

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Tanja ISKRA

**VPLIV SELENA IN SULFATA NA RAST IN RAZVOJ
KALIC AJDE (*Fagopyrum esculentum* Moench)**

DIPLOMSKO DELO

Visokošolski strokovni študij

Ljubljana, 2009

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Tanja ISKRA

VPLIV SELENA IN SULFATA NA RAST IN RAZVOJ KALIC AJDE
(*Fagopyrum esculentum* Moench)

DIPLOMSKO DELO
Visokošolski strokovni študij

THE IMPACT OF SELENIUM AND SULFATE ON THE GROWTH
AND STAGES OF BUCKWHEAT COTYLEDONS (*Fagopyrum*
***esculentum* Moench)**

GRADUATION THESIS
Higher professional studies

Ljubljana, 2009

S tem diplomskim delom zaključujem visokošolski študij agronomije in hortikulture na Biotehniški fakulteti Univerze v Ljubljani. Poskus je bil izveden v rastlinjaku, analiza pa v laboratoriju Katedre za genetiko, biotehnologijo in žlahtnjenje rastlin.

Študijska komisija Oddelka za agronomijo je za mentorja diplomskega dela imenovala akademika prof. dr. Ivana Krefta.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: prof. dr. Franc BATIČ
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Član: akademik prof. dr. Ivan KREFT
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Član: prof. dr. Jože OSVALD
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Datum zagovora:

Naloga je rezultat lastnega raziskovalnega dela. Podpisana se strinjam z objavo svoje naloge v polnem tekstu na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je naloga, ki sem jo oddala v elektronski obliki, identična tiskani verziji.

Tanja ISKRA

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Vs
DK	UDK 633.12:631.811:631.547.04.1 (043.2)
KG	ajda / selen / natrijev selenat / kalice / UV – B sevanje / rast / razvoj
KK	AGRIS F01
AV	ISKRA, Tanja
SA	KREFT, Ivan (mentor)
KZ	SI – 1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo
LI	2009
IN	VPLIV SELENA IN SULFATA NA RAST IN RAZVOJ KALIC AJDE (<i>Fagopyrum esculentum</i> Moench)
TD	Diplomsko delo (visokošolski strokovni študij)
OP	X, 30, [7] str., 9 pregl., 8 sl., 11 pril., 30 vir.
IJ	SI
JJ	sl/en
AI	V letu 2007 je bil izveden poizkus z navadno ajdo (<i>Fagopyrum esculentum</i> Moench cv. Darja) v rastlinjaku, analiza kalic pa v laboratoriju Katedre za genetiko, biotehnologijo in žlahtnjenje rastlin. Glavni namen poizkusa je bil ugotoviti, kakšen vpliv ima selen na rast in razvoj kalic ajde. Vsak vzorec je vseboval po 336 g semen, katera so bila omočena z destilirano vodo (vzorec 1), natrijevim selenatom (10 mg Se/g) (vzorec 2), natrijevim selenatom + cinkovim nitratom (0,25 g Zn/100 g H ₂ O) (vzorec 3), natrijevim sulfatom (1,792 g Na ₂ SO ₄ /100 ml) (vzorec 4) in cinkovim nitratom (0,25 g Zn/100 g H ₂ O) (vzorec 5). Polovico kalic vsakega vzorca smo med poizkusom izpostavili UV – B sevanju. 25. 4. 2007 smo kalice porezali tik nad koreninami, jih prešteli ter stehali njihove posamezne sveže dele: odprte kotiledone (KO), odprta stebila (SO), zaprte kotiledone (KZ) in zaprta stebila (SZ). Z raziskavo smo ugotovili, da je selen vplival na rast in razvoj kalic ajde, saj je bilo pri obeh vzorcih, ki sta vsebovala selen, zmanjšano število kalic. Preučevan je bil tudi pridelek kalic, ki je bil izpostavljen UV – B sevanju. Ugotovili smo, da je UV – B sevanje zmanjšalo pridelek kalic, razen pri destilirani vodi, kjer je bilo obratno. Poleg tega pa nam raziskave kažejo, da je povprečna teža razvitih kotiledonov (KO) in razvitih stebel (SO) večja v primerjavi z nerazvitimi kotiledoni (KZ) in nerazvitimi stebili (SZ).

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN	Vs
DC	UDC 633.12:631.811:631.547.04.1 (043.2)
CX	common buckwheat / selenium / sprouts / UV radiation / growth / stages
CC	AGRIS F01
AU	ISKRA, Tanja
AA	KREFT, Ivan (supervisor)
PP	SI – 1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
PB	University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Agronomy
PY	2009
TI	THE IMPACT OF SELENIUM AND SULFATE ON THE GROWTH AND STAGES OF BUCKWHEAT COTYLEDONS (<i>Fagopyrum esculentum</i> Moench)
DT	Graduation Thesis (Higher professional studies)
NO	X, 30, [7] p., 9 tab., 8 fig., 11 ann., 30 ref.
LA	SI
AL	sl/en
AB	In the 2007 was carried out an experiment with