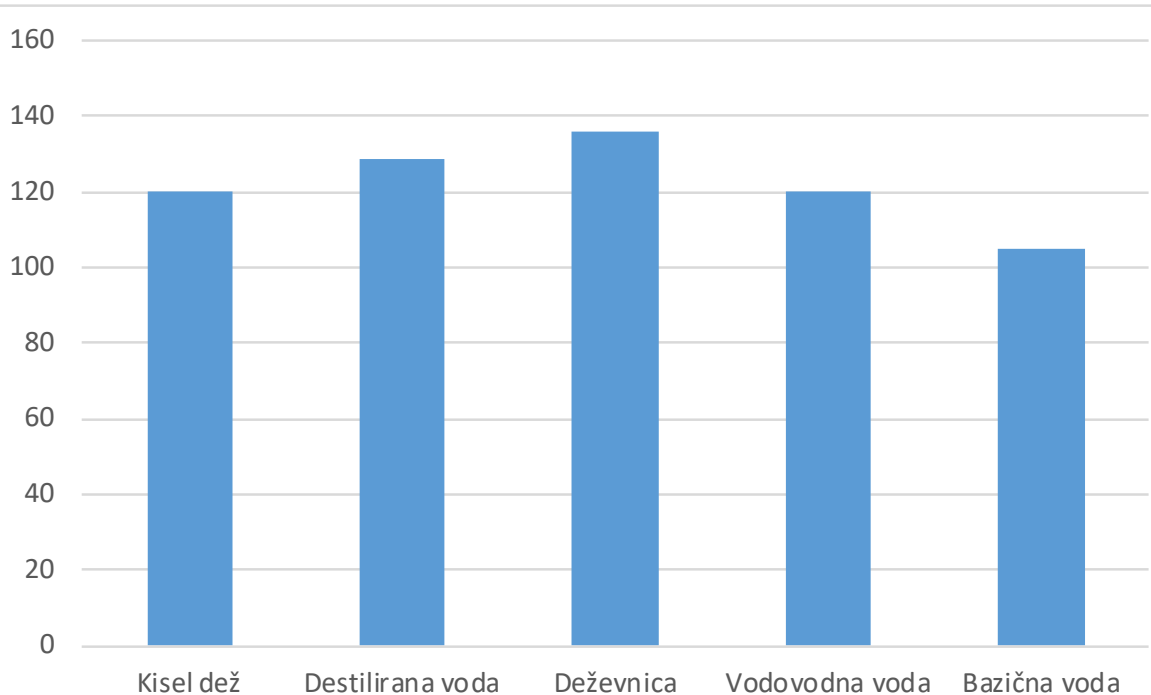
Končna višina fižolov (cm)

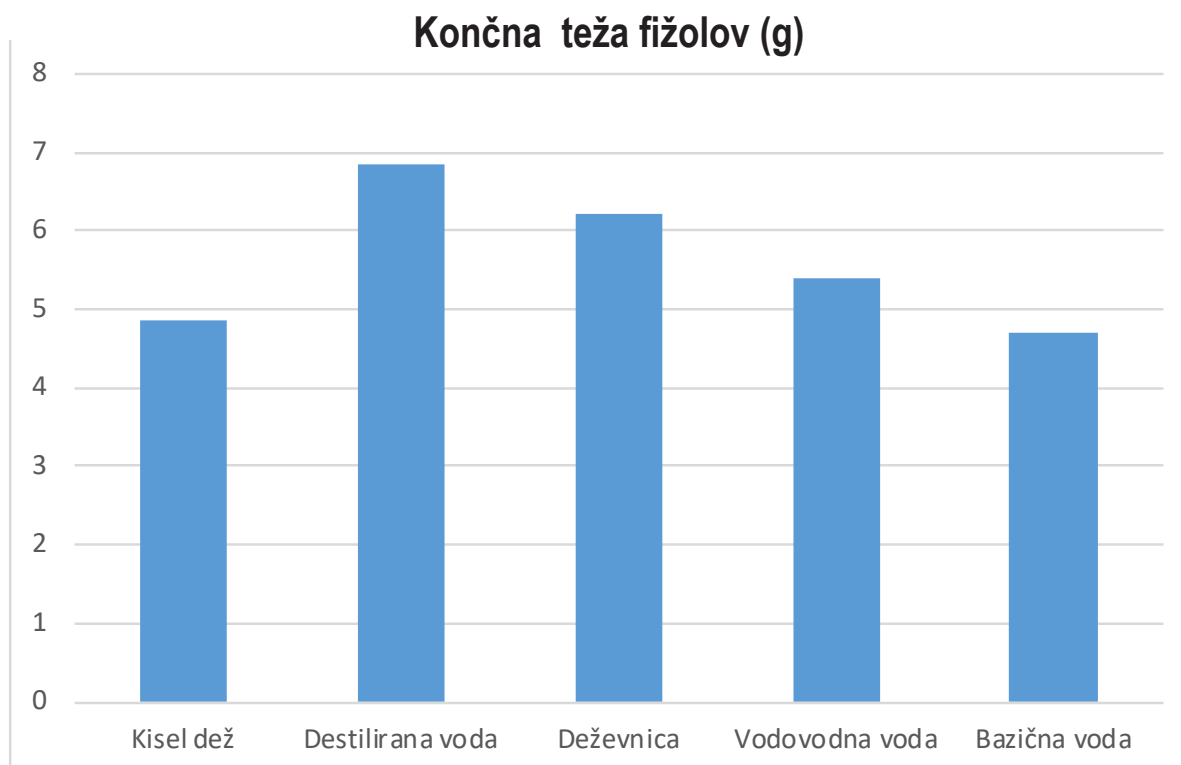


Višina najvišjih fižolov (cm)



Končna višina najvišjih fižolov (cm)





	Kisel dež	Destilirana voda	Deževnica	Vodovodna voda	Bazična raztopina
Višina	1	5	3	4	2
Višina najvišjega fižola	3	4	5	3	1
Teža	1	5	4	3	2
Vitalnost	1	4	5	3	2
Koreninski sistem	1	4	5	3	2
Skupaj	7	22	22	16	9

Preglednica prikazuje koliko točk so po mojih ocenah dosegli fižoli, ki sem jih zalival z različnimi tekočinami. Kot vidimo, sta destilirana voda in deževnica o točkovanju daleč pred ostalimi tekočinami. Potrebno je izpostaviti tudi, da imata po mojih merjenjih obe enak pH (6,4), kar je najbrž razlog za izenačenost. Vidimo, da jima po številu točk sledi vodovodna voda, ki je še blizu željenih vrednosti. Od le-teh pa močno odstopata bazična raztopina in kisel dež.

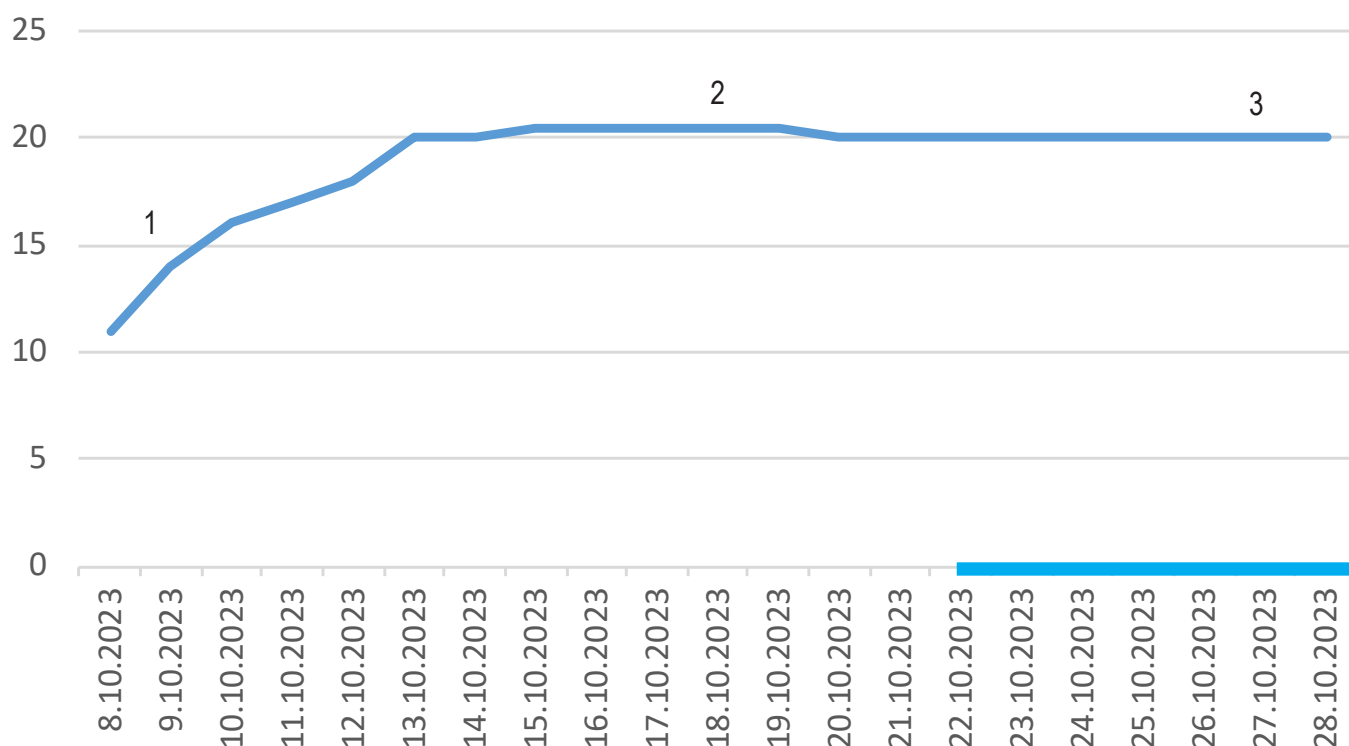
4.2 Koruza

4.2.1 Kisel dež

Tekočina, ki sem jo poimenoval kisel dež, je imela pH vrednost 3. Pričakoval sem, da bodo koruze, zalivane z njo, rasle kar dobro, saj je koruza na pH dokaj neobčutljiva, prav tako pa je razpoložljivost kalcija, ki je edini za koruzo pomembnejši element, ki se spreminja glede na pH, pri pH 3 še kar visoka.

Rastlina je hitro pognala prve prave liste. Do konca poskusa so koruze pognale po tri prave liste in en klični list. Dolgo je normalno rasla, dokler nista 18.10. dve izmed treh, po mojem mnenju zaradi pomanjkanja svetlobe, začeli veneti. Listi so se posušili in koruze so se povesele. Edina izmed treh, ki je še ostala zdrava, je rasla naprej, toda v lažjem tempu. 27.10. je tudi zadnja zdrava koruza začela propadati. Sicer do konca poskusa ni propadla v večjem obsegu, so bili pa vidni začetki propadanja. Na koncu je bila najvišja (edina zdrava) koruza visoka 20 cm.

Povprečna višina koruze (cm)



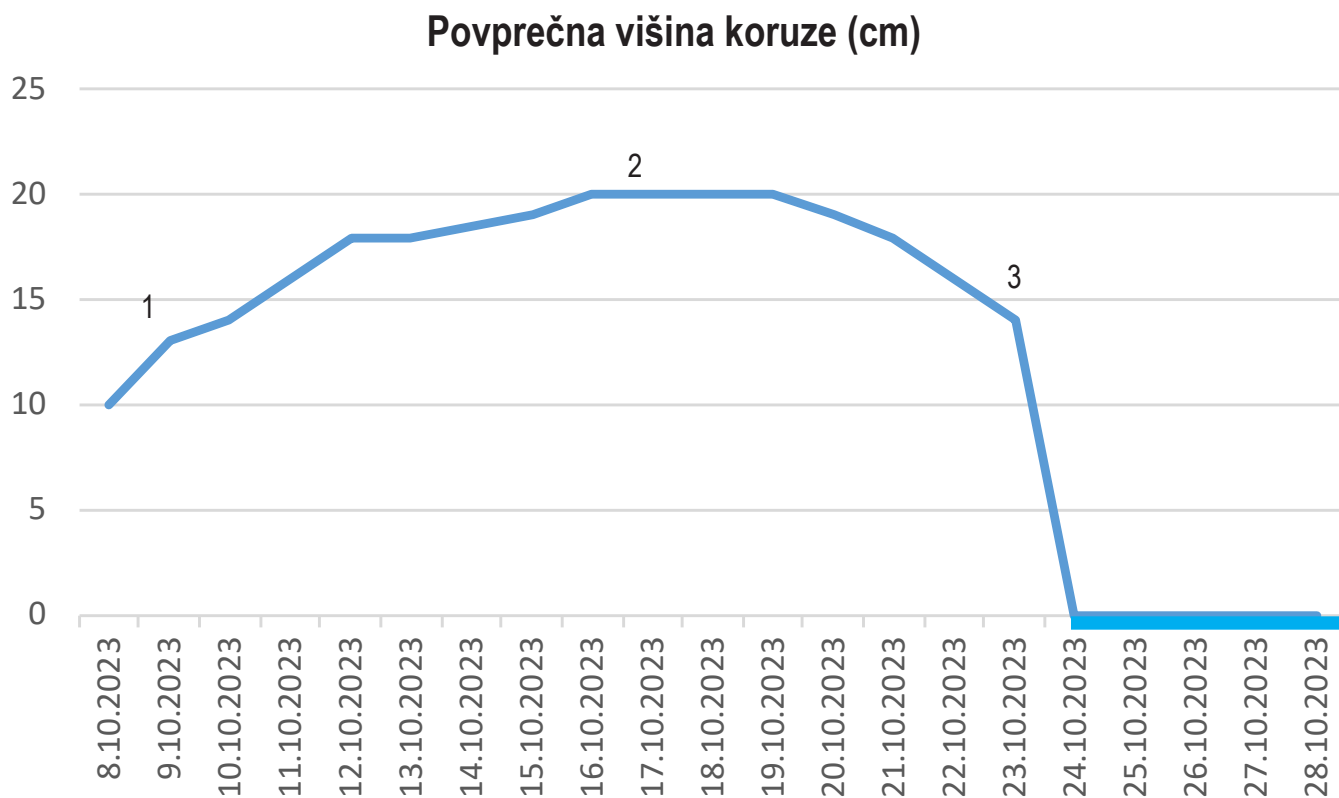
1	Začnejo rasti prvi pravi listi
2	Začetek propadanja večine koruz
3	Začetek propadanja še zadnje zdrave koruze
Svetlo modra črta	Obdobje merjenja le zdrave rastline

Povprečna teža koruz v tej skupini ob koncu poskusa je bila 1,03 g. Višina najvišje oziroma edine zdrave koruze je bila 20 cm. Obstaja verjetnost, da je razlog za propadanje koruz predvsem pomanjkanje svetlobe.

4.2.2 Destilirana voda

Destilirana voda ima po mojih meritvah pH 6,4. Koruze v tej skupini so rasle v nasprotju z mojimi pričakovanji. Ta so bila, da bodo rasle zelo dobro, saj je destilirana voda po pH vrednosti blizu nevtralnosti, ki koruzi najbolj ustreza.

Toda moja pričakovanja so se izkazala za popolnoma napačna. Na začetku so sicer že 9. 10. razvile tri prave liste in rasle naprej, toda 17. 10. so začele vse propadati. Polegle so se po tleh in porjavele. Zanimivo je, da sem ob čiščenju korenin pred tehtanjem opazil, da so bile koruze, zalivane z destilirano vodo, praktično popolnoma brez korenin.



