

»Mladi za napredek Maribora 2013«

30. srečanje

**REGENERACIJA RIZOMOV IN KALITEV SEMEN JAPONSKEGA DRESNIKA
(*Fallopia japonica*) PRI RAZLIČNIH VREDNOSTIH pH IN
KONCENTRACIJAH NaCl**

Raziskovalno področje: biologija

Raziskovalna naloga

Če d | KROPAŠU¥ OS
T ^} d | KROPAŠUŠVPCE ÒÜÁZUÜÒÒ
¥[| KROPAŠUŠVPCE ÒÜÁZUÜÒÒ

Maribor, februar 2013

Kazalo

Kazalo slik in prilog:	3
1. Povzetek	4
I. Teoretični del.....	5
2. Uvod	5
2.1 Japonski dresnik (<i>Fallopia japonica</i>).....	6
2.1.1 Značilnosti vrste.....	6
2.1.2 Naravni habitat.....	8
2.1.3 Japonski dresnik kot invazivka.....	8
2.2 Namen raziskovalne naloge.....	12
2.3 Raziskovalno vprašanje	13
2.4 Hipoteze	13
II. Empirični del.....	14
3. Materiali in metode dela:.....	14
3.1 Regeneracija rizomov pri različnih koncentracijah slanosti in pH vrednostih	14
3.2 Kalitv semen pri različnih pH vrednostih in koncentraciji slanosti	16
4. Rezultati:.....	19
4.1 Regeneracija rizomov pri različnih pH vrednostih in koncentraciji slanosti:.....	19
4.2 Kalitv semen pri različnih pH vrednostih in koncentraciji slanosti	23
5. Diskusija:.....	28
5.1 Regeneracija rizomov pri različnih pH vrednostih in koncentraciji slanosti.....	28
5.2 Kalitv semen pri različnih pH vrednostih in koncentraciji slanosti	30
6. Zaključek:.....	34
7. Seznam uporabljene literature:.....	35
7.1 Viri slik:	38
8. Priloge:.....	39

Kazalo slik in prilog:

KAZALO SLIK:

Slika 1 :Prikaz prehodno tujerodnih vrst, naturaliziranih vrst in invazivnih tujerodnih	6
Slika 2 : Rastišča japonskega dresnika v Sloveniji leta 1990 (vir: Škerlavaj, 1990)	9
Slika 3: Rastišča japonskega dresnika v Sloveniji – podatki iz leta 2010 (vir: Strgulc	9
Slika 4: <i>Fallopia sachalinensis</i> (vir: Kres, 2001)	10
Slika 5: <i>Fallopia japonica</i> (vir:Calow, 2006)	10
Slika 6: Dlačice <i>Fallopia sachalinensi</i> indlačice <i>Fallopia japonica</i> (vir:Albersternst, 2011) 10	
Slika 7: Razlikovalni znaki med navadnim (<i>convolvus = japonica</i>), hostnim (<i>dumetorum</i>) in grmastim (<i>baldschuanica</i>) dresnikom (vir: Vreš, 2007)	11
Slika 8: Poganjek japonskega dresnika po desetih dneh (vir: samostojna slika)	15
Slika 9: 50 neoštevilčenih semen japonskega dresnika pred začetkom poskusa (vir: samostojna slika)	17

KAZALO PRILOG:

Priloga 1: Dolžina posameznih pognanih korenčic pri različnih pH vrednostih	39
Priloga 2: Dolžina posameznih pognanih korenčic v odvisnosti od koncentracije NaCl	40
Priloga 3: Povprečna regeneracija rizomov v odvisnosti od pH in koncentracije NaCl (preračunano iz spremembe dolžine brsta).....	42

1. Povzetek

Japonski dresnik (*Fallopia japonica*) spada po seznamu Mednarodne zveze za ohranjanje narave in naravnih virov med 100 najbolj invazivnih vrst na svetu. Rastlina se najučinkoviteje razmnožuje z rizomi, spolno razmnoževanje s pomočjo semen pa je bilo še do nedavnega neznanka, saj so v Evropi prisotne samo ženske rastline.

V raziskovalni nalogi smo preučevali vpliv različnih pH vrednosti in slanosti podlage na regeneracijo rizomov (vegetativno razmnoževanje) in kalitev semen. Ugotovili smo, da je največja uspešnost kalitve in regeneracije rizomov pri najnižjih koncentracijah soli, z višanjem koncentracije se je upočasnjevala, vendar tudi pri najvišjih koncentracijah ni bila popolnoma zavrt. Pri preverjanju vpliva različnih pH vrednostih smo ugotovili, da najuspešneje raste in kali v rahlo kisli podlagi (pH6). Japonski dresnik je izredno prilagodljiva invazivna vrsta, ki lahko uspeva na slanih, kisljih in bazičnih rastiščih ter tako predstavlja resno grožnjo slovenski biodiverziteti.

I. Teoretični del

2. Uvod

Danes se tudi v Sloveniji vse bolj srečujemo s problematiko propadanja ekosistemov. Največkrat je glavni krivec človek, ki s svojo aktivnostjo namerno ali nenamerno posega v okolje. Eden od posrednih vplivov je tudi vnos tujerodnih vrst. To so vrste, ki v ekosistemih niso nikoli bile prisotne, torej se z biocenozo teh ekosistemov niso koevoluirale oziroma razvijale, temveč so del drugih, daljnih ekosistemov.

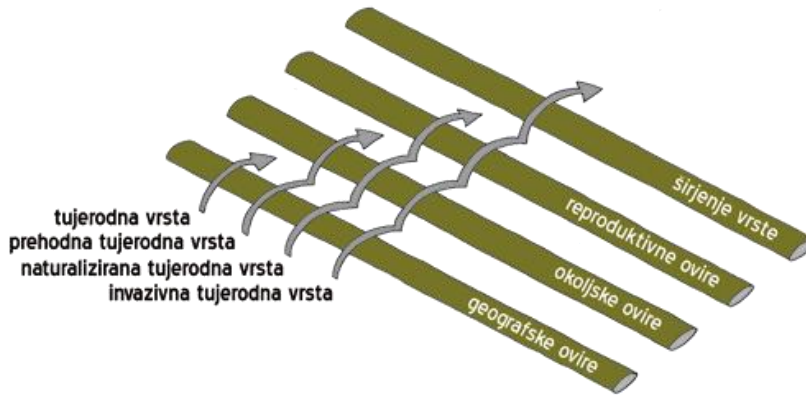
Po dogovoru v sklopu Konvencije o biološki raznovrstnosti je opredeljena kot tujerodna tista vrsta, podvrsta ali takson nižje kategorije, ki je vnesena zunaj območja pretekle ali sedanje naravne razširjenosti. To vključuje katerikoli del organizma, spolne celice, semena, jajca ali druge dele organizmov, ki lahko preživijo in so sposobni razmnoževanja.

Samo v Evropo je zaradi večjega obsega trgovine in dostopnejšega potovanja vsako leto zanesenih na stotine tujerodnih organizmov, vendar vsi ne postanejo invazivni. Glede na to, ali vrsta lahko preživi in se uspešno razmnožuje v novem okolju ločimo:

- 1.) **Prehodno tujerodno vrsto**, ki se lahko celo občasno razmnožuje ampak ne tvori stalne populacije v drugih ekosistemih.
- 2.) **Naturalizirano vrsto**, ki se uspešno razmnožuje v danem okolju, vendar ne povzroča nobenih negativnih vplivov na človeka, okolje ali druge vrste.
- 3.) **Invazivno tujerodno vrsto**, to je po definiciji Konvencije o biološki raznovrstnosti tujerodna vrsta, ki se je ustalila in se širi ter s tem ogroža ekosisteme, habitate ali vrste.

»V Sloveniji še nimamo popolnega seznama tujerodnih vrst, vendar prve ocene kažejo, da se v naravi občasno pojavlja 750 tujerodnih vrst. Najmanj 330 pa se je pri nas že udomačilo¹. To pomeni, da je kar 10 % slovenske flore pribežnih iz tujih krajev!« (Veenvliet, 2009)

¹ Najbolj invazivne vrste v Sloveniji so predstavljene in dostopne na uradni strani Ministrstva za okolje in prostor (<http://www.arhiv.mop.gov.si/nc/si/>). Podane so splošne značilnosti invazivnih vrst, preventivni ukrepi in nadzor ter odstranitev vrste.



Slika 1 :Prikaz prehodno tujerodnih vrst, naturaliziranih vrst in invazivnih tujerodnih vrst glede na njihovo uspešnost razmnoževanja, širjenja in premagovanja naravnih ovir(Richardson, 2000).

Največjo nevarnost predstavljajo tujerodne invazivne vrste, saj ogrožajo naravne ekosisteme, obstoj domorodnih vrst in s tem biotsko raznovrstnost, povzročajo gospodarsko škodo in ogrožajo naše zdravje. Stroški nadzora invazivnih vrst in odprave škode zaradi njihovega delovanja so v letu 2008 v EU znašali od 9,6 do 12 milijard evrov. Od leta 1992 je bilo v EU porabljenih več kot 38 milijonov evrov za 180 projektov, tako v mreži zavarovanih območij Natura 2000 kot zunaj nje. V ZDA ocenjujejo, da na leto porabijo približno 80 milijard evrov za zatiranje invazivnih vrst (Shaw et al., 2009, po Laznik et al., 2012).

Ena takšnih zelo invazivnih vrst je japonski dresnik (*Fallopia japonica*), ki po seznamu Mednarodne zveze za ohranjanje narave in naravnih virov spada med 100 najbolj invazivnih vrst na svetu in je tema naše raziskovalne naloge.

2.1 Japonski dresnik (*Fallopia japonica*)

2.1.1 Značilnosti vrste

Japonski dresnik (*Fallopia japonica*) je hitrorastoča zeljnata trajnica z votlimi in kolenčastimi stebli, ki poženejo iz podzemnih korenin. Stebla zrastejo iz podzemnih stebel - korenin, ki jih imenujemo rizomi. Rastlina raste v pomladnih mesecih (glavna rastna doba je med majem in junijem). Značilna je izjemno hitra rast, tudi do 15 centimetrov na dan, in doseže do 3 metrov višine (Albertstein, 2011).

Jeseni nadzemni deli odmrejo, na površini ostanejo posušena stebila brez listov.

Raste tako na kisljih kot bazičnih tleh (Prather2009, Reinhardt 2003). pH prsti, ker *Fallopia japonica* najbolje uspeva je domnevno med vrednostmi 4 in 7,4. Znana je tudi rast na samem apnencu (Kosmale, 1981). Je izrazita svetloboljubna rastlina in najraje raste na sončnih legah. Lahko se tudi pojavi ob gozdnih poteh ali gozdnih robovih. Čeprav mu najbolj ustrezajo osončeni kraji, ga srečamo tudi na zasenčenih krajih, npr. pod drevesnimi krošnjami. Najhitreje poseli ruderalna rastišča, nastala pod vplivom človekovega delovanja, vendar se zaradi svoje izredne konkurenčnosti vse bolj vključuje v naravno rastje, kjer izpodriva samonikle rastline (Frajman, 2008).

Tvori gosta in kompaktna rastišča, zaradi česar je močno konkurenčna vrsta. V njegovi senci ostale rastline ne morejo uspevati, zato hitro izrine vso drugo vegetacijo. Japonski dresnik je pozno poleti cvetoča rastlina, z drobnimi belkastimi do zelenkastimi cvetovi združenimi v pokončna latasta socvetja. Cvetovi so enospolni, z zakrnelimi, vendar opaznimi zasnovami organov drugega spola (ženski cvetovi imajo zasnove prašnikov). Cvetnih listov je pet, zunanji trije se s širokimi robovi stikajo in obdajajo razvijajoč plod, trikotni orešek, ki je zrel črno obarvan (Frajman, 2008).

Premenjalno nameščeni celorobi listi so široko jajčasti, s prisekanim dnom in naglo zoženim vrhom. Listje so dolgi med 10-18 centimetrov, lahko so širši tudi kot pa dolgi. Zelo pomembno za identifikacijo japonskega dresnika je, da se dlačice na spodnjem delu lista ne pojavljajo (slika 6).

Podzemne korenike so zelo razrasle in lahko segajo več metrov stran od materinske rastline, ter segajo tudi do tri metre v globino. Stebla so rahlo zelena, pogosto z rdečimi odtenki. Niso razvejana in so votla. Vrh stebila in veje so značilno upognjena navzdol in so pogosto »cik-cak« oblike.

2.1.2 Naravni habitat

Japonski dresnik je prišel v Srednjo Evropo sredi 19. stoletja kot vrtna rastlina in je postal ena najbolj invazivnih vrst na svetu. Izvira iz vzhodne Azije; Japonske, Tajvana in Kitajske. Zanimivo je, da v naravnem okolju zraste skoraj za polovico manj kot v drugih delih sveta, tako doseže maksimalno višino do 1,5 metra (Hollingsworth, 2000).

