

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Sanela SADIKOVIĆ

**VPLIV TRETIRANJA S SELENOM NA TATARSKO
AJDO (*Fagopyrum tataricum* Gaertn.)**

DIPLOMSKO DELO

Visokošolski strokovni študij

Ljubljana, 2013

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Sanela SADIKOVIĆ

VPLIV TRETIRANJA S SELENOM NA TATARSKO AJDO
(*Fagopyrum tataricum* Gaertn.)

DIPLOMSKO DELO
Visokošolski strokovni študij

INFLUENCE OF TREATMENT WITH SELENIUM IN TARTARY
BUCKWHEAT (*Fagopyrum tataricum* Gaertn.)

GRADUATION THESIS
Higher professional studies

Ljubljana, 2013

Diplomsko delo je zaključek visokošolskega strokovnega študija agronomije.

Opravljeno je bilo na Katedri za genetiko, biotehnologijo, statistiko in žlahtnjenje rastlin Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani, kjer so v laboratoriju potekale meritve in shranjevanje materialov in podatkov.

Setev je bila izvedena v Biljah, setev semen za kalice pa v laboratoriju Katedre za genetiko, biotehnologijo, statistiko in žlahtnjenje rastlin Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.

Študijska komisija Oddelka za agronomijo je za mentorja diplomskega dela imenovala akad. prof. dr. Ivana KREFTA.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednica: prof. dr. Katja VADNAL

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Član: akad. prof. dr. Ivan KREFT

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Članica: prof. dr. Zlata LUTHAR

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Datum zagovora:

Delo je rezultat lastnega raziskovalnega dela. Podpisana se strinjam z objavo svojega diplomskega dela v polnem tekstu na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete.

Izjavljam, da je delo, ki sem ga oddala v elektronski obliki, identično tiskani verziji.

Sanela SADIKOVIĆ

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

- ŠD Vs
DK UDK 633.12:546.23 (043.2)
KG ajda/selen/kalčki/morfološke lastnosti/rast/razvoj/
KK AGRIS F01
AV SADIKOVIĆ, Sanela
SA KREFT, Ivan (mentor)
KZ SI - 1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo
LI 2013
IN VPLIV TRETIRANJA S SELENOM NA TATARSKO AJDO (*Fagopyrum tataricum* Gaertn.)
TD Diplomsko delo (visokošolski strokovni študij)
OP IX, 30 str., 8 pregl., 11 sl., 25 vir.
IJ sl
JI sl/an
AL Leta 2009 smo v primerno pripravljeno zemljišče posejali zrna tatarske ajde. Posejali smo jih na dveh delih njive, na enem delu smo rastline poškopili z raztopino selena, na drugem delu njive pa so bile rastline, ki smo jih imeli za primerjavo in jih nismo škropili. Na koncu rastne dobe smo pobrali nekaj vzorcev s selenom tretiranih rastlin in nekaj vzorcev brez dodatka selena. Merili smo dolžino listov in stebel, premer stebel, določali vsebnost klorofila, na koncu pa smo s selenom tretiranih rastlin in tistih brez dodatka selena, pobrali semena, iz katerih smo vzgojili kalice in jih primerjali. Merili smo dolžino stebel, kličnih listov, ugotavljali kaljivost in stehali kalice. Z rezultati smo potrdili naše domneve glede pozitivnega vpliva selena na rast in razvoj tatarske ajde. Pri meritvah dolžine listov za rastline tretirane s selenom, smo dobili za dolžino a povprečje 22,15 mm, za dolžino b pa 28,11 mm. Prav tako smo merili dolžine listov za rastline brez dodatka selena in povprečje dolžine a je bilo 20,39 mm in dolžine b 25,68 mm. Iz tega lahko sklepamo, da so imele rastline tretirane s selenom daljše liste, kot rastline brez dodatka selena. Pri meritvah dolžine stebel in premera stebel smo prav tako potrdili pozitiven vpliv selena, saj so rastline, tretirane s selenom, imele v povprečju za 6,91 cm daljša stebila in za 0,83 mm večji premer stebel, kot rastline brez dodatka selena. Pri ugotavljanju vsebnosti barvil smo ugotovili, da imajo rastline, tretirane s selenom, intenzivnejše obarvane liste in vsebujejo nekoliko manj barvil v zrnih. Prav tako smo pri ugotavljanju kaljivosti semen z rastlin, tretiranih s selenom in tehtanju kalic ter meritvah dolžine stebel in kličnih listov potrdili pozitiven vpliv selena.

KEY WORDS DOCUMENTATION

- DN Vs
DC UDC 633.12:546.23 (043.2)
CX Buckwheat/selenium/sprouts/growth/development/
CC AGRIS F01
AU SADIKOVIĆ, Sanela
AA KREFT, Ivan (supervisor)
PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Agronomy
PY 2013
TI INFLUENCE OF TREATMENT WITH SELENIUM IN TARTARY
BUCKWHEAT (*Fagopyrum tataricum* Gaertn.)
DT Graduation thesis (Higher professional studies)
NO IX, 30 p., 8 tab., 11 fig., 25 ref.
LA sl
AL sl/en
AB We sowed tartary buckwheat grains in the suitably prepared plot in the year 2009. The seeds were sowed on two parts of the tilled ground, on one part we sowed seeds, which will grow into plants that we sprayed with selenium solution and the other part of the tilled ground was sowed with seeds, which will grow into the plants that we plan to use for comparison and will not be sprayed. At the end of the growing season we picked up samples from with selenium treated plants and samples without the addition of selenium. We measured the length of the leaves, steams, measured the content of chlorophyll and at the end, we sowed the seeds from the plants treated with selenium and those without the selenium treatment, from which we raised the sprouts and compared them. We measured the length of steams, cotyledon leaves, determined the germination and weighted them. The obtained results confirmed our assumptions regarding the influence of the selenium on the growth and development of the tartary buckwheat. In the measurement in leaf length of plants treated with selenium, the case of length a indicated an average of 22.15 mm, and the length b an average of 28.11 mm. In addition to the above, we also measured leaf length for plants with the additive of selenium and the average in the length a turned out to be 20.39 mm and for the length b 25.68 mm. It can be concluded that the plants treated with selenium had longer leaves compared to the plants without the addition of selenium. In the measurement of steam length and steam diameter we also confirmed a positive effect of selenium, because the plants treated with selenium had in average for about 6.91 cm longer steams and for approximately 0.83 mm larger diameter of steams compared to plants without the addition of selenium. In determining the content of dyes, we found that the plants treated with selenium have more intensively coloured leaves and contain slightly fewer dyes in the grains. In determining germination of seeds from plants treated with selenium and weighing sprouts and measurement of length of steam and germ leaves, we also confirmed the positive effect of selenium.

KAZALO VSEBINE

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO VSEBINE	V
KAZALO PREGLEDNIC	VI
KAZALO SLIK	VII
OKRAJŠAVE IN SIMBOLI	VIII
SLOVARČEK	IX
1 UVOD	1
1.1 OPREDELITEV PROBLEMA IN NAMEN DIPLOMSKE NALOGE	1
1.2 DELOVNE HIPOTEZE	2
2 PREGLED OBJAV	3
2.1 AJDA	3
2.2 UPORABA	4
2.3 SELEN	5
2.3.1 Prisotnost selena v tleh	6
2.3.2 Vpliv selena na rast rastlin	6
3 MATERIALI IN METODE DELA	9
3.1 POLJSKI POSKUS	9
3.2 DELO V LABORATORIJU	9
3.3 KVANTITATIVNO UGOTAVLJANJE ASIMILACIJSKIH PIGMENTOV V RASTLINSKEM TKIVU	10
4 REZULTATI	12
4.1 LASTNOSTI RASTLIN	12
4.2 KALJIVOST SEMEN RASTLIN TRETIRANIH S SELENOM IN BREZ SELENA	16
4.3 RAZVOJNI STADIJ KALIC	17
4.4 LASTNOSTI KALIC	20
5 RAZPRAVA IN SKLEPI	22
6 POVZETEK	23
7 VIRI	24
ZAHVALA	

