

Mestna občina Celje  
Komisija Mladi za Celje

# KALJIVOST SEMEN V ODVISNOSTI OD KONCENTRACIJE SOLI V VODI

---



**Avtorici:**

Leelo Obrul, 9.r

Nina Podpečan, 9. r.

**Mentorica:**

Marjeta Gradišnik Mirt,  
predm. učiteljica

Celje, 2015

Osnovna šola Ljubečna

# **KALJIVOST SEMEN V ODVISNOSTI OD KONCENTRACIJE SOLI V VODI**

---

RAZISKOVALNA NALOGA

**Avtorici:**

Leeloo Obrul, 9.r.

Nina Podpečan, 9. r.

**Mentorica:**

Marjeta Gradišnik Mirt,  
predm. učiteljica

**Jezikovni pregled:**

Petra Merc, prof.

Mestna občina Celje, Mladi za Celje

Celje, 2015

## KAZALO VSEBINE

KAZALO SLIK, TABEL IN GRAFOV .....	3
1 UVOD.....	4
1.1 NAMEN NALOGE .....	5
1.2 HIPOTEZE.....	5
1.3 METODE DELA.....	5
2 POGOJI ZA KALITEV SEMEN.....	7
2.1 ZGRADBA SEMEN .....	7
2.2 POGOJI ZA KALITEV SEMEN.....	8
2.3 PODLAGA ZA KALITEV SEMEN.....	9
2.4 KALITEV SEMEN.....	9
2.5 ZASLANJEVANJE .....	10
3 PRAKTIČNI DEL NALOGE.....	11
3.1 PRIPRAVA PRIPOMOČKOV ZA DELO .....	11
3.2 POTEK MERITEV .....	12
3.4 REZULTATI MERITEV.....	13
3.4.1 KALJIVOST PŠENICE V ODVISNOSTI OD KONCENTRACIJE KUHINJSKE SOLI.....	14
3.4.2 KALJIVOST JEČMENA V ODVISNOSTI OD KONCENTRACIJE KUHINJSKE SOLI .....	15
3.4.3 KALJIVOST GRAHA V ODVISNOSTI OD KONCENTRACIJE KUHINJSKE SOLI .....	16
3.4.4 KALJIVOST KORUŽE V ODVISNOSTI OD KONCENTRACIJE KUHINJSKE SOLI.....	17
3.4.5 KALJIVOST FIŽOLA V ODVISNOSTI OD KONCENTRACIJE KUHINJSKE SOLI.....	18
3.4.6 KALJIVOST BOBA V ODVISNOSTI OD KONCENTRACIJE KUHINJSKE SOLI.....	19
3.4.7 KALJIVOST SONČNICE V ODVISNOSTI OD KONCENTRACIJE KUHINJSKE SOLI .....	20
4 RAZPRAVA O REZULTATIH.....	21
4.1 POTRDITEV HIPOTEZ .....	23
5 ZAKLJUČEK.....	23

## KAZALO SLIK, TABEL IN GRAFOV

Slika 1: Zalivanje semen .....	6
Slika 2: Seme enokaličnice in dvokaličnice .....	7
Slika 3: Kalitev semena dvokaličnice .....	9
Slika 4: Tehtanje kuhinjske soli za pripravo raztopin .....	11
Slika 5: Označevanje petrijevk s podatki o odstotku koncentracije raztopine kuhinjske soli	12
Slika 6: Sprotno beleženje meritev v tabele .....	12
Slika 7: Semena, katerih kaljivost sva ugotavljali v raztopinah kuhinjske soli različnih koncentracij. ....	13
Slika 8: Mesto, kjer je doma potekal poskus.....	13
Tabela 1: Kalitev pšenice v slani vodi treh različnih koncentracij .....	14
Tabela 2: Kalitev ječmena v slani vodi treh različnih koncentracij.....	15
Tabela 3: Kalitev graha v slani vodi treh različnih koncentracij. ....	16
Tabela 4: Kalitev koruze v slani vodi treh različnih koncentracij. ....	17
Tabela 5: Kalitev fižola v slani vodi treh različnih koncentracij.....	18
Tabela 6: Kalitev boba v slani vodi treh različnih koncentracij .....	19
Tabela 7: Kalitev koruze v slani vodi treh različnih koncentracij. ....	20
Graf 1: Prikaz povprečne višine stebelc pšenice v odvisnosti od koncentracije NaCl .....	14
Graf 2: Prikaz povprečne višine stebelc ječmena v odvisnosti od koncentracije NaCl. ....	15
Graf 3: Prikaz povprečne višine stebelc graha v odvisnosti od koncentracije NaCl.....	16
Graf 4: Prikaz povprečne višine stebelc koruze v odvisnosti od koncentracije NaCl.....	17
Graf 5: Prikaz povprečne višine stebelc fižola v odvisnosti od koncentracije NaCl .....	18
Graf 6: Prikaz povprečne višine stebelc boba v odvisnosti od koncentracije NaCl.....	19
Graf 7: Prikaz povprečne višine stebelc sončnice v odvisnosti od koncentracije NaCl.....	20
Graf 8: Primerjava števila vzkaljenih semen v destilirani vodi in 1 % raztopini kuhinjske soli .....	21
Graf 9: Primerjava višine stebelc v destilirani vodi in 1 % raztopini kuhinjske soli.....	22

## POVZETEK

V raziskovalni nalogi sva želeli izvedeli, kako različne koncentracije natrijevega klorida vplivajo na kalitev izbranih osmih vrst semen, katera vrsta semen ima največjo odpornost na prisotnost soli v vodi in katera vrsta semen najprej vzkljuje v slani vodi in je višina stebela po 1 tednu najvišja. V kontrolnem poskusu so semena kalila v destilirani vodi. V prvi hipotezi sva predvidevali, da večja, kot bo koncentracija natrijevega klorida v vodi, manjša bo kaljivost semen. To hipotezo lahko v celoti potrdimo. V destilirani vodi so semena dobro kalila, v 1 % raztopini natrijevega klorida slabše, v višjih koncentracijah kuhinjske soli pa sploh ne. V drugi hipotezi sva predpostavljali, da nobeno seme ne bo kalilo v 5 % vodni raztopini natrijevega klorida, v 3 % raztopini bodo kalila le redke vrste semen, kalitev v 1 % raztopini bo pogostejša. Prvi del hipoteze lahko potrdimo. Nobeno seme ni kalilo v 5 % raztopini kuhinjske soli. Srednjega dela hipoteze ne moreva potrditi, saj nobeno seme ni kalilo v 3 % raztopini kuhinjske soli. Zadnji del druge hipoteze je potrjen, saj so nekatera semena kalila tudi v 1 % raztopini kuhinjske soli. Na območjih z intenzivnim kmetijstvom se zadnje čase veliko omenja pojav zaslanjevanja tal.

# 1 UVOD

Kaljivost semen v odvisnosti koncentracije soli v vodi je vsakdanje uporabna stvar. Na primer, ko zalivamo rastline na morju, moramo to početi z vodovodno vodo, kajti ob slani morski vodi rastline ne bi preživele. Raziskovalna naloga nama je bila všeč, zato, ker je praktična in zelo radi raziskujemo ter prihajava do novih spoznanj na podlagi lastnih poskusov.

## 1.1 NAMEN NALOGE

Ugotoviti nameravamo, kako količina soli v vodi zmanjšuje kaljivost izbranih semen. Včasih si težko predstavljamo, kako bi lahko prišla sol v prst. Na območjih z intenzivnim kmetijstvom se zadnje čase veliko omenja pojav zaslanjevanja tal. Morda ima kdo vrt ali njivo bolj ob cesti, kjer zimske službe solijo cestišče in kasneje sneg s plugi potiskajo na obcestne parcele. Ko se sneg stali, lahko pride sol v prst. Več problemov imajo s soljo v obmorskih krajih, zlasti če se dvigne gladina morja in poplavi kopno. Včasih je nekaj soli tudi v podtalnici (<http://www.svet-tal.si/degradacije-tal/zaslanjevanje>, 9. 10. 2014).

Pri raziskovanju bi radi izvedeli, kako različne koncentracije soli natrijevega klorida vplivajo na kalitev osmih izbranih semen, ki jih imamo doma, katero seme ima največjo odpornost na prisotnost soli v vodi in katero seme najprej vzklije v slani vodi in je višina stebela po 1 tednu najvišja.