1	Rasti začnejo trije pravi listi
2	Koruze (vse) začno veneti
3	Dan, ko so popustila vsa stebila in rastline so se tako popolnoma polegale
Svetlo modra črta	Obdobje popolne poležanosti rastlin

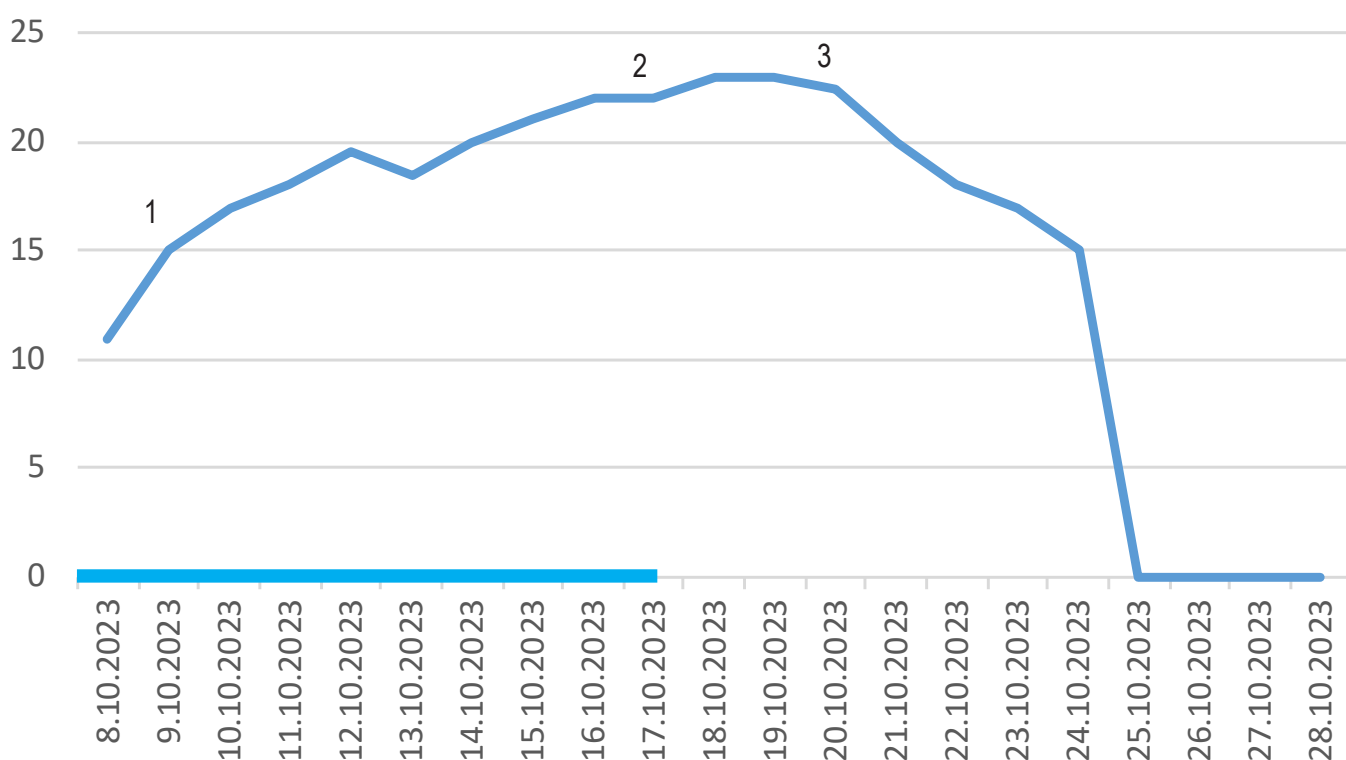
Povprečna višina koruz v skupini destilirana voda ob koncu poskusa je bila 0 cm. Povprečna teža koruz v tej skupini je bila najmanjša od vseh, in sicer 0,2 g. Obstaja verjetnost, da je razlog za propadanje koruz predvsem pomanjkanje svetlobe.

4.2.3 Deževnica

Deževnica ima po mojih meritvah pH 6,4, tako kot destilirana voda. Koruze v tej skupini so rasle v nasprotju z mojimi pričakovanji. Menil sem, da bodo koruze v tej skupini rasle najboljše, poleg tistih v skupini vodovodna voda, saj je vrednost deževnice blizu nevtralnega pH.

Toda moja pričakovanja so se izkazala za popolnoma napačna. Na začetku so sicer že hitro razvile tri prave liste. Bile so celo najvišje, nato pa so 17. 10. začele veneti. Na začetku je propadla le ena koruza, nato pa so začele propadati še ostale. Posušile so se in povesile, toda niso se polegale po tleh, saj so najnižji deli stebel še stali pokonci. 25.10 sem nehal meriti višino teh koruz.

Povprečna višina korus (cm)



1	Začnejo rasti prvi pravi listi
2	Propadati začne ena izmed koruz
3	Propadati začnejo še ostale korus
Svetlo modra črta	Obdobje, ko so bile korus v tej skupini najvišje

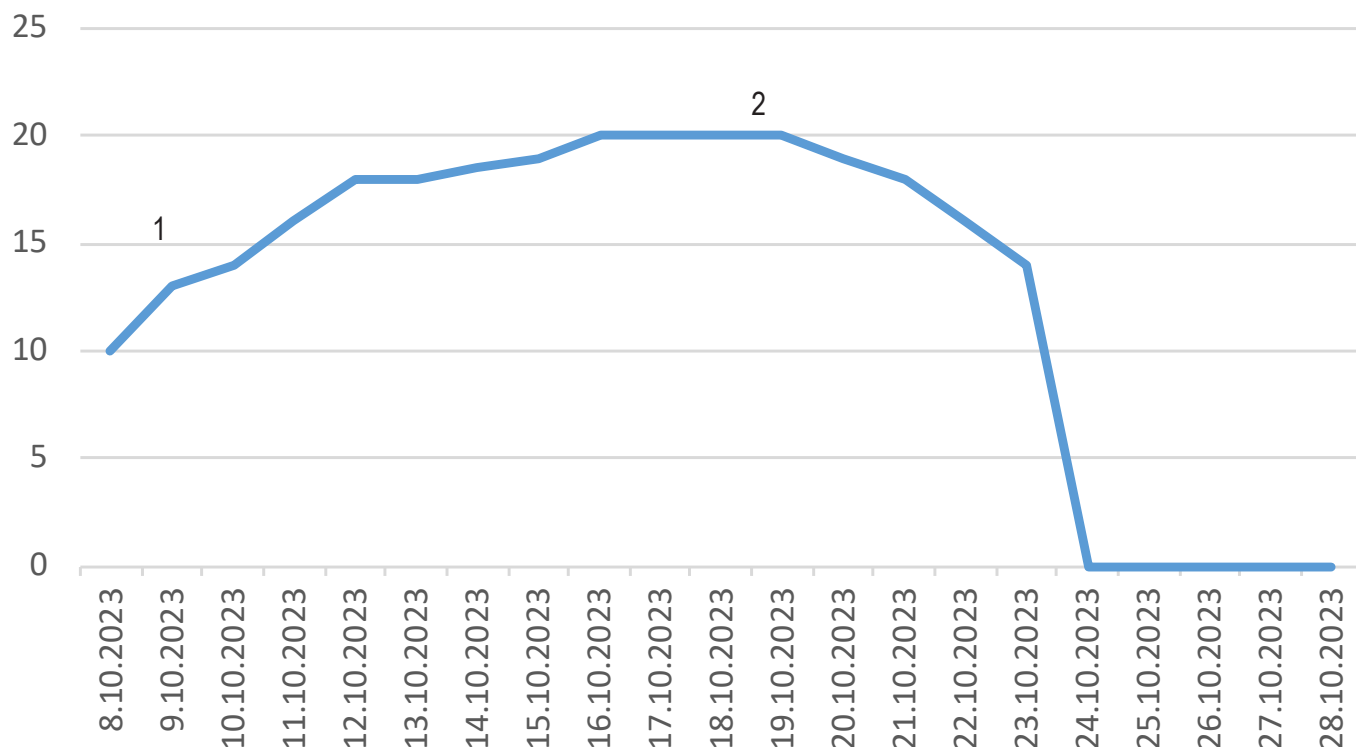
Povprečna višina koruz v tej skupini ob koncu poskusa je bila 0 cm (pred koncem merjenja 15 cm). Povprečna teža je bila najvišja od vseh, in sicer 1,6 g. Obstaja verjetnost, da je razlog za propadanje koruz predvsem pomanjkanje svetlobe.

4.2.4 Vodovodna voda

Vodovodna voda ima po mojih meritvah pH 7, se pravi popolnoma nevtralen pH. Po merjenju pH sem pomislil, da bodo koruze, zalivane z vodovodno vodo, rasle najboljše od vseh, saj ima vodovodna voda po mojih meritvah popolnoma nevtralen pH, ki naj bi koruzam najbolj ustrezal.

Toda moja pričakovanja niso bila pravilna. Na začetku so sicer hitro razvile tri prave liste, bile so celo druge najvišje, nato pa so 19. 10. začele veneti. Takrat so se posušile in povesile, toda niso se polegale po tleh, saj so najnižji deli stebel še stali pokonci. 24.10 sem nehal meriti višino teh koruz.

Povprečna višina korus (cm)



1	Prvi pravi listi se začno razvijati
2	Začetek propadanja koruz

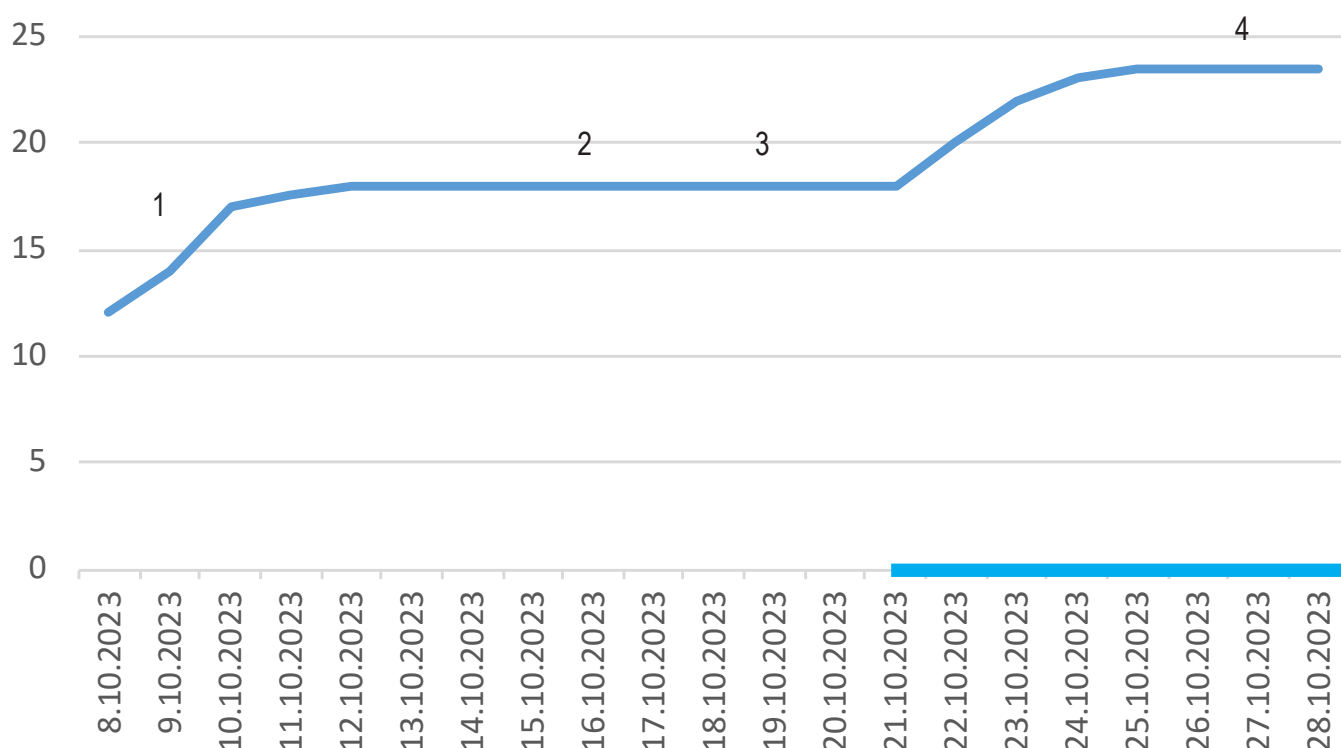
Povprečna višina koruz ob koncu poskusa je bila 0 cm (pred koncem merjenja 17 cm). Povprečna teža koruz v tej skupini je bila 0,9 g. Obstaja verjetnost, da je razlog za propadanje koruz predvsem pomanjkanje svetlobe.

4.2.5 Bazična raztopina

Menil sem, da bodo koruze, ki jih bom zalival z bazično raztopino, rasle slabše kot ostale, saj je pH bazične raztopine precej oddaljen od nevtralnega. Čeprav kuruza ni občutljiva na pH, je bilo moje mnenje, da bo bazična lastnost tekočine za zalivanje negativno vplivala na rastlino.

Na začetku so že 9. 10. razvile 3 prave liste in rasle naprej. Prva rastlina je začela propadati že 16. 10. Ostale so začele rjaveti dva dni kasneje. Čez nekaj časa (22. 10.) se je izkazalo, da je le ena rastlina še v redu in od takrat sem meril le še njo. Ostale so se močno povesele, edina zdrava pa je propadati začela 27. 10. Na koncu poskusa je bila najvišja (edina zdrava kuruza) visoka 23 cm.

Povprečna višina kuruze (cm)



1	Začnejo rasti prvi pravi listi
2	Ena rastlina rjavi
3	Propadati začnejo vse kuruze razen ene
4	Rjaveti je začela še zadnja rastlina
Svetlo modra črta	Obdobje merjenja le najvišje rastline (edine zdrave)

Višina koruz, ki sem jih zalival z bazično raztopino, je bila ob koncu poskusa 23,5 cm (edine zdrave kuruze). Povprečna teža koruz v tej skupini je bila 0,76 g. Obstaja verjetnost, da je razlog za propadanje koruz predvsem pomanjkanje svetlobe.

4.2.6 Primerjava koruz

Najbolje so rasle koroze, ki sem jih zalival s kislim dežjem in bazično raztopino. V povprečju so bile najvišje (23 cm) koroze, zalivane z bazično raztopino. V povprečju so bile najtežje koroze, zalivane z deževnico (1,6 g). Nobena izmed koruz ni imela posebej dobrega koreninskega sistema, je pa potrebno izpostaviti, da koroze v skupini destilirana voda ob koncu poskusa sploh niso imele korenin. Res je, da poskus ni bil pretirano uspešen, saj so verjetno zaradi pomanjkanja svetlobe propadle skoraj vse koroze in vprašanje je, če je poskus sploh pokazal resnične rezultate ali pa je pomanjkanje svetlobe na nekatere rastline vplivalo slabše kot na druge. Tako bi lahko sklepali, ker so bile rastline osvetljene enako in je propadla večina koruz, pa vendar sta dve začeli propadati šele proti koncu poskusa.