V naravnem okolju velja za pionirsko vrsto, kar pomeni, da je prvi, ki uspešno naseli uničena območja, kot so vulkanska območja, sončna in gola tla, obcestna in obželezniška območja, odlagališča smeti... Ker nalaga dušik v izrabljeno in uničeno zemljo, predstavlja pomembno funkcijo za širjenje drugih bolj občutljivih vrst. V svojem naravnem habitatu japonski dresnik ne more tekmovati z drugimi vrstami v kasnejših sukcesijskih stopnjah (Böhmer, 2000).

Japonski dresnik na isti rastlini, v svojem naravnem ekosistemu, tako moške kot ženske cvetove. Vendar so takšne rastline redkejše, namreč pogosto se zgodi, da so plodni le ženski ali pa moški cvetovi, medtem ko so drugi sterilni. V Evropi so prisotne ženske rastline s sterilnimi moškimi cvetovi. To je tudi glavni razlog, zakaj je spolno razmnoževanje znotraj vrste japonskega dresnika v Evropi nemogoče.

2.1.3 Japonski dresnik kot invazivka

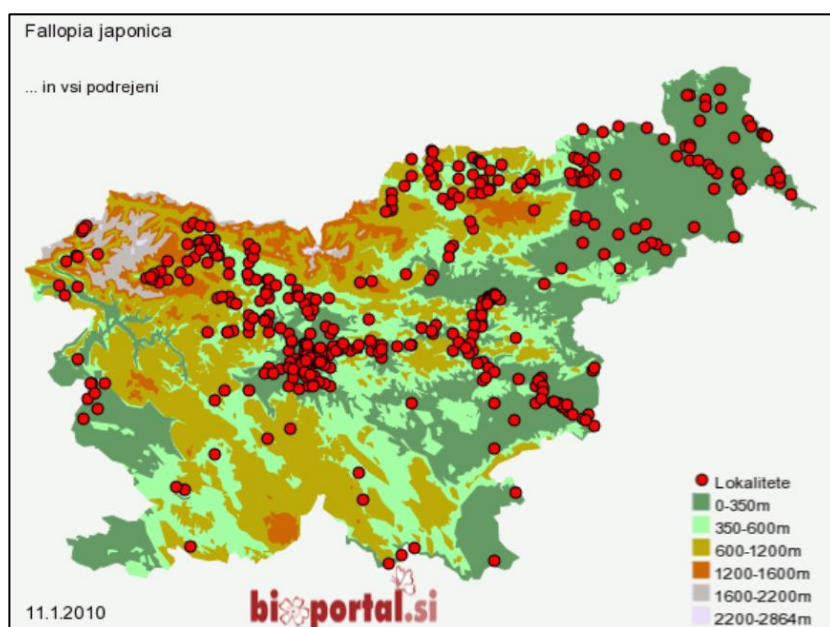
Japonski dresnik se v Sloveniji pojavlja kot podivjana invazivka, predvsem ob rečnih obrežjih in nasipih v nižinah ter spodnjem montanskem pasu. Največja rastišča v preteklosti so bila v vzhodnem predmestju Ljubljane, okolici Celja in Naklega (Strgar, 1982). Danes je japonski dresnik najdemo skoraj po vsej Sloveniji, najhitreje pa se širi v Ljubljanski kotlini ter vzdolž Save in Drave (Vreš, 2007).

Prva omemba v Sloveniji sega v leto 1908, ko je Hayek ob Savinji ob Celju dokumentiral prvi sestoj (Strgulc, 2011). V osemdesetih z njim ukvarjal Vinko Strgar (1982), ki je prvič izrazil problematiko hitrega širjenja in našel več kot 100 rastišč japonskega dresnika.

Leta 2006 je bilo v podatkovni bazi Flore Slovenije na centru za kartografijo favne in flore že skoraj 500 podatkov o pojavljanju japonskega dresnika (Jogan, 2006).



Slika 2 : Rastišča japonskega dresnika v Sloveniji leta 1990(vir: Škerlavaj, 1990)



Slika 3:Rastišča japonskega dresnika v Sloveniji – podatki iz leta 2010 (vir: Strgulc Krajšek, Jogan, 2010)

V Sloveniji prevladujejo tri vrste rodu *Fallopia*: *Fallopia japonica*, *Fallopia sachalinensis* in njuj križanec *F. x bohemica*. Šele leta 2007 se je uveljavilo uradno razlikovanje med vrstami, do danes pa se je izkazalo, da ponekod križanec češki dresnik že pogostejši kot sam japonski dresnik (Strgulc Krajšek in Jogan, 2011). Tako so številne lokacije nekoč označene kot rastišča japonskega dresnika v resnici rastišča drugih dveh vrst.



Slika 4: *Fallopia sachalinensis*²(vir: Kres, 2001)



Slika 5: *Fallopia japonica*(vir: Calow, 2006)

Fallopia sachalinensi



Fallopia japonica



Slika 6: Dlačice *Fallopia sachalinensi* in dlačice *Fallopia japonica*(vir: Albersternst, 2011)

² Vrsta *Fallopia sachalinensis* in *Fallopia Japonica* izvira iz Japonske. *Fallopia sachalinensis* večje liste (do 43 cm) in prisotne dlačice na spodnjem delu lista. Za razliko od *Fallopia japonica* se je *Fallopia sachalinensis* sposobna v Evropi razmnoževati tudi spolno zaradi prisotnih moških in ženskih rastlin. Možno je tudi križanje med obema vrstama s čimer dobimo vrsto *Fallopia x bohémica*.

	<i>Fallopia japonica</i>	<i>Fallopia x bohemica</i>	<i>Fallopia sachalinensis</i>
velikost in oblika listne ploskve	listi le nekoliko daljši kot široki, dolgi do 15 cm	listi le nekoliko daljši kot široki, dolgi do 25 cm	listi podolgasti, dolgi tudi do 40 cm
debelina listnih ploskev	listne ploskve debele, skoraj usnjate, na otip gladke	vmesno stanje	listne ploskve tanke, na otip hrapave
dno listne ploskve (gledamo največje liste na glavnih poganjkih!)	listno dno prisekano	listno dno vsaj nekoliko srčasto	listno dno izrazito srčasto
trihomi na spodnji strani listne ploskve (gledamo največje liste na glavnih poganjkih!)	predvsem na žilah prisotne posamične drobne enocelične papile (vidne z lupo pri 20x povečavi)	predvsem na žilah prisotni posamični kratki nekajcelični lasi	predvsem na žilah prisotni posamični dolgi lasi, ki so vidni že s prostim očesom
morfologija cvetov (glej tudi sliko 5)	vsi cvetovi enospolni, ženski (slika 5: J)	večina cvetov enospolnih, moških; vmes posamični popolni cvetovi (slika 5: B)	vsi cvetovi na rastlini ženski (slika 5: S1) ali vsi cvetovi na rastlini popolni (slika 5: S2)

Slika 7: Morfološke razlike med japonskim (*F. japonica*), sahalinskim (*F. sachalinensis*) in češkim dresnikom (*F. x bohemica*) (Strgulc Krajšek et. l, 2011)

Kar naredi japonski dresnik tako uspešno invazivko je visoka učinkovitost vegetativnega razmnoževanja z rizomi in obnavljanjem (regeneracijo) fragmentov stebela. Brock in Wade sta leta 1992 dokazala, da lahko že 0,7 gramov rizoma ali stebela zraste v novo rastlino.

Poleg izredno uspešnega nespolnega razmnoževanje je drugi razlog za tako hitro širjenje tudi odsotnost naravnih škodljivcev, kot je na primer vrsta bolšice *Aphalara itadorii* in številne glive iz rodu *Mycosphaerella*. V Angliji je širjenje japonskega dresnika že tako napredovalo, da je angleški parlament dovolil naselitev bolšice, ki se prehranjuje z listi japonskega dresnika, s čemer je to prvo sankcioniranje z biološko kontrolo v zgodovini Evropske unije (Laznik et al. 2012).

Spolno razmnoževanje japonskega dresnika je v Evropi in ZDA do nedavnega bilo neznanka. Šele evropske raziskave Kosmale (1981), Schwabe in Krachtochwila (1991), Adlerja (1993) ter raziskave od Formana in Kesselija v ZDA (2003) in so dokazale, da se je japonski dresnik sposoben razmnoževati spolno tudi zunaj svojega naravnega ekosistema. V svojem naravnem arealu japonski dresnik razmnožuje predvsem nespolno, spolno razmnoževanje je prav tako prisotno vendar ni tako pomembno.

Problem v Evropi je ta, da moških rastlin ni³, zato do oploditve znotraj vrste ne more prihajati. Dokazano je, da v Angliji predstavljajo populacijo japonskega dresnika izključno ženske rastline, ki so domnevno kloni ene same rastline (Hollingsworth, 2000).

Torej zakaj je spolno razmnoževanje možno kljub odsotnosti moških rastlin v Evropi? Glavni razlog je najverjetneje ta, da se je japonski dresnik zmožen križati z nekaterimi sorodnimi rastlinami, med drugim s sahalinskim dresnikom (*Fallopia sachalinensis*).

Zadnje raziskave kažejo, da je njun križanec *F. x bohemica* (češki dresnik) najbolj genetsko raznolika vrsta v tej skupini (Bimova, 2005). Potencialna grožnja spolnega razmnoževanja s semeni za še večjo invazivnost postaja vedno bolj verjetna, še posebej, ker se je češki dresnik zmožen križati tudi s starševskima rastlinama.

Enako grožnjo predstavlja tudi križanje japonskega dresnika z grmastim slakovcem (*Fallopia baldschuanica*), pri čemer nastane križanec *F. x conollyana*. Glede na to, da je pri nas grmasti slakovec drugotno razširjen na Primorskem, skupaj z japonskim dresnikom, je verjetnost križanja precejšnja.

2.2 Namen raziskovalne naloge

V tej raziskovalni nalogi sem se odločil raziskati, kako različne koncentracije NaCl in različne pH vrednosti podlage vplivajo na regeneracijo rizomov in kalitev semen japonskega dresnika. Eden od ključnih ciljev je bil, da s pomočjo rezultatov ugotovimo ali lahko japonski dresnik uspeva na ekstremnih rastiščih kot so slane prsti ali v izrazito kislih in bazičnih.

Z boljšim poznavanjem pogojev za njegovo uspevanje bo lažje presoditi, katera območja v Sloveniji so potencialno ogrožena za širjenje japonskega dresnika. Tako bi lahko predčasno izvajali preventivne in varstvene varnostne ukrepe, kot so preglede prsti, prepovedi transporta prsti in prepovedali njegovo sajenje kot okrasno rastlino.

³ Moške rastline *Fallopia japonica* se pojavljajo po Evropi, ampak so zelo redke. Edina do zdaj znana rastišča moških rastlin so v Nemčiji (Bohmer, 2000).

Wang (2003) in Pyšek (2004) sta ugotovila, da količina hranil v prsti ne omejuje rasti japonskega dresnika. To pomeni, da japonski dresnik lahko raste tako na močno rodovitnih prsteh kot na prsteh, ki hranil sploh ne vsebujejo. Tako kot sta Wang in Pyšek ugotavljala ali obstajajo kakšne rastne omejitve japonskega dresnika glede na vsebnost hranil v prsti, smo mi raziskovali ali koncentracija NaCl in vrednost pH prsti vplivata na njegovo rast in kalitev semen.

2.3 Raziskovalno vprašanje

Kako različne koncentracije NaCl in različne pH vrednosti vplivajo na regeneracijo rizomov (vegetativno razmnoževanje) in na kalitev semen japonskega dresnika (*Fallopia japonica*)?

2.4 Hipoteze

Hipoteza 1:»Japonski dresnik se bo lahko uspešno nespolno (vegetativno) razmnoževal z regeneracijo rizomov v kisli in bazični podlagi pri vseh pH vrednostih med 4 in 8, najhitrejša rast brstov (poganjkov) pa se bo pojavila v rahlo zakisani podlagi (pH=6).«

Na podlagi splošnega opisa vrste (Albertstein, 2011), je rastlina zmožna rasti tako na kislih kot bazičnih tleh, vendar najuspešneje raste v rahlo kislih prsteh.

Hipoteza 2:»Japonski dresnik se bo uspešno nespolno (vegetativno) razmnoževal z regeneracijo rizomov pri vseh danih koncentracijah NaCl (slanostih). Najhitrejša rast brstov (poganjkov) bo pri najnižji koncentraciji soli, uspešnost rasti rizomov bo z višanjem koncentracije soli padala.«

Po podatkih lahko rastlina uspešno raste tudi na nekoliko slanah tleh, ob cestiščih (Frajman, 2008). Zato nas je zanimalo ali to drži in ali je vrsta zmožna rasti na zelo slanah podlagi.

Hipoteza 3:»Semena bodo kalila pri vseh pH vrednostih, vendar bo kaljivost največja in povprečna dolžina pognane korenice najdaljša pri rahlo kislih pogojih.«

Tako kot pri rasti rizomov smo tudi tukaj skleпали, da bo kalitev najuspešnejša pri rahlo kislih pogojih.