## 1.2 HIPOTEZE

V raziskovalni nalogo imava naslednji hipotezi:

- predvidevava, da večja, kot bo koncentracija soli natrijevega klorida v vodi, manjša bo kaljivost semen,
- predpostavljava, da nobeno seme ne bo začelo kaliti v 5 % raztopini soli v vodi, v 3 % raztopini soli bodo kalila le redka semena, kalitev v 1 % raztopini soli bo pogostejša.

## 1.3 METODE DELA

V raziskovalno nalogo sva vključili naslednje metode dela:

- Preučevanje strokovne literature, iz katere sva ponovili zgradbo semen, razlike med enokaličnicami in dvokaličnicami, kako poteka proces kalitve semen, katere pogoje potrebuje seme za kalitev, kako različne soli v tleh vplivajo na kalitev semen in rast mlade rastlinice.

- Na osnovi pridobljenega znanja in razpoložljivih semen, ki sva jih imeli doma, sva načrtovali poskus. Prvi del poskusa je potekal v šoli, kjer sva raziskovali vpliv različnih koncentracij natrijevega klorida na kalitev in rast rastline. Poskuse s preostalimi semeni sva nastavili doma.
- Za vsako vrsto semena sva naredili štiri poskuse s po štirimi semeni. Zato sva najprej izbrali 16 enako velikih in zdravih semen. Nato sva pripravili raztopine kuhinjske soli treh različnih koncentracij: 1 %, 3 % in 5 % raztopino. Raztopine sva nalili v tri erlenmajerice, na katere sva z alkoholnim flomastrom napisali koncentracijo kuhinjske soli. Na ravno podlago sva postavili 4 krožnike (v šoli petrijevke). Vanje sva v več plasteh namestili papirne brisače. Tudi krožnike sva označili z alkoholnim flomastrom:
  1. krožnik: destilirana voda
  2. krožnik: 1 % raztopina kuhinjske soli
  3. krožnik: 3 % raztopina kuhinjske soli
  4. krožnik: 5 % raztopina kuhinjske soli

V prvi krožnik sva nalili toliko destilirane vode, da je postala papirnata brisača primerno omočena. V ostale krožnike sva nalili enako količino raztopin kuhinjske soli ustrezne koncentracije. Nato sva v vsak krožnik v krogu namestili 4 semena iste vrste. Na robu krožnika sva označili številko posameznega semena (od 1 do 4, da bi ne prišlo do zamenjave meritvev). Poskuse sva postavili na mirno mesto, kjer sva vsak dan opazovali kalitev semen. Ko je seme vzkalilo in pognalo stebelce, sva en teden merili višino stebelc. Opazanja in meritve sva vpisovali v tabelo.



Slika 1: Zalivanje semen

## 2 POGOJI ZA KALITEV SEMEN

V teoretičnem delu naloge sva se poglobili v preučevanje zgradbe semen, pogoje kalitve in proces kalitve semen. Nekaj znanja o tem sva pridobili pri naravoslovju v 6. razredu. Kljub poznavanju teme sva z brskanjem po spletnih straneh odkrili še veliko zanimivosti in dobrih slik, ki so nama pomagale razumeti spremembe v semenu pri kalitvi.

### 2.1 ZGRADBA SEMEN

Med semeni, ki smo si jih izbrali za opazovanje kaljenja, je več različnih vrst, zato sva se odločili, da jih bova najprej sistematično razvrstili in nato po skupinah opisali zgradbo semena. Semena lahko glede na zgradbo razvrstimo na enokaličnice in dvokaličnice.

Semena enokaličnic so zgrajena tako, da jih najprej obdaja semenska lupina, ki seme varuje pred poškodbami, boleznimi in izgubo vode. V notranjosti semenske lupine je kalček, ki je zgrajen iz enega kličnega lista in zarodka mlade rastlinice. Zarodek obdaja en klični list. V zarodku mlade rastlinice so zasnove listov, zasnove stebela in zasnove korenine. Okoli kalčka je močnato telo, kjer se nahajajo založne snovi, na primer škrob, ki v prisotnosti vode in toplote omogoča kalitev semena (Djurak, 2013, str. 50). Tako so zgrajena vsa semena enokaličnic, med katerimi so tudi nekatera z najinega seznama. To so seme koruze, pšenice in ječmena.

Grah, bob, fižol in sončnična semena spadajo v skupino dvokaličnic. Seme dvokaličnic ima na površini semensko lupino. Pod semensko lupino sta dva klična lista, ki vsebujeta založna tkiva, kjer se nahaja rezervna hrana. Hkrati klična lista varujeta zarodek mlade rastlinice (Djurak, 2013, str. 49).



Slika 2: Seme enokaličnice in dvokaličnice

[https://www.bjupress.com/resources/images/biology/large/unit2/14b.15\\_monocot\\_dicotseed.jpg](https://www.bjupress.com/resources/images/biology/large/unit2/14b.15_monocot_dicotseed.jpg) , 12. 12. 2014



## 2.2 POGOJI ZA KALITEV SEMEN

V vsakem semenu se nahaja majhen zarodek nove rastline, ki ga skupaj s kličnim listom imenujemo kalček. V vsakem semenu je hranilno tkivo, ki ga imenujemo sekundarni endosperm. V semenu je kalček na varnem pred mehanskimi in kemičnimi poškodbami, ni pa varen pred lačnimi živalmi, ki se prehranjujejo s semeni ([http://mss.svarog.si/biologija/index.php?page\\_id=7692](http://mss.svarog.si/biologija/index.php?page_id=7692), 10. 10. 2014).

Seme za kalitev potrebuje le tri stvari, ker mu za razvoj prvih zelenih listov in rastlinskih organov zadoščajo rezervne snovi. Te tri stvari so:

- voda,
- toplota,
- zrak.

V semenih je zelo malo vode, zato dobro prenašajo sušo, zmrzal in so odporna proti boleznim. Prva faza kalitve se imenuje nabrekanje. Seme sprejme vodo, kar lahko opazimo kot povečanje velikosti semena. V seme voda vstopi skozi posebna mesta, saj skozi semensko lupino ne more. Voda pa je potrebna predvsem zato, da aktivira posebne snovi (encime) v semenu, ki maščobe in škrob pretvori v sladkor. Če vode ni, semena mirujejo. Za kalitev mora biti temperatura prsti in zraka ustrezno visoka, vendar pa ne previsoka, ker se lahko semena spečejo. S tem se jim uničijo snovi, ki bi sprožile pretvorbo rezervnih snovi, delitev celic ter rast in razvoj. Te snovi imenujemo encimi. Kot že vemo, vsaka celica potrebuje zrak za celično dihanje in nič drugače ni s semeni pri kalitvi. Semena so živa in v času kalitve se začnejo celice v zarodku deliti, zato rabijo veliko energije, ki se sprošča pri celičnem dihanju ([http://botanika.biologija.org/zeleni-skrat/poskusi\\_sam/nabrekanje\\_semena.htm](http://botanika.biologija.org/zeleni-skrat/poskusi_sam/nabrekanje_semena.htm), 10. 10. 2014).

Kako soli, ki se spirajo s cestišč vplivajo na rastline? Soljenje cest pomeni za rastline ob njih stres. V pogojih povišane slanosti govorimo o ionsko povzročeni suši za rastline. Slanost vpliva na ozmotsko regulacijo rastlin in je toksična. V rastlinah se podre ionsko ravnotežje, moteno je delovanje encimov in celične membrane, moteni so proces fotosinteze, asimilacije hranil in sinteze proteinov, poruši se hormonsko ravnovesje, rast rastlin je slabša, pojavi se problem kalitve. Na rastlinah, ki rastejo v pogojih povečane slanosti in na to niso posebej prilagojene, lahko opazimo tako imenovane kloroze, ko se razvijejo blede listi, kar je posledica pomanjkanja železa. Prav tako je opaziti pojav nekroz, pri katerih tkiva rastline preprosto odmirajo (<http://www.cgsplus.si/Portals/1/Raziskovalno%20razvojna%20dejavnost/clanki/Vpliv%20posipnih%20materialov%20na%20okolje.pdf>, 10. 10. 2014).