Slika 29: Koroze ob koncu poskusa, pred tehtanjem

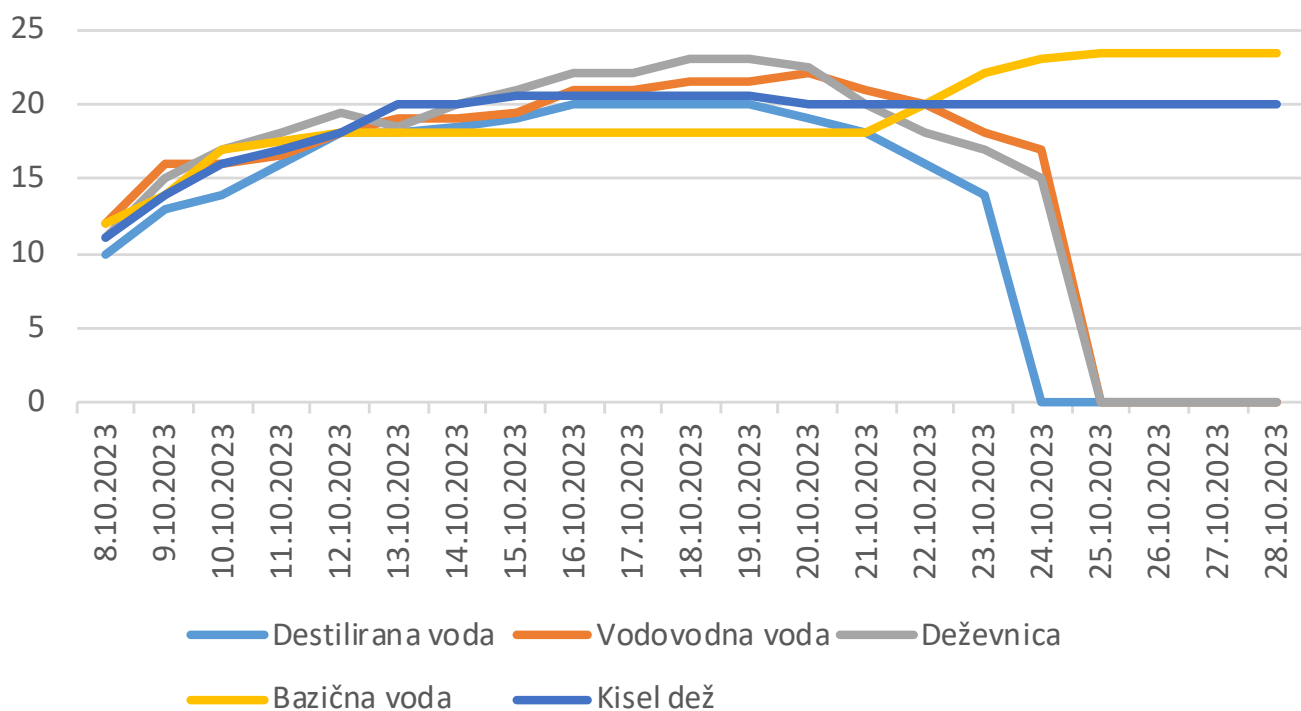


Slika 30: Koroze iz skupine destilirana voda pred tehtanjem, popolnoma brez korenin



Slika 31: Koroze iz skupine deževnica pred tehtanjem

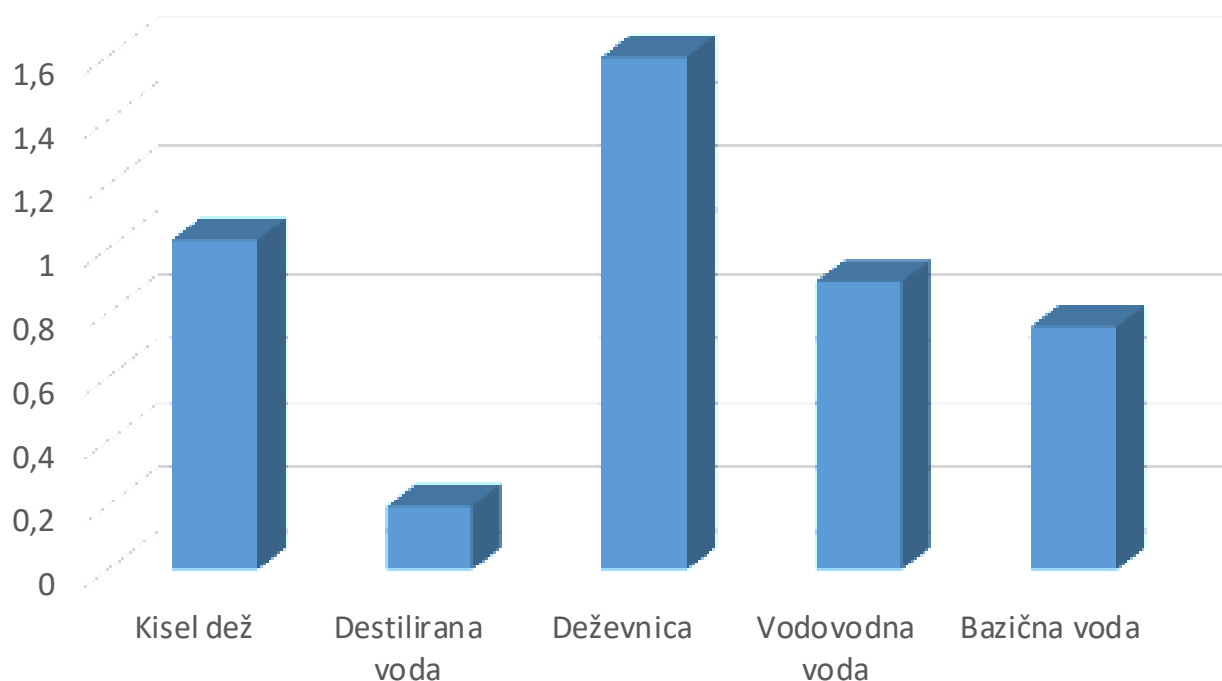
Povprečna višina koruz (cm)



Končna višina koruz (cm)



Končna povprečna teža koruz (g)



	Kisel dež	Destilirana voda	Deževnica	Vodovodna voda	Bazična raztopina
Višina	4	1	3	2	5
Teža	4	1	5	3	2
Vitalnost	4	1	3	2	5
Koreninski sistem	0	-1	0	0	0
Skupaj	12	2	11	7	12

Preglednica prikazuje, koliko točk so po mojih ocenah dosegle koroze, ki sem jih zalival z različnimi tekočinami. Kot vidimo, so po mojih ocenah najbolj rasle koroze, ki sem jih zalival z bazično raztopino in kislim dežjem, saj sta ob koncu poskusa edini imeli še eno kolikor toliko zdravo korožo. Sledile so koroze, zalivane z deževnico, ki so bile, zanimivo, v povprečju najtežje. Najslabše so rasle koroze v skupini destilirana voda.

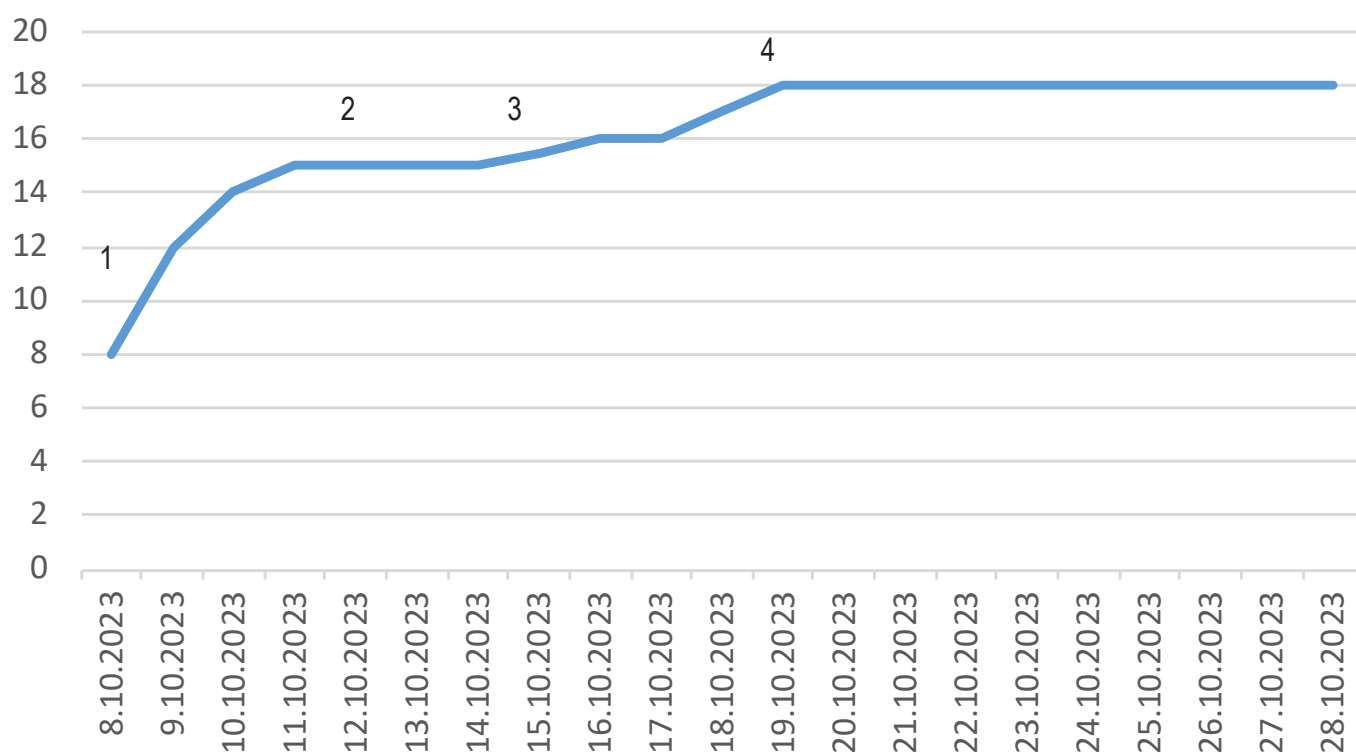
4.3 Grah

4.3.1 Kisel dež

Tekočina, ki sem jo poimenoval kisel dež, je imela pH vrednost 3. Pričakoval sem, da bo grah, zalivan s kislim dežjem, rasel zelo slabo ali pa sploh ne bo vzkilil, saj je pH 3 mnogo nižji od grahu najljubše vrednosti, ki se giblje med 6,5 in 7.

Moja pričakovanja so se izkazala za popolnoma napačna. Rastline so že prvi dan merjenja začele razvijati prve prave liste in vitice. Rastline so rasle popolnoma normalno, vitice so se oprijele njim namenjene opore in začele rasti po njej. 15. 10. sem preštel število vitic in ugotovil, da jih ima grah v skupini kisel dež največ. Rast se je nato upočasnila oz. ustavila.

Povprečna višina graha (cm)



1	Prvi pravi listi in vitico so se razvili
2	Rastline so se prijele opore
3	Ima največje število vitic
4	Zaustavitev rasti

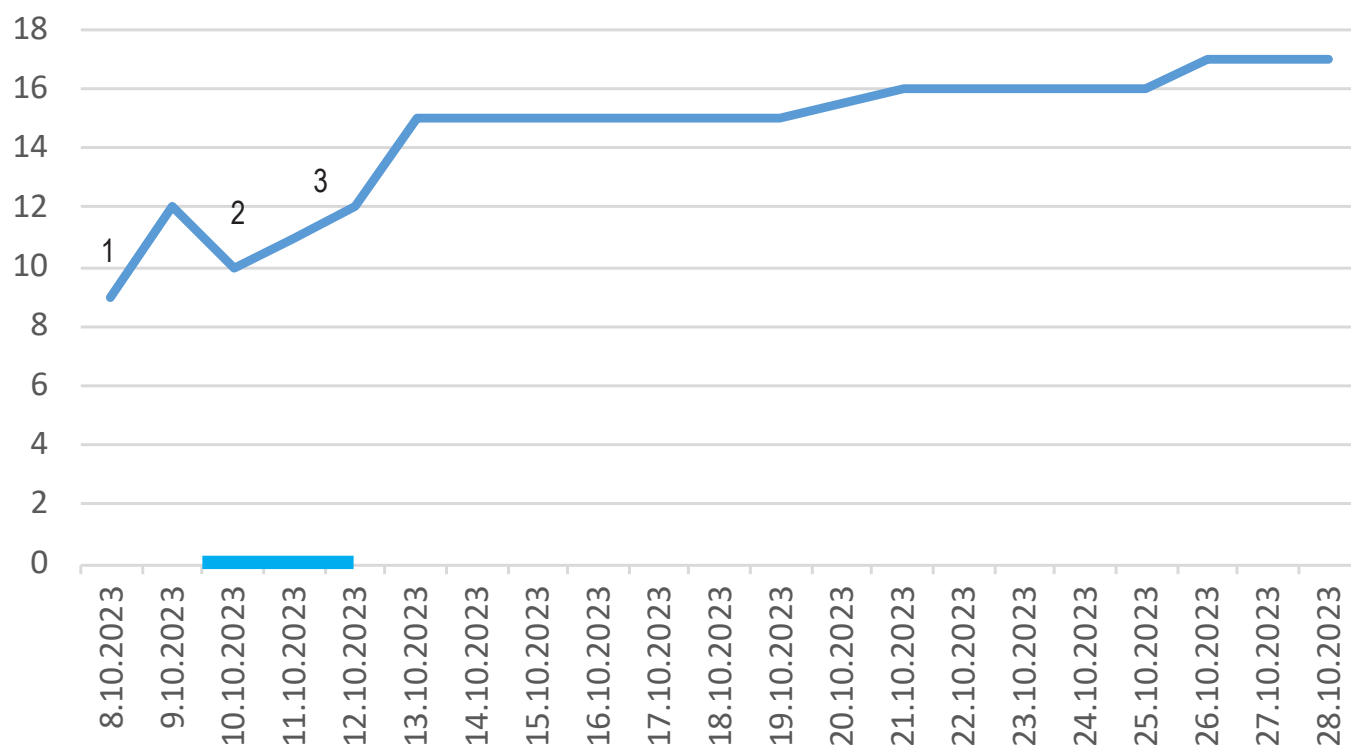
Povprečna višina grahov, zalivanih s kislim dežjem, je bila ob koncu poskusa 18 cm. Povprečna teža grahov v tej skupini je bila 0,93 g, kar je celo največ od vseh.

4.3.2 Destilirana voda

pH vrednost destilirane vode je po mojih meritvah 6,4. Ker je ta pH zelo blizu pH vrednosti, ki naj bi grahu najbolj ustrezala, sem domneval, da bo grah v tej skupini dobro rasel.

Moja pričakovanja so se do neke mere uresničila. Rastline so že prvi dan merjenja (8. 10.) začele razvijati prve prave liste in vitice. Listi in vitice so rasli dokaj hitro, rast pa se je vmes za dan ali dva ustavila, saj so se grahi začeli močno povešati, ker niso našli opore. 12. 10. so vitice zatipale oporo in se je oprijele in grahi so nadaljevali z rastjo. Do konca poskusa so rasli normalno, niso pa rasli najhitreje izmed vseh. Je pa zanimivo, da so rasli praktično do konca poskusa, za razliko od tistih v skupini kisel dež, ki so rasti nehali že 9 dni pred koncem.