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Rezultati meritev dolžine listov rastlin tatarske ajde brez dodatka selena	12
Preglednica 2: Rezultati meritev dolžine listov rastlin tatarske ajde, tretiranih s selenom	12
Preglednica 3: Rezultati meritev dolžine stebel rastlin tatarske ajde brez dodatka selena in tretiranih s selenom	13
Preglednica 4: Rezultati meritev premera stebel rastlin tatarske ajde brez dodatka selena in tretiranih s selenom	14
Preglednica 5: Rezultati meritev vsebnosti klorofila a, klorofila b in karotenoidov za listje in zrnje rastlin tatarske ajde brez selena in tretiranih s selenom	16
Preglednica 6: Kaljivost semen rastlin tatarske ajde, tretiranih s selenom in brez selena (2 x 100 semen)	16
Preglednica 7: Rezultati meritev dolžine stebel in kličnih listov za kalice semen rastlin tatarske ajde, ki smo jim dodali selen in tistih brez selena	20
Preglednica 8: Rezultati tehtanja mase 2 x 100 vzorcev rastlin tatarske ajde in povprečja 200 rastlin skupaj za kalice semen z rastlin brez selena in tretiranih s selenom	21

KAZALO SLIK

Slika 1: Tatarska ajda (<i>Fagopyrum tataricum</i> Gaertn.) (Ein Garten ..., 2005)	4
Slika 2: Dolžina a-od vrha lista tatarske ajde do začetka listnega peclja, dolžina b-od vrha lista do konca	10
Slika 3: Velikost listov tatarske ajde brez dodatka selena in tretiranih s selenom	13
Slika 4: Dolžina stebela tatarske ajde v cm brez dodatka selena in tretiranih s selenom	14
Slika 5: Premer stebel tatarske ajde v mm brez dodatka selena in tretiranih s selenom	15
Slika 6: Kalice semen z rastlin tatarske ajde, ki jim ni bil dodan selen (10.10.2010)	17
Slika 7: Kalice semen z rastlin tatarske ajde tretiranih s selenom (10.10.2010)	18
Slika 8: Kalice semen z rastlin tatarske ajde, ki jim ni bil dodan selen (12.10.2010)	18
Slika 9: Kalice semen z rastlin tatarske ajde tretiranih s selenom (12.10.2010)	19
Slika 10: Kalice semen z rastlin tatarske ajde, ki jim ni bil dodan selen (14.10.2010)	19
Slika 11: Kalice semen z rastlin tatarske ajde tretiranih s selenom (14.10.2010)	20

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

Se(VI):	selenat(VI)
SeCys:	selenocistein
SeMet:	selenometionin
SeMeSeCys:	selenometilselenocistein

SLOVARČEK

- Asimilacijski pigment:** pigmenti, ki sodelujejo v svetlobnih reakcijah fotosinteze
- Klorofil a:** je tip klorofila, ki je najpogostejši in prevladuje v fotosintetskih organizmih kot so višje rastline in zelene ter rdeče alge
- Klorofil b:** skoraj vse višje rastline in zelene alge vsebujejo zelenorumeni klorofil, ki je bolj topen kot klorofil a, zaradi karbonilne skupine
- Karotenoidi:** so predstavniki rastlinskih pigmentov, ki jih najdemo v rdeči in rumeni zelenjavi in sadju. So pomembna vrsta rastlinskih hranilnih snovi, ki delujejo kot antioksidanti.
- Antioksidanti:** so snovi, ki nevtralizirajo za celice nevarne proste radikale kot so npr. odpadne molekule kisika, ki se potikajo v našem telesu, napadajo celice, trgajo njihove membrane, kvarijo njihov genetski material, povzročijo oksidacijo maščob in propad celic.

1 UVOD

Selen je esencialen mikroelement, ki se nahaja v VI. skupini periodnega sistema. Leta 1818 ga je odkril J. J. Berzelius. Je sestavina glutation peroksidaze, ki je biološki antioksidant in ima zelo pomembno vlogo v našem organizmu. Selen pomaga vzdrževati elastičnost tkiva, sodeluje pri sintezi številnih hormonov, pomaga preprečevati navale vročine, potrnosti v meni, ima pa tudi pozitivno vlogo pri preprečevanju in odpravljanju prehlada. Kot močan antioksidant krepi tudi odpornost organizma, ga ščiti pred vplivom prostih radikalov in deluje vzajemno z vitaminom E (Štrekelj, 2009).

Za selen velja tudi trditev, da je vsaka zdravilna učinkovina v prevelikih količinah tudi strupena. Selen, ki je sicer nujen za življenje ljudi in živali, saj ima pozitivne učinke na rast kot tudi pomembno antioksidativno, antikancerogeno in antimitogeno vlogo, je koristen le v manjših koncentracijah (do 200 µg/dan). Pri previsokih koncentracijah (nad 1000 µg/dan) ima genotoksične in kancerogene učinke, nad 3200 µg/dan povzroča selenozo (Reid in sod., 2004), pri prenizkih odmerkih (pod 11 µg/dan) pa se pojavijo znaki pomanjkanja (Letavayova in sod., 2006). Zaradi tega je pomembno zaužiti primerne količine tega elementa. Ker pa Se v hrani ne dobimo v zadostnih količinah, ga lahko poiščemo na tržišču v obliki prehranskega dopolnila s selenom, kot alternativa tem pripravkom pa se v zadnjem času pojavljajo tudi živila s povečano količino naravno prisotnega selena.

Ugotovljeno je bilo, da selen, dodan v obliki kvasa, zmanjša smrtnost zaradi različnih oblik raka. To je v skladu z rezultati raziskav na živalih, ki so pokazale preventivne lastnosti selena. Različne oblike selena imajo drugačen vpliv na zaščito pred rakom. Selen lahko nastopa v aminokislinah (selenocistein (SeCys) in selenometionin (SeMet)), derivatih aminokislin, kot je selenometilselenocistein (SeMeSeCys) in v obliki selenata ali selenita. Vsaka od teh oblik vstopa v metabolizem selena na različne načine, zato ima različne metabolne učinke. Vendar pa kljub učinkom, se te oblike selena pretvorijo v metilselenol, ki ščiti pred kancerogenezo (Finley in sod., 2001).

1.1 OPREDELITEV PROBLEMA IN NAMEN DIPLOMSKE NALOGE

Selen je zelo pomemben v naši prehrani, vendar ga dobimo premalo. Slovenija spada v območje s pomanjkanjem selena v tleh (Štrekelj, 2009). Ker naše telo dobi selen predvsem preko hrane, njegovo pomanjkanje v hrani vodi do številnih obolenj. To pomanjkanje lahko nadomestimo z uporabo selena kod dodatka v prehrani, lahko pa ga dodajamo pri gojenju rastlin foliarno, v našem primeru k tatarski ajdi.

Namen diplomske naloge je bil opazovati in primerjati vpliv foliarnega dodajanja Se na rast in razvoj tatarske ajde. To smo opazovali pri odraslih rastlinah, prav tako pa nas je zanimala ta razlika pri kalicah (stebila, listi).

1.2 DELOVNE HIPOTEZE

Predvidevamo, da se bodo foliarno tretirane rastline bistveno razlikovale od tistih, ki jim selen ni bil dodan. Predvsem naj bi se ta razlika kazala v velikosti listne ploskve, višini stebila, barvilu.

Tudi za kalice pričakujemo, da se bo ta razlika pokazala pri listih in steblih.

2 PREGLED OBJAV

2.1 AJDA

Ajda je bila v Sloveniji prvič omenjena leta 1426 (Kuhar, 1976). Na jugozahodu Kitajske pa ajdo poznajo in uživajo že več tisočletij. V pokrajinah Sečuan in Junan se še vedno razveselijo samoniklih rastlin navadne ajde (*Fagopyrum esculentum* Moench.) in njene sorodnice tatarske ajde (*Fagopyrum tataricum* Gaertn.).

Največja uvoznica ajde na svetu je Japonska, največja izvoznica pa Kitajska, ki dobavlja ajdo na Japonsko in v Evropo. V 17. stoletju je bila ajda pri nas ena vodilnih poljščin (Kreft, 1995).

Ajda je dvokaličnica in spada v družino dresnovk (Polygonaceae), uvrščamo pa jo med žita, čeprav botanično ne spada med trave (Poaceae), kakor večina ostalih žit. Zaradi načina pridelave, strukture in sestave semen jo uvrščamo med žita. Ajda raste na revnih tleh, zato ne potrebuje sredstev za varstvo rastlin, niti gnojenja, zato jo lahko uporabljamo tudi za ekološko kmetovanje, zaradi njenega hitrega vznika in rasti pa preprečuje rast plevelom (Kreft, 1995; Petr, 1995; Kalinova in Moudry, 2003). Za ajdo je značilen epigejični razvoj in kali pri temperaturi 10 °C (Ličen, 2004). Ajda lahko zraste tudi do 2 metrov visoko in ima pecljate, srčaste liste. Steblo je rdeče, cvetovi so beli do rožnato obarvani in zbrani na koncu stebela v pakobulih in latih. Pri ajdi poznamo končno rast (determinantna rast), po določenem času rastline nehajo rasti ter nekončano rast (nedeterminantno rast). Ajda vsebuje veliko vlaknin in ima najbolj harmonično sestavo beljakovin. Je dober vir flavonoidov - rutina. Proteini v ajdi so visoko kakovostni, saj vsebujejo vse esencialne aminokisljine, vključno lizin, prav tako pa je zelo pomembna pri dieti brez glutena za bolnike s celiakijo (Kreft, 1995).