Hipoteza 4:»Semena bodo kalila pri vseh koncentracijah NaCl, vendar bo kaljivost največja in povprečna dolžina pognane korenice najdaljša pri najnižji koncentraciji (kontrola). Manj semen bo vzkalilo pri višjih koncentracijah soli, korenice bodo krajše.«

Osmoza in hipertonično okolje negativno vpliva na rast in kalitev semen (Bone, 1971). Mi smo predpostavili enako tudi za kalitev semen japonskega dresnika.

II. Empirični del

3. Materiali in metode dela

3.1 Regeneracija rizomov pri različnih koncentracijah slanosti in pH vrednostih

- 10 koščkov rizomov za vsak pogoj (skupaj 100)
- 10 večjih okroglih posod
- rastna podlaga vermikulit
- raztopine različnih koncentracij NaCl: 0 g/L, 3 g/L, 6 g/L, 9 g/L in 12 g/L
- raztopine z pH vrednostmi 4,5,6,7 in 8
- destilirana voda
- ravnilo
- digitalno tehtnico (z natančnostjo +/-0,01 g)
- Vernier vmesnik, Vernier pH senzorje, LoggerPro program
- HCl_(aq) in NH_{3(aq)}

Neodvisna spremenljivka: pH vrednost dodane raztopine, slanost (koncentracija NaCl) dodane raztopine.

Odvisne spremenljivke: število brstov, ki so se začeli razvijati (regenerirali), končna dolžina poganjkov in končna masa poganjkov (merjeno od mesta izraščanja iz nodija do konca poganjka)

Kontrolirane spremenljivke: rizomi iste rastline (kloni), temperatura, relativna zračna vlažnost, svetloba, enaka začetna dolžina in začetni premer nodijev, enaka količina uporabljene raztopine.

Rizome smo izkopal decembra 2012 in so pripadali isti rastlini japonskega dresnika. Nasajeni so bili en dan po izkopu v rastno podlago, imenovano vermikulit⁴. V vsako posodo smo nasuli v višino po 3 cm vermikulita in v enakomerni oddaljenosti vanj zakopali koščke rizoma. Koščki so bili enako veliki (velikost brsta od 0,3 do 0,5 cm) enakih mer internodija,) in enake mase (med 4 in 5g). Največja odstopanja pri dolžini so bila 0,5 centimetra, pri premeru manjša kot 0,3 centimetra. Vsak košček je vseboval polovico enega internodija⁵, nodij s pripadajočim zalistnim brstom in polovico drugega nodija.



Slika 8: Poganjek japonskega dresnika po desetih dneh (vir: samostojna slika)

Raztopine z različnimi pH vrednosti smo pripravili v laboratoriju s pomočjo digitalnega pH senzorja (največja odstopanja pri merjenju +/- 0,1). pH smo vzpostavljali s pomočjo pufrov (posebnih vodnih raztopin, s katerimi vzdržujemo konstanten pH raztopine) in klorovodikovo kislino ter amonijevo raztopino.

Raztopine različnih slanosti smo pripravili z dodajanjem ustreznih količin NaCl. Za uporabljene vrednosti smo se odločili s pomočjo tabele iz spletne strani Organizacije Združenih narodov za prehrano in kmetijstvo⁶.

⁴ Vermikulit je vrsta prsti, ki smo ga uporabili zaradi enostavnejše praktične izvedbe. Je izredno dober absorbent tekočine, nevtralen in ne škoduje okolju. Med drugim je znan po tem, da zagotavlja idealne razmere za rast rastlin, saj uravnava vlažnost in izboljšuje zračnost zemlje. Bogat je s kalijem in magnezijem, ki sta pomembna za rast rastlin. Povečuje kaljivost semen in razraščanje koreninic (varnostni list, 2012)

⁵ Internodij je del stebela med dvema nodijema oziroma se nahaja med dvema kolencema. Iz nodija (kolenca) poganja rizom.

⁶ Povezava do spletne strani je podana v virih.

Ustrezno slanost in pH podlage smo v vermikulitu vzpostavili takoj po nasaditvi rizomov z dodatkom 0,5 L raztopine ustrezne slanosti/pH ja. V petem dnevu smo ponovno zalili z 0,5 L destilirane vode.

Izvajali nismo nobenih vmesnih merjenj, vsi rizomi so bili v istem prostoru. Poskus je potekal v temnem prostoru in pri sobni temperaturi, s tem smo izključili dodatne dejavnike, ki bi lahko vplivali na regeneracijo rizomov.

Eksperiment smo zaključili po desetih dneh. Določili smo število brstov, ki so se začeli razvijati - kot znak začetka razvoja smo upoštevali, ko so brsti postali nabrekli in svetlo rdeči. Poganjke smo nato odrezali tik nad nodijem, jih izmerili in stekali. Vsi pridobljene podatke smo uredili v tabele in z njimi ovrednotili postavljene hipoteze.

3.2 Kalitev semen pri različnih pH vrednostih in koncentraciji slanosti

- 100 semen za vsak pogoj (skupaj 1000 semen)
- pripravljene koncentracije soli: 0 g NaCl/L H₂O, 3 g NaCl/L H₂O, 6 g NaCl/L H₂O, 9 g NaCl/L H₂O in 12 g NaCl/L H₂O
- raztopine z vrednostjo pH 4,5,6,7,8
- 20 petrijevk
- filter papir
- 10 kapalk

Neodvisne spremenljivke: pH vrednost dodane raztopine, slanost (koncentracija NaCl) dodane raztopine.

Odvisne spremenljivke: % vzkaljenih semen, dolžina koreničic, število semen, ki so pognala liste.

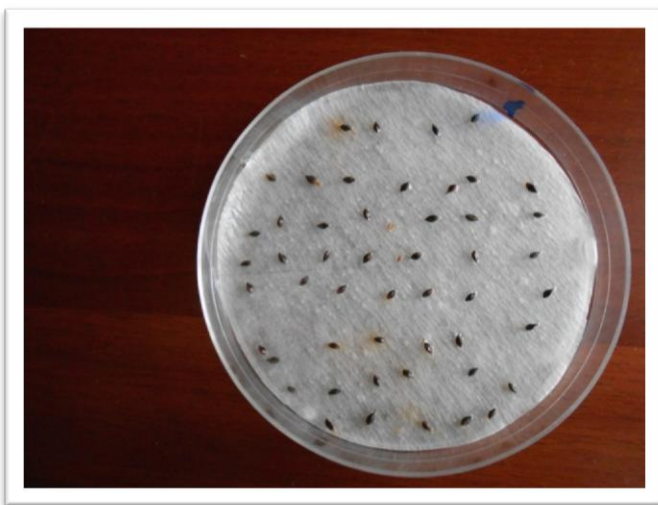
Kontrolirane spremenljivke: velikost semen, semena iste rastline, temperatura, relativna zračna vlažnost, svetloba, kvaliteta filter papirja.

V drugem eksperimentu smo opazovali uspešnost kalitve semen japonskega dresnika pri različnih vrednostih pH-ja in različnih koncentracijah NaCl.

Kidson (2000) je v svoji raziskavi ugotovil, da so semena japonskega dresnika najbolj kaljiva jeseni, ko so črno-rjave barve. Semena, ki so jih v njihovi raziskavi predčasno pobrali, so imela izrazito manjšo kaljivost. Zaradi navedenega smo semena pobirali šele konec oktobra 2012 na lokaciji pri Pekerski gorci, Maribor (46°32'N,15°36' E). Vsa semena so bila pobrana iz iste rastline in so bila do sajenja izpostavljena enakim pogojem.

Najprej smo jih sušili 1 teden na sobni temperaturi in takoj za tem izvedli 30 dnevno stratifikacijo pri temperaturi 4°C. Stratifikacija je bila po raziskavi Eaglerja (2011) ugotovljena za potrebno, če želimo da semena kalijo takoj po nasaditvi. Zaradi takojšnjih rezultatov in preprečitve nezaželenih vplivov (naselitev gliv, propad semen ipd.), smo semena kalili le 5 dni.

Po stratifikaciji smo odstranili cvetne lističe, ki obdajajo seme in semena dali na filter papir v petrijevko. V vsaki petrijevki je tako bilo 50 semen, razdeljenih v oštevilčeno mrežo. S kapalko smo, takoj po namestitvi semen, za vsak pogoj posebej dodali 5 ml pripravljene raztopine različnih koncentracij soli in pH vrednosti. Vsakodnevno smo šteli, koliko semen je vzkalilo. Zalivanje je ponovno potekalo tretji dan s 5 ml vode. Vsa semena so bila v temi in niso bila izpostavljena sončni svetlobi. Poskus je potekal pri sobni temperaturi in enaki relativni zračni vlažnosti



Slika 9:50 neoštevilčenih semen japonskega dresnika pred začetkom poskusa (vir: samostojna slika)

Po petih dneh smo poskus zaključili, izmerili dolžine vseh korenčic, prešteli vzkaljena semena (za vzkaljeno smo upoštevali seme, kjer je prišlo do razpoka semenske lupine in se je s prostim očesom videla korenčica) in določili procent kaljivosti prešteli semena, ki so pognala liste.

Vse rezultate smo zbrali v tabele in preglednice, predstavljene pod rezultati.

Rezultate obeh poskusov smo statistično obdelali s pomočjo programa Excel. Pri tem sta pomembni in najpogosteje uporabljeni funkciji:

- povprečna vrednost; definirana kot kvocient med vsoto vseh meritev in številom meritev,
- standardni odklon (standardna deviacija); statistični kazalec, največkrat uporabljen za merjenje statistične razpršenosti enot. Definiran je kot kvadratni koren iz variance. S standardnim odklonom lahko izmerimo, kako so razpršene vrednosti okoli aritmetične sredine populacije oz. vzorca. Višja kot je vrednost standardnega odklona, bolj so enote v populaciji oz. vzorcu razpršene in obratno, nižja vrednost kaže na manjšo razpršenost enot in večjo koncentracijo enot okoli aritmetične sredine (Tomšič, 2010).