Povprečna višina graha (cm)



1	Raslina je začela razvijati prve prave liste in vitice
2	Rastline se povešajo iskanju opore
3	Vitice so se prijele opore
Svetlo modra črta	Obdobje iskanja opore

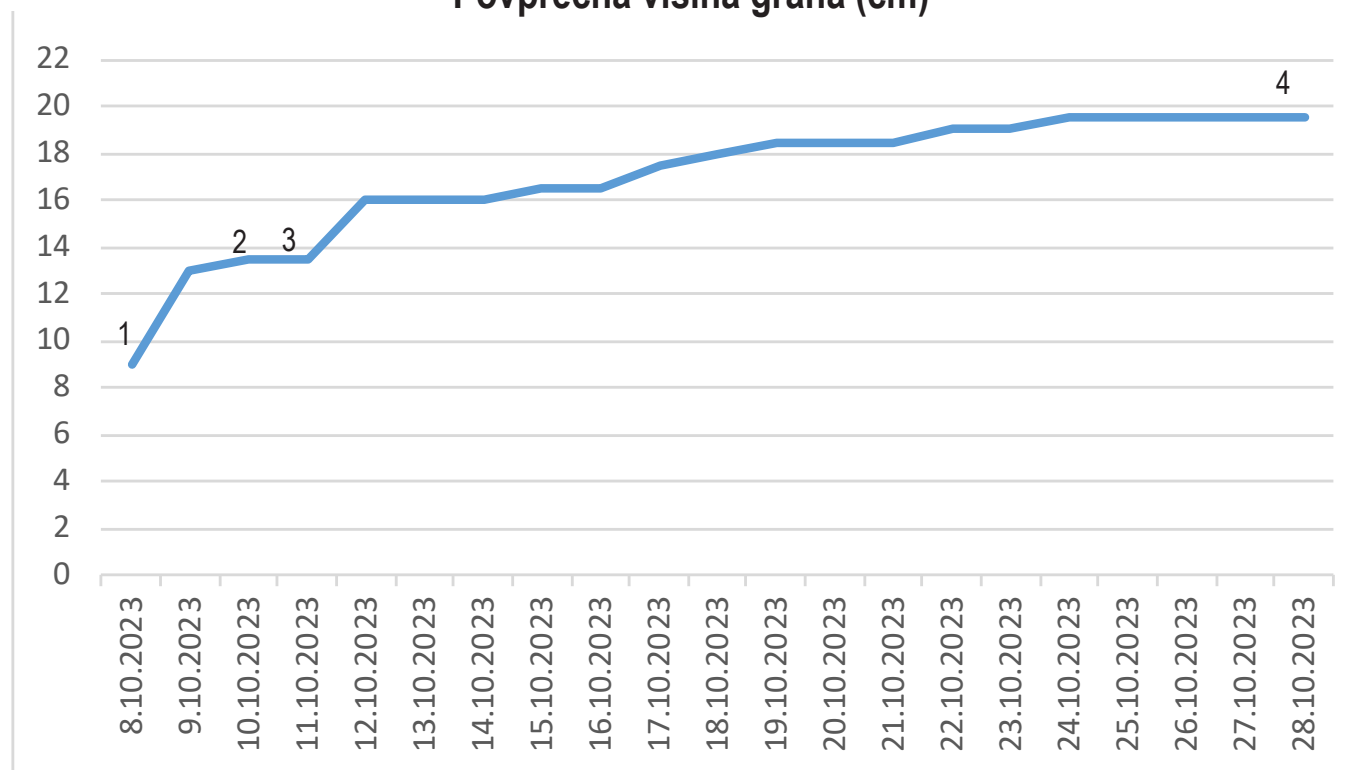
Povprečna višina grahov v tej skupini ob koncu poskusa je bila 17 cm. Povprečna teža grahov v tej skupini je bila 0,7 g.

4.3.3 Deževnica

Deževnica ima po mojih meritvah pH vrednost 6,4. Moja pričakovanja so bila podobna kot pri destilirani vodi. Glede na to, da je pH 6,4 zelo blizu območju pH med 6,5 in 7, ki naj bi bilo idealno za rast graha, sem pričakoval, da bo grah, ki ga bom zalival z deževnico, rasel najbolje.

Moja pričakovanja so se do neke mere uresničila. Prve prave liste in vitice so rastline graha v tej skupini začeli razvijati že prvi dan merjenja. Kasneje so se tudi rastline v tej skupini začele povešati v iskanju opore. V povprečju so bile rastline graha v tej skupini najvišje. Zadnji dan merjenja je začel grah v tej skupini edini izmed vseh razvijati četrti set listov (peti, če prištejemo še klične liste).

Povprečna višina graha (cm)



1	Začnejo rasti prvi pravi listi in vitice
2	Grah se začne povešati, ker išče oporo
3	Grah se z viticami prime za oporo
4	Razvijati se začnejo četrti pravi listi

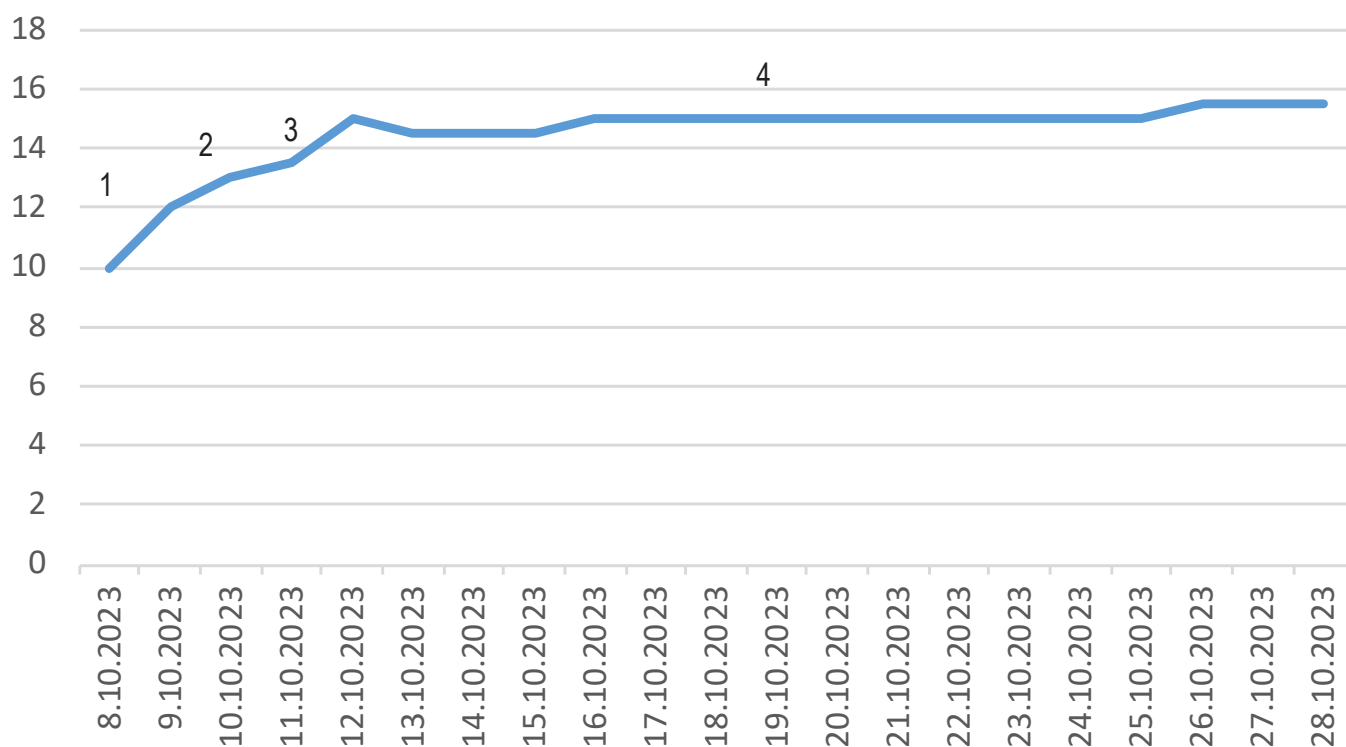
Povprečna višina grahov v tej skupini ob koncu poskusa je bila 19,5 cm, kar je največ med vsemi skupinami. Povprečna teža grahov v tej skupini je bila 0,82 g.

4.3.4 Vodovodna voda

Vodovodna voda ima po mojih meritvah pH vrednost 7, ki je v območju pH vrednosti, ki naj bi grahu najbolj ustrezalo. Zaradi tega sem pričakoval, da bo grah, ki ga bom zalival z vodovodno vodo, rasel dobro ali pa celo najbolje.

Moja pričakovanja so se izkazala za nekoliko napačna. Rastline so že prvi dan merjenja (8. 10.) začele razvijati prve prave liste in vitice. Nato so se začele povešati, saj se niso uspele oprijeti opore. Dva dni kasneje, ko so vitice oporo našle, so se po njej začele vzpenjati. Rastline so normalno rasle do 19. 10., ko sem začel opazati, da so pričele slabeti. Rastline so sicer še vedno rasle, toda niso izgledale zdrave, rasle so počasneje kot v ostalih skupinah.

Povprečna višina graha (cm)



1	Prvi pravi listi in vitice se začnejo razvijati
2	Rastline so se pričele povešati, ker ne najdejo opore
3	Vitice so se oprijele opore
4	Grah je začel slabeti

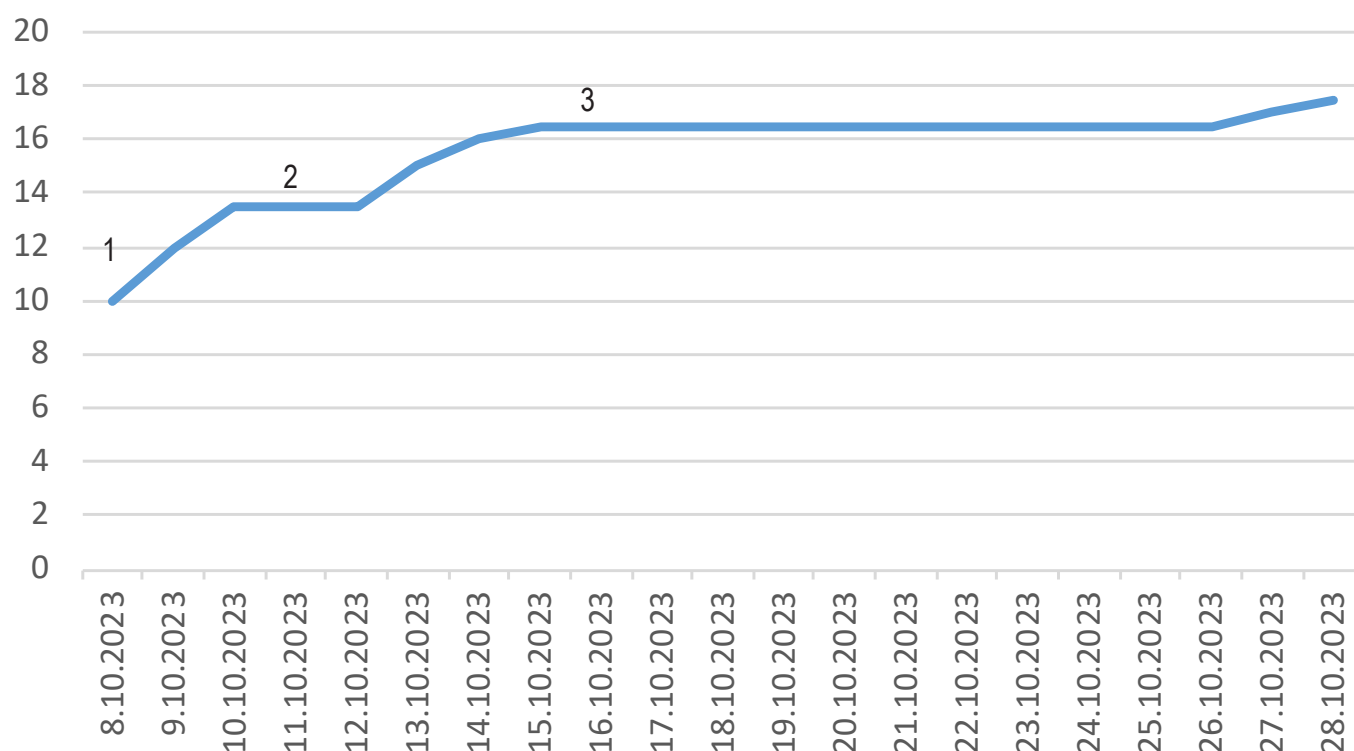
Povprečna višina rastlin graha v tej skupini je bila ob koncu poskusa 15,5 cm, kar je najmanj med vsemi skupinami. Povprečna teža graha v tej skupini je bila 0,63 g.

4.3.5 Bazična raztopina

Bazična raztopina ima po mojih meritvah pH 8,5. Ta vrednost pH je kar precej oddaljena od območja, ki naj bi grahu omogočalo najboljšo rast. Zaradi tega sem sklepal, da bo grah, ki ga bom zalival z bazično raztopino, rasel zelo slabo.

Moje domneve niso bile popolnoma pravilne. Tako kot v drugih skupinah, je tudi v tej grah že prvi dan podrobnejšega opazovanja razvil prve prave liste ter vitice. 11. 10. so se vitice oprijele opore in naprej rasle nemoteno. Opazil sem tudi, da so kar nekaj časa izgledale najlepše od vseh, dokler ni 16. 10. propadla ena izmed petih rastlin. Ostale so do konca poskusa rasle nemoteno. Opazil sem tudi, da imajo rastline v tej skupini največje liste.

Povprečna višina graha (cm)



1	Začnejo rasti prvi pravi listi in vitice
2	Vitice so se oprijele opore
3	Eden izmed grahov je propadel

Povprečna višina graha v tej skupini je bila ob koncu poskusa 17,5 cm. Povprečna teža rastlin v tej skupini je bila 0,56 g, vendar je potrebno poudariti, da je bilo povprečje manjše zaradi ene rastline, ki je propadla in imela zelo majhno maso.

4.3.6 Primerjava graha

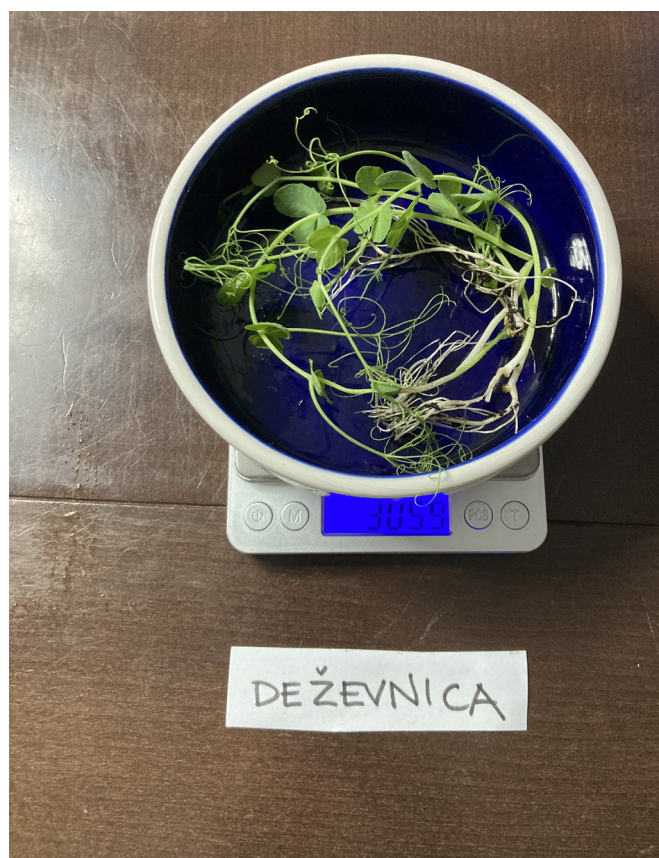
Najbolje je rasel grah, ki sem ga zalival z deževnico. V povprečju so bile rastline tudi najvišje (19,5 cm). V povprečju je bil najtežji grah iz skupine kisel dež, posamezna rastlina je tehtala 0,93 g. Grah v nobeni skupini ni imel posebej slabega ali dobrega koreninskega sistema. Poskus ni pokazal večjih razlik glede na zalivanje z različnimi tekočinami. Zanimivo se mi zdi, da je grah, ki sem ga zalival z vodovodno vodo, rasel slabše kot npr. tisti, ki sem ga zalival z bazično raztopino, čeprav ima bazična raztopina pH vrednost precej oddaljeno od idealne pH vrednosti za rast graha. Razlog ne more biti osvetlitev, saj so bili vsi osvetljeni enako. Ne vem, kaj bi lahko vplivalo na slabo rast graha v skupini vodovodna voda, dvomim pa, da bi imel pH tekočine za zalivanje takšen vpliv.