### 2.3 PODLAGA ZA KALITEV SEMEN

Če so za kalitev semen pomembni voda, toplota in zrak, podlaga na začetku nima tako velikega vpliva. Vzrok za to je, da imajo vsa semena rezervno hrano v založnih tkivih. Semena dvokaličnic tako hranijo škrob v dveh kličnih listih, semena enokaličnic pa v močnatem telesu. Ta rezervna snov omogoča razvoj zarodka. Najprej se iz zarodka razvije korenina, kasneje pa še steblo. Ko se končno razvijejo korenine, začnejo počasi črpati potrebne snovi iz tal. Ravno zaradi tega lahko semena vzkalijo tudi na vlažnem papirju. Pomembne za prst, v kateri kali seme, so zračnost prsti, primerna vlažnost in ustrezna temperatura. Ko rastlina začne s samostojno rastjo, je pomembna primerna mineralna sestava prsti (<http://narava6a.blogspot.com/2010/12/pogoji-za-kalitev-semen.html>, 10. 10. 2014).

### 2.4 KALITEV SEMEN

Če seme pade na plodna tla, se zaradi kemičnih sprememb semenska ovojnica razpoči in seme vzkali. Iz semena vedno najprej požene korenica, kar je razumljivo, saj se kaleča rastlina mora pritrditi v tla in iz nje črpati minerale raztopljene v vodi. Hranilno tkivo, ki obdaja kalček, namreč rastlina hitro porabi. Pri prodiranju skozi tla razvijajoče se stebelce varujeta klična lista. Ko se klična lista razpreta, se začnejo razvijati prvi zeleni listi. Šele sedaj lahko rastlina, ki se je razvila iz semena, začne opravljati fotosintezo. S tem je kalitev semena zaključena ([http://mss.svarog.si/biologija/index.php?page\\_id=7692](http://mss.svarog.si/biologija/index.php?page_id=7692), 10. 10. 2014).



Vir: 2006 Encyclopaedia Britannica, inc

Slika 3: Kalitev semena dvokaličnice

(vir: <http://mss.svarog.si/biologija//modules/common/testi/admin/images/4470.jpg>, 10. 10. 2014)

## 2.5 ZASLANJEVANJE

V svoji raziskovalni nalogi bova proučevali vpliv različnih koncentracij kuhinjske soli na kalitev semen, zato naju je zanimalo, če lahko ima najin poskus kakšno praktično vrednost, ki je povezana s kakšnim okoljskim problemom. Tako sva zasledili različne članke o zaslanjevanju prsti.

Zaslanjevanje tal je eden ključnih vzrokov za lakoto v svetu. Po navadi se pojavlja v sušnih in pol sušnih predelih sveta, kjer je izhlapevanje vode iz prsti večje od količine padavin. Zaradi tokov vode iz podtalja navzgor in izhlapevanja vode se v zgornjih plasteh tal (do globine 1 m) kopičijo vodotopne soli oziroma njihovi ioni ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$  in  $\text{HCO}_3^-$ ), ki so toksični za rastline in delujejo škodljivo na strukturne agregate v tleh. Po navadi se poveča tudi pH tal. Posledice prisotnih soli v tleh so za rastline omejeno sprejemanje hranil in vode, lahko pa soli na rastline delujejo tudi škodljivo oziroma strupeno. V tleh se prisotnost soli izraža z izjemno neugodnimi razmerami vlažnosti tal, predvsem z velikimi ekstremi, kar močno omeji razvoj koreninskega sistema (<http://www.svet-tal.si/degradacije-tal/zaslanjevanje>, 23. 1. 2015 ob 16: 41).

Potencialne možnosti zaslanjevanja tal v Sloveniji so majhne, saj razen morske vode ni drugih naravnih virov soli. V naših razmerah se pojavljajo slana tla v razmeroma ozkem pasu ob morju. Tako je bil izmerjen največji delež Na (11 %) v Bonifiki na globini pod 100 cm. Običajen delež natrijevih ionov v naših tleh ne dosega 1 %. Na pašnikih lahko povečan delež pojasnimo z dodajanjem soli v krmo ali krmne dodatke. Antropogeno zaslanjevanje je v Sloveniji povezano z uporabo soli za zimsko vzdrževanje prometnic in pomembnejših območij za pešce predvsem v večjih urbanih središčih. Tu so opazni posamezni pojavi vpliva soli na okrasne rastline. Omilitveni ukrepi na naravno zaslanjenih tleh niso potrebni. Redka še ohranjena območja slanih tal in rastlinja, kot npr. Sečoveljske soline so krajinski parki. Podobni varstveni ukrepi so predvideni ali že v veljavi tudi na nekaterih drugih območjih ob morju (<http://www.svet-tal.si/degradacije-tal/zaslanjevanje>, 23. 1. 2015 ob 16: 41).

### 3 PRAKTIČNI DEL NALOGE

V praktičnem delu naloge bova opisali raziskovalno delo in rezultate meritev, ki sva jih izvedli med eksperimentiranjem.

#### 3.1 PRIPRAVA PRIPOMOČKOV ZA DELO

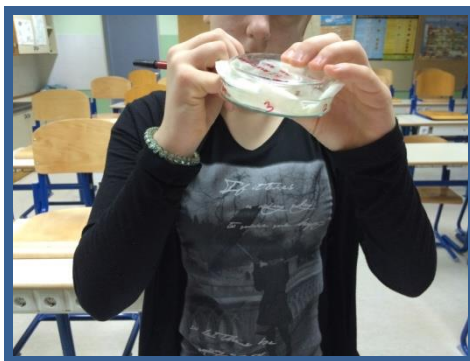
Za poskuse sva si izbrali semena sončnice, graha, boba, fižola, koruze, pšenice in ječmena. Za vsako seme posebej sva naredili štiri poskuse s štirimi semeni. Zato sva najprej izbrali 16 enako velikih in zdravih semen posamezne vrste. Nato sva pripravili 1 %, 3 % in 5 % raztopine soli. Pri vsakem poskusu sta bili število vzkaljenih semen in višina stebelc odvisni spremenljivki, različne koncentracije kuhinjske soli pa so bile neodvisne spremenljivke. Kot kontrolni poskus je služila kalitev štirih semen v destilirani vodi.

Najprej sva si pripravili tri vrste raztopin kuhinjske soli. Za pripravo 1 % raztopine kuhinjske soli sva v 990 ml vode raztopili 10 g kuhinjske soli. Raztopino sva premešali, da se je sol v vodi raztopila. Nato sva pripravili še 3 % in 5 % raztopino soli v vodi. 3 % raztopino sva pripravili tako, da sva 30 g kuhinjske soli raztopili v 970 g vode, 5 % pa tako, da sva v 950 g vode raztopili 50 g enake soli. Tako sva dobili trikrat po en liter raztopin kuhinjske soli treh različnih koncentracij.

Nato sva na ravno podlago postavili štiri petrijevke, pri poskusih doma pa kozarčke. Vanje sva v več plasteh namestili papirnate brisače, petrijevke (oziroma kozarčke) pa označili z alkoholnim flomastrom. To pomeni, da sva na steklo napisali koncentracijo soli v vodi, s katero sva prepojili brisače. V vsako petrijevko z brisačami sva nalili 20 ml ustrezne raztopine, tako da je postal papir vlažen. Nato sva v vsako petrijevko (ali kozarec) namestili štiri semena v krogu, na robu petrijevke pa sva označili številko posameznega semena (1–4). Ko sva končali z delom, sva poskuse postavili na mirno mesto.



Slika 4: Tehtanje kuhinjske soli za pripravo raztopin



Slika 5: Označevanje petrijevok s podatki o odstotku koncentracije raztopine kuhinjske soli

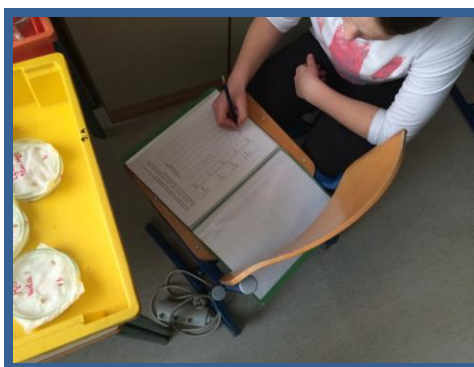
### 3.2 POTEK MERITEV

Kalitev semen in rast stebelc, ki so pognali pri kalitvi semen, sva vsak dan skrbno opazovali ter opažanja beležili v tabele. Z ravnilom sva po kalitvi vsak dan merili višino stebelc. Vsak drugi dan sva semena tudi zalili z ustrezno raztopino. Zaradi hitrega izhlapevanja vode sva vsak drugi dan v vsako petrijevko ali krožnik dodali 10 mililitrov raztopine ustrezne koncentracije ali destilirane vode v kontrolni poskus.