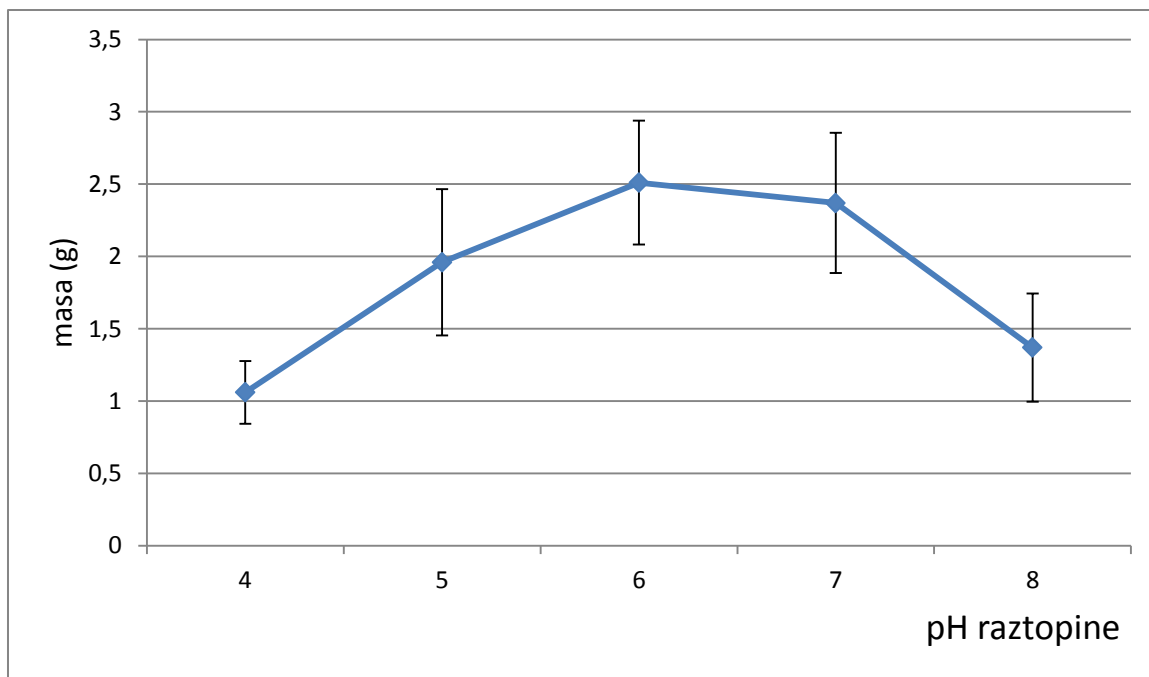
4. Rezultati

4.1 Regeneracija rizomov pri različnih pH vrednostih in koncentraciji slanosti:

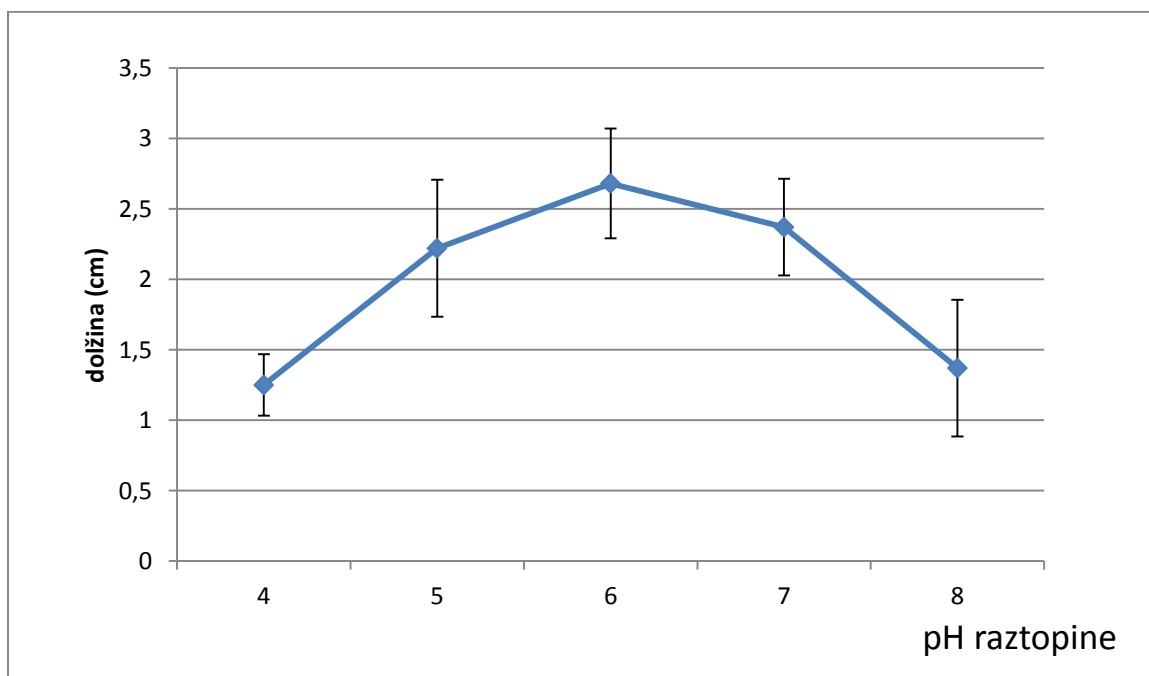
Pri vseh zalistnih brstih, izpostavljenih različnim pH vrednostim in različnim koncentracijam NaCl, je prišlo do znakov, ki kažejo na regeneracijo.

Tabela1: Masa in dolžina poganjkov japonskega dresnika pri različnih pH vrednostih po desetih dneh

	pH raztopine									
	4		5		6		7		8	
Poganjek:	masa (g)	dolžina (cm)	masa (g)	dolžina (cm)	masa (g)	dolžina (cm)	masa (g)	dolžina (cm)	masa (g)	dolžina (cm)
1	1,0	1,3	1,7	1,8	2,5	2,7	3,3	3,0	1,9	1,6
2	0,8	1,2	1,4	1,9	2,9	3,0	2,1	2,4	1,5	1,7
3	0,9	1,0	1,3	1,8	2,8	2,9	2,1	2,3	1,3	2,0
4	1,5	1,7	2,4	3,0	2,4	2,6	2,0	2,1	2,0	1,7
5	1,0	1,1	1,9	2,2	2,5	2,2	1,7	2,1	0,9	1,6
6	0,9	1,3	2,2	2,6	1,9	2,5	2,0	2,1	1,1	1,4
7	1,2	1,3	2,1	2,3	2,8	2,8	2,6	2,9	1,2	1,4
8	0,9	1,1	2,0	2,9	1,9	2,2	1,8	2,2	1,3	1,8
9	1,1	1,4	1,6	1,9	2,2	2,9	2,0	2,4	0,9	1,3
10	1,3	1,6	3,0	2,9	3,2	3,5	1,7	2,0	1,5	1,7
Povprečje:	1,1	1,3	2,0	2,3	2,5	2,7	2,1	2,4	1,4	1,6



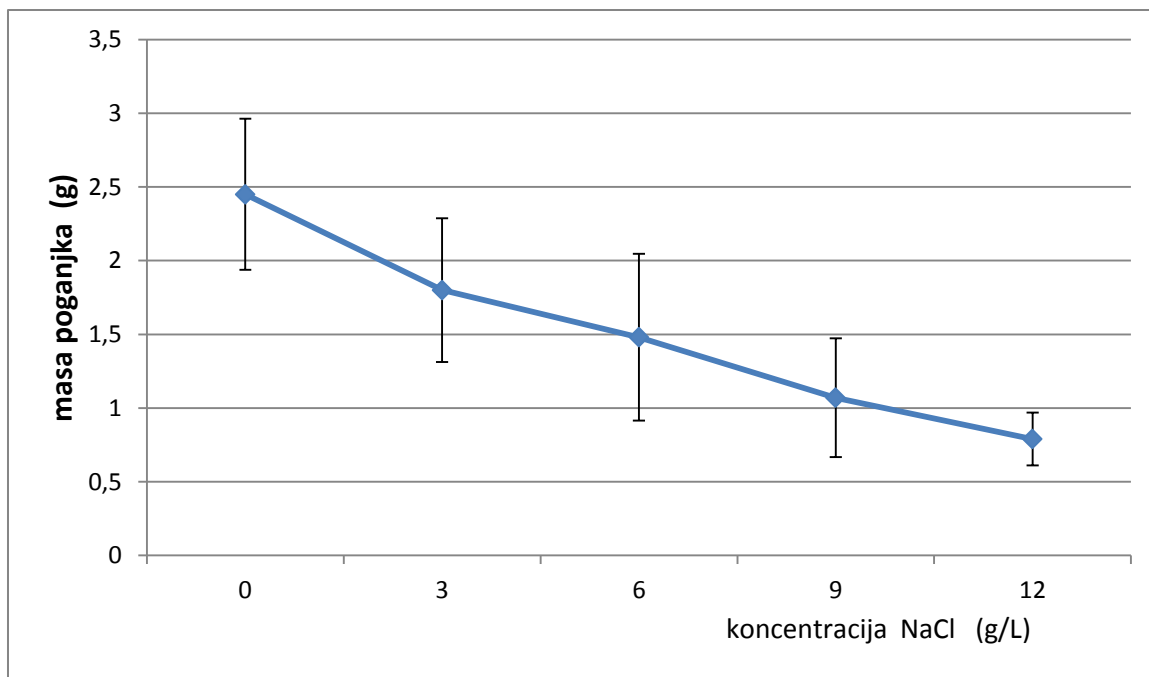
Graf1: Povprečna masa poganjka japonskega dresnika v odvisnosti od pH raztopine s standardno deviacijo(+/- 1) po desetih dneh



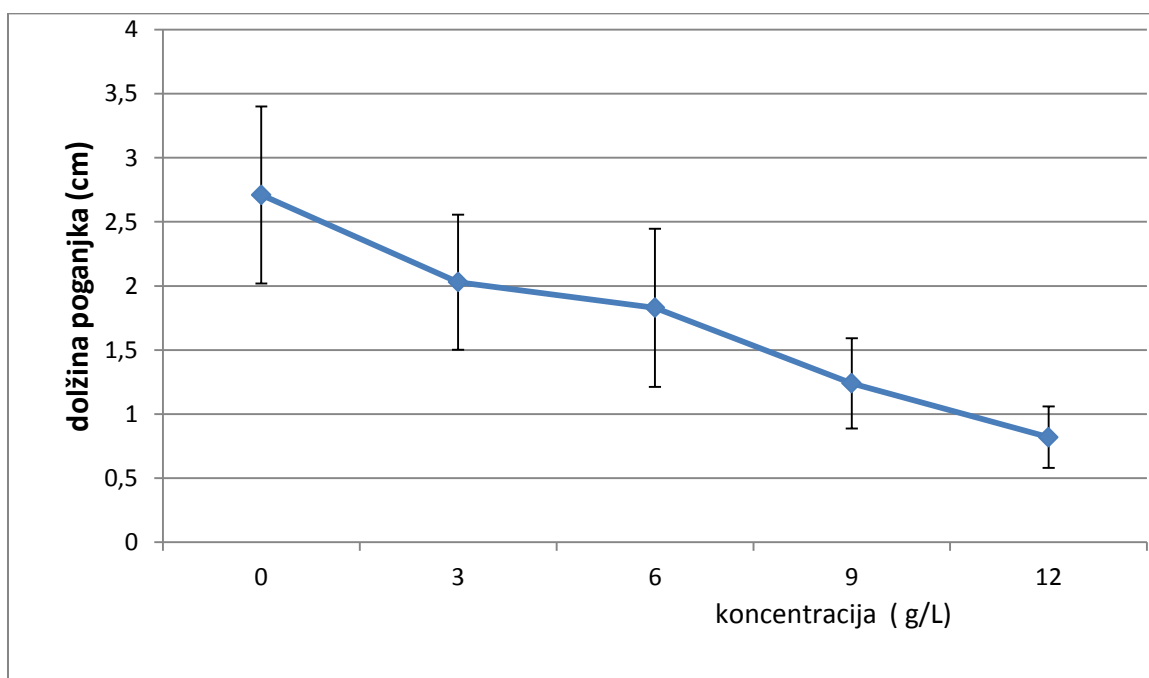
Graf2: Dolžina poganjka japonskega dresnika v odvisnosti od pH raztopine s standardno deviacijo (+/- 1) po desetih dneh

Tabela2: Mase in dolžine poganjkov japonskega dresnika pri različnih koncentracijah NaCl po desetih dneh

	Koncentracija raztopine NaCl									
	0 g/L		3 g/L		6 g/L		9 g/L		12 g/L	
Poganjki:	masa (g)	dolžina (cm)	masa (g)	dolžina (cm)	masa (g)	dolžina (cm)	masa (g)	dolžina (cm)	masa (g)	dolžina (cm)
1	3,5	4,1	1,4	1,4	2,7	3,2	0,8	1,0	0,7	0,7
2	2,7	3,0	2,6	3,0	2,1	2,5	0,9	1,1	0,8	0,8
3	2,4	2,6	1,2	1,4	1,2	1,9	1,2	1,5	0,8	0,8
4	2,3	2,7	2,1	2,4	1,0	1,6	2,0	1,9	0,6	0,7
5	2,1	2,0	1,9	2,3	1,2	1,6	0,8	0,6	0,8	0,9
6	1,9	2,3	1,5	1,8	1,9	2,2	0,6	0,9	1,0	1,1
7	2,5	2,4	1,3	1,5	1,1	1,1	1,2	1,5	0,9	0,9
8	1,8	1,9	1,9	2,0	1,3	1,6	1,3	1,4	1,1	1,3
9	2,3	2,5	1,6	1,8	1,0	1,1	0,9	1,1	0,5	0,4
10	3,0	3,6	2,5	2,7	1,3	1,5	1,0	1,4	0,7	0,6
Povprečje	2,5	2,7	1,8	2,0	1,5	1,8	1,1	1,2	0,8	0,8



Graf3: Masa poganjka japonskega dresnika v odvisnosti od koncentracije NaCl s standardno deviacijo(+/- 1) po desetih dneh

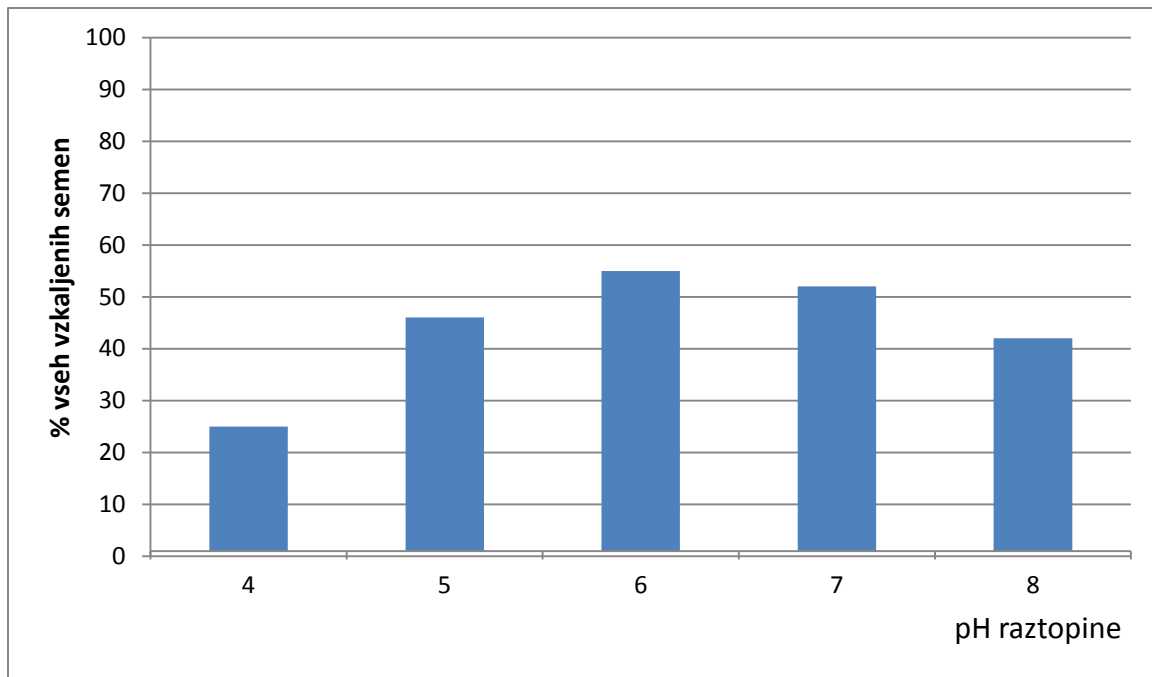


Graf4: Dolžina poganjka japonskega dresnika v odvisnosti od koncentracije NaCl s standardno deviacijo(+/- 1) po desetih dneh