Poznamo navadno ajdo (*Fagopyrum esculentum* Moench) in tatarsko ali zeleno ajdo (*Fagopyrum tataricum* Gaertn.).

Tatarska ajda je zelo podobna navadni, le da ima bolj široke kot dolge liste, listi in stebela pa so bolj izrazito zeleni. Spodnji listi so pecljati, zgornji pa sedeči. Steblo je sočno in žilavo, včasih rdečkasto obarvano, predvsem v nizkem in redkem posevku, obarvanost je večja na osončeni strani stebela in na višji nadmorski višini (slika 1) (Kreft, 1995).

Cvetovi pri ajdi so v sestavljenih socvetjih, stranska socvetja pa so podobna klasom, s to razliko, da so posamezni cvetovi na kratkih pecljih. Cvetno odevalo je enojno, sestavljeno pa je iz petih cvetnih listov, ki so preobraženi čašni listi. Cvetovi so zeleni ali beli (slika 1) (Kreft, 1995).

Seme tatarske ajde je rjave barve, nekatera semena so zelenkasta, triroba, dolga od 4 do 7 mm. Robovi so poudarjeni in zaokroženi, nekoliko robati, površina ni ravna, ampak hrapava (slika 1). Tatarska ajda je od navadne bolj odporna glede poganja rastlin in na vremenske razmere (Kreft, 1995).

Ajda izvira iz Kitajske, pokrajine Junan, kjer je bila odkrita divje rastoča ajda, pri kateri se za razliko od gojene močno osipajo semena. Iz Junana se je nato postopoma širila od Himalaje v Butan, Nepal, Indijo in Pakistan. Drugo, bolj pomembno širjenje je bilo proti severu Kitajske in Sibirije, kjer se je preko Rusije razširila v Evropo.

Ime ajda je prevzeta iz stare nemščine, *Heiden* – ajd, pogan. To ime je dobila, ko so jo v 12. stoletju križarji v Evropo prinesli s Kitajske. Latinsko ime *Fagopyrum* in angleško buckwheat pomeni "bukovo žito", saj naj bi bila ajdova semena podobna bukovim (Kreft, 1995).



Slika 1: Tatarska ajda (*Fagopyrum tataricum* Gaertn.) (Ein Garten ..., 2005)

2.2 UPORABA

Ajdo gojimo podobno kot žita, uporabljamo predvsem semena. Z luščenjem naredimo ajdovo kašo, ki jo lahko uživamo kuhano ali pečeno. Z mletjem pa dobimo ajdovo moko, iz katere lahko naredimo kruh, žgance, palačinke, rezance, štruklje, biskvite ter druge jedi (Kreft, 1995).

Sveži mladi deli rastline se uporabljajo kot zelenjava, priljubljen pa je tudi ajdov med, ki je temne barve in ima oster okus in močno aromo, vsebuje pa veliko mineralnih snovi in snovi s protibakterijskim učinkom. Iz praženih ajdovih zrn in svežih delov rastlin pripravljajo čaj, izdelujejo pa tudi pivo. Na Kitajskem izdelujejo ajdov kis, na Japonskem ajdovo žganje, radi imajo pa tudi ajdove kalice (Kreft in sod., 1999).

Ajda ima zelo dobro hranilno vrednost; v endospermu je največ škroba, pomemben del škroba je rezistenten škrob, ki pri prebavi upočasni prehod sladkorjev iz prebavil v kri, kar je pozitivno predvsem za bolnike s sladkorno boleznijo. V ajdovih semenih se nahajajo zelo kakovostne beljakovine, ki so po svoji aminokislinski sestavi primernejše za človeka od beljakovin pšenice, soje ali mesa. V semenih se nahajajo še vlaknine in malo maščob.

Ajda je bogat vir mineralov, kot so cink, baker in magnezij in vitaminov B1, B2, niacina in vitamina B6 (Bonafaccia in sod., 2003), vsebuje tudi druge snovi s pozitivnim učinkom na človekovo zdravje, kot so rutin, kvercetin in kvercitrin (Fabjan in sod., 2003).

2.3 SELEN

Selen je leta 1818 odkril švedski kemik, Jons Jacob Berzelius. V procesu pridobivanja žveplene kisline je nastala rdeča usedlina, ki jo je nato analiziral (Tinggi, 2003).

Selen se nahaja v periodnem sistemu v VI. skupini, med žveplom in telurjem in spada med metaloide, saj ima lastnosti kovin in nekovin. Selen je kemijsko podoben žveplu glede atomske mase, energije vezi, ionizacijske energije in elektronske afinitete. Bistvena razlika med selenom in žveplom je v tem, da se selen nahaja v štirivalenčni reducirani obliki, žveplo pa v štirivalenčni oksidirani obliki. Poleg tega tvorita različno močni kislini. Selenijev hidrid (H_2Se) je močnejša kislina kot vodikov sulfid (H_2S) (Tinggi, 2003).

Selen in žveplo se nahajata v isti skupini periodnega sistema in imata zato podobne lastnosti, vendar pa v bioloških sistemih nista zamenljiva. V naravi je prisotnih 6 naravnih izotopov selena (^{74}Se , ^{76}Se , ^{77}Se , ^{78}Se , ^{80}Se , ^{82}S) (Brenčič in Lazarini, 1995). V anorganskih spojinah ima selen različna oksidacijska stanja: -2 (selenid), 0 (elementarni Se), +4 (SeO_3^{2-} selenit) in +6 (SeO_4^{2-} selenat), prisoten pa je tudi v večjih hlapnih in nehlapnih organskih spojinah (Uden in sod., 2004).

Kot smo že omenili v uvodu, je selen esencialen mikroelement za ljudi, živali in mikroorganizme. Glavni vir selena je hrana in v številnih regijah po svetu vsebnost selena v prsti nakazuje status selena v populacijah ljudi.

Selen ima tri nivoje biološke aktivnosti (Germ in sod., 2007):

- koncentracija v sledovih, ki je potrebna za normalno rast in razvoj

- zmerna koncentracija zagotavlja homeostazo
- povišana koncentracija lahko povzroči toksične učinke.

Selen je pomemben pri antioksidativnih procesih pri človeku in rastlinah. Selen, dodan v primernih količinah (0,1 mg/kg Se), upočasni staranje in pospeši rast zrelih sadik pri endiviji (*Lactuca sativa*) (Xue in sod., 2000). Pri visokih koncentracijah je rastlinam škodljiv, pri nizkih pa ima pozitivne učinke.

2.3.1 Prisotnost selena v tleh

Na Zemeljski skorji je eden najbolj razširjenih elementov selen. Veliko ga je prisotnega tudi v sulfidnih mineralih, prisotnost selena v prsti pa je odvisna od kompozicije tal in od izpiranja ali drugih procesov, ki vplivajo na tvorbo s selenom bogate prsti (Germ in sod., 2007).

Porazdelitev selena v tleh je neenakomerna in je odvisna od narave in izvora tal ter od klimatskih razmer, zato vsebnost Se v tleh variira ; od manj kot 0,1 µg Se/g pa do več kot 1 mg Se/g, največkrat pa se giblje med 1,0 in 1,5 µg Se/g. Tla na magmatskih kamninah vsebujejo malo selena, na sedimentnih kamninah pa ga vsebujejo več, prav tako ga običajno veliko vsebujejo tudi tla z veliko količino organske snovi (Combs, 2001).

Nivo selena v Centralni Evropi znaša manj kot 1 mg Se/kg, na Finskem 0,004-0,7 mg Se/kg in na Norveškem 0,25 mg Se/kg (Xue in sod., 2000).

Slovenija, vključujoč tudi druge države Evrope, kot so Avstrija, Hrvaška, Slovaška in Finska, imajo nizko vsebnost selena v tleh. Gojenje rastlin, obogatenih s selenom, bi bil lahko učinkovit način pridelave hrane, obogatene s selenom, kar ima lahko pozitiven učinek na zdravje ljudi (Germ in sod., 2007).