V tej raziskovalni nalogi so neodvisne spremenljivke raztopine soli različnih koncentracij:

- 1 % vodna raztopina natrijevega klorida,
- 3 % vodna raztopina natrijevega klorida,
- 5 % vodna raztopina natrijevega klorida.

Odvisni spremenljivki sta bili število vzkaljenih semen in višine stebelc mladih rastlinic, ki so pognale iz semen, ko je seme kalilo. Za kontrolni poskus sva izbrali destilirano vodo, ki je bila brez primesi. V poskusu sva poskrbeli za ponovljivost tako, da sva opazovali kalitev štirih enakih semen v različnih koncentracijah soli in destilirani vodi.



Slika 6: Sprotno beleženje meritev v tabele

### 3.4 REZULTATI MERITEV

Poskus sva nastavili 23. 11. 2014. Meritve in opazovanja sva opravljali en teden. Rezultate meritev sva uredili v preglednice od 1 do 9. V nadaljevanju so predstavljeni podatki za meritve devetih vrst semen.



Slika 7: Semena, katerih kaljivost sva ugotavljali v raztopinah kuhinjske soli različnih koncentracij.



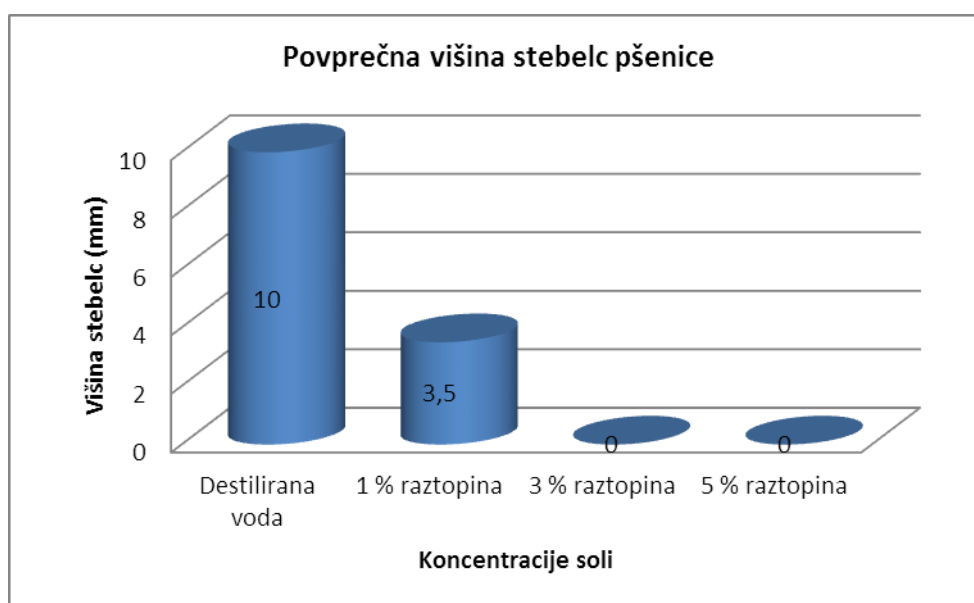
Slika 8: Mesto, kjer je doma potekal poskus.

### 3.4.1 KALJIVOST PŠENICE V ODVISNOSTI OD KONCENTRACIJE KUHINJSKE SOLI

V tabeli 1 sva predstavili meritve višine stebelc, ki so potekale od 24. 11. do 30. 11. 2014. Meritve so podane v milimetrih. Opazili sva, da je do kalitve pri prvih semenih prišlo že tretji dan po nastavitvi poskusa, in sicer v destilirani vodi. V tem primeru so šesti dan vzkalila vsa semena. Semena so kalila le še v 1 % raztopini soli, v ostalih raztopinah pa ne. V 1 % raztopini so sedmi dan vzkalila vsa semena. V povprečju je bila višina stebelc v 1 % raztopini manjša kot v destilirani vodi. Povprečna višina stebelc v destilirani vodi je znašala 10 mm, v 1 % pa 3,5 mm.

Tabela 1: Kalitev pšenice v slani vodi treh različnih koncentracij

% soli	Št. semena	24.11.	25.11.	26.11.	27.11.	28.11.	29.11.	30.11.
DESTILIRANA VODA	1	X	X	1	5	6	9	14
	2	X	X	X	X	X	3	6
	3	X	X	X	X	X	5	7
	4	X	X	2	4	7	10	13
1% RAZTOPINA NaCl	1	X	X	X	X	X	1	5
	2	X	X	X	X	X	X	1
	3	X	X	X	X	X	3	6
	4	X	X	X	X	X	X	2
3% RAZTOPINA NaCl	1	X	X	X	X	X	X	X
	2	X	X	X	X	X	X	X
	3	X	X	X	X	X	X	X
	4	X	X	X	X	X	X	X
5% RAZTOPINA NaCl	1	X	X	X	X	X	X	X
	2	X	X	X	X	X	X	X
	3	X	X	X	X	X	X	X
	4	X	X	X	X	X	X	X



Graf 1: Prikaz povprečne višine stebelc pšenice v odvisnosti od koncentracije NaCl

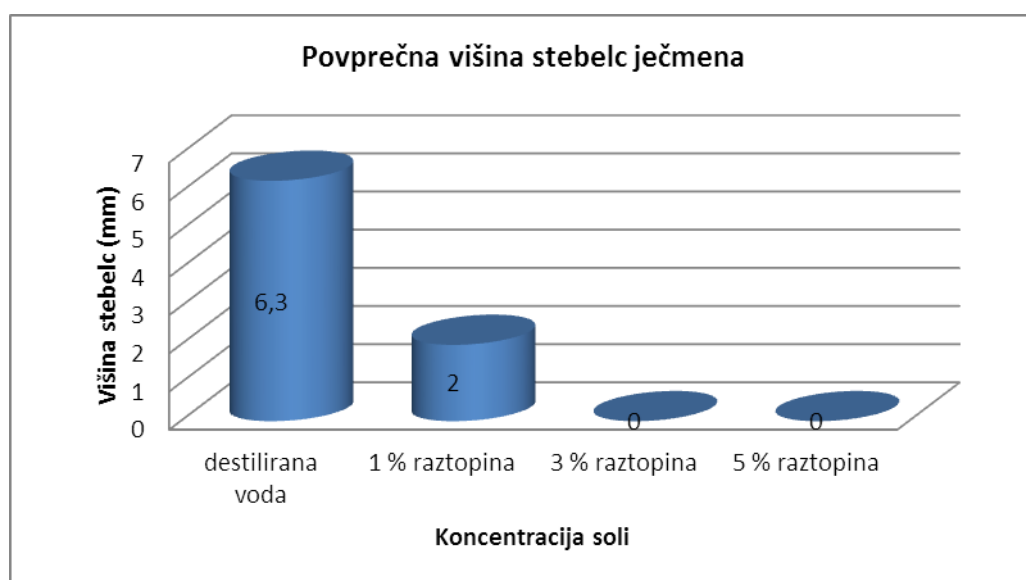


### 3.4.2 KALJIVOST JEČMENA V ODVISNOSTI OD KONCENTRACIJE KUHINJSKE SOLI

V tabeli 2 sva predstavili meritve višine stebelc ječmena, ki so potekale od 24. 11. do 30. 11. 2014. Meritve so podane v milimetrih. Opazili sva, da je do kalitve pri prvih semenih prišlo že tretji dan po nastavitvi poskusa, in sicer v destilirani vodi. Tudi v tem primeru so šesti dan vzknila vsa semena. Semena so kalila le še v 1 % raztopini soli, v ostalih raztopinah pa ne. V 1 % raztopini sta šesti dan vzknila dve semeni. V povprečju je bila višina stebelc v 1 % raztopini manjša kot v destilirani vodi. Povprečna višina stebelc v destilirani vodi je bila 6,3 mm, v 1 % pa 2 mm.