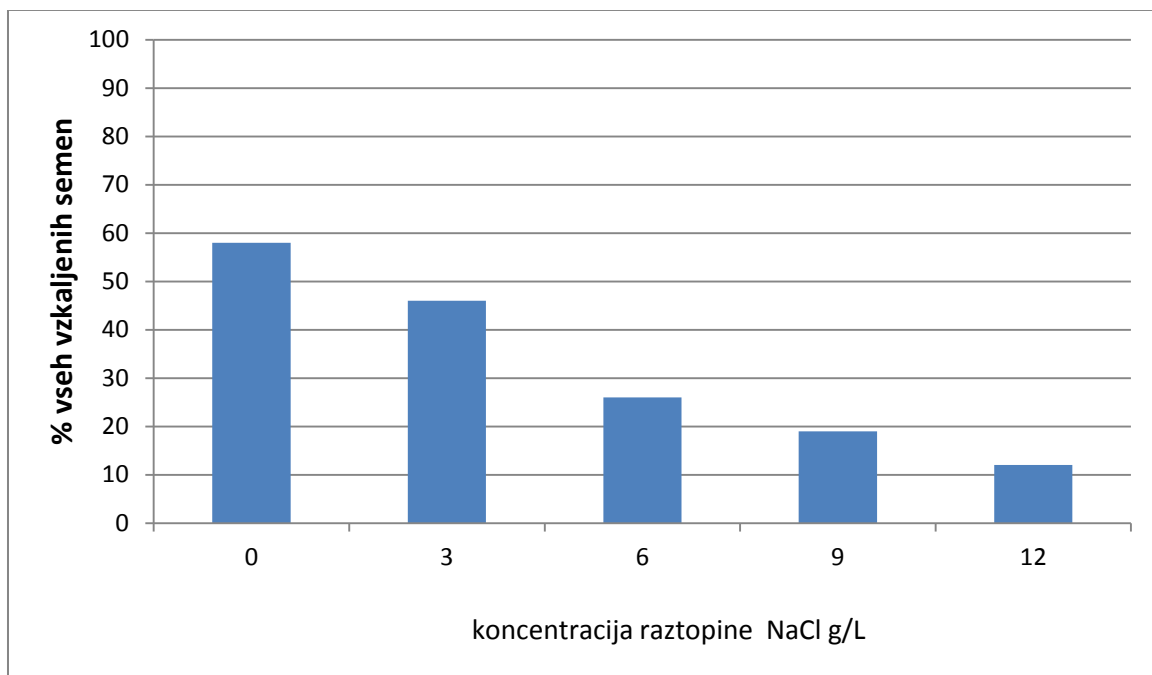
4.2 Kalitev semen pri različnih pH vrednostih in koncentraciji slanosti

Tabela3: Procent kaljivosti japonskega dresnika pri različnih pH vrednostih in različnih koncentracijah NaCl

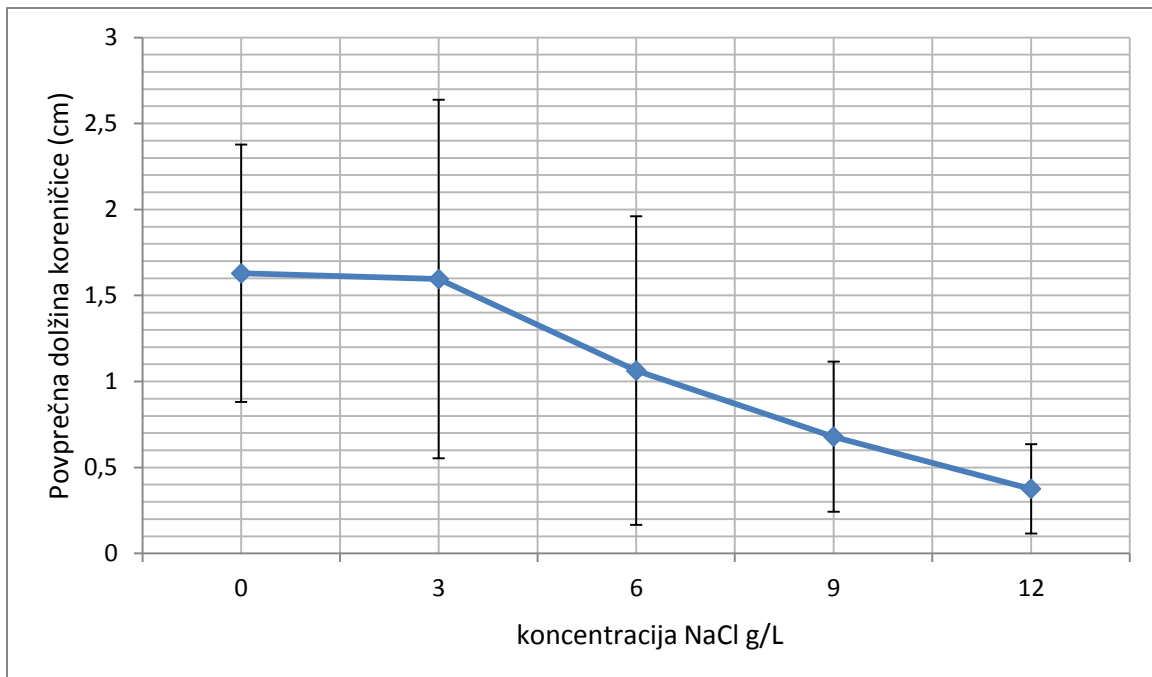
		pH raztopin					
		Dnevi:	4	5	6	7	8
% na novo vzkaljenih semen:	1.	0	0	0	0	0	
	2.	4	6	17	14	10	
	3.	7	16	22	25	18	
	4.	9	14	10	9	9	
	5.	5	9	6	7	5	
Skupen % vseh vzkaljenih semen:		25	45	55	52	42	
		Koncentracija NaCl v g/L					
		Dnevi:	0 g/L	3 g/L	6 g/L	9 g/L	12 g/L
% na novo vzkaljenih semen:	1.	0	0	0	0	0	
	2.	1	10	6	4	2	
	3.	17	14	9	6	5	
	4.	15	13	8	5	3	
	5.	14	9	3	4	2	
Skupen % vseh vzkaljenih semen v petih dneh:		58	46	26	19	12	



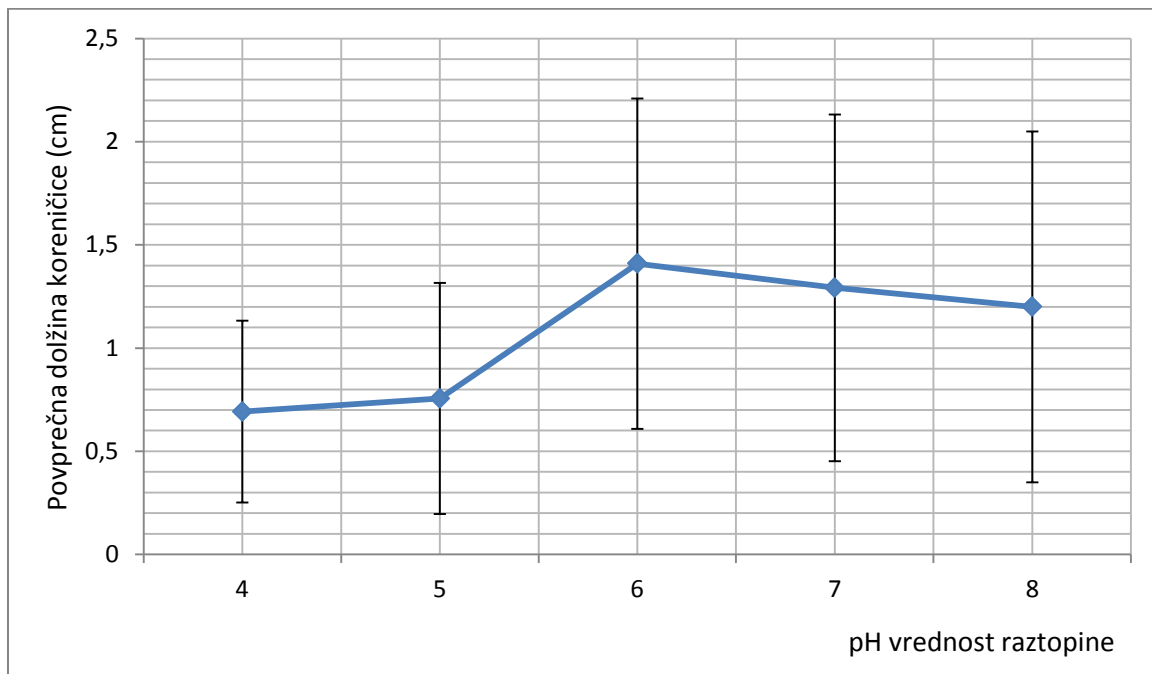
Graf5: Procent vseh vzkaljenih semen v petih dnevih v odvisnosti od različnih pH vrednosti raztopin



Graf6: Procent vseh vzkaljenih semen v petih dnevih v odvisnosti od koncentracije NaCl



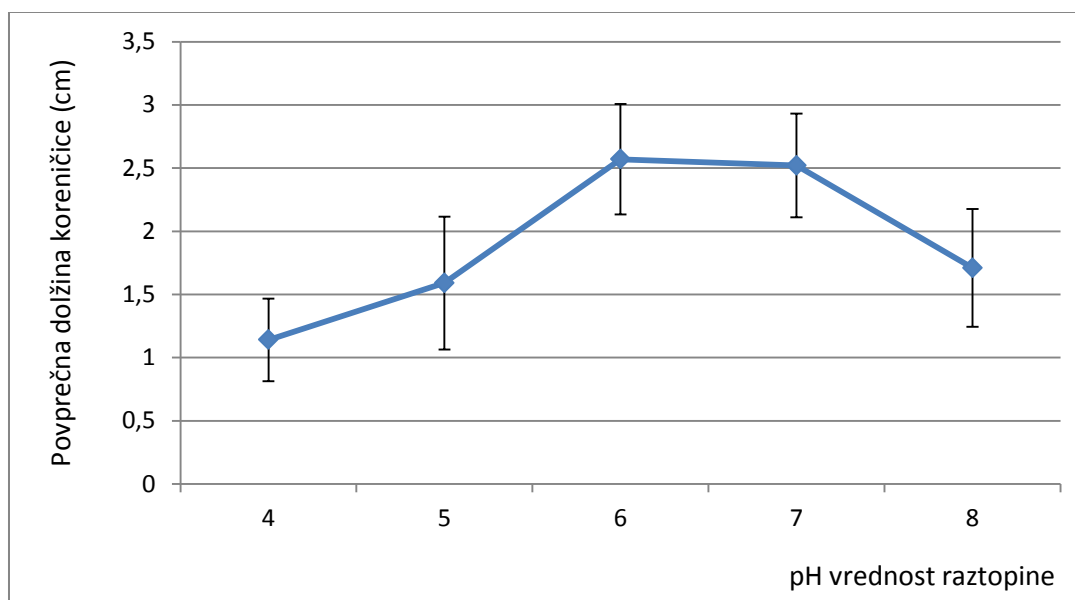
Graf7: Povprečna dolžina korenčice po petih dneh odvisnosti od koncentracije NaCl v centimetrih s standardno deviacijo (+/- 1)