2.3.2 Vpliv selena na rast rastlin

Ni dokazano, da bi višje rastline za svojo rast nujno potrebovale selen, vendar lahko poleg esencialnih elementov v svojih tkivih kopičijo tudi druge naravno prisotne elemente, med ostalimi tudi selen. Esencialna vloga selena za rastline ni dokazana, pa kljub temu bi lahko sklepali, da ima določeno biološko vlogo, saj imajo vsi organizmi, vključno z višjimi rastlinami, prisoten Se- cisteil- tRNK, ki dekodira triplet nukleotidov UGA, s katerim se selenocistein vgrajuje v proteine (Läuchli, 1993).

Vsebnost selena v rastlinah se lahko poveča na različne načine: z dodajanjem selena v prst, namakanjem semen v raztopino selena pred setvijo, hidroponičnim in aeroponičnim gnojenjem v hranljivi raztopini, ki vsebuje selen. Privzem selena je višji pri manjši pH

vrednosti. Pri Se (IV) se privzem znižuje pri pH, ki je višji od 6, medtem ko se privzem Se (VI) znižuje preko celotnega pH območja (2,5 – 10) (Germ in sod., 2007).

Večje količine selena ponavadi vsebujejo aktivno rastoča tkiva. Večina rastlin kopiči več selena v listih in poganjkih kot v koreninah, vendar obstajajo tudi izjeme (Germ in sod., 2007).

Rastline, ki so sposobne akumulirati selen, delimo v dve skupini: primarni in sekundarni akumulatorji. Primarni akumulatorji lahko privzamejo selen v obsegu do 1000 mg/kg. Sem prištevamo rod *Astragalus*, ki spada v družino stročnic (*Fabaceae*) in vrsto *Stanleya pinata*, ki spada v družino križnic (*Brassicaceae*). Sekundarni akumulatorji privzamejo selen iz tal v obsegu do 100 mg/kg. V to skupino spadajo rodovi *Aster*, *Atriplex*, *Melilotus* in vrsta *Brassica juncea* (Ellis in Salt., 2003).

Selen inhibira peroksidacijo lipidov pri ljujki (*Lolium perenne*), saj deluje kot antioksidant, in sicer pri koncentraciji 0,1 in 1 mg Se/kg. Prav tako je selen povišal pridelek pri gojenju na prostem pri bučah (*Cucurbita pepo*), pri koncentraciji 1,5 mg Se/L (Germ in sod., 2005).

Raziskave pri ljujki (*Lolium perenne*) in endiviji (*Lactuca sativa*) so pokazale, da ima lahko selen pri koncentracijah višjih od 10 mg Se/kg škodljive učinke (redukcija v biomasi), pozitivne učinke pa so ugotovili pri nižjih koncentracijah (0,1 mg Se/kg) (Xue in sod., 2000).

Dokazano je tudi, da selen pospešuje rast rastlin, ki so izpostavljene oksidativnemu stresu pri UV sevanju. Selen lahko upočasni staranje in pospeši rast zrelih rastlin (Xue in sod., 2000).

Proces staranja se deloma upočasni zaradi povečane antioksidacije, ki je povezana s povečanjem aktivnosti glutation peroksidaze (GPx) (Germ in sod., 2007).

Ta encim je aktiven v mitohondrijih. Z aktivnostjo elektronske transportne verige (ETS) v mitohondrijih se lahko oceni metabolna aktivnost posamezne rastline.

Višja kot je aktivnost, hitreje se lahko rastline prilagodijo na hitre okoljske spremembe (Germ in sod., 2007).

ETS aktivnost je najvišja pri mladih rastlinah. V času intenzivne rasti in razvoja potrebujejo rastline veliko energije. Selen, ki se transportira iz semen v liste, pa poveča respiratorni potencial mlade rastline. Višja ETS aktivnost je lahko posledica povečane aktivnosti GPx v mitohondrijih (Srnkolj in sod., 2006).

Pennanen in sod., (2002) so v raziskavah navedli, da rastline, ki jim je dodan selen, povečajo akumulacijo škroba v kloroplastih. Dokazano je bilo, da ima selen pozitiven učinek na akumulacijo ogljikovih hidratov pri krompirju (Germ in sod., 2007).

Dokazano je bilo tudi to, da selen regulira vodni status v obdobju suše (Germ in sod., 2007) tako, da poveča kapaciteto privzema vode v koreninskem sistemu.

Poleg same vsebnosti selena v tleh je posebno za rastline pomembna predvsem njegova dostopnost, ki jo pogojuje oblika, v kateri se element nahaja. Ta pa je odvisna od različnih dejavnikov: pH tal, zbitosti tal, vsebnosti organskih snovi, mikrobiološke aktivnosti, fiksacijske kapacitete tal, klimatskih razmer ter prisotnosti drugih elementov in spojin (Barclay in Macpherson, 1992).

Od vrste rastline pa je odvisna količina akumuliranega selena, poleg vsebnosti in razpoložljivosti elementa v tleh. Glede na sposobnost kopičenja selena v rastlinskih tkivih razlikujemo (Ellis in Salt, 2003):

- neakumulirajoče rastline, ki vsebujejo manj kot 25 mg Se/kg suhe snovi (v tej skupini je večina rastlin)
- indikatorske rastline, ki kopičijo do 1000 mg Se/kg suhe snovi (rastline iz rodu *Aster*, *Brassica juncea*)
- akumulirajoče rastline, ki kopičijo in tolerirajo do 4000 mg Se/kg suhe snovi (rastline iz rodu *Astragalus*, *Neptunia*...).

3 MATERIALI IN METODE DELA

Na laboratorijskem polju v Biljah pri Šempetru smo na dveh delih njive posejali tatarsko ajdo. Naša naloga je bila opazovati rastline, ki so bile tretirane s selenom in tiste brez dodatka selena tekom rastne dobe.

Na pripravljeno gredo z namakalnim sistemom smo posejali tatarsko ajdo. Na foliji smo na približno 25 cm razdalje naredili luknje, v katere smo dali 6 – 9 zrn tatarske ajde.

Ob zaključku poskusa smo pobrali rastline in merili dolžino stebel in listov. Vzeli smo nekaj rastlin iz različnih koncev njive, tako pri ajdi, tretirani s selenom, kot brez dodatka selena. Nato smo iz semen ajde, ki smo jo posejali, vzgojili kalice, ki smo jim prav tako merili dolžino stebel in listkov ter jih na koncu stekali.

Meritve so potekale v laboratoriju na Katedri za genetiko, biotehnologijo, statistiko in žlahtnjenje rastlin Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.

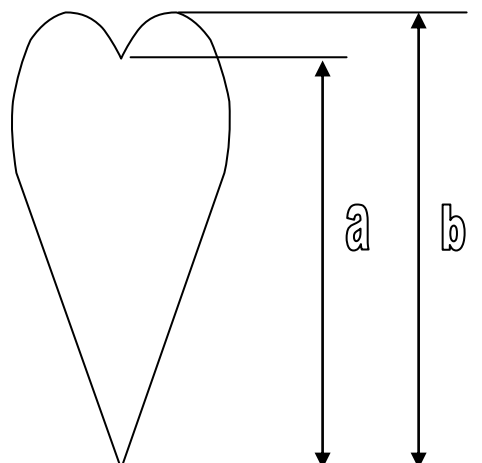
V poskusu smo uporabili domačo populacijo tatarske ajde.

3.1 POLJSKI POSKUS

Na polju v Biljah pri Šempetru smo 16. julija 2009 posejali na dveh delih njive tatarsko ajdo. Na prvem delu smo posejali ajdo, ki ni bila tretirana s selenom (skupina brez dodanega selena), na drugi del njive pa smo posejali ajdo, ki smo jo 21. avgusta 2009 v začetku cvetenja foliarno poškropili s 5 mg Se(VI)/L. Rastline smo pobrali 22. septembra 2009. Odvzeli smo nekaj naključnih rastlin z različnih delov njive.

3.2 DELO V LABORATORIJU

V laboratoriju smo opravili meritve listov (slika 2) in stebel rastlin, ki smo jih vzeli z obeh njiv: vzorce, tretirane s selenom, in tiste brez selena, kontrolne vzorce, ki smo jih imeli za primerjavo. Liste smo merili na dva načina in dobili rezultate a (dolžina od vrha lista do začetka listnega peclja) in meritve b (dolžina od vrha lista do konca lista), pri čemer moramo upoštevati, da so listi ajde srčaste oblike (slika 2). Meritve smo si zapisali in izračunali povprečje.