Slika 32: Grah po koncu poskusa, pred tehtanjem

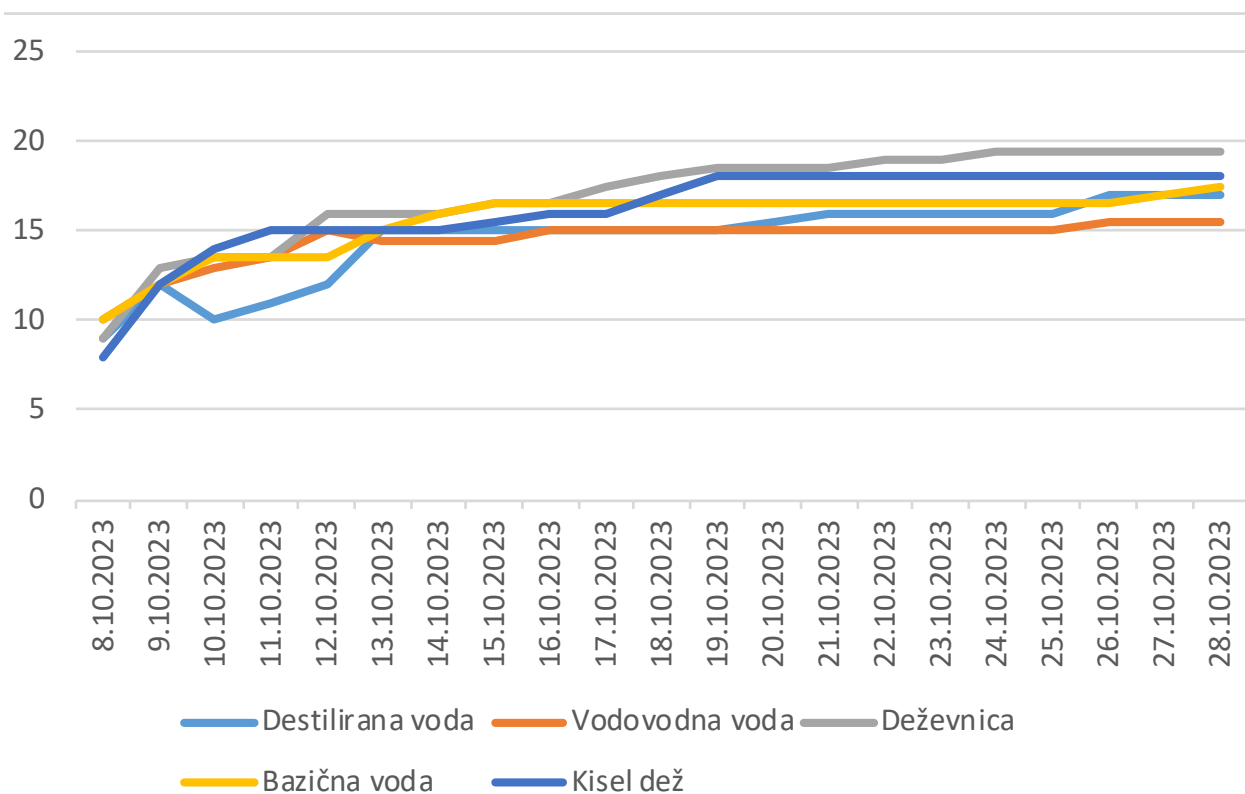


Slika 33: Grah iz skupine bazična raztopina med tehtanjem. Lahko opazimo en propadli grah.

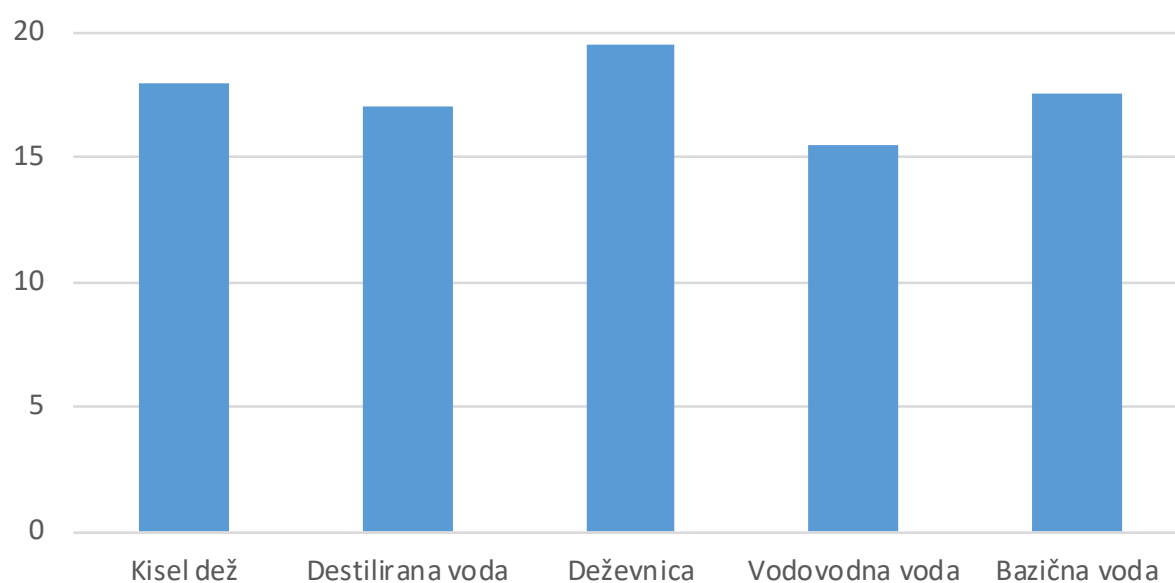


Slika 34: Grah iz skupine deževnica med tehtanjem

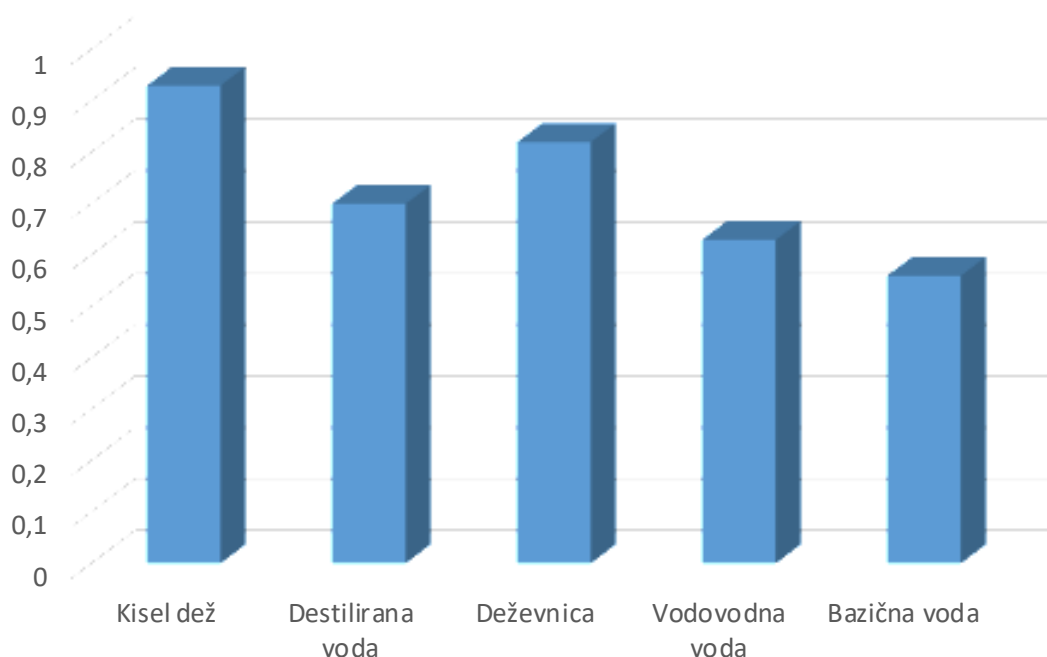
Povprečna višina graha (cm)



Končna višina graha (cm)



Končna povprečna teža graha (g)



	Kisel dež	Destilirana voda	Deževnica	Vodovodna voda	Bazična raztopina
Višina	4	2	5	1	3
Teža	5	3	4	2	1
Vitalnost	4	3	5	1	2
Uspešnost graha (odstotek rastlin, ki niso propadle)	0 (100%)	0 (100%)	0 (100%)	0 (100%)	-1 (80%)
Skupaj	13	8	14	4	5

Preglednica prikazuje koliko točk je po mojih ocenah dosegel grah, ki sem ga zalival z različnimi tekočinami. Po mojih ocenah je najbolje rasel grah, ki sem ga zalival z deževnico. Bil je najvišji in najbolj vitalen, saj je edini že razvil četrti set pravih listov. Sledil je grah, ki sem ga zalival s kislim dežjem, ki je bil najtežji in tudi zelo zdrav. Grah, ki sem ga zalival z destilirano vodo, je rasel dokaj normalno. Ni bil posebej visok ali težak, bil pa je zdrav, za razliko od graha v skupini bazična raztopina, od katerih je eden propadel. Najslabše je rasel grah v skupini vodovodna voda, ki je izgledal slabo, bil pa je tudi nizek in lahek.

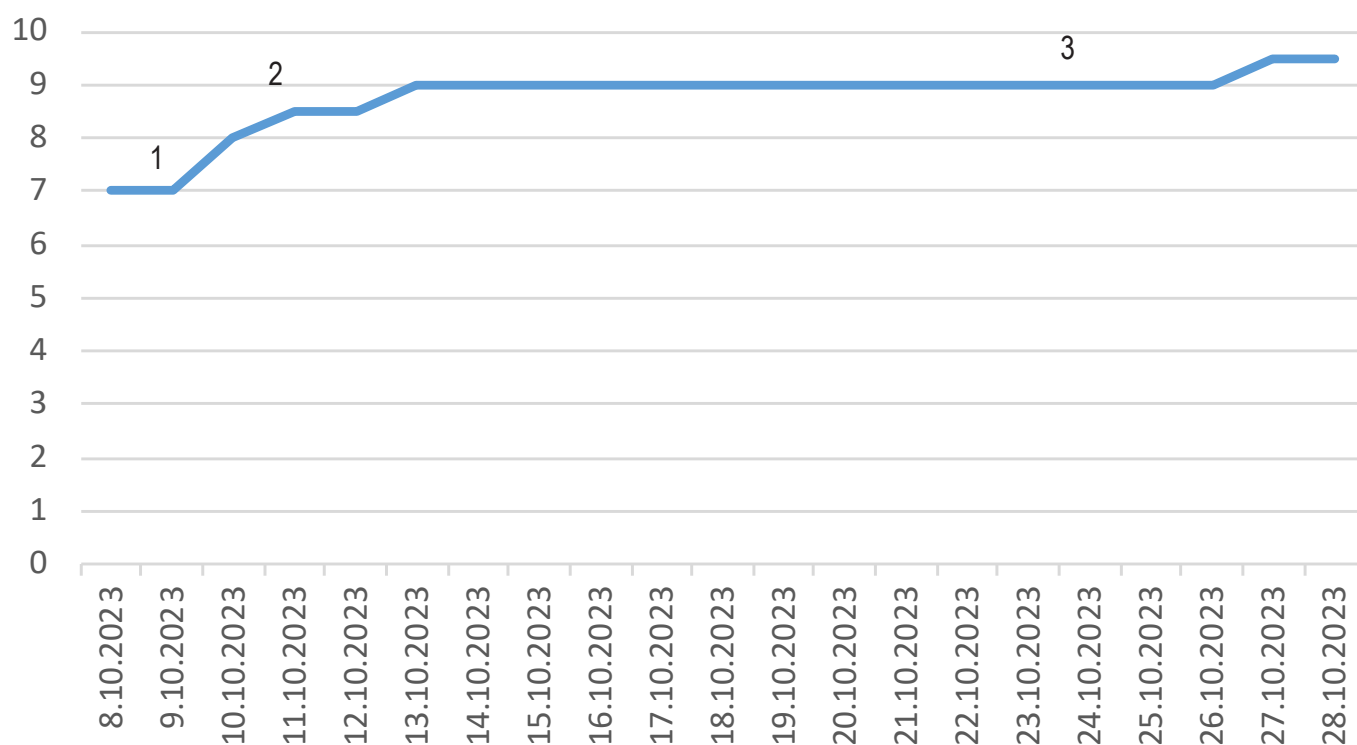
4.4 Redkvice

4.4.1 Kisel dež

Tekočina, ki sem jo poimenoval kisel dež, je imela pH vrednost 3. Za redkvice, ki sem jih zalival s kislim dežjem, sem domneval, da bodo rasle kar dobro, saj redkvice niso pretirano občutljive na pH, razen na razpoložljivost kalcija, ki je v kisli zemlji kar dostopen, in na razpoložljivost dušika, ki v prevelikih količinah škoduje redkvicam. Ker je dušik v zelo kisli zemlji slabo dostopen, sem menil, da imajo redkvice v tej skupini dobre pogoje za rast.

Moja pričakovanja so bila pravilna. 9. 10. so redkvice že začele razvijati prve prave liste. Kasneje sem opazil, da sta imela dva lista ene redkvice sive nitaste madeže. Bolezen oziroma razlog za to se ni razširil na druge rastline, prav tako pa je tudi poškodovana redkvica naprej rasla normalno. 14. 10. so začele razvijati druga prava lista. Prav tako sem začel opazovati, da redkvice v tej skupini, poleg redkvic v skupini bazična raztopina, niso povešene. Opazil sem tudi, da imajo najlepše sekundarne liste. Proti koncu opazovanja so se tudi redkvice v tej skupini začele povešati.

Povprečna višina redkvic (cm)



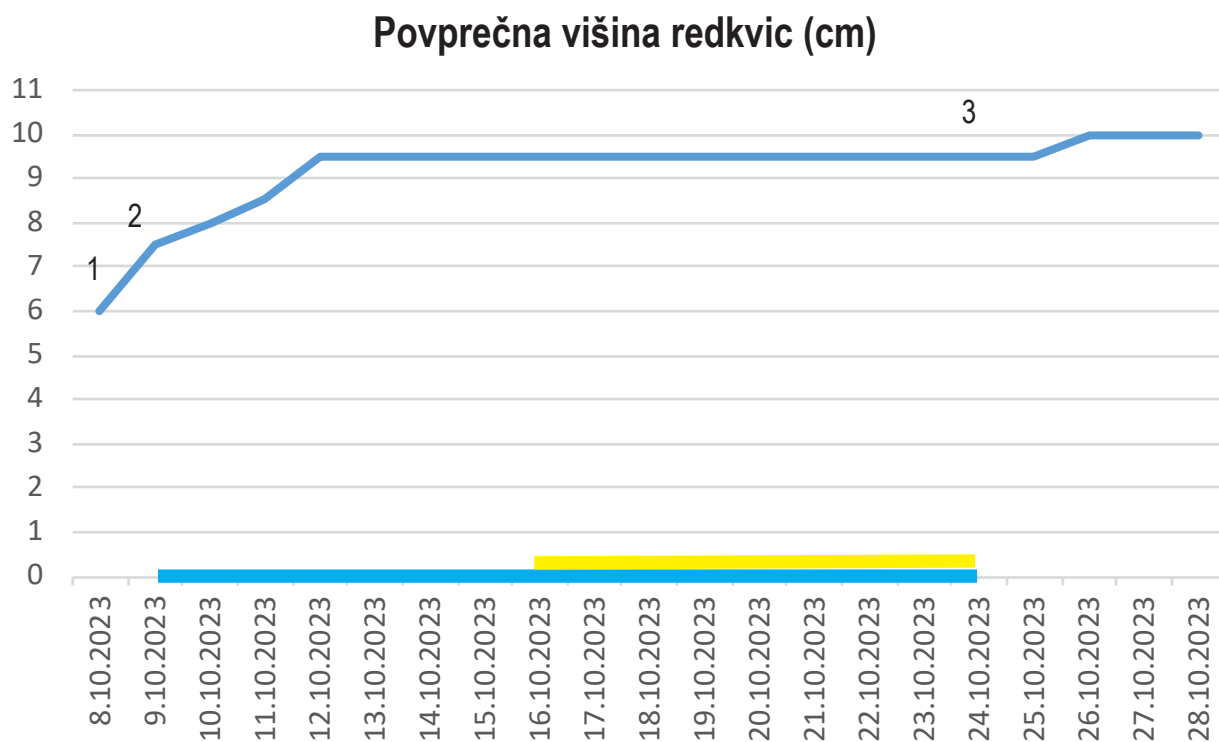
1	Razvijati začnejo prve prave liste
2	Dva lista ene redkvice imata sive rane
3	Redkvice se povešajo

Povprečna višina redkvic, ki sem jih zalival s kislim dežjem, je bila ob koncu poskusa 9,5 cm. Povprečna teža redkvic v tej skupini je bila 0,46 g.