Tabela 2: Kalitev ječmena v slani vodi treh različnih koncentracij

% soli	Št. semena	24.11.	25.11.	26.11.	27.11.	28.11.	29.11.	30.11.
DESTILIRANA VODA	1	X	X	X	X	X	1	3
	2	X	X	X	X	X	2	5
	3	X	X	X	X	X	1	4
	4	X	X	1	5	8	10	13
1% RAZTOPINA NaCl	1	X	X	X	X	X	1	1
	2	X	X	X	X	X	3	3
	3	X	X	X	X	X	X	X
	4	X	X	X	X	X	X	X
3% RAZTOPINA NaCl	1	X	X	X	X	X	X	X
	2	X	X	X	X	X	X	X
	3	X	X	X	X	X	X	X
	4	X	X	X	X	X	X	X
5% RAZTOPINA NaCl	1	X	X	X	X	X	X	X
	2	X	X	X	X	X	X	X
	3	X	X	X	X	X	X	X
	4	X	X	X	X	X	X	X



Graf 2: Prikaz povprečne višine stebelc ječmena v odvisnosti od koncentracije NaCl

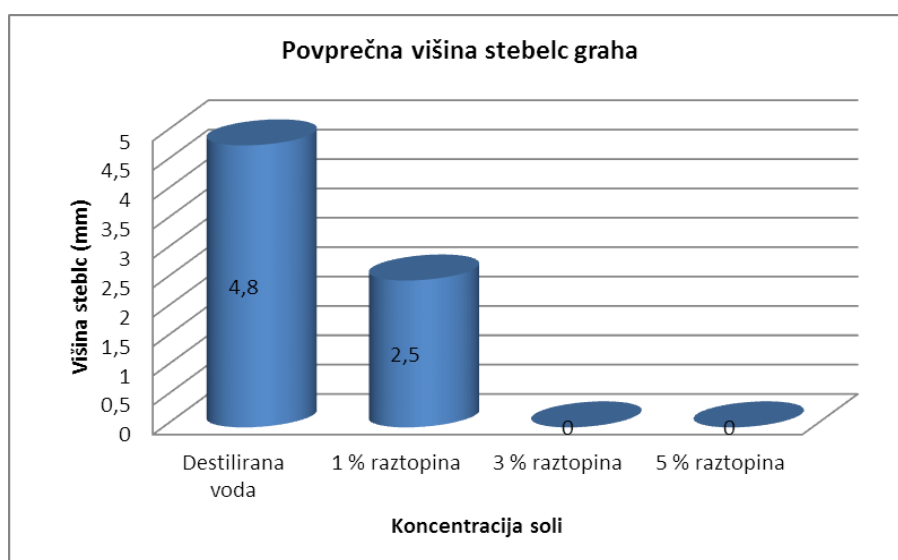


### 3.4.3 KALJIVOST GRAHA V ODVISNOSTI OD KONCENTRACIJE KUHINJSKE SOLI

V tabeli 3 sva predstavili meritve višine stebelc graha, ki so potekale od 24. 11. do 30. 11. 2014. Meritve so podane v milimetrih. Opazili sva, da je do kalitve pri prvih semenih prišlo že tretji dan po nastavitvi poskusa, in sicer v destilirani vodi. V tem primeru so šele sedmi dan vzknila vsa semena. Semena so kalila le še v 1 % raztopini soli, v ostalih raztopinah pa ne. V 1 % raztopini sta sedmi dan vzknila še dve semeni. V povprečju je bila višina stebelc v 1 % raztopini manjša kot v destilirani vodi. Povprečna višina stebelc v destilirani vodi je bila 4,8 mm, v 1 % pa 2,5 mm.

Tabela 3: Kalitev graha v slani vodi treh različnih koncentracij

% soli	Št. semena	24.11.	25.11.	26.11.	27.11.	28.11.	29.11.	30.11.
DESTILIRANA VODA	1	X	X	2	3	4	5	9
	2	X	X	X	X	X	X	1
	3	X	X	X	X	X	1	4
	4	X	X	X	X	X	3	5
1% RAZTOPINA NaCl	1	X	X	X	X	X	X	X
	2	X	X	X	X	X	X	3
	3	X	X	X	X	X	X	2
	4	X	X	X	X	X	X	X
3% RAZTOPINA NaCl	1	X	X	X	X	X	X	X
	2	X	X	X	X	X	X	X
	3	X	X	X	X	X	X	X
	4	X	X	X	X	X	X	X
5% RAZTOPINA NaCl	1	X	X	X	X	X	X	X
	2	X	X	X	X	X	X	X
	3	X	X	X	X	X	X	X
	4	X	X	X	X	X	X	X



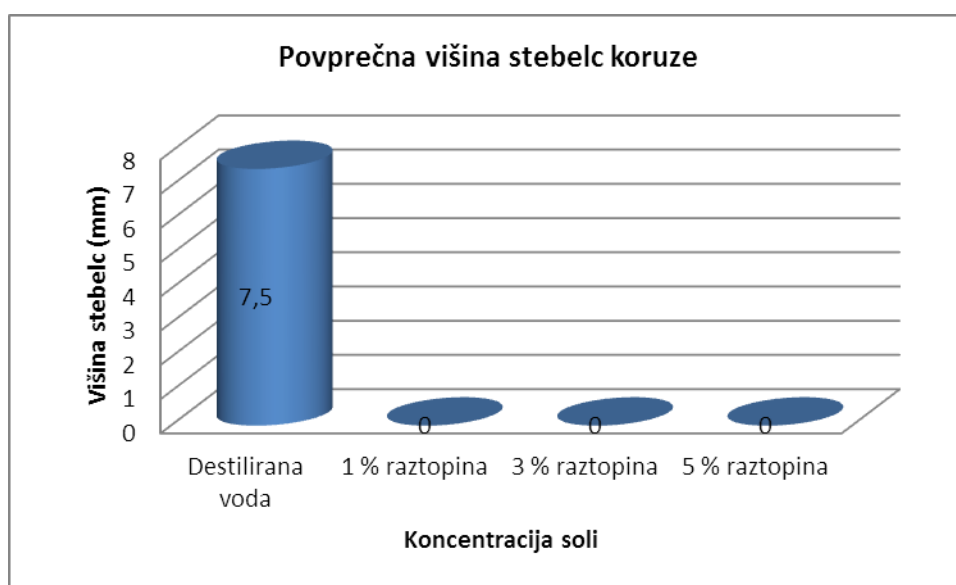
Graf 3: Prikaz povprečne višine stebelc graha v odvisnosti od koncentracije NaCl

### 3.4.4 KALJIVOST KORUZE V ODVISNOSTI OD KONCENTRACIJE KUHINJSKE SOLI

V tabeli 4 sva predstavili meritve višine stebelc koruze, ki so potekale od 24. 11. do 30. 11. 2014. Meritve so podane v milimetrih. Opazili sva, da je do kalitve pri prvih semenih prišlo šele peti dan po nastavitvi poskusa, in sicer v destilirani vodi. V tem primeru so šele šesti dan vzknila vsa semena. Semena niso vzknila v nobeni drugi raztopini. Povprečna višina stebelc v destilirani vodi je bila 7,5 mm.