Slika 2: Dolžina a-od vrha lista tatarske ajde do začetka listnega peclja, dolžina b-od vrha lista do konca

Iz semen, ki smo jih pridobili z rastlin, pobranih septembra 2009, smo vzgojili kalice. Zanimala nas je razlika med kalicami iz semen rastlin, tretiranih s selenom in brez dodatka selena.

Semena smo posejali 5.10.2010 v laboratoriju na Biotehniški fakulteti. Semena smo razdelili v tri pladnje; v enem pladnju je bilo približno 3x100 semen, brez selena. V drug pladenj smo posejali semena rastlin, ki so bile tretirane s selenom. Prav tako smo posejali okoli 3x100 semen. Na tretji pladenj pa smo posejali 200 semen brez selena in 200 semen rastlin, tretiranih s selenom, da bi naredili test kaljivosti.

Na pladnje smo dali 3 plasti kuhinjske papirnate brisače, namočili z vodo in potresli semena. Pazljivi smo morali biti na vlažnost brisače, redno zalivanje, kajti če bi prišlo do izsušitve, bi se nežne koreninice kalčkov posušile in rastlinica bi propadla.

Dva dni po setvi, 7.10.2010, je bilo že vidno kaljenje nekaterih semen, po nadaljnjih dveh dnevih pa tudi formiranje mladih listkov. Tudi nekateri kalčki so bili dolgi že okoli 5 cm.

14.10.2010 smo opravili meritve kalic v laboratoriju Biotehniške fakultete. Iz vsakega pladnja, kalice iz semen rastlin tretiranih s selenom in brez dodatka selena, smo naključno vzeli 200 kalic; 2x100, izmerili vsako rastlinico posebej in na koncu še stehali; upoštevali smo tri decimalna mesta.

3.3 KVANTITATIVNO UGOTAVLJANJE ASIMILACIJSKIH PIGMENTOV V RASTLINSKEM TKIVU

Za določanje količine asimilacijskih pigmentov v rastlinskem tkivu smo izkoristili razlike v absorpcijskih značilnostih. Metoda je spektrofotometrična. Pigmente smo ekstrahirali z

organskim topilom, npr. aceton, in izmerili absorpcijo s spektrometrom, kar smo naredili pri različnih valovnih dolžinah. Pomagali smo si z različnimi enačbami, ki se razlikujejo glede na vrsto topila, ki smo ga uporabili in na ta način smo lahko izračunali količino klorofila a in b in vsebnost skupnih karotenoidov.

V laboratoriju smo analizirali količino klorofilov in karotenoidov v različnih vzorcih rastlin.

Material Listi: uporabili smo 6 vzorcev rastlin tretiranih s selenom in 6 vzorcev rastlin brez dodatka selena, terilnica, pestilo, merilni valj, lij, filtrirni papir, epruvete, centrifugirke, tehtnica, centrifuga in spektrofotometer.

Zrnje: 1 vzorec iz 10 semen (nezrela semena, ki so bila zelene barve).

Uporabljene kemikalije aceton, $Mg(HCO_3)_2$, Na_2SO_4 .

Postopek Stehtali smo vzorec rastlinskega materiala. Da bi izmerili suho maso vzorca, smo odvzeli iz homogenega vzorca podvzorec, ki smo mu izmerili svežo maso, in po sušenju do konstantne mase še suho maso. Material, ki smo ga stehtali, smo prenesli v terilnico, dodali kremenčev pesek in $Mg(HCO_3)_2$ in vse skupaj strli. Temu smo dodajali v zamrzovalniku ohlajen aceton, nato smo filtrirali. Vsebinsko, ki smo jo imeli v terilnici, smo sprali s čistim acetonom in s čemer smo povzeli ves obarvan ekstrakt. Na koncu smo s čistim acetonom oplaknili še filtrirni papir. Izmerili smo volumen ekstrakta (volumen porabljenega acetona), del ekstrakta smo prenesli v centrifugirko, dodali ščepec Na_2SO_4 za vezavo vode in vse skupaj centrifugirali 5 minut pri približno 3000 obratih/min. Po centrifugiranju smo izmerili absorpcijo supernatanta pri 470, 645 in 662 nm. Vsebnost posameznih barvil smo nato izračunali.

$$\text{Klorofil a: } \mathbf{Ca} = 11,24 * A_{662} - 2,04 * A_{645} \quad \dots(1)$$

$$\text{Klorofil b: } \mathbf{Cb} = 20,13 * A_{645} - 4,19 * A_{662} \quad \dots(2)$$

$$\text{Karotenoidi: } \mathbf{Cx-c} = \frac{(1000 * A_{470} - 1,9 * Ca - 63,14 * Cb)}{214} \quad \dots(3)$$

Končne vsebnosti pigmentov v mg/g smo dobili, ko smo upoštevali svežo maso tkiva (suha masa), iz katerega smo naredili ekstrakt = G (g) in upoštevajoč volumen ekstrakta (volumen porabljenega acetona = V (ml)).

$$\text{Končna koncentracija : } Cy = \frac{Cy * V}{G * 1000} ; y = a,b,x-c \quad \dots(4)$$

4 REZULTATI

4.1 LASTNOSTI RASTLIN

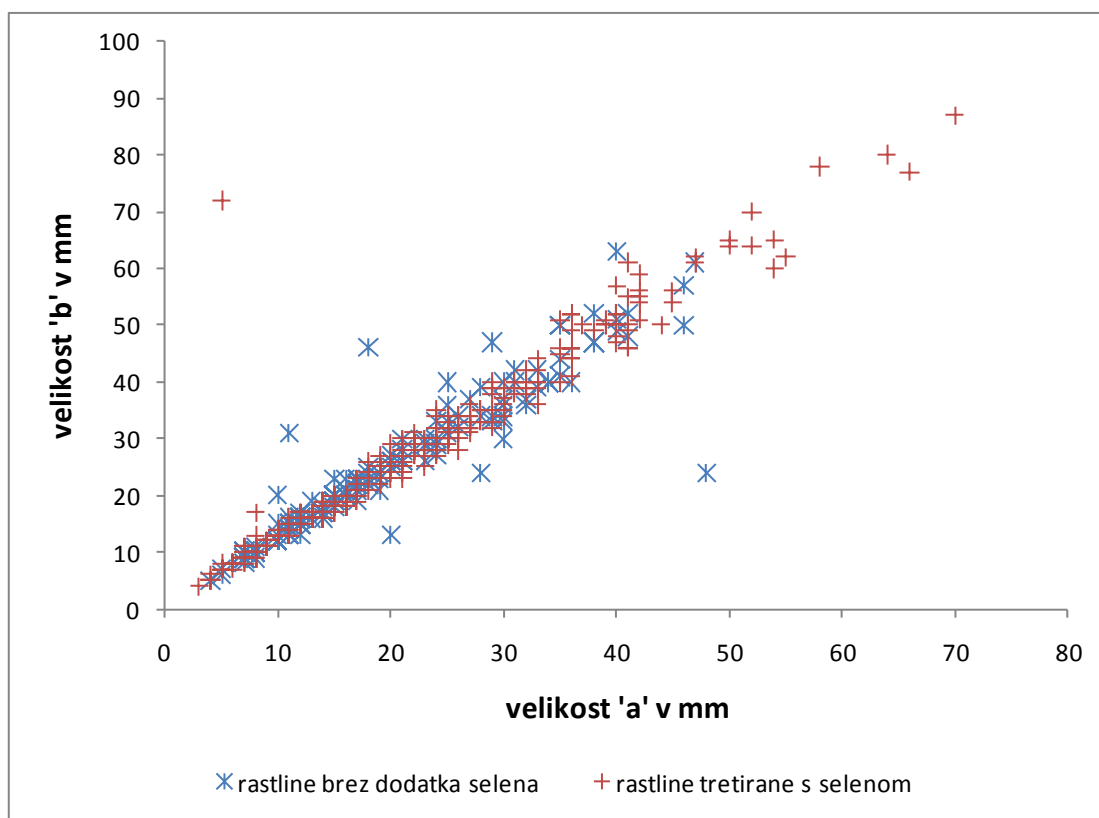
V preglednici 1 in 2 so prikazani rezultati meritev dolžine listov naključno izbranih rastlin tatarske ajde. Izračunali smo povprečja za vsako dolžino posebej (a, b), število listov pri rastlinah brez dodatka selena je bilo 136, pri rastlinah tretiranih s selenom pa 303. Kot lahko vidimo na sliki 3 in preglednicah 1 in 2, so bili listi z rastlin, tretiranih s selenom, bistveno daljši, tako povprečna dolžina a za 1,76 mm, kot povprečna dolžina b za 2,43 mm od listov z rastlin, ki jim ni bil dodan selen.