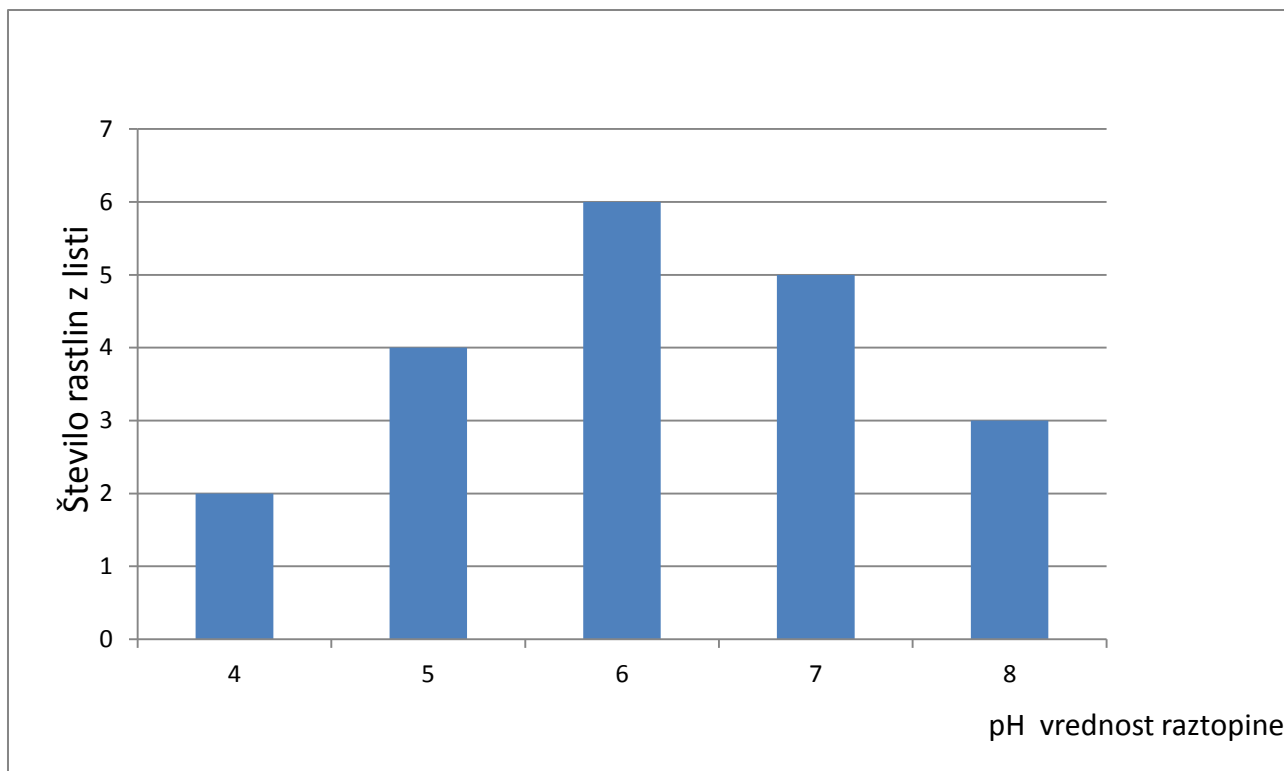
Graf8: Povprečna dolžina korenčice japonskega dresnika po petih dneh pri različnih pH vrednostih v centimetrih s standardno deviacijo (+/- 1)

Tabela4: Dolžine desetih najdaljših korenčic japonskega dresnika pri različnih vrednosti pH v centimetrih po petih dneh

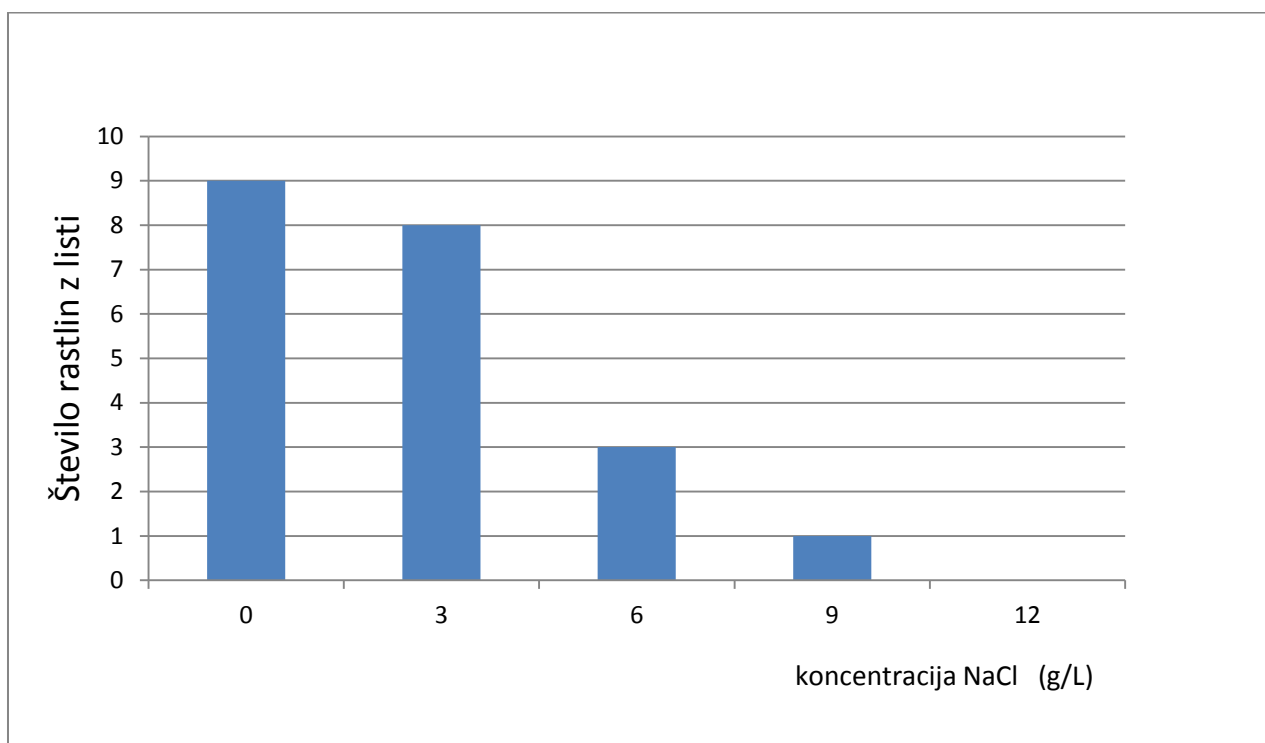
	pH raztopine				
	4	5	6	7	8
Dolžina desetih najdaljših korenčic(cm):	1,8	2,9	3,3	3,1	2,5
	1,4	1,9	3,1	2,9	2,4
	1,3	1,9	3,0	2,9	2,2
	1,3	1,4	2,6	2,9	1,5
	1,2	1,4	2,6	2,6	1,5
	1,1	1,4	2,5	2,4	1,5
	0,9	1,3	2,2	2,2	1,5
	0,8	1,3	2,2	2,1	1,4
	0,8	1,2	2,1	2,1	1,3
	0,8	1,2	2,1	2,0	1,3
Povprečna dolžina (cm):	1,1	1,6	2,6	2,5	1,7



Graf9: Povprečna dolžina desetih najdaljših korenčic japonskega dresnika po petih dneh pri različnih vrednosti pH v centimetrih s standardno deviacijo(+/- 1)



Graf10: Število korenčic japonskega dresnika, ki je pognalo liste pri različnih pH vrednostih po petih dneh



Graf11: Število korenčic japonskega dresnika, ki je pognalo liste pri različnih koncentracijah NaCl po petih dneh

5. Diskusija

5.1 Regeneracija rizomov pri različnih pH vrednostih in koncentraciji slanosti

V bioloških eksperimentalnih raziskavah na vprašanje: »Kaj naredi rastlinsko ali živalsko vrsto uspešno invazivko?« še vedno niso našli zadovoljivega odgovora (Perrins, 1992; Rejmanek, 1995). Obstajajo številne lastnosti organizma, ki omogočajo uspešno širjenje v okolju, bodisi zelo dobra prilagojenost na podnebje, količino padavin, hitro razmnoževanje, odsotnost plenilcev, parazitov... Zato je zelo težko določiti ključno lastnost za invazivnost v okolju. Eno izmed takšnih lastnosti je zagotovo tudi vegetativno razmnoževanje, ki pri japonskem dresniku velja za glavni razširjevalni proces in domnevno ključno lastnost za invazivnost (Lodge 1993).

Na podlagi podatkov lahko ugotovimo, da je prišlo do rasti brstov pri vseh uporabljenih pH vrednostih, tako da regeneracija rizomov in s tem vegetativno razmnoževanje poteka tudi pri visokih (pH 8) in nizkih (pH 4) pH vrednostih. Iz grafa 1 lahko razberemo, kako pH vpliva na končno maso poganjkov, ki so se razvili iz zalistnih brstov rizoma. Povprečna izmerjena masa poganjka je najvišja pri pH=6, iz česar bi lahko sklepali, da je za regeneracijo rizomov najbolj primerna rahlo kisla podlaga. Vendar ob upoštevanju standardnih deviacij ugotovimo, da se uspešnost regeneracije precej pokriva z rezultati pri pH=7, kar kaže na to, da razlike morda niso statistično pomembne. Začetne mase brstov zaradi sajenja skupaj z internodiji nismo poznali in smo v graf tako vključili le končno maso, ter ne spremembe mase. Pred poskusom smo sicer poskrbeli, da so uporabljeni rizomi in zalistni brsti po velikosti čim bolj enaki in da izvirajo iz iste rastline (kloni). Vendar samo masa poganjkov ne daje dovolj zanesljivih podatkov, katera vrednost pH-ja je najbolj primerna, oziroma kje je zmožnost regeneracije rizomov in s tem tudi nevarnost vegetativnega razmnoževanja največja.

Opazili smo, da so vsi poganjki rastle v dolžino in ne širino (največje odstopanje pri merjenju končnega premera je bilo 0,3 cm), s čimer lahko sklepamo, da je sprememba masa poganjka v večini odvisna od rasti v dolžino. Rezultati kažejo (graf 2), da je najdaljša povprečna dolžina poganjkov pri pH=6, kar se sklada z rezultati merjenja povprečne mase poganjkov. Standardna deviacija sicer še vedno delno pokriva rezultate pH=5 in pH=7, vendar je manjša kot standardna deviacija pri merjenju mase, zato lahko sklenemo, da je rast poganjkov v

dolžino najuspešnejša pri pH 6, ki se je izkazal kot najugodnejši za regeneracijo rizomov in s tem za vegetativno razmnoževanje.

Kljub temu, da so rizomi izhajali iz iste rastline in je bila tako genetska osnova ista, nam vrednosti standardne deviacije pokažejo velike razlike med maso in dolžino poganjkov pri istih pH vrednostih. Do razlik je prišlo zaradi različnih možnih zunanjih dejavnikov: nenatančnosti pri globini nasaditve rizoma, lahko tudi zaradi količine hranilnih snovi v rizomu in različne velikosti zalistnih brstov. Kljub temu, da smo se trudili izbrati rizome in zalistne brste enakih velikosti, je bil nadzor te spremenljivke nenatančen. Nekateri koščki rizomov so vsebovali več hranilnih snovi, kakšni so bili nekoliko večji kot drugi, kar je povzročilo hitrejšo rast. Domnevamo, da bi ta se ta razlika zmanjšala v večjem vzorcu. Poskus bi lahko izboljšali tudi z meritvijo začetne dolžine brsta in izračunom % povečanja dolžine za vsak poganjek. Podaljšali bi lahko tudi čas poskusa in merili povečevanje biomase.

Že v raziskavi od Katerine Bimove (2003) je bilo dokazano, da so rizomi japonskega dresnika zmožni rasti na praktično katerikoli prsti, ne glede na pomanjkanje hranilnih snovi. Regeneracija se je dogajala tudi v navadni vodi. Pri našem poskusu smo pri vseh vrednostih pH zaznali spremembe v velikosti poganjkov (začetna dolžina bila med 0,3 in 0,5 centimetra) in s tem smo dokazali, da so se rizomi sposobni regenerirati in nanje pH vpliva le kot faktor upočasnjevanja. Yan (1991) je v svoji raziskavi potrdil, da je za rast rastlin pomembna pH vrednost tal, ker so samo v določenih pH vrednosti zemlje razpoložljiva tista hranila, ki so potrebna za uspešno rast. Višje in nižje pH vrednosti verjetno preprečujejo japonskemu dresniku izkoriščanje določenih pomembnih snovi iz podlage, na kateri raste, lahko pa povzročajo tudi denaturacijo beljakovin, ki so ključne za delovanje vsakega organizma.

Na podlagi rezultatov lahko ugotovimo, da je naša prva hipoteza potrjena. Japonski dresnik se lahko uspešno nespolno (vegetativno) razmnožuje z regeneracijo rizomov v kisli in bazični podlagi pri vseh pH vrednostih med 4 in 8, najhitrejša rast brstov (poganjkov) pa se je pojavila v rahlo zakisani podlagi (pH=6). Zato bi v Sloveniji morali biti pozorni na njegovo širjenje predvsem na območjih, kjer je prst rahlo zakisana.

V grafu3 in grafu4 so predstavljeni podatki povprečnih mas in dolžin rizomov (poganjkov) japonskega dresnika v odvisnosti od koncentracije NaCl. Iz obeh grafov lahko razberemo trend zmanjševanja; povprečna dolžina in masa poganjkov se z višjo koncentracijo soli v

podlagi manjšata. Standardne deviacije pokažejo, da je razpon velik pri nižjih koncentracijah NaCl, medtem ko se pri višjih manjša. Možni razlogi so že prej navedeni dejavniki in močan zaviralni učinek visokih koncentracij NaCl.

NaCl negativno vpliva na hitrost rasti zaradi njegovih lastnosti. Nase veže vodo, povzroča hipertonično okolje in manjši vodni potencial podlage. Lahko bi rekli, da vzpostavi razmere, podobne tistim ob suši. Sprejem vode iz okolice je za rast rastline ključnega pomena, saj voda predstavlja velik del volumna nastajajočih celic, pomembna je tudi za vzdrževanje opore (turgoski tlak). V vodnem stresu rastlina tudi zapre listne reže, kar prepreči sprejem CO₂, pomembnega za fotosintezo že ozelenelih poganjkov.