4.4.2 Destilirana voda

Destilirana voda ima po mojih meritvah pH 6,4. V literaturi sem zasledil, da je pH vrednost, ki redkvicam najbolj ustreza, med 6 in 7, kar pomeni, da ima destilirana voda ustrezen pH. Zaradi tega sem pričakoval, da bodo rastline v tej skupini rasle zelo dobro.

Toda ni bili popolnoma tako. Na začetku so redkvice rasle zelo hitro, 9.10. so začele razvijati prve prave liste, takrat pa so se tudi začele povešati. Predvsem se je začela ustavljati rast listov, ki so celo začeli stagnirati (niso več rasli). Stanje je bilo takšno še nekaj časa, dokler se niso 24. 10. redkvice postavile nazaj v naraven položaj in začele rasti. Začeli so se razvijati tudi drugi pravi list, prvi pa so močno zrasli.



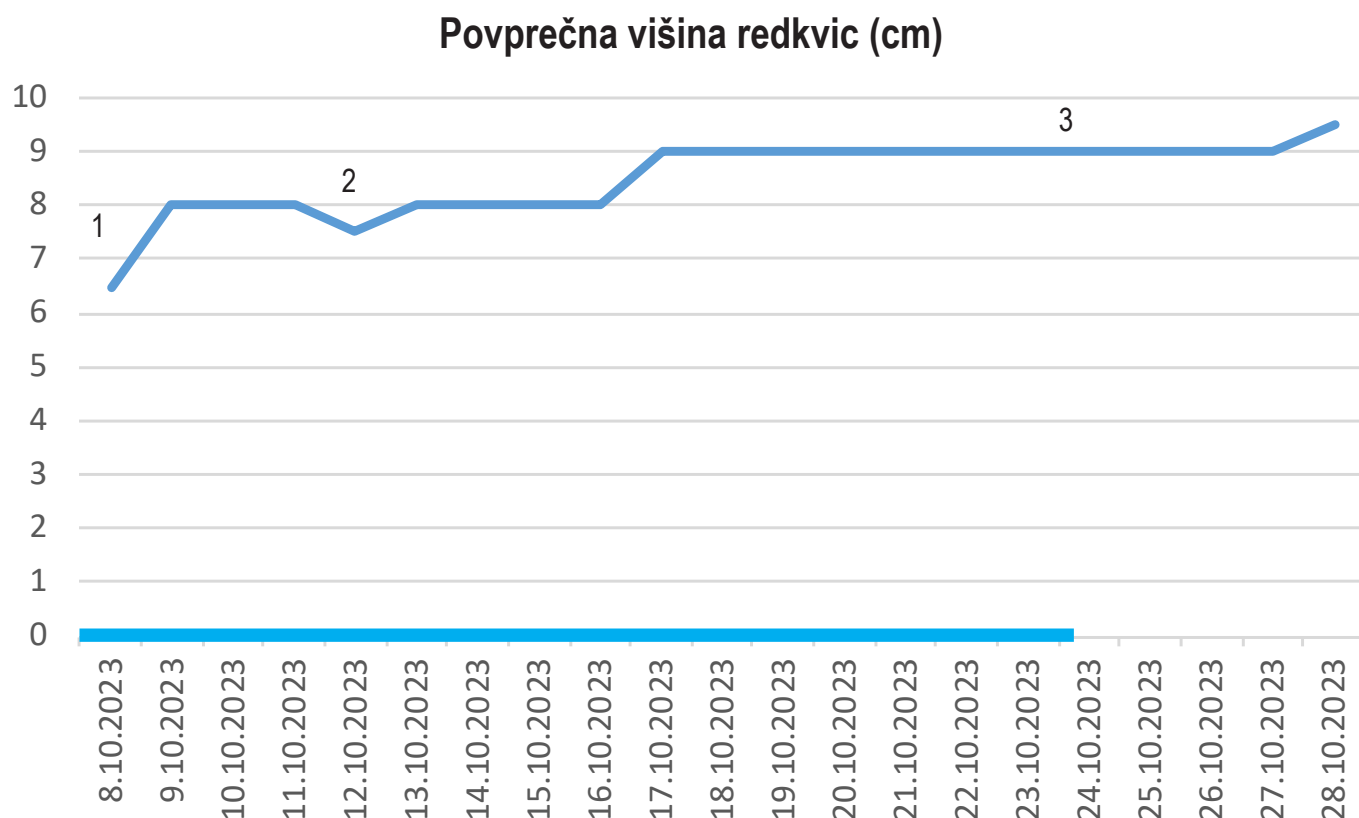
1	Rastejo zelo hitro
2	Se povešajo
3	Postavile so se nazaj v naravni položaj
Svetlo modra črta	Obdobje povešanja
Rumena črta	Obdobje stagniranja listov

Povprečna višina redkvic, ki sem jih zalival z destilirano vodo, je bila ob koncu poskusa 10 cm, kar je največ izmed vseh redkvic. Povprečna teža redkvic v tej skupini je bila 0,36 g.

4.4.3 Deževnica

Deževnica ima po mojih meritvah enak pH kot destilirana voda. Zaradi tega sem pričakoval, da bodo redkvice v skupini deževnica rasle podobno kot redkvice v skupini destilirana voda, se pravi dobro.

Na začetku poskusa so redkvice rasle počasi, pa so kljub temu imele zelo nestabilna stebila in že kmalu so se začele močno povešati. Prav tako so začele sekundarne liste razvijati mnogo kasneje kot ostale (še 12.10.). Vso rast so izgledale slabo, dokler se niso, enako kot redkvice v skupini destilirana voda, 24. 10. postavile nazaj in močno pognale. Predvsem so zatem začeli hitro rasti tudi sekundarni listi, ki so kar močno zrasli.



1	Začnejo se povešati
2	Začnejo se razvijati prvi pravi listi
3	Postavile so se nazaj v naravni položaj
Svetlo modra črta	Obdobje povešenosti redkvic

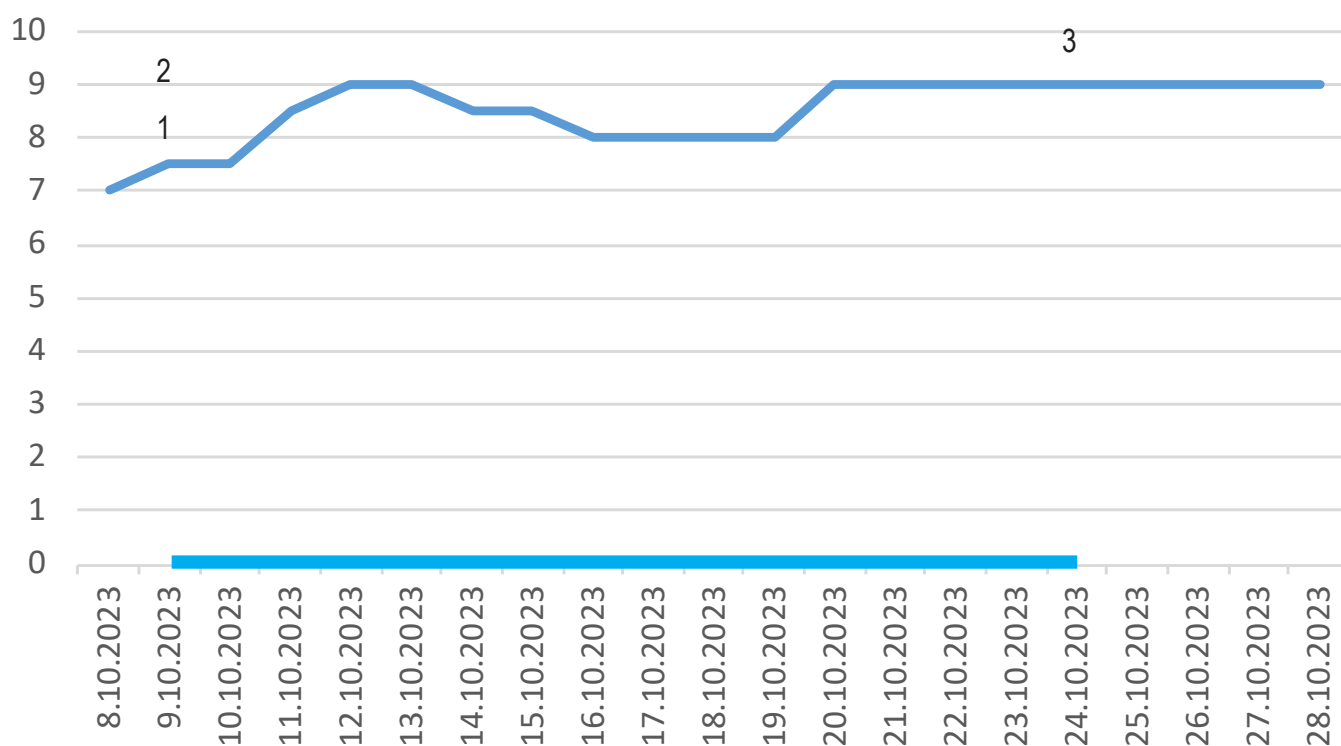
Povprečna višina redkvic, ki sem jih zalival z deževnico, je bila ob koncu poskusa 9,5 cm. Povprečna teža redkvic v tej skupini je bila 0,36 g, kar je enako kot povprečna teža redkvic v skupini destilirana voda.

4.4.4 Vodovodna voda

Vodovodna voda ima po mojih meritvah pH vrednost 7. Taka pH vrednost je še v območju, ki najbolj ustreza redkvicam. Bil sem mnenja, da bodo redkvice, zalivane z vodovodno vodo, rastle normalno, vendar slabše kot tiste, zalivane z deževnico in destilirano vodo.

Na začetku poskusa so redkvice v tej skupini rastle dokaj hitro. 9.10 so začele razvijati prve prave liste. Toda hitra rast je tudi v tej skupini vplivala na to, da so se redkvice pričele povešati. Povešanje je vplivalo tudi na hitrost rasti listov. Ti so rasli zelo počasi. Tako kot redkvice v skupinah destilirana voda in deževnica, so se redkvice, ki sem jih zalival z vodovodno vodo, 24. 10. postavile nazaj v pokončen položaj, hitreje so se začeli razvijati tudi sekundarni listi.

Povprečna višina redkvic (cm)



1	Prvi pravi listi se začnejo razvijati
2	Začele so se povešati
3	Redkvice so se postavile nazaj pokončno
Svetlo modra črta	Obdobje povešenosti rastlin

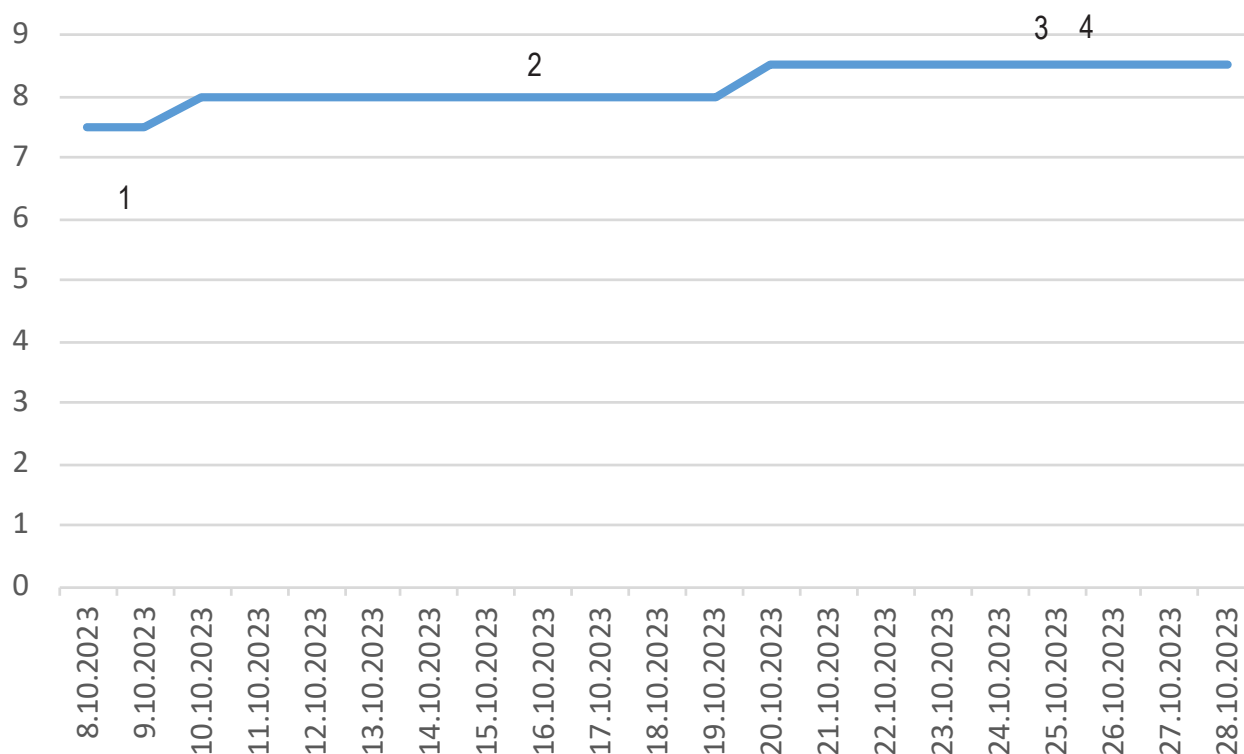
Povprečna višina redkvic, ki sem jih zalival z vodovodno vodo, je bila ob koncu poskusa 9 cm. Povprečna teža redkvic v tej skupini je bila 0,48 g, kar je največ izmed vseh redkvic.

4.4.5 Bazična raztopina

Bazični raztopini sem ustvaril pH 8,5. Ta pH vrednost redkvicam ne ustreza pretirano, saj razpoložljivost kalija ni visoka. Zaradi tega sem pričakoval, da redkvice v tej skupini ne bodo rasle dobro.

Skozi poskus se je izkazalo, da so bila moja pričakovanja pravilna. Na začetku poskusa so redkvice rasle enako kot ostale. Začele so sicer razvijati prva prava lista, a so ves čas izgledale šibke. Resda se niso začele povešati kot večina, toda celoten poskus so izgledale zelo nezdrave. Imele so manjše liste, prav tako pa so bile nižje kot ostale. 16. 10. sta propadli dve izmed enajstih. Listi so rasli počasi. Kasneje so se začele povešati in propadati. Do konca poskusa jih je mnogo postalo šibkejših.

Povprečna višina redkvic (cm)



1	Začnejo rasti prvi pravi listi
2	Propadli sta dve izmed enajstih
3	Začele so se povešati
4	Redkvice so začele propadati

Povprečna višina redkvic, ki sem jih zalival z bazično raztopino, je bila ob koncu poskusa 8,5 cm. Povprečna teža redkvic v tej skupini je bila 0,27 g.

4.4.6 Primerjava redkvic

V povprečju so bile najvišje (10 cm) redkvice, ki sem jih zalival z destilirano vodo. V povprečju so bile najtežje redkvice iz skupine vodovodna voda, ki so tehtale 0,48 g. Najbolj vitalne so bile redkvice, ki sem jih zalival s kislim dežjem. Redkvice v nobeni skupini niso imele posebej slabega ali dobrega koreninskega sistema, razen redkvic v skupini bazična raztopina, kjer jih je večina propadla. Poskus je pokazal nekaj razlik med redkvicami pri različnih tekočinah za zalivanje. Razlika je bila predvsem v vitalnosti rastlin, manjša tudi v višini in teži.