Preglednica 1: Rezultati meritev dolžine listov rastlin tatarske ajde brez dodatka selena

Dolžine listov (mm) Brez selena	Št. listov	Povprečje (mm)
a	136	20,39
b	136	25,68

Preglednica 2: Rezultati meritev dolžine listov rastlin tatarske ajde, tretiranih s selenom

Dolžine listov (mm) S selenom	Št. listov	Povprečje (mm)
a	303	22,15
b	303	28,11

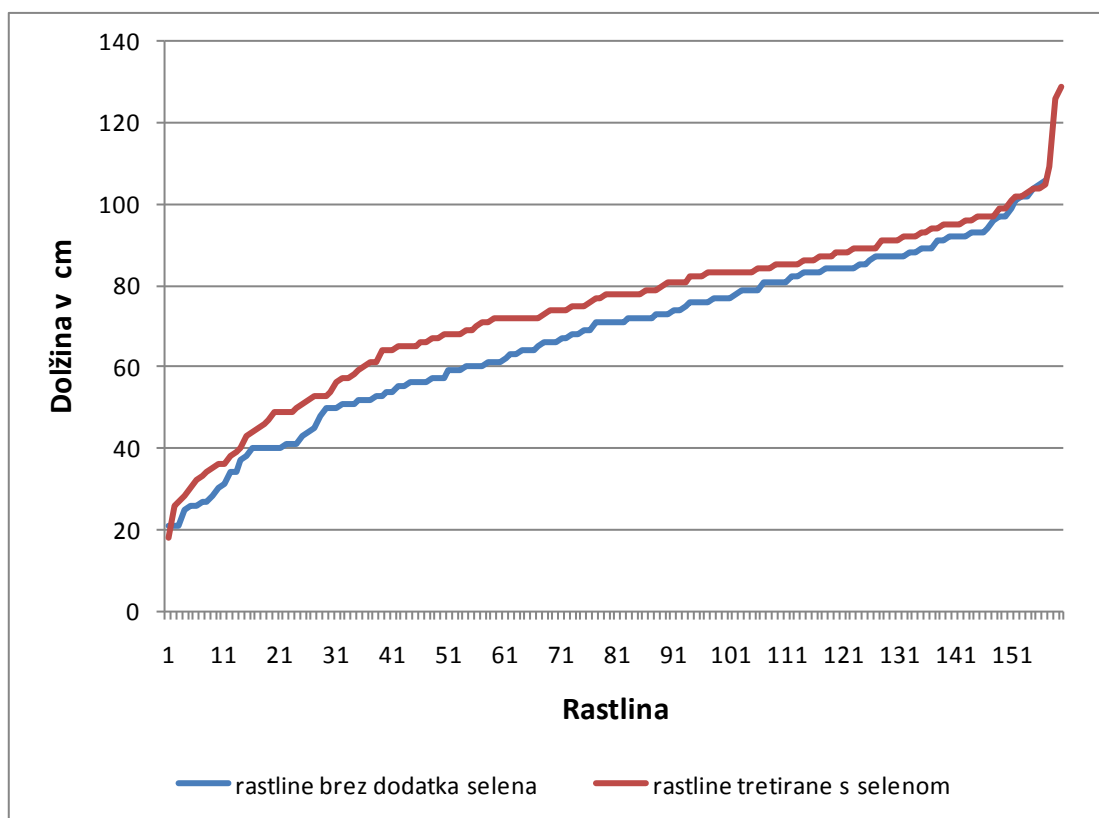


Slika 3: Velikost listov tatarske ajde brez dodatka selena in tretiranih s selenom

V preglednici 3 so prikazani rezultati meritev dolžine stebel naključno izbranih rastlin brez dodanega selena in naključno izbranih s selenom tretiranih rastlin. Kot lahko vidimo na sliki 4 in preglednici 3, imajo rastline, tretirane s selenom, izrazito daljša stebela, v povprečju za 6,91 cm od rastlin, ki jim nismo dodali selena.

Preglednica 3: Rezultati meritev dolžine stebel rastlin tatarske ajde brez dodatka selena in tretiranih s selenom

Dolžina stebel (cm)	Št. stebel	Povprečje (cm)
Brez selena	157	67,41
S selenom	160	74,32

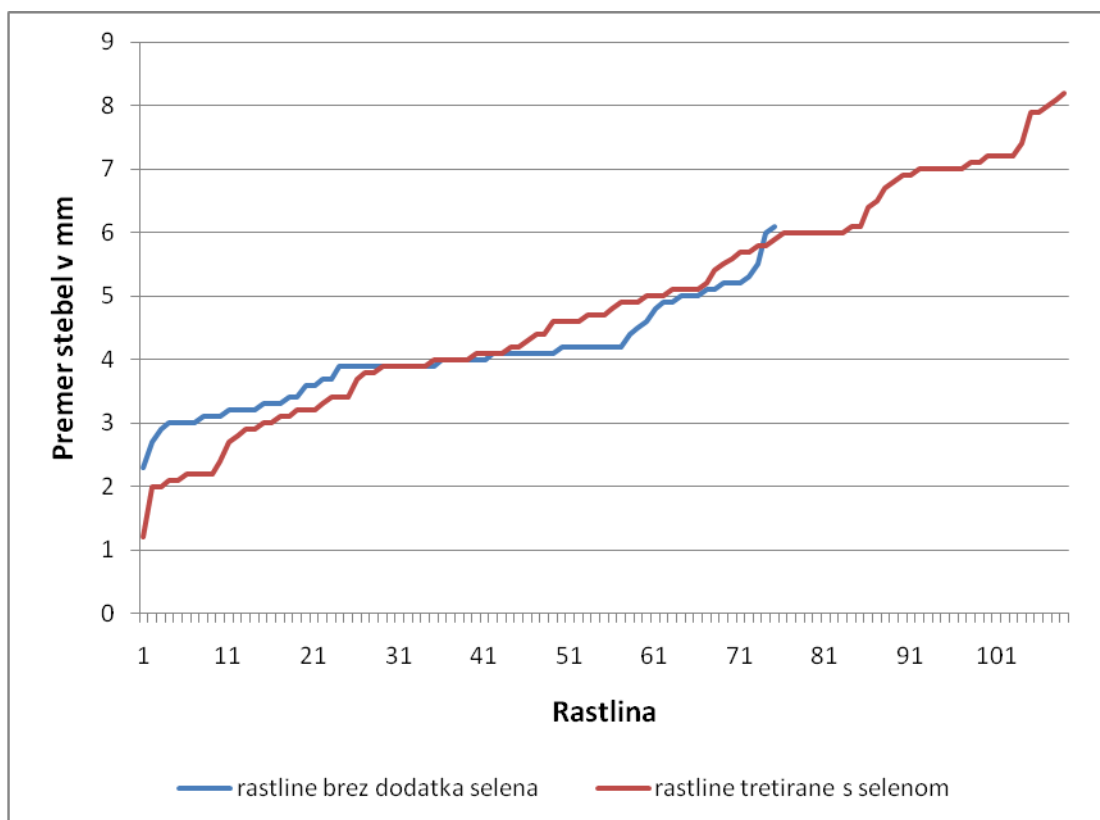


Slika 4: Dolžina stebela tatarske ajde v cm brez dodatka selena in tretiranih s selenom

19.10.2009 je bila opravljena meritev premera stebel na višini 30 cm nad tlemi. Rastline smo prav tako naključno pobrali, tako brez dodanega selena kot tudi tretirane s selenom. Na sliki 5 in preglednici 4 lahko vidimo vpliv selena na premer stebel, saj imajo rastline tretirane s selenom v povprečju za 0,83 mm večji premer kot rastline, ki jim nismo dodali selen.

Preglednica 4: Rezultati meritev premera stebel rastlin tatarske ajde brez dodatka selena in tretiranih s selenom

Premer stebel (mm)	Št. stebel	Povprečje (mm)
Brez selena	75	4,03
S selenom	109	4,86



Slika 5: Premer stebel tatarske ajde v mm brez dodatka selena in tretiranih s selenom

Meritev je bila opravljena tudi za vsebnost barvil na listih in v zrnju, za rastline brez selena in rastline tretirane s selenom. Vidimo, da so tudi tukaj razlike in da imajo rastline, tretirane s selenom, bolj intenzivno obarvanost.