Rizomi japonskega dresnika so se uspešno regenerirali pri vseh koncentracijah NaCl, tudi v močno slani podlagi (12 g NaCl/L), vendar veliko počasneje kot pri nizkih slanostih. Najhitrejša rast brstov (poganjkov) je bila pri najnižji koncentraciji (destilirana voda, kontrola). S tem smo potrdili hipotezo 2.

Tako kot nizke ali visoke pH vrednosti in povečane koncentracije NaCl rast poganjkov japonskega dresnika upočasnijo, vendar je ne preprečijo zato lahko ugotovimo, da omejitveni dejavniki glede pH in slanosti za japonski dresnik v naravnem okolju praktično ne obstajajo. Zavedati se moramo resnične nevarnosti razširjevalnega potenciala japonskega dresnika, kajti zmožen je rasti na zelo slanih, kisljih ali bazičnih tleh.

5.2 Kalitev semen pri različnih pH vrednostih in koncentraciji slanosti

V drugem eksperimentu smo raziskovali vplive različnih koncentracij soli in pH vrednosti na kalitev semen. Pri obeh pogojih so semena začela kaliti že drugi dan po nastavitvi poskusa, največ semen je vzkalilo 3. dan, nato se je število vzkaljenih semen manjšalo. Rezultati potrjujejo hipotezo 3, semena so kalila pri vseh pH vrednostih, kaljivost je bila največja in povprečna dolžina pognane korenice najdaljša pri rahlo kisli podlagi (pH 6).

Iz grafa 5 in tabele 3 tako razberemo, da je najvišji procent kalitve semen pri pH=6 in sicer 54%, nato postopoma pada proti nižjim oziroma višjim vrednostim pH-ja. Tudi povprečne dolžine korenice nam kažejo, da so najdaljše pri pH=6, kar je razvidno iz grafa 8 in 9.

Hipotezo potrjujejo tudi rezultati, razvidni iz grafa 10, ki nam prikazuje število vzkaljenih semen japonskega dresnika, katere ki so pognali liste. Število korenčic s pognanimi listi po petih dneh najvišje pri pH=6, ter nato postopoma upada proti nižjemu oziroma višjemu pH-ju. To lahko razložimo s tem, da so semena pri ugodnejših pogojih hitreje in uspešneje rastle.

Zaključimo lahko z ugotovitvijo, da semena japonskega dresnika uspešno kalijo v vseh danih pH vrednostih prsti, vendar dosežejo največji procent kalitve (55%) pri rahlo kisli podlagi, višje in nižje vrednosti pH proces kalitve zavirajo (pri pH 4 le še 25% uspešnost kalitve).

Iz tega podatka lahko sklepamo, da so najbolj ogrožena območja za nadaljnjo širjenje rahlo kislila tla. To trditev lahko potrdimo tudi s primerjavo z naravnimi rastišči japonskega dresnika, kjer se pojavlja predvsem na rahlo zakisanih tleh.

Semena so najuspešneje kalila v kontrolni petrijevki (55%) z destilirano vodo, kjer je bila tudi dolžina korenčic najdaljša, kaljivost semen upada z večanjem koncentracije NaCl (graf 6, tabela 3) in je pri najvišji slanosti le še 12%. Rezultati potrjujejo hipotezo 4. NaCl zaviralno vpliva na kalitev, iz istih razlogov, ki smo jih navedli že pri regeneraciji rizomov. Po podatkih povzetih po Organizaciji Združenih narodov za prehrano in kmetijstvo, je naša največja uporabljena koncentracija 12 g NaCl/L, že uvrščena v visoko slane prsti. Hipotezo potrjuje tudi graf 11, ki nam pokaže število rastišč, ki so že pognale liste. Število le teh s višjo koncentracijo soli ponovno upada.

Kljub dokazu, da so semena japonskega dresnika sposobna kaliti tudi pri višjih in nižjih pH vrednostih ter visoki koncentraciji NaCl v prsti, je kaljivost v primerjavi z drugimi raziskavami izrazito manjša (Margot, 2004 ; Engler 2011). Razlogi za to so lahko v prekratnem času ali previsoki temperaturi stratifikacije ali v nezorelosti semen (prezgodnjem pobiranju). Problem je tudi, da se v Sloveniji japonski dresnik zaradi sterilnosti moških cvetov ni sposoben razmnoževati znotraj vrste. Spolno razmnoževanje lahko poteka le s križanjem med sorodnimi vrstami, katerih številni potomci niso sposobni preživeti zaradi različnega števila kromosomov križanih vrst, morda v semenih zarodki niso bili razviti. Čas poskusa je bil razmeroma kratek (5 dni), najverjetneje bi v roku naslednjih nekaj dni vzklilo še več semen.⁷

⁷ Zaradi nevarnosti biološke kontaminacije, predvsem gliv, smo čas poskusa skrajšali, da bi preprečili vpliv razmnoževanja drugih organizmov na dolžino pognane korenčice.

Merjenje dolžine korenčice nam pokaže in potrdi enake rezultate kot je procent uspešnosti kalitve. Ugotovimo lahko, da je daljša povprečna dolžina odvisna od procenta vzkaljenih semen. Tako je povprečna dolžina najdaljša pri $\text{pH} = 6$ in kontrolni skupini koncentracije soli. (graf7 in graf8). Podana standardna deviacija pokaže, da je razpršenost podatkov pri nizkih koncentracija soli velika, kar lahko razložimo z dejstvom, da so semena kalila v obsegu 5 dni. Domnevno so pognane korenčice od semen, ki so kalila v prvih treh dneh povprečno daljša od semen, ki so kalila v četrtem in petem dnevu. Če primerjamo to s standardno deviacijo pri visokih koncentracijah soli ugotovimo, da je tukaj precej nižja, kar se kaže predvsem v počasnejši rasti, ki je posledica zaviralnega učinka soli. Hipertonično okolje celicam onemogoča hitro vsrkavanje vode in hranilnih snovi.

Tudi rezultati vpliva vrednosti pH na dolžino korenčice kažejo visoke standardne deviacije (graf8). Razlog je ponovno najverjetneje kalitev v različnih dneh. Rezultati se vseeno skladajo z rezultati uspešnosti kalitve v procentih, pri čemer je višja povprečna dolžina korenčic pri tistih poskusih, kjer je bila tudi višja procentualna uspešnost kalitve.

Za primerjavo in dokaz, da je bistvenega pomena časovna razlika v času začetka kalitve nam kaže tabela4 in graf9. Graf nam kaže primerjavo dolžine 10 najdaljših korenčic pri različnih vrednostih pH -ja. Tukaj je standardna deviacija precej manjša. Domnevno so ta semena kalila v drugem ali tretjem dnevu in so tako dlje časa rastla. Najdaljša povprečna dolžina korenčice se tako še vedno sklada z podatki iz grafa8 le da so tukaj razlike med povprečnimi dolžinami korenčic še večje.

Po primerjanju rezultatov obeh poskusov smo ugotovili, da tako regeneracija rizomov kot kalitev semen najhitrejša v rahlo kislih tleh in pri nižjih koncentracijah soli v prsti. V obeh primerih določeni dejavniki rasti niso preprečili ampak le upočasnili, kar daje japonskemu dresniku izjemen razširjevalni in razmnoževalni potencial.

Ob problemu velike odpornosti japonskega dresnika na vplive okolja predstavlja novo grožnjo nedavno ugotovljena zmožnost uspešnega spolnega razmnoževanje. Trenutno je tako v Evropi kot ZDA nespolno razmnoževanje še vedno prevladujoče. Povzročča milijonsko okoljsko in infrastrukturno škode. Povzeto po Shropshire Council (2005) bi odstranitev japonskega dresnika iz Velike Britanije z najcenejšimi metodami stala 1,56 milijarde evrov.

Če bi zaradi križanja med vrstami prišlo do naključnega nastanka novega križanca rodu *Fallopia*, ki bi se zelo uspešno razmnoževal tudi spolno, bi se lahko ta številka tudi potrojila. Število semen, ki ga jih ustvari samo 1 rastlina japonskega dresnika lahko preseže 190 000. Tudi če bi pogoji omogočili kalitev samo polovici teh semen, bi to lahko povzročilo eno največjih okoljskih katastrof v zgodovini.

Japonski dresnik je zagotovo izjemno zanimiva rastlina, ki se vztrajno razširja v Evropi. In vse kaže, da bo ustavljanja invazije te vrste izjemno, izjemno težko. Ena izmed stvari, ki jo lahko naredimo pri reševanju te problematike je, da razširjamo znanje o invazivnih rastlinskih vrstah na čim večji krog ljudi. Upam, da bo k temu vsaj malo prispevala tudi ta raziskovalna naloga in da bodo njeni rezultati vsaj malo prispevali k poznavanju ekologije te vrste in k ohranitvi in vzpostavljanju ekološkega ravnovesja Slovenije v bližnji prihodnosti.

6. Zaključek

Rezultati so pokazali, da lahko japonski dresnik kali in se vegetativno razmnožuje pri vseh koncentracijah NaCl in pH vrednostih, ki jim je bil izpostavljen. Najbolj ugodni pogoji za kalitev in regeneracijo brstov so bili pri pH vrednosti podlage 6 in destilirani vodi. Z večanjem slanosti (koncentracije NaCl) ter nižanjem/višanjem pH vrednosti podlage se je masa in dolžina poganjkov (razvijajočih brstov) zmanjševala, vendar je bilo rast opaziti tudi pri največji koncentraciji soli in najvišjih/najnižjih pH vrednostih, ki so ji bili izpostavljeni rizomi in semena.

Z dokazom relativno visoke kaljivosti semen pri vseh pogojih smo dokazali, da se je japonski dresnik zmožen razmnoževati brez prisotnosti moških rastlin. Možnosti spolnega razmnoževanja znotraj križancev, sorodnih vrst in japonskega dresnika je z uspešnimi kalitvami v raziskavah že bila potrjena. Ne vemo pa zagotovo ali so potomci križancev zmožni nadaljnega razmnoževanja. Kljub vsemu vrste iz rodu *Fallopia*, ki bi se lahko spolno razmnoževala uspešneje od vegetativnega razmnoževanja še ne poznamo. Zaradi vse večje genetske raznolikosti pa se lahko zgodi, da bi spolno razmnoževanje postalo primaren način razširjanja katere izmed podvrst. To bi lahko postala največji biološko-ekološki problem Evrope. Zato bi morali raziskave na tem področju nujno nadaljevati.

Zaključimo lahko, da so najbolj ogrožena območja za širjenje japonskega dresnika rahlo kislila z nizko vsebnostjo soli v prsti, kjer je naravna rastlinska združba zaradi človekovih posegov nestabilna. Takšna območja predstavljajo v Sloveniji predvsem osrednji predeli z nižinskimi predeli Gorenjske, Podravske, Savinjske, Zasavske in tudi Prekmurja. Tukaj bi morali uvesti še strožje preventivne ukrepe kot na primer preverjanje prsti pred prevažanjem, prepoved sajenja. V primeru pojavljanja te rastline pa bi morali izvajati ukrepe za njegovo odstranitev (večletna košnja pred cvetenjem, izkopavanje celih rastlin, uporaba herbicidov...) ter tako omejiti njegovo nadaljnje širjenje. Japonski dresnik ima izjemen razširjevalni in razmnoževalni potencial. Z dokazom, da višja slanost in pH vrednost lahko vsaj malo omeji hitro širjenje te invazivke, odpira mnoga nova vprašanja za nadaljnjo delo. Še vedno ni jasno ali japonski dresnik uspeva na vseh območjih ne glede na kombinirane vrednosti slanosti, pH-ja in hranilnih vrednosti. Nadgradnja te raziskovalne naloge bi bila preverjanje uspešnosti rasti japonskega dresnika na prsteh, ki jih najdemo v Sloveniji.

7. Seznam uporabljene literature:

1. Albertstein B., Junger Bohmer, H., 2011. Invasive Alien species fact sheet: *Fallopia japonica* [Online]. Dostopno na URL naslovu: http://www.nobanis.org/files/factsheets/Fallopia_japonica.pdf [parafrazirano 19.1.2013, 15:30].
2. Bimova, C., Mandak, B., Pyšek, P., 2003. Experimenty study of vegetative regeneration in four invasive *Reynoutria* taxa [Online]. Dostopno na URL-naslovu: <http://www.jstor.org/discover/10.2307/20146393?uid=3739008&uid=2129&uid=2&uid=70&uid=4&sid=21101697284027> [parafrazirano 24.1.2013, 19:32].
3. Böhmer H., Heger, T., Trepl, L., 2000. Case studies on alien species in Germany [Online]. Dostopno na URL naslovu: http://bfn.de/fileadmin/NEOBIOOTA/documents/PDF/fallopia_japonica_fallstudie.pdf [parafrazirano 16.1.2013, 19:21]
4. Bone, O., Denton, E. J., 1971. The osmotic effects of electron microscope fixatives. The Rockefeller University Press, 3. str. 571-581.
5. Brock, J., Wade, M., 1992. Regeneration of Japanese knotweed (*Fallopia japonica*) from rhizomes and stems. IXe Colloque international sur la biologie des mauvaises herbes, 18, str. 85-94.
6. Eagler, J., 2011. Seed characteristics and germination limitations in the highly invasive *Fallopia japonica*. Tokio: the ecological society of Japan.
7. Forman, J., Kesseli, R.V., 2003. The sexual reproduction in the invasive species *Fallopia japonica*. American J.Bot. 90, str. 586 – 592.
8. Frajman B., 2008. Japonski dresnik *Fallopia japonica* [Online]. Dostopno na URL naslovu: <info/informativni-listi/INF1-japonski-dresnik.pdf> [parafrazirano 17.1.2013, 19:20]
9. Hollingsworth M., Bailey J., 2000. Evidence for massive clonal growth in the invasive weed *Fallopia japonica* (Japanese Knotweed). Botanical Journal of the Linnean Society, 133, str. 463-472
10. Japanese Knotweed [Online]. Dostopno na URL naslovu: <http://www.shropshire.gov.uk/environmentalhealth.nsf/open/CE7E3A0BCFA72B49802576F000389CE9> [parafrazirano 19.1.2013, 15:27]
11. Jogan, N., 2006. Japonski dresnik (*Fallopia japonica*) – rastlina leta 2006. Proteus, 10, str. 437-440.