Tabela 4: Kalitev koruze v slani vodi treh različnih koncentracij

% soli	Št. semena	24.11.	25.11.	26.11.	27.11.	28.11.	29.11.	30.11.
VODOVODNA VODA	1	X	X	X	X	2	4	6
	2	X	X	X	X	6	10	12
	3	X	X	X	X	3	5	6
	4	X	X	X	X	X	3	6
1% RAZTOPINA NaCl	1	X	X	X	X	X	X	X
	2	X	X	X	X	X	X	X
	3	X	X	X	X	X	X	X
	4	X	X	X	X	X	X	X
3% RAZTOPINA NaCl	1	X	X	X	X	X	X	X
	2	X	X	X	X	X	X	X
	3	X	X	X	X	X	X	X
	4	X	X	X	X	X	X	X
5% RAZTOPINA NaCl	1	X	X	X	X	X	X	X
	2	X	X	X	X	X	X	X
	3	X	X	X	X	X	X	X
	4	X	X	X	X	X	X	X



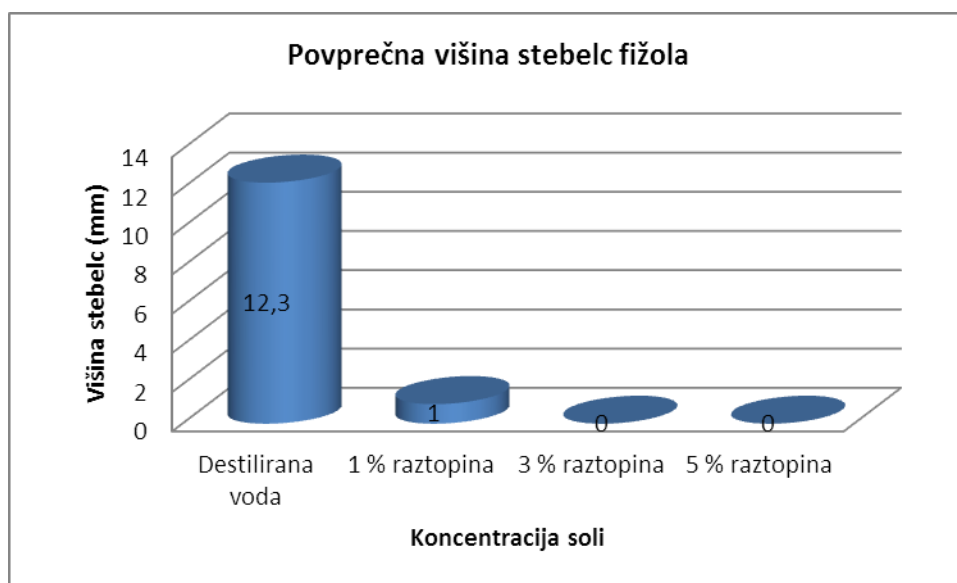
Graf 4: Prikaz povprečne višine stebelc koruze v odvisnosti od koncentracije NaCl

### 3.4.5 KALJIVOST FIŽOLA V ODVISNOSTI OD KONCENTRACIJE KUHINJSKE SOLI

V tabeli 5 sva predstavili meritve višine stebelc fižola, ki so potekale od 24. 11. do 30. 11. 2014. Meritve so podane v milimetrih. Opazili sva, da je do kalitve pri prvih semenih prišlo že drugi dan po nastavitvi poskusa, in sicer v destilirani vodi. V tem primeru so šele šesti dan vzknila vsa semena. Semena so kalila le še v 1 % raztopini soli, v ostalih raztopinah pa ne. V 1 % raztopini sta sedmi dan vzkalili še dve semeni. V povprečju je bila višina stebelc v 1 % raztopini manjša kot v destilirani vodi. Povprečna višina stebelc v destilirani vodi je bila 12,3 mm, v 1 % pa 1 mm.

Tabela 5: Kalitev fižola v slani vodi treh različnih koncentracij

% soli	Št. semena	24.11	25.11	26.11	27.11	28.11	29.11	30.11
VODOVODNA VODA	1	X	3	6	7	8	12	15
	2	X	X	X	X	X	3	8
	3	X	X	X	X	X	5	8
	4	X	3	7	10	12	15	18
1% RAZTOPINA NaCl	1	X	X	X	X	X	X	X
	2	X	X	X	X	X	X	X
	3	X	X	X	X	X	X	3
	4	X	X	X	X	X	X	1
3% RAZTOPINA NaCl	1	X	X	X	X	X	X	X
	2	X	X	X	X	X	X	X
	3	X	X	X	X	X	X	X
	4	X	X	X	X	X	X	X
5% RAZTOPINA NaCl	1	X	X	X	X	X	X	X
	2	X	X	X	X	X	X	X
	3	X	X	X	X	X	X	X
	4	X	X	X	X	X	X	X



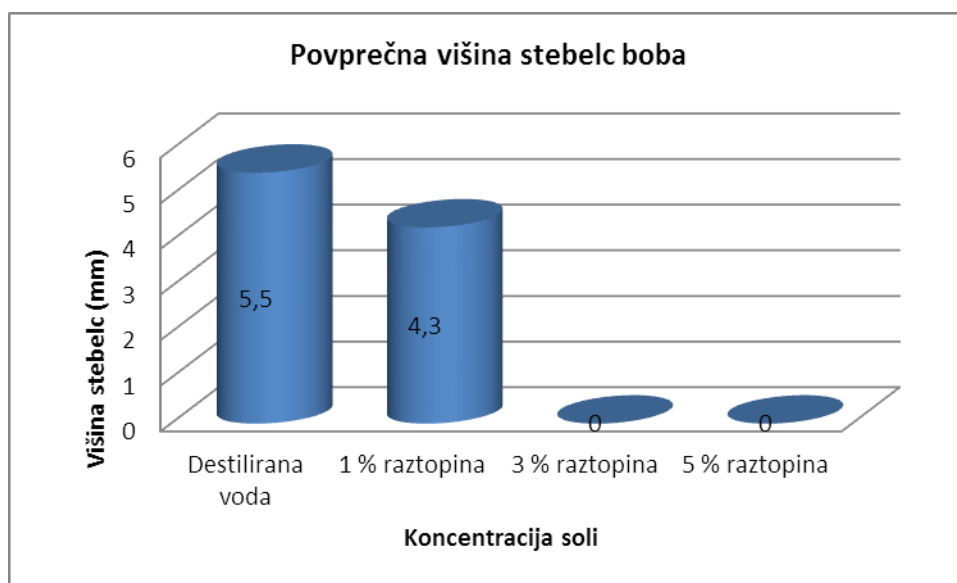
Graf 5: Prikaz povprečne višine stebelc fižola v odvisnosti od koncentracije NaCl

### 3.4.6 KALJIVOST BOBA V ODVISNOSTI OD KONCENTRACIJE KUHINJSKE SOLI

V tabeli 6 so meritve višine stebelc fižola, ki so potekale od 24. 11. do 30. 11. 2014. Meritve so podane v milimetrih. Opazili sva, da je do kalitve pri prvih semenih prišlo šele peti dan po nastavitvi poskusa, in sicer v destilirani vodi. V tem primeru eno seme sploh ni vzknilo. Semena so kalila le še v 1 % raztopini kuhinjske soli, v ostalih raztopinah pa ne. V 1 % raztopini so šesti dan vzknila še tri semena. V povprečju je bila višina stebelc v 1 % raztopini manjša kot v destilirani vodi. Povprečna višina stebelc v destilirani vodi je bila 5,5 mm, v 1 % raztopini kuhinjske soli pa 4,3 mm.

Tabela 6: Kalitev boba v slani vodi treh različnih koncentracij

% soli	Št. semena	24.11	25.11	26.11	27.11	28.11	29.11	30.11
VODOVODNA VODA	1	X	X	X	X	X	3	5
	2	X	X	X	X	X	X	X
	3	X	X	X	X	1	5	8
	4	X	X	X	X	3	5	9
1% RAZTOPINA NaCl	1	X	X	X	X	X	X	3
	2	X	X	X	X	X	3	5
	3	X	X	X	X	X	X	X
	4	X	X	X	X	X	6	9
3% RAZTOPINA NaCl	1	X	X	X	X	X	X	X
	2	X	X	X	X	X	X	X
	3	X	X	X	X	X	X	X
	4	X	X	X	X	X	X	X
5% RAZTOPINA NaCl	1	X	X	X	X	X	X	X
	2	X	X	X	X	X	X	X
	3	X	X	X	X	X	X	X
	4	X	X	X	X	X	X	X