Preglednica 5: Rezultati meritve vsebnosti klorofila a, klorofila b in karotenoidov za listje in zrnje rastlin tatarske ajde brez selena in tretiranih s selenom

Vzorec	Klorofil a	
	mg/g sveže mase	mg/g suhe mase
Brez Se-listi	0,695 ± 0,084	4,090 ± 0,496
Selen-listi	1,116 ± 0,118	6,567 ± 0,694
Brez Se-zrnje	0,165	0,207
Selen-zrnje	0,156	0,195
Vzorec	Klorofil b	
	mg/g sveže mase	mg/g suhe mase
Brez Se-listi	0,328 ± 0,025	1,927 ± 0,148
Selen-listi	0,711 ± 0,095	3,812 ± 0,461
Brez Se-zrnje	0,205	0,257
Selen-zrnje	0,131	0,164
Vzorec	Karotenoidi	
	mg/g sveže mase	mg/g suhe mase
Brez Se-listi	0,209 ± 0,026	1,232 ± 0,155
Selen-listi	0,287 ± 0,031	1,685 ± 0,181
Brez Se-zrnje	0,052	0,065
Selen-zrnje	0,049	0,062

Iz preglednice 5 je razvidno, da je tako sveža kot suha masa listov rastlin z dodatkom selena vsebovala več klorofila a in b ter tudi karotenoidov kot masa listov rastlin, katerim ni bil dodan selen. Medtem ko sta bila sveža in suha masa zrn rastlin z dodatkom selena nižji, kot pri rastlinah brez dodatka selena.

4.2 KALJIVOST SEMEN RASTLIN TRETIRANIH S SELENOM IN BREZ SELENA

Zanimalo nas je, koliko semen rastlin z dodanim selenom bo kalilo in koliko semen rastlin brez dodanega selena. Razdelili smo 200 semen z rastlin tretiranih s selenom na 2x100, prav tako 200 semen z rastlin brez dodanega selena in dobili naslednje meritve.

Preglednica 6: Kaljivost semen rastlin tatarske ajde, tretiranih s selenom in brez selena (2 x 100 semen)

Vzorec	Semena brez selena		Semena, tretirana s selenom	
	100	100	100	100
Kaljivost semen	66	48	89	87

Iz rezultatov preglednice 6 vidimo očitno razliko v kaljivosti in opazimo, da je kaljivih semen s selenom tretiranih rastlin bistveno več in s tem lahko potrdimo, da selen pozitivno vpliva na kaljivost semen in na kasnejšo rast in razvoj rastlin.

4.3 RAZVOJNI STADIJ KALIC



Slika 6: Kalice semen z rastlin tatarske ajde, ki jim ni bil dodan selen (10.10.2010)



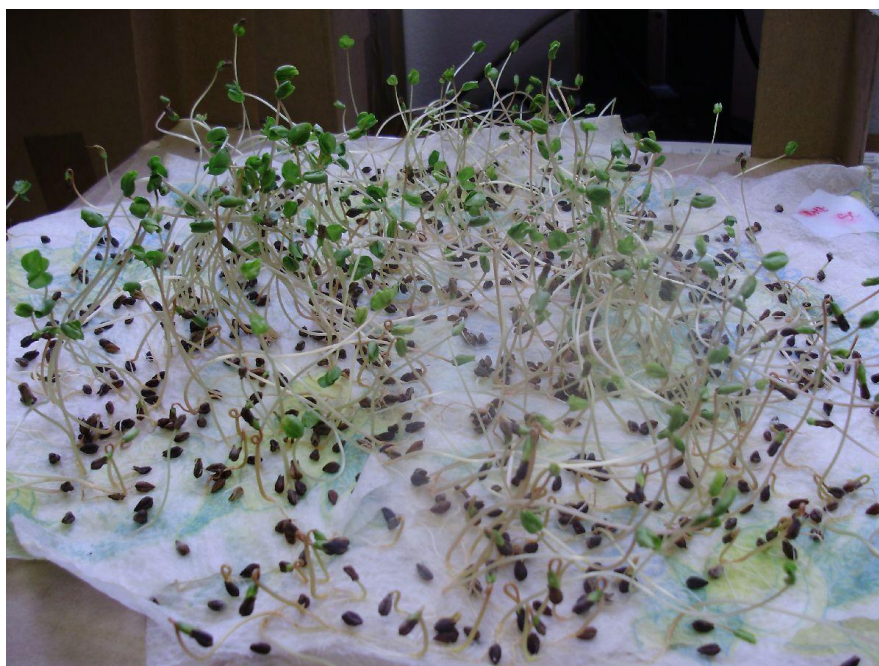
Slika 7: Kalice semen z rastlin tatarske ajde tretiranih s selenom (10.10.2010)



Slika 8: Kalice semen z rastlin tatarske ajde, ki jim ni bil dodan selen (12.10.2010)



Slika 9: Kalice semen z rastlin tatarske ajde tretiranih s selenom (12.10.2010)



Slika 10: Kalice semen z rastlin tatarske ajde, ki jim ni bil dodan selen (14.10.2010)



Slika 11: Kalice semen z rastlin tatarske ajde tretiranih s selenom (14.10.2010)

4.4 LASTNOSTI KALIC

Vzgojili smo kalice iz semen z rastlin, ki niso bile tretirane s selenom; imeli smo jih za kontrolo, primerjavo in kalice iz semen z rastlin tretiranih s selenom. Izvedli smo meritve: 2x100 kalic iz semen z rastlin brez dodatka selena in prav tako 2x100 kalic semen rastlin, tretiranih s selenom. Izračunali smo tudi povprečje za obe meritvi in nato še za vseh 200 rastlin, tako za kalice iz semen z rastlin brez selena, kot tudi tiste z dodanim selenom. Razlike so opazne pri dolžini stebel, ne pa tudi dolžini listov. Stebla kalic z dodanim selenom so bila v povprečju daljša od stebel kalic brez dodanega selena (preglednica 7)

Preglednica 7: Rezultati meritev dolžine stebel in kličnih listov za kalice semen rastlin tatarske ajde, ki smo jim dodali selen in tistih brez selena

Vzorec	Steblo, povprečje (cm)	Klični listi, povprečje (cm)
Brez selena-1.meritev: 100 kalic	9,04	0,64
Brez selena-2.meritev: 100 kalic	8,92	0,62
Brez selena: 200 kalic skupaj	8,65	0,61
S selenom-1.meritev: 100 kalic	10,95	0,63
S selenom-2.meritev: 100 kalic	10,04	0,65
S selenom: 200 kalic skupaj	10,04	0,68

Kalice smo ob koncu poskusa še stehtali. Pri obeh vzorcih – kalicah iz semen z rastlin, tretiranih s selenom, in tistih brez selena smo naredili 2 meritvi: 2 x 100

Preglednica 8: Rezultati tehtanja mase 2 x 100 vzorcev rastlin tatarske ajde in povprečja 200 rastlin skupaj za kalice semen z rastlin brez selena in tretiranih s selenom

Vzorec	Št. kalic	Masa kalic (g)	Masa kalic (povprečje 200 kalic skupaj) (g)
Brez selena	100	6,476	6,84
Brez selena	100	7,029	
S selenom	100	8,341	8,16
S selenom	100	8,074	

Kalice z rastlin brez dodanega selena so v povprečju tehtale 6,84 g, medtem ko so kalice z rastlin, tretiranih s selenom, v povprečju tehtale 8,16 g (preglednica 8).

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

V tem diplomskem delu smo želeli s poskusom tudi sami dokazati, da selen spodbuja rast in razvoj rastlin tatarske ajde. Prinaša boljše in večje pridelke, hkrati pa zagotavlja naše vsakodnevne potrebe po selenu, saj je selen nujen za naše zdravje.

Pri merjenju dolžine listov lahko opazimo razlike v rezultatih pri rastlinah tretiranih s selenom in tistih brez selena. Takoj lahko opazimo, da so listi pri rastlinah, ki jim je bil dodan selen, veliko večji. V raziskavah je bilo navedeno, da rastline, ki jim je bil dodan selen, povečajo akumulacijo škroba v kloroplastih (Pennanen in sod., 2002).

Tako kot pri rezultatih merjenja listov lahko tudi pri intenzivnosti obarvanja rečemo, da selen vpliva na obarvanost in da so rastline, tretirane s selenom, intenzivneje obarvane, kot tiste brez selena. Tudi pri merjenju premera stebel smo opazili, da je pri rastlinah s selenom premer stebela večji, kot pri tistih brez selena.