12. Kidson, R., Westoby, M., 1982. Seed mass and seedling dimensions in relation to seedling establishment. *Oecologia*, 125, str. 11-17.
13. Klimeš L., Osborn J. 1993. Regeneration capability and carbohydrate reserves in clonal plant *Rumex alpinus*: effect on burial. *Vegetatio*, 109, str. 153-160.
14. Konvencija o biološki raznovrstnosti [Online]. Dostopno na URL naslovu: <http://www.cbd.int/> [parafrazirano 24.1.2013, 16:31]
15. Kosmale, S., 1981. Die Einwanderung von *Reynoutria japonica* Houtt. – Bereicherung unserer Flora oder Anlass zur Besorgnis? *Natur u. Heimat*, 3, str. 6-11
16. Krajšek Strguljc, S., Jogan, N., 2011. Rod *Fallopia* adans in Slovenia [Online]. Dostopno na URL naslovu: http://bds.biologija.org/gradiva/hladnikia/online_issue/HLADNIKIA_28_str17-40_Hi.pdf [parafrazirano 16.1.2013, 19:21]
17. Lodge, D. M., 1993. Biological invasions: lessons for ecology. *Tree*, 8, str. 133-137.
18. Laznik, Ž, Trdan, S., 2012. Japonski dresnik (*Fallopia japonica* [Houtt.] Ronse Decraene) in njegovo zatiranje z bolšico *Aphalara itadori* Shinji, *Acta agriculturae Slovenica* 99, str. 93 – 98.
19. Margot, R., Mcnair, J., 2004. Seed germinability and its seasonal onset of Japanese knotweed. *Weed science*, 5, str. 759-767.
20. Martinčič, A., T. Wraber, N. Jogan, A. Podobnik, B. Turk in B. Vreš, 2007: Mala flora Slovenije. Tehniška založba Slovenije, Ljubljana.: str. 211
21. Organizacija Združenih narodov za prehrano in kmetijstvo [Online]. Dostopno na URL naslovu: <http://www.fao.org/docrep/R4082E/r4082e08.htm> [parafrazirano 6.12.2012, 19:11]
22. Perrins, J., Williamson, M., Fitter, A., 1992. A survey of differing views of weed classification. *Implications for regular of introduction*, 59, str. 47-56.
23. Rejmanek, M. 1995. What makes a species invasive? SPB academic publishing, str. 3-16.
24. Prather, S., T. et al. 2009. Knotweed shrubs: identification, biology and management [Online]. Dostopno na URL naslovu: <http://www.cals.uidaho.edu/edcomm/pdf/PNW/PNW0610.pdf> [parafrazirano 22.1.2013, 19:06]

25. Reinhardt, F. et al. 2003. Economic impact of the spread of alien species in Germany [Online]. Dostopno na URL naslovu: <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-1/2434.pdf> [parafrazirano 29.1.2013, 15:29]
26. Richardson, D. M., et al., 2000. Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions [Online]. Dostopno na URL naslovu: http://www.ibot.cas.cz/personal/pysek/pdf/naturalization_and_invasion_%20of_alien_plants.pdf [parafrazirano 5.1.2013, 17:13]
27. Strgar, V., 1982. Genus *Reynoutria* v adventivni flori Slovenije, II Biol, 30, str. 151-154.
28. Strgulc Krajšek, S., Jogan, N., 2011. Rod *Fallopia* Adans v Sloveniji. Hladnikia, 28, str. 17-40.
29. Varnostni list za območje EU, skladno z direktivo EU 91/ 155: Vermikulit, dostopno na URL naslovu: <http://www.vetisa.si/vsebina/vermikulit%20varnostni%20list-28-09-2012.pdf>
30. Veenvliet Kus, J., 2009. Tujerodne vrste: Pribežnice iz vrtov. Ljubljana: Zavod Symbiosis, Grahovo.
31. Wang, Z., Li, L., Han, X., Dong, M., 2004. Do rhizomes and shoot defoliation affect clonal growth of *Leymus chinensis* at ramet population level? Kitajska: Quantitative Vegetation Ecology, Institut of botany, the Chinese academy of science.
32. Tomšič, A., 2010. Statistika ne laže, Ljubljana: Pro - Andy.
33. Yan, F., Schubert, S., Mengel, K., 1991. Effect of low root medium pH on net proton release, root respiration, and root growth of corn (*Zea mays* L.) and Broad bean (*Vicia faba* L.) [Online]. Dostopno na URL naslovu: <http://www.plantphysiol.org/content/99/2/415.full.pdf+html> [parafrazirano 31.1.2013].

7.1 Viri slik:

- Slika1:Richardson [Spletni vir]. Dostopno na URL: <http://www.tujerodnevrste.info/wp-content/uploads/stopnje-invazivnosti.png> (10.1.2013).
- Slika 2: Urbančič Zemljič, Škerlavaj[Spletni vir].Dostopno na URL naslovu: http://www.dvrs.bf.uni-lj.si/spvr/1999/15urbanciczemljic_99.pdf (12.1.2013)
- Slika3: Strgulc Krajšek, Jogan [Spletni vir]. Dostopno na URL: http://www.arhiv.mop.gov.si/fileadmin/mop.gov.si/pageuploads/podrocja/okolje/pdf/invazivke/invazivke_mol_2010_izbrane_vrste_izrock_jogan_strgulc.pdf (1.2.2013)
- Slika4:Kres [Spletni vir]. Dostopno na URL: http://www.henriettesherbal.com/files/images/photos/f/fa/d04_2679_fallopia-sachalinensis.jpg (10.1.2013).
- Slika5: Calow [Spletni vir]. Dostopno na URL: <http://warehouse1.indicia.org.uk/upload/Knotweed,%20Japanese%20Fallopia%20japonica%29%20Stanton%20Road%20Sapcote%20SP%204887%209374%20taken%206.9.2006%29.JPG>(10.1.2013).
- Slika6: Albertstein, Junger Bohmer,[Spletni vir]. Dostopno na URL: http://www.nobanis.org/files/factsheets/Fallopia_japonica
- Slika 7: Vreš [Spletni vir]. Dostopno na URL: http://bds.biologija.org/gradiva/hladnikia/online_issue/HLADNIKIA_28_str17-40_Hi.pdf (12.1.2013)
- Slika 7: Rizom japonskega dresnika.Samostojna slika.(5.1.2013)
- Slika 8: 50 semen japonskega dresnika Samostojna slika.(1.1.2013)

8. Priloge:

Priloga 1: Dolžina posameznih pognanih korenčic pri različnih pH vrednostih

Seme:	pH raztopine				
	4	5	6	7	8
1	1,3	0,5	3,3	1,4	2,5
2	0,8	0,3	0,1	2,9	2,2
3	0,5	0,2	1,4	0,4	0,3
4	0,4	0,9	0,9	0,1	1,2
5	0,6	0,9	1,8	0,8	2,4
6	0,4	0,3	0,9	0,4	0,9
7	0,7	1,0	1,9	3,0	3,0
8	1,8	1,2	0,2	0,9	0,3
9	0,1	0,2	1,9	0,7	2,0
10	0,3	0,4	0,5	2,1	0,9
11	1,1	0,3	1,5	2,0	3,0
12	0,4	0,5	0,7	1,4	0,6
13	0,5	0,9	0,7	1,0	1,1
14	1,2	1,3	3,0	0,5	1,3
15	0,2	0,3	0,7	0,6	3,3
16	0,9	0,5	2,1	0,4	0,3
17	0,8	0,6	3,1	0,2	0,3
18	1,4	0,4	2,2	2,0	1,5
19	0,3	0,5	0,7	0,4	0,6
20	0,4	0,3	1,0	0,8	1,3
21	0,4	1,1	0,8	1,1	3,0
22	0,5	0,4	1,3	1,5	0,5
23	0,2	1,4	2,6	1,5	0,5
24	1,3	0,4	2,1	0,4	0,5
25	0,8	0,4	0,8	0,9	1,5
26		0,4	2,0	0,9	1,5
27		0,6	0,8	1,4	0,1
28		0,8	0,5	1,0	1,0
29		0,9	0,9	0,1	0,5
30		1,2	1,3	1,2	1,5
31		0,2	0,8	0,9	0,5
32		0,3	1,4	1,3	1,4
33		0,4	0,6	2,1	1,3
34		1,2	1,9	0,3	0,8
35		0,5	0,5	1,7	1,2
36		1,9	1,7	0,5	0,1

37		2,9	1,1	0,7	0,3
38		1,9	0,5	1,2	1,1
39		1,4	0,8	1,1	1,1
40		1,0	1,8	0,3	1,0
41		0,3	3,0	3,1	0,9
42		0,8	1,2	2,4	1,1
43		0,5	1,0	2,9	
44		0,2	2,2	1,0	
45		1,4	1,8	0,5	
46			2,5	1,8	
47			1,9	1,9	
48			1,2	2,2	
49			0,2	2,6	
50			0,9	2,9	
51			1,9	2,0	
52			2,6	1,8	
53			2,1		
54			1,3		
55			0,9		
Povprečna dolžina (cm):	0,692	0,76	1,40	1,29	1,2

Priloga 2: Dolžina posameznih pognanih korenčic v odvisnosti od koncentracije NaCl

Koncentracija NaCl v gramih na 1 liter raztopine					
Seme:	0 g/L	3 g/L	6 g/L	9 g/L	12 g/L
1	0,9	0,7	0,5	1,7	0,2
2	1,3	1,6	0,6	0,4	0,4
3	1,9	3,0	0,5	0,3	0,7
4	2,0	1,6	0,4	0,2	0,1
5	1,5	1,3	0,2	0,8	0,2
6	1,1	1,5	0,2	0,5	0,9
7	0,9	0,6	2,8	1,0	0,1
8	1,3	1,0	1,2	0,1	0,1
9	2,9	0,4	2,5	0,4	0,3
10	0,8	0,3	3,7	0,9	0,5
11	0,7	4,0	0,9	0,2	0,4
12	2,2	0,6	0,8	0,2	0,6
13	1,8	1,0	1,1	0,8	
14	1,8	1,7	1,7	1,1	
15	1,2	3,0	0,4	1,4	
16	0,6	0,5	0,3	0,5	
17	0,9	0,5	0,8	0,8	

18	3,0	0,2	1,5	1,0	
19	2,1	0,4	2,1	0,6	
20	3,2	1,0	1,9		
21	1,8	1,8	0,5		
22	1,2	2,5	0,2		
23	1,9	1,8	0,6		
24	2,1	0,5	0,4		
25	3,3	3,3	0,9		
26	1,1	3,2	1,1		
27	1,6	2,1			
28	0,4	2,6			
29	0,9	3,2			
30	0,7	0,2			
31	1,8	0,1			
32	1,1	1,8			
33	1,9	1,8			
34	2,6	1,6			
35	2,8	2,9			
36	1,9	0,8			
37	1,5	1,6			
38	1,7	0,4			
38	1,0	0,8			
39	1,9	3,0			
40	2,2	2,9			
41	0,8	0,5			
42	1,1	2,9			
43	1,0	2,2			
44	2,6	2,1			
45	1,9	1,4			
46	1,6	1,9			
47	0,2				
48	0,5				
49	1,8				
50	3,4				
51	1,9				
52	1,3				
53	1,9				
54	1,5				
55	1,4				
56	1,9				
57	1,1				
58	2,7				
Povprečna dolžina (cm):	1,63	1,59	1,07	0,68	0,38

Priloga 3: Povprečna regeneracija rizomov v odvisnosti od pH in koncentracije NaCl
(preračunano iz spremembe dolžine brsta)

pH	Povprečna regeneracija posameznega rizoma (glede na začetno in končno dolžino) v %
4	325
5	570
6	680
7	600
8	405

Koncentracija NaCl (g/L)	Povprečna regeneracija posameznega rizoma (glede na začetno in končno dolžino) v %
0	730
3	550
6	450
9	300
12	190