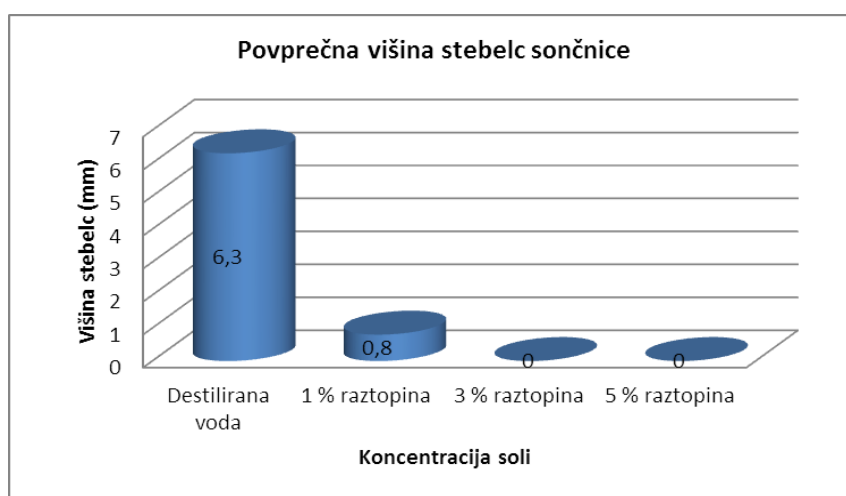
Graf 6: Prikaz povprečne višine stebelc boba v odvisnosti od koncentracije NaCl

### 3.4.7 KALJIVOST SONČNICE V ODVISNOSTI OD KONCENTRACIJE KUHINJSKE SOLI

V tabeli 7 sva predstavili meritve višine stebelc sončnice, ki so potekale od 24. 11. do 30. 11. 2014. Meritve so podane v milimetrih. Opazili sva, da je do kalitve pri prvih semenih sončnic prišlo že tretji dan po nastavitvi poskusa, in sicer v destilirani vodi. V tem primeru niso vzkli vsa semena. Semena so kalila le še v 1 % raztopini soli, v ostalih raztopinah pa ne. V 1 % raztopini sta sedmi dan vzkalili še dve semeni. V povprečju je bila višina stebelc v 1 % raztopini manjša kot v destilirani vodi. Povprečna višina stebelc v destilirani vodi je znašala 6,3 mm, v 1 % raztopini kuhinjske soli pa 0,8 mm.

Tabela 7: Kalitev koruze v slani vodi treh različnih koncentracij

% soli	Št. semena	24.11	25.11	26.11	27.11	28.11	29.11	30.11
VODOVODNA VODA	1	X	X	X	X	1	3	6
	2	X	X	X	X	X	X	X
	3	X	X	1	4	7	9	12
	4	X	X	X	X	X	3	7
1% RAZTOPINA NaCl	1	X	X	X	X	X	X	1
	2	X	X	X	X	X	X	X
	3	X	X	X	X	X	X	X
	4	X	X	X	X	X	X	2
3% RAZTOPINA NaCl	1	X	X	X	X	X	X	X
	2	X	X	X	X	X	X	X
	3	X	X	X	X	X	X	X
	4	X	X	X	X	X	X	X
5% RAZTOPINA NaCl	1	X	X	X	X	X	X	X
	2	X	X	X	X	X	X	X
	3	X	X	X	X	X	X	X
	4	X	X	X	X	X	X	X

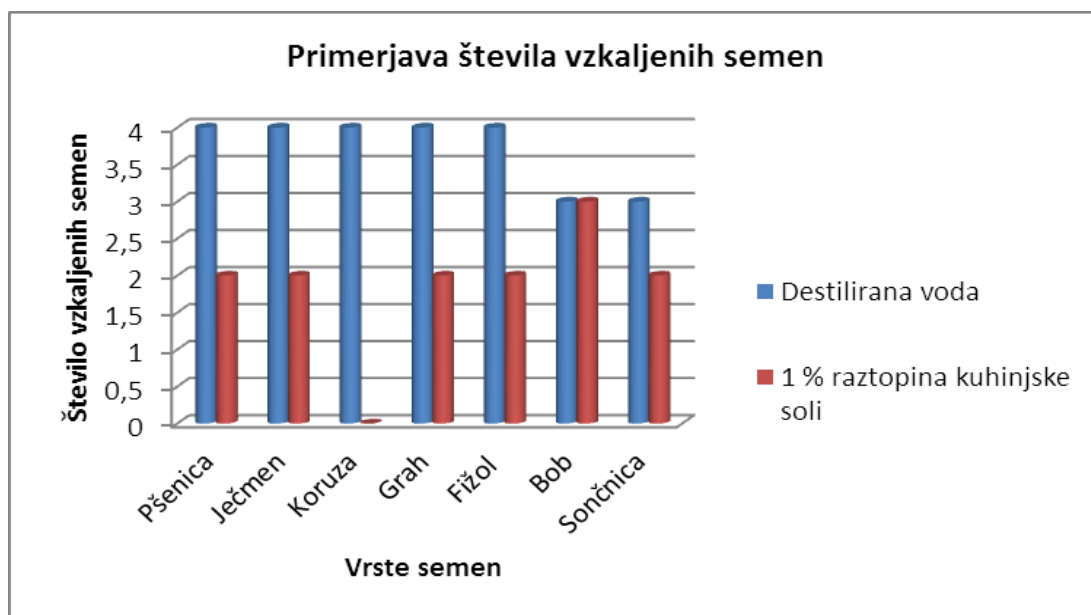


Graf 7: Prikaz povprečne višine stebelc sončnice v odvisnosti od koncentracije NaCl

## 4 RAZPRAVA O REZULTATIH

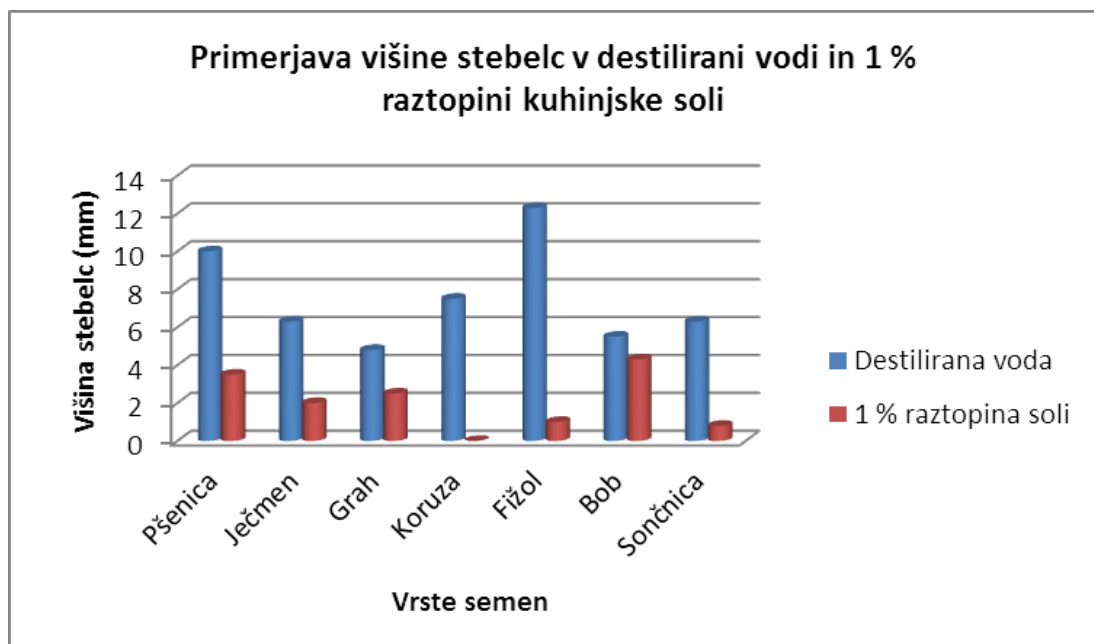
Graf 8 prikazuje primerjavo med številom vzkaljenih semen v destilirani vodi in 1 % raztopini kuhinjske soli. Iz grafične predstavitev lahko razberemo, da so v destilirani vodi vzkalila vsa pšenična, ječmenova, koruzna, grahova in fižolova semena. Pri kalitvi boba in sončnic so vzkalila le tri semena. Glede na to, da so bila vsa semena sveža in rok kaljivosti ni bil presežen, lahko sklepava na naključno poškodovanost enega od semen sončnice in boba. Ker sta obe večji semeni, potrebujeta najbrž več vode za kalitev. Morda je dodana voda zadostovala za tri semena, za četrtega pa jo je bilo premalo.