Pri gojenju kalic smo najprej opazili, da so kalčki semen s selenom prvi začeli kaliti. To pomeni, da selen vpliva tudi na hitrost kaljenja in kasneje na rast rastline. Čez dva dni so bili dolgi že nekaj centimetrov, semena brez selena pa so v tem obdobju komajda kalila.

Naredili smo tudi test kaljivosti. Na pladenj smo posejali 2 x 100 semen rastlin, tretiranih s selenom, in prav tako 2 x 100 semen rastlin, ki jim ni bil dodan selen. Selen vpliva na kaljenje in semena rastlin, ki smo jim dodali selen, so hitreje vzklila in občutno daljše kalice smo dobili.

Nazadnje smo tehtali kalice, ki smo jih naključno izbrali: 2 x 100 kalic semen rastlin, tretiranih s selenom, in 2 x 100 kalic semen rastlin brez dodatka selena. Lahko vidimo, da so kalice semen rastlin tretiranih s selenom imele dosti večjo maso, kot tiste brez dodatka selena.

Rezultati, ki smo jih dobili pomenijo, da selen pozitivno vpliva tako na kalice, kot na odrasle rastline. Skozi celo rastno dobo tako dobi rastlina potreben selen za rast in razvoj in posledično imamo večji in bolj kakovosten pridelek.

V tem diplomskem delu smo ugotavljali vpliv selena na rast in razvoj tatarske ajde, odraslih rastlin in kalic. Kot v številnih razpravah in poskusih, smo tudi mi prišli do ugotovitve, da selen pozitivno vpliva na rastline.

6 POVZETEK

Selen je pomemben pri antioksidativnih procesih tako pri človeku kot tudi pri rastlinah, vendar ga je potrebno dodajati rastlinam v zmernih količinah. V našem primeru tatarske ajde selen omogoča hitro, bolj bujno rast in s tem večje in kakovostnejše pridelke.

Tatarsko ajdo smo foliarno škropili s 5 mg Se(VI)/L na enem delu njive, drugi del pa smo pustili brez škropljenja. Primerjali smo velikost listov, višino stebel, premer stebel, pigmente in ugotovili, da rastline tretirane s selenom kažejo bistveno razliko v rezultatih v primerjavi z rastlinami brez dodanega selena in tudi mi lahko potrdimo pozitiven vpliv selena na rast in razvoj rastlin.

Primerjali smo tudi kalice; merili smo dolžino stebel in listov, kaljivost in maso. Kot lahko vidimo pri rezultatih, se bistveno razlikuje dolžina stebel, ta je večja pri kalicah semen z rastlin tretiranih s selenom, nismo pa opazili bistvene razlike pri merjenju dolžine listov, ta je pri kalicah semen rastlin tretiranih s selenom in tistih brez selena podobna. Tudi pri kaljenju lahko vidimo, da je bistveno več semen, ki smo jih pobrali z rastlin tretiranih s selenom, kalilo, kot semen, ki smo jih pobrali z rastlin, ki jim ni bil dodan selen. Pozitiven vpliv selena pa lahko opazimo tudi pri teži kalic. Kalice semen, ki smo jih pobrali z rastlin tretiranih s selenom imajo večjo maso, kot kalice semen rastlin, ki jim ni bil dodan selen.

S temi rezultati smo potrdili naša predvidevanja in dodali še eno kocko k velikemu mozaiku raziskav o ajdi, njenem pomenu za človeka, prav tako pa spoznali pozitivne lastnosti selena, elementa, ki je nepogrešljiv pri vsakdanji prehrani in za zdravje človeka.

7 VIRI

- Barclay M.N.I., Macpherson A. 1992. Selenium content of wheat for bread making in Scotland and the relationship between glutation peroxidase levels in whole blood and bread consumption. *British Journal of Nutrition*, 68: 261-270
- Bonafaccia G., Gambelli L., Fabjan N., Kreft I. 2003. Trace elements in flour and bran from common and tartary buckwheat. *Food Chemistry*, 83: 1-5
- Brenčič J., Lazarini F. 1995. Splošna in anorganska kemija. Ljubljana, DZS: 220 str.
- Combs Jr. G. F. 2001. Selenium in global food system. *British Journal of Nutrition*, 85: 517-547
- Ein Garten in Norddeutschland. 2005
<http://www.frost-burgwedel.de/index.php?seite=detail/fagopyrum> (29.11.2010)
- Ellis D.R., Salt D.E. 2003. Plants, selenium and human health. *Current Opinion in Plant Biology*, 6: 273- 279
- Fabjan N., Rode J., Košir I.J., Wang Z., Zhang Z., Kreft I. 2003. Tartary buckwheat (*Fagopyrum tataricum* Gaertn.) as a source of dietary rutin and quercitrin. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51: 6452- 6455
- Finley J., Ip C., Lisk D.J., Davis C.D., Hintze K.J., Whagner P.D. 2001. Cancer- protective Properties of selenium broccoli. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49: 2679 / 2683
- Germ M., Kreft I., Osvald J. 2005. Influence of UV-B exclusion and selenium treatment on photochemical efficiency of photosystem II, yield and respiratory potential in pumpkins (*Cucurbita pepo*). *Plant Physiology and Biochemistry*, 43: 445-448
- Germ M., Kreft I., Stibilj V., Urbanc-Berčič O. 2007. Combined effects of selenium and drought on photosynthesis and mitochondrial respiration in potato. *Plant Physiology and Biochemistry*, 45: 162-167
- Kalinova J., Moudry J. 2003. Evaluation of frost resistance in varieties of common buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench). *Plant, Soil and Environment*, 49, 9: 410-413
- Kreft I. 1995. Ajda. Ljubljana, ČZD Kmečki glas: 112 str.
- Kreft I., Zewen C., Jacques S. 1999. Buchweizen als Lebensmittel. V: Das Buchweizen Buch. Kreft I., Hagels H., Jacques-Mutsch S., Kronberger W., Kurth P., Mair V., Reis

- C., Scheucher S., Wintsch-Lustenberger R., Zewen C. (ur.). Arzfeld, Islek ohne Grenzen Ewin: 123-124
- Kuhar B. 1976. K problematiki proučevanja ajde v ljudski prehrani Slovenije. Zdravstveno varstvo, 15, Suppl. 1: 15-19
- Läuchli A. 1993. Selenium in plants: uptake, functions and environmental toxicity. Botanica Acta, 106: 455-468
- Letavayova L., Vlčkova V., Brozmanova J. 2006. Selenium: From cancer prevention to DNA damage. Review Toxicology, 227: 1-14
- Ličen M. 2004. Polimorfizem beljakovin endosperma pri križancih ajde (*Fagopyrum esculentum* Moench.). Dipl. delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 36 str.
- Pennanen A., Xue T., Hartikainen H. 2002. Protective role of selenium in plant subjected to severe UV irradiation stress. Journal of Applied Botany, 76: 66-76
- Petr J. 1995. Buckwheat and proso miller production. Metodiky pro Zavadeni Vysledku Vyzkumu do Zemedelske Praxe, 7: 35
- Reid M.E., Stratton M.S., Lillico A.J., Fakih M., Natarajan R., Clark L.C., Marshall J.R. 2004. A report of high-dose selenium supplementation: response and toxicities. Journal of Trace Elements in Medicine and Biology, 18: 69-74
- Smrkolj P., Stibilj V., Kreft I., Germ M. 2006. Selenium species in buckwheat cultivated with foliar addition of Se(VI) and various levels of UV-B radiation. Food Chemistry, 96: 675-681
- Štrekelj P. 2009. Vpliv selena na kalitev in razvoj kalic tatarske ajde (*Fagopyrum tataricum* Gaertn.). Dipl. naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani. Slovenija: 53 str.
- Tinggi U. 2003. Essentiality and toxicity of selenium and its status in Australia: a review. Toxicology Letters, 137: 103-110
- Uden P.C., Boakye H.T., Kahakachchi C., Tyson J.F. 2004. Selective detection and identification of Se containing compounds – review and recent developments. Journal of Chromatography A, 1050: 85-93
- Xue T., Hartikainen H., Piironen V. 2000. Selenium as an antioxidant and pro-oxidant in ryegrass. Plant Soil, 225: 193-200

ZAHVALA

Iskreno se zahvaljujem svojemu mentorju, akademiku prof. dr. Ivanu Kreftu za pomoč in koristne nasvete pri izdelavi diplomske naloge;

Maji Vogrinčič za pomoč pri praktičnem delu;

svojim staršem za brezpogojno pomoč in podporo tekom študija;

Elminu in hčerkici za vzpodbudo in razumevanje.