Slika 35: Redkvice po koncu poskusa, pred tehtanjem

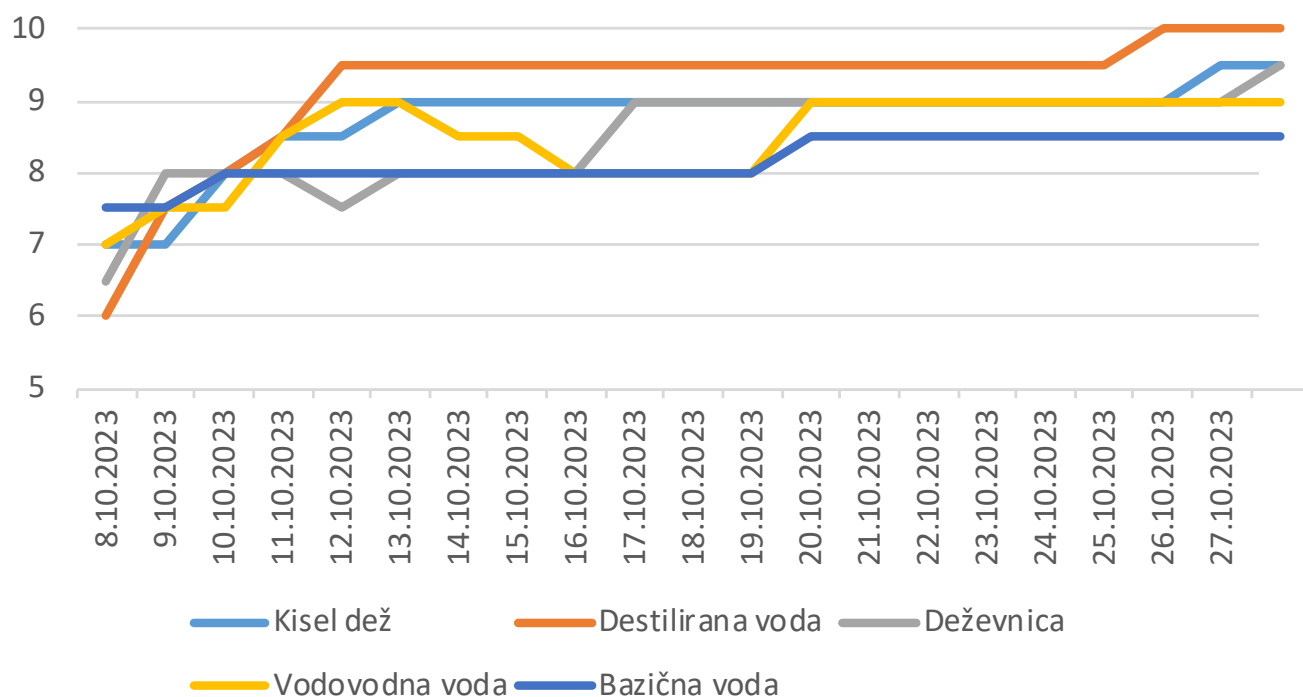


Slika 36: Redkvice iz skupine destilirana voda med tehtanjem

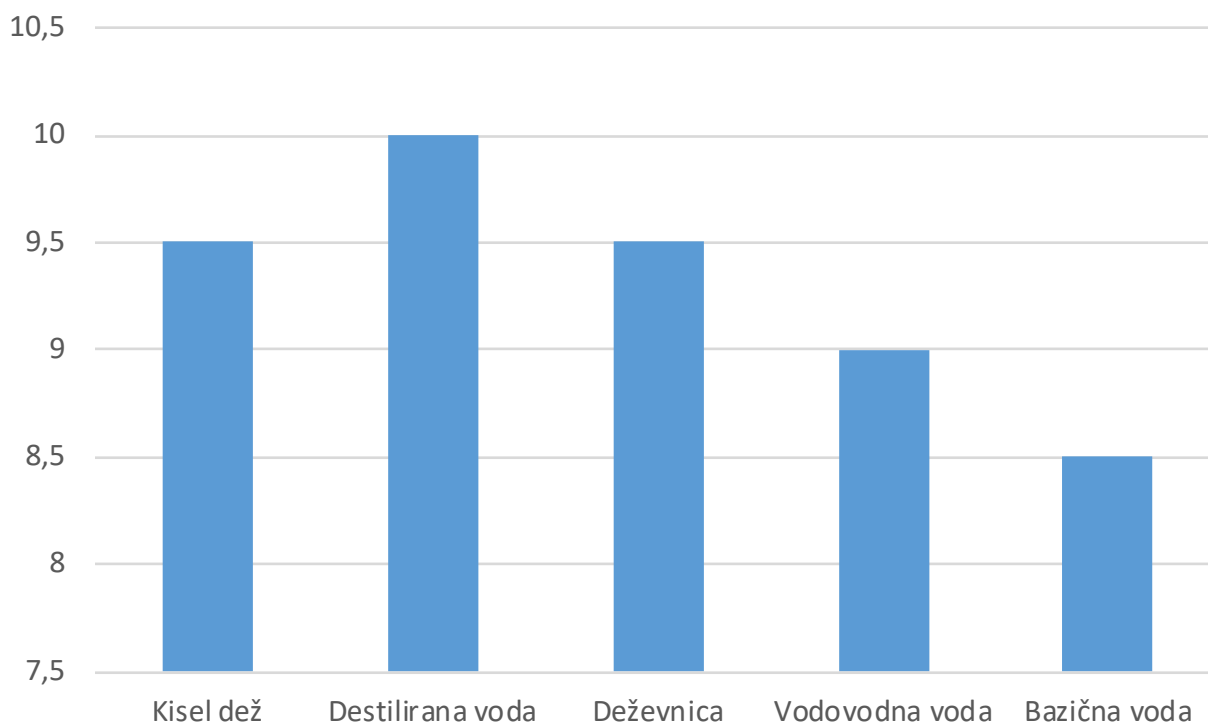


Slika 37: Redkvice iz skupine deževnica med tehtanjem

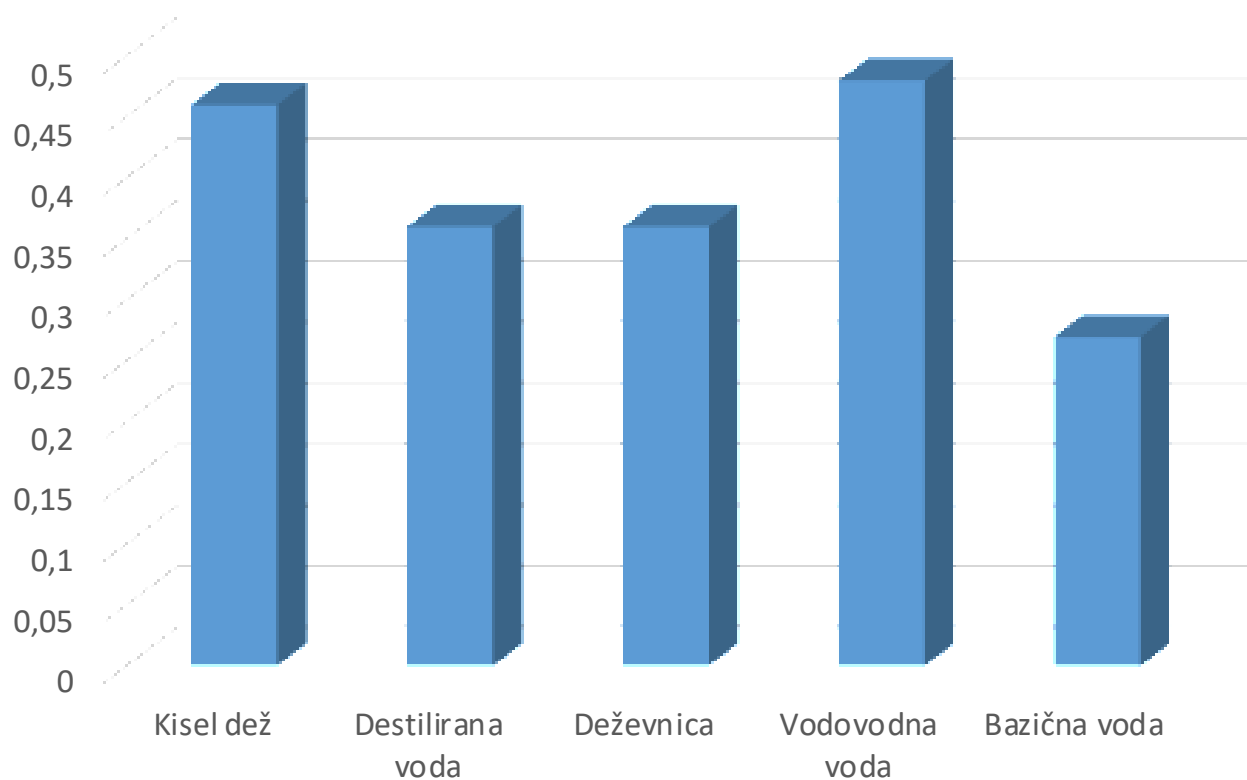
Povprečna višina redkvic (cm)



Končna višina redkvic (cm)



Končna povprečna teža redkvic (g)



	Kisel dež	Destilirana voda	Deževnica	Vodovodna voda	Bazična raztopina
Višina	4	5	4	2	1
Teža	4	3	3	5	1
Vitalnost	5	3	4	2	1
Uspešnost redkvic (odstotek redkvic, ki niso propadle)	0 (100%)	0 (100%)	0 (100%)	0 (100%)	-1 (<50%)
Skupaj	13	11	11	9	2

Preglednica prikazuje, koliko točk so dosegle redkvice, ki sem jih zalival z različnimi tekočinami. Po mojih ocenah so najbolj rasle redkvice, ki sem jih zalival s kislim dežjem. Bile so najbolj zdrave, prav tako pa niso bile nizke ali lahke. Tudi redkvice, ki sem jih zalival z destilirano vodo ali deževnico, niso rasle slabo. Edina njihova slabost je bilo povešanje. Redkvice, ki sem jih zalival z vodovodno vodo, so bile sicer najtežje, vendar niso bile prav zdrave in visoke. Redkvice, zalivane z bazično raztopino, so bile najlažje, najmanjše in najmanj zdrave, zato imajo najmanj točk.

5. Razprava

5.1 Fižol

	Kisel dež	Destilirana voda	Deževnica	Vodovodna voda	Bazična raztopina
Višina	1	5	3	4	2
Višina najvišjega fižola	3	4	5	3	1
Teža	1	5	4	3	2
Vitalnost	1	4	5	3	2
Koreninski sistem	1	4	5	3	2
Skupaj	7	22	22	16	9

Preglednica prikazuje, koliko točk so po mojih ocenah dobili fižoli glede na različne tekočine za zalivanje (preglednica je enaka kot preglednica pri podpoglavju Primerjava fižolov). Razvidno je, da imajo največ točk fižoli pri destilirani vodi in deževnici. Ti tekočini imata po mojih meritvah obe pH vrednost 6,4. Iz tega lahko sklepamo, da fižolom tak pH najbolj ustreza, saj imata veliko več točk kot ostale tekočine. pH vrednost 6,4 je na spodnji meji pH vrednosti zemlje, ki fižolu najbolj ustreza (6,5 - 7,8). Zanimivo je, da ima vodovodna voda pH 7, ki je v območju pH vrednosti, ki fižolu najbolj ustreza, pa fižoli, ki sem jih zalival z njo, kljub temu niso rasli najboljše. Niso bili zdravi (povešeni listi, ustavljanje rasti...), so pa bili v povprečju kar visoki. Razlog za slabo rast fižolov v tej skupini bi lahko bile dodatne snovi, ki jih vsebuje vodovodna voda (npr. klor). Menim, da je razlog za slabo rast fižolov, ki sem jih zalival z bazično raztopino to, da fižolom niso na razpolago vsi minerali, ki jih le-ti potrebujejo. Prav tako bazična zemlja ne ustreza nitrifikacijskim bakterijam, ki pomagajo fižolu pri pridobivanju dušika (N). Najslabše so rasli fižoli, ki sem jih zalival s kislim dežjem. Bili so nezdravi, majhni, lahki in niso imeli dobrega koreninskega sistema. Razlog za to je najbrž prevelika kislost zemlje, ki tako kot bazičnost ne zagotavlja dovolj šne razpoložljivosti mineralov, ki jih potrebujejo fižoli in nitrifikacijske bakterije. Rezultati poskusa kažejo, da bolj kot se oddaljujemo od pH vrednosti okoli 6,7, slabša je rast fižolov. Lahko bi rekli, da je bil poskus uspešen, saj so rezultati poskusa usklajeni z dejstvi iz literature, saj so najboljše so rasli fižoli, ki smo jih zalivali s tekočinami, ki so imele pH približno med 6,5 in 7, ki naj bi fižolu po virih najbolj ustrezal.

5.2 Koruza

	Kisel dež	Destilirana voda	Deževnica	Vodovodna voda	Bazična raztopina
Višina	4	1	3	2	5
Teža	4	1	5	3	2
Vitalnost	4	1	3	2	5
Koreninski sistem	0	-1	0	0	0
Skupaj	12	2	11	7	12

Preglednica prikazuje, koliko točk so po mojih ocenah dobile kornje, ki sem jih zalival z različnimi tekočinami (preglednica je enaka kot preglednica pri podpoglavju Primerjava kornj). Vidimo, da so po mojih ocenah najbolj rasle kornje, ki sem jih zalival z bazično raztopino in kislim dežjem. To je sicer čudno, saj sta ti tekočini po pH vrednosti na popolnoma nasprotnih polih. Morda je razlog to, da je kornja dokaj neobčutljiva na pH vrednost zemlje. Sicer naj bi ji najbolj ustrezal nevtralen pH. Prav tako čudno je, da je deževnica po točkah zelo blizu kislemu dežju in bazični raztopini, rastline, ki sem jih zalival z destilirano vodo, ki ima enak pH kot deževnica, pa so rasle zelo slabo. Tudi kornje, ki sem jih zalival z vodovodno vodo, so rasle precej slabo, kar je prav tako čudno, ker ima vodovodna voda po mojih meritvah pH 7, ki naj bi kornji najbolj ustrezal. Menim, da poskus ni pokazal relevantnih rezultatov, saj ni pričakovano, da bi v najboljših razmerah propadle praktično vse kornje. Zato menim, da pogoji za rast kornj niso bili dovolj dobri. Literatura trdi, da je rjavenje in sušenje pogosto posledica manjka svetlobe. Sklepam, da je zelo velika možnost, da je razlog ravno to, saj sem rastlinam sicer zagotovil UV svetilko, toda žal zaradi drugih razlogov niso mogle prejemati sončne svetlobe.