V 1 % raztopini kuhinjske soli je večina semen še kalila, le kuruza ne. V raztopinah kuhinjske soli višjih koncentracij ni kalilo nobeno seme. Povečana koncentracija kuhinjske soli preprečuje kalitev in je za semena strupena. Na žive celice deluje slana voda tako, da celice izločajo vodo iz citoplazme tako dolgo, dokler se koncentracija soli ne izenači v celici in okoli nje. Soli celice izsušujejo, zaradi česar celice propadejo. Najbolje so 1 % raztopino NaCl prenesla semena boba. Po dve semeni sta vzkalili tudi pri pšenici, ječmenu, grahu, fižolu in sončnicah. Vzkaljena semena so se razlikovala od tistih v destilirani vodi. Kalitev je bila počasnejša, poganjki korenin in stebelc so bili krajši in nenavadni. Hitro je prihajalo do plesnenja. Sčasoma so nekatere vzkaljene rastlinice povsem propadle.



Graf 8: Primerjava števila vzkaljenih semen v destilirani vodi in 1 % raztopini kuhinjske soli

V grafu 9 sva primerjali višino stebelc, ki so pognala iz semen, v destilirani vodi in 1 % raztopini NaCl. V destilirani vodi so v povprečju najvišje zrasli fižolovi poganjki, sledijo poganjki pšenice, koruze, ječmena in sončnic, najnižjo povprečno višino so imela stebelca metuljnic graha in boba. V 1 % raztopini soli so poganjki v povprečju najvišje zrasli pri pšenici in bobu, najmanj pa pri fižolu in sončnicah. Najobčutljivejša so bila semena koruze, ki sploh niso kalila. Domnevava, da imajo semena različno odpornost na nepredvidene minerale v prsti, med njimi tudi natrijeve in kloridne ione.



Graf 9: Primerjava višine stebelc v destilirani vodi in 1 % raztopini kuhinjske soli

Sicer ne veva, da bi kje v Sloveniji obstajala tla, kjer bi bili v prsti prisotni natrijevi in kloridni ioni v takšnih koncentracijah, kot pri najinem poskusu. Slana tla so v solinah in ob cestah, kjer pozimi solijo z namenom taljenja snega in ledu, vendar tukaj ni obdelovalnih površin. Lahko pa, da drugje po svetu obstajajo takšne površine, ki bi se vseeno namenile kmetijski rabi. Če na takšnih kmetijskih površinah ne bi bilo več kot 1 % soli natrijevega klorida, bi kazalo raziskati možnost gojenja boba in pšenice, ki sta pri najinih poskusih najboljše uspevala v prisotnosti soli.

## 4.1 POTRDITEV HIPOTEZ

V prvi hipotezi sva predvidevali, da večja, kot bo koncentracija soli natrijevega klorida v vodi, manjša bo kaljivost semen. To hipotezo lahko v celoti potrdiva. V destilirani vodi so semena dobro kalila, v 1 % raztopini natrijevega klorida slabše, v višjih koncentracijah kuhinjske soli pa sploh ne.

V drugi hipotezi sva predpostavljali, da nobeno seme ne bo začelo kaliti v 5 % raztopini natrijevega klorida v vodi, v 3 % raztopini bodo kalila le redka semena, kalitev v 1 % raztopini bo pogostejša. Prvi del hipoteze lahko potrdiva. Nobeno seme ni kalilo v 5 % raztopini kuhinjske soli. Srednjega dela hipoteze ne moreva potrditi, saj nobeno seme ni kalilo v 3 % raztopini natrijevega klorida. Zadnji del druge hipoteze je potrjen, saj so nekatera semena kalila tudi v 1 % raztopini kuhinjske soli, v kateri prevladuje natrijev klorid.

## 5 ZAKLJUČEK

V svoji prvi raziskovalni nalogi sva preučevali preprost problem vpliva različnih koncentracij raztopin natrijevega klorida na kalitev semen in začetno rast rastlin. Sedaj razumeva, zakaj so tik ob cestah tla gola in zakaj nam živa meja propade, če je tik ob cesti, ki jo pozimi solijo. Ker je bila naloga preprosta, se je točno vedelo, kaj so odvisne in kaj neodvisne spremenljivke, zato pri delu in razlagi pridobljenih rezultatov nisva imeli težav. Poskus sva nastavili dvakrat, kar je pomembno zaradi ponovljivosti poskusa. Opažanja so bila obakrat enaka, le da se prvič nisva dovolj zavedali, kako skrbno in pregledno morava zapisovati opažanja in meritve. Prvi zapisi so bili nepregledni in zato neuporabni. V drugem poskusu pa sva odpravili vse pomanjkljivosti in meritve ponovili. V raziskovalni nalogi sva uporabili rezultate druge ponovitve poskusa. Drugo ponovitev poskusa sva opravili doma, da sva imeli dovolj časa za opazovanje, meritve in beleženje rezultatov.

V raziskovalni nalogi sva preučevali vpliv natrijevih in kloridnih ionov na kalitev semen in rast rastlin. Zasoljevanje pa povzročajo tudi drugi ioni, ki se nabirajo v zgornji plasti zemlje zaradi pretiranega gnojenja in premočnega izhlapevanja vode. Zato bi lahko v naslednji raziskovalni nalogi preučevali še vplive drugih ionov iz prsti na kalitev semen in rast rastlin. Ti ioni so:  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$  in  $\text{HCO}_3^-$ .

Z zadovoljstvom končujem svojo raziskovalno nalogo in prepričani sva, da bova v srednji šoli ponovno raziskovalki.



## LITERATURA

1. Mati Djuraki, D., Riko, J., Klanjšek Gunde, M., Mihelič, B., 2013, Naravoslovje 6 (delovna različica), učbenik za 6. razred osnovne šole, Ljubljana, Založba Rokus Klett.
2. Dijaški.net, Koren M., vpliv soli na kalitev semen (2009). Najdeno 26. 12. 2014 na spletnem naslovu: [http://www.dijaski.net/kemija/porocila/vaje.html?r=kem\\_vaj\\_vpliv\\_soli\\_na\\_kalitev\\_semen\\_01.doc](http://www.dijaski.net/kemija/porocila/vaje.html?r=kem_vaj_vpliv_soli_na_kalitev_semen_01.doc).
3. Slika zgradbe enokaličnic in dvokaličnic. Najdeno 12. 12. 2014 na spletnem naslovu [https://www.bjupress.com/resources/images/biology/large/unit2/14b.15\\_monocotdicotseed.jpg](https://www.bjupress.com/resources/images/biology/large/unit2/14b.15_monocotdicotseed.jpg).
4. Svarog, Kritosemenke, Kalitev semen. Najdeno 10. 10. 2014 na spletnem naslovu [http://mss.svarog.si/biologija/index.php?page\\_id=7692](http://mss.svarog.si/biologija/index.php?page_id=7692).
5. Katedra za botaniko, Zeleni škrat preganja rastlinsko slepoto, Na začetku kalitve semena (2005). Najdeno 10. 10. 2014 na spletnem naslovu [http://botanika.biologija.org/zeleni-skrat/poskusi\\_sam/nabrekanje\\_semena.htm](http://botanika.biologija.org/zeleni-skrat/poskusi_sam/nabrekanje_semena.htm).
6. Šajk, Slak, A., Kršmanc, R., Vpliv posipnih materialov na okolje. Najdeno 10. 10. 2014 na spletnem naslovu <http://www.cgsplus.si/Portals/1/Raziskovalno%20razvojna%20dejavnost/clanki/Vpliv%20posipnih%20materialov%20na%20okolje.pdf>.
7. Naravoslovje 6, Pogoji za kalitev semen (2010). Najdeno 10. 10. 2014 na spletnem naslovu <http://narava6a.blogspot.com/2010/12/pogoji-za-kalitev-semen.html>.
8. Svarog, Kritosemenke, slika kalitve semen. Najdeno 10. 10. 2014 na spletnem naslovu <http://mss.svarog.si/biologija//modules/common/testi/admin/images/4470.jpg>.
9. Svet tal, Degradacija tal, Zaslanjevanje. Najdeno 23. 1. 2015 na spletnem naslovu <http://www.svet-tal.si/degradacije-tal/zaslanjevanje>.