5.3 Grah

	Kisel dež	Destilirana voda	Deževnica	Vodovodna voda	Bazična raztopina
Višina	4	2	5	1	3
Teža	5	3	4	2	1
Vitalnost	4	3	5	1	2
Uspešnost grahov (odstotek grahov, ki niso propadli)	0 (100%)	0 (100%)	0 (100%)	0 (100%)	-1 (80%)
Skupaj	13	8	14	4	5

Preglednica prikazuje, koliko točk je po mojih ocenah dobil grah pri zalivanju z različnimi tekočinami (preglednica je enaka kot preglednica pri podpoglavju Primerjava grahov). Vidno je, da ima največ točk grah, ki smo ga zalivali z deževnico. Deževnica ima po mojih meritvah pH vrednost 6,4. Ker grahu najbolj ustreza pH od 6,5 do 7, mu torej deževnica omogoča zelo dobro rast. Tudi destilirana voda ima enak pH kot deževnica, pa grah ni rasel tako dobro kot tisti, ki sem ga zalival z deževnico. Sicer niso rasli slabo (bili so zdravi), so pa bili majhni in lahki. Presenetljivo dobro je rasel grah, ki sem ga zalival s kislim dežjem. Bil je zdrav, visok in celo najtežji. Presenetljivo slabo pa je rasel grah v skupini vodovodna voda. Čeprav ima vodovodna voda po mojih meritvah pH 7, ki grahu ustreza, so bile rastline v tej skupini slabotne, lahke in nizke. Razlog je najbrž to, da je vodovodna voda sorazmerno trda voda z večjo vsebnostjo kalcijevih, magnezijevih, karbonatnih in hidrokarbonatnih ionov. Rastline v skupini bazična raztopina so rasle najslabše. Razlog za to je najbrž v oddaljenosti pH vrednosti bazične tekočine (8,5) od pH vrednosti 6,5 do 7, ki grahu najbolj ustreza. Grah v tej skupini je bil nezdrav, lahek in bolj nizek. Izpostaviti je potrebno tudi, da je ena izmed rastlin v tej skupini propadla. Zdi se mi, da poskus ni bil pretirano verodostojen. Verjetno je rastlinam primanjkovalo svetlobe, saj ne znam pojasniti slabe rasti graha v skupinah, ki sem jih zalival z destilirano vodo (ima enak pH kot deževnica, pa so rastline rasle mnogo slabše) in vodovodno vodo (ima pH 7, ki naj bi grahu ustrezal, pa vendar je grah v tej skupini rasel zelo slabo).

5.4 Redkvice

	Kisel dež	Destilirana voda	Deževnica	Vodovodna voda	Bazična raztopina
Višina	4	5	4	2	1
Teža	4	3	3	5	1
Vitalnost	5	3	4	2	1
Uspešnost redkvic	0 (100%)	0 (100%)	0 (100%)	0 (100%)	-1 (<50%)
Skupaj	13	11	11	9	2

Preglednica prikazuje, koliko točk so po mojih ocenah dobile redkvice pri zalivanju z različnimi tekočinami (preglednica je enaka kot preglednica pri podpoglavju Primerjava redkvic). Iz preglednice je razvidno, da imajo največ točk redkvice, ki sem jih zalival s kislim dežjem. Zanimivo, da so redkvice najbolj rasle prav v tej skupini, saj naj bi redkvicam najbolj ustrezal pH 6 do 7, kisel dež pa ima pH 3. Redkvice sicer niso preveč občutljive na pH, je pa dušik, ki v prevelikih količinah redkvicam škodi, v kisli prsti manj na razpolago, kar bi lahko pojasnilo dobro rast pri nižjih pH vrednostih. Zanimivo je tudi, da redkvic, ki sem jih zalival s kislim dežjem, pri rasti ni ovirala nizka razpoložljivost kalija. Kalij pomaga uravnavati razmerje gomolj in korenine - listi, prevelike količine dušika pa ga rušijo. Pomanjkanje kalija verjetno ni prišlo do izraza, ker rastlin nisem gojil dovolj dolgo, da bi začele razvijati gomolj. Majhna razpoložljivost dušika je najbrž razlog, da se redkvice pri kislem dežju niso povešale, saj je bilo omenjeno razmerje dobro in stebila močnejša. Sledile so redkvice v skupinah destilirana voda in deževnica. Enako število točk ni presenečenje, saj imata tekočini enako pH vrednost in so imele rastline tako podobne razmere za rast. Dobro so rasle tudi redkvice, ki sem jih zalival z vodovodno vodo, čeprav slabše, kot sem pričakoval. Zelo slabo pa so rasle redkvice iz skupine bazična raztopina. Res je, da se redkvice v tej skupini niso povešile, so pa ob koncu poskusa začele množično propadati. Razlog za povešanje večine redkvic (pretegnjenost) je morda res, tako kot pravi literatura (The seed collection, 9 Common Problems You'll Meet When Growing Radishes, julij 2020) prevelika razpoložljivost dušika, ali pa je morda razlog v omejitvah izvedenega poskusa (ponovno premajhna osvetljenost...).

5.5 Primerjava tekočin za zalivanje

	Kisel dež	Destilirana voda	Deževnica	Vodovodna voda	Bazična raztopina
Fižol	7	22	22	16	9
Koruza	12	2	11	7	12
Grah	13	8	14	4	5
Redkvica	13	11	11	9	2
Skupaj	45	43	58	36	28

Preglednica prikazuje skupne točke vsake od tekočin (rumeno pobarvani kvadrati prikazujejo največje doseženo število točk pri vsaki rastlini). Kot je iz preglednice razvidno, ima daleč največ točk deževnica (pH 6,4). Deževnica je v mojem poskusu najboljšo rast omogočila fižolu in grahu. Za deževnico je največ točk dosegla kislá tekočina, poimenovana kisel dež (pH 3). Ta je najboljšo rast omogočila koruzi in redkvicam. Potrebno je dodati, da poskus s koruzami najverjetneje ni pokazal verodostojnih rezultatov in po vsej verjetnosti koruza ne raste najbolje, če jo zalivamo s kislim dežjem. Malo manj točk je dosegla destilirana voda (pH 6,4), ki je najboljšo rast omogočala le fižolu, izjemno slabo pa je rasla koruza, pri kateri pa dvomim v verodostojnost poskusa. Za destilirano vodo sledi vodovodna voda (pH 7), ki je rastlinam omogočala presenetljivo slabo rast, morda tudi zaradi drugih snovi, ki jih vodovodna voda še vsebuje (klor).. Najslabšo rast je, pričakovano, omogočala bazična raztopina (pH 8,5). Najboljšo rast je omogočila koruzam, ostale rastline pa so rasle slabo. Predvsem je bazična raztopina ustavljala rast, mnoge rastline, ki sem jih zalival z njo, pa so tudi propadle.

6. Zaključek

Namen moje raziskovalne naloge je bil pomagati vrtnarjem in vrtničkarjem in jim svetovati glede pH vrednost najboljše tekočine za zalivanje rastlin ter odkriti vpliv kislega dežja na rast rastlin. Z raziskovanjem literature in poskusom sem odgovoril na nekatera vprašanja, odprla pa so se tudi nova. Želim si, da bi poskus lahko še bolje izvedel (primernejši letni čas, boljša osvetlitev ...) in bi tako dobil še bolj verodostojne rezultate.

Nekatere moje začetne hipoteze so se potrdile, druge pa sem ovrgel. S pričakovanji najbolj usklajeni rezultati so se pokazali pri opazovanju in merjenju fižola.

1. Tekočina, ki naj bi simulirala kisel dež, bo na rastline vplivala močno negativno (rastline bodo nižje in manj zdrave, propadale bodo...). **Prva hipoteza se je potrdila do neke mere.**

Fižol, ki sem ga zalival s kislim dežjem, je rasel zelo slabo, pri drugih rastlinah pa razlike niso bile tako velike ali pa so rastline celo dobro uspevale. Menim, da bi lahko bil razlog prekratko časovno obdobje izvajanja poskusa in bi se razlike pokazale kasneje v rasti rastlin.

2. Destilirana voda bo negativno vplivala na rastline, vendar manj kot kisel dež, saj je njen pH previsok, pa vendar od idealnega odstopa manj kot kisel dež. **Druga hipoteza se ni potrdila.**

Rastline, ki sem jih zalival z destilirano vodo so rasle precej dobro, razen koruze. Menil sem, da bo pH destilirane vode previsok, vendar se je izkazalo, da je pravzaprav enak, kot ga ima deževnica. Verjetno je na uspešnost rasti vplivala tudi sveža prst, ki je nadomestila mineralne snovi, ki jih deževnica kot mehka voda ne vsebuje.

3. Vrtne bodo najboljše rasle, če jih zalivamo z deževnico, ker je deževnica naravna tekočina za zalivanje, na katero so rastline prilagojene.: **Tretja hipoteza se je potrdila.**

Rastline, ki sem jih zalival z deževnico, so v vseh skupinah rasle zelo dobro. Rastline so bile vitalne, pogosto najvišje in najtežje oziroma so imele največ listne mase.

4. Rastline, zalivane z vodovodno vodo, bodo rasle podobno kot pri deževnici, saj imata podobno vrednost pH. **Četrta hipoteza se ni potrdila.**

Rastline, ki sem jih zalival z vodovodno vodo, so v vseh skupinah rasle precej slabše. Čeprav je pH vodovodne vode nevtralen, je bila rast slabša od pričakovane. Menim, da bi to lahko bilo zaradi vsebnosti drugih snovi v vodovodni vodi, npr. klora, ki škodujejo rastlinam.

5. Bazična tekočina bo rastlinam škodovala, najverjetneje bodo propadle. **Peta hipoteza se je potrdila.**

Mnoge rastline, ki sem jih zalival z bazično tekočino, so propadle ali pa so rasle zelo slabo.

Z raziskovanjem sem ugotovil, da najboljšo rast omogoča deževnica, ki je torej najprimernejša za zalivanje vrtnin. Kljub podobni pH vrednosti je primernejša od vodovodne vode, saj ta vsebuje druge snovi, ki lahko rastlinam škodijo. Zato vrtnarjem svetujem, da če je le mogoče, svoje vrtnine zalivajo z deževnico in ne z vodovodno vodo. Škodljivega vpliva kislega dežja (razen pri fižolu) sicer nisem dokazal, a menim, da bi za to moral izvajati daljši in malo drugačen poskus.

Med pisanjem raziskovalne naloge sem ugotovil tudi zanimivo stvar, na katero gotovo ne pomisli mnogo vrtnarjev. Fasciniralo me je, da lahko preveč hranil rastlini tudi škodi, na primer preveč dušika, ki je povzročil povešanje redkvic. To pomeni, da rastlin ne smemo pregnojiti.

7. Literatura in viri

- Štruc, T., Špiler, R., Zelenjava od semena do pridelka, Zavod obilja, Ljubljana, 2022
- Canna research, Uvod v pH, dostopno na: <https://www.canna.si/articles/uvod-v-ph>, (november 2023),
- Merjenje pH tal, od kislega do alkalnega - pravi substrat za vsako rastlino, dostopno na: <https://www.compo.si/vodici/oskrba-rastlin/osnove/prst-in-kompost/ph-vrednost>, (november 2023),
- Dubaniewicz, K., Signs that your plants are struggling with incorrect pH, 20. 4. 2021, dostopno na: <https://blog.bluelab.com/signs-that-your-plants-are-struggling-with-incorrect-ph>, (november 2023),
- Agnese, D., The availability of plant nutrients is significantly affected by media pH, 12. 2. 2021, dostopno na: <https://zeltaze-me.com/ph-of-growing-media-the-key-to-success-for-plant-health-and-development>, (november 2023),
- Canna, How does pH affect plant growth, dostopno na: https://www.canna.com.au/ph_acidity, (november 2023),
- Wikipedia, prosta enciklopedija, pH, dostopno na: <https://sl.wikipedia.org/wiki/PH>, (november 2023),
- Ellis, M. E., Tilley, N., What Makes Plants Grow: Plant Growing Needs, dostopno na: <https://www.gardeningknowhow.com/special/children/how-plants-grow.htm>, (november 2023),
- Wikipedia, prosta enciklopedija, Fižol, dostopno na: <https://sl.wikipedia.org/wiki/Fi%C5%BEol>, (november 2023),
- Jesenko, T., Majcen, B., Ogorelec, A., Pelko, N., Pušenjak, M., Škerbot, Ig., Škerbot, Ir., Vičar, B., Tehnološka navodila za pridelavo fižola, Ljubljana, december 2018, dostopno na: https://www.kgzs.si/uploads/dokumenti/strokovna_gradiva/tehnoloska_navodila_za_pridelavo_fizola-splet_1.pdf, (november 2023),
- Ogorelec, A., Fižol, Kočevje, marec 2018, dostopno na: <https://lj.kgzs.si/Portals/1/A-Splet2018/2%20Fizol.pdf>, (november 2023),
- Wikipedia, prosta enciklopedija, Koruza, dostopno na: <https://sl.wikipedia.org/wiki/Koruza>, (november 2023),
- Wikipedia, prosta enciklopedija, Grah, dostopno na: <https://sl.wikipedia.org/wiki/Grah>, (november 2023),
- Sinkovič, L., Marolt, N., Vončina, A., Integrirano varstvo rastlin, Stročnice, dostopno na: <https://www.ivr.si/rastlina/strocnice/>, (november 2023),
- Rutar, M., Pomen vključevanja krmnega graha (*Pisum sativum* L.) v kolobar, diplomsko delo, Ljubljana, 2019, dostopno na: <https://repozitorij.uni-lj.si/Dokument.php?id=121902&lang=slv>, (november 2023),
- Iljaš, D., Strgulec, M., Kalan, M., Lešnik, M., Kocjan, D., Trdan, S., Šantavec, I., Kolmanič, A., Dolničar, P., Zemljič, A., Turinek, M., Bajec, D., Rodič, K., Dolenšek, M., Tehnološka navodila za pridelavo poljščin, dostopno na: <https://skp.si/wp-content/uploads/2017/06/Tehnoloska-navodila-EKOpoljscine2017popravek19072017.pdf>, (november 2023),
- USDA, Agricultural Research Service, Radishes, raw, dostopno na: <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/169276/nutrients>, (november 2023),
- Vodeb, A., Hidroponsko gojenje mesečne redkvice (*Raphanus sativus* L. var. *radicula* Pers) v plavajočih stiropornih ploščah, diplomsko delo, Ljubljana, 2012, dostopno na: <https://repozitorij.uni-lj.si/Dokument.php?id=128863&lang=slv>, (november 2023),
- Wikipedia, prosta enciklopedija, Redkvica, dostopno na: <https://sl.wikipedia.org/wiki/Redkvica>, (november 2023),
- The seed collection, 9 Common Problems You'll Meet When Growing Radishes, julij 2020, dostopno na: <https://www.theseedcollection.com.au/blog/Common-Problems-Growing-Radishes>, (november 2023),
- Wikipedia, prosta enciklopedija, Destilirana voda, dostopno na: https://sl.wikipedia.org/wiki/Destilirana_voda, (november 2023),
- WikiHow, prosta enciklopedija, How to make distilled water, dostopno na: <https://www.wikihow.com/Make-Distilled-Water>, (november 2023),
- Štular, B., Deževnica kot pomemben vir pitne vode, diplomsko delo, Ljubljana 2022, dostopno na: <https://repozitorij.uni-lj.si/Dokument.php?id=157180&lang=slv>, (november 2023),

- Wikipedia, prosta enciklopedija, Rain, dostopno na: <https://en.wikipedia.org/wiki/Rain>, (november 2023),
- Zakrajšek, N., Slovarček, Kisli dež, dostopno na: <https://kemija.net/slovarcek/220>, (november 2023),
- Wikipedia, prosta enciklopedija, Kisli dež, dostopno na: https://sl.wikipedia.org/wiki/Kisli_de%C5%BE, (november 2023),
- Wikipedia, prosta enciklopedija, Acid rain, dostopno na: https://en.wikipedia.org/wiki/Acid_rain, (november 2023),
- N.N., časopis Dnevnik, Kislost vrtnje zemlje lahko preprosto preverite sami, dostopno na: <https://www.dnevnik.si/1042643281>, (november 2023).

8. Viri slik

Slika 2: dostopno na: <https://eucbeniki.sio.si/nit5/1338/index1.html>, (november 2023),

Slika 3: dostopno na: <https://www.canna.si/articles/uvod-v-ph>, (november 2023),

Slike 4, 5, 6, 8, 10, 11, 13, 14: dostopno na: <https://www.canna.si/articles/uvod-v-ph>, (november 2023),

Slika 7: dostopno na: <https://www.klubgaia.com/si/rastline/rastline/331-fizol-nizek>, (november 2023),

Slika 9: dostopno na: <https://www.klubgaia.com/si/rastline/rastline/360-koruza>, (november 2023),

Slika 12: dostopno na: <https://www.klubgaia.com/si/rastline/rastline/334-grah>, (november 2023),

Slika 15: dostopno na: <https://vrtobilja.si/portfolio/redkvica-vzgoja>, (november 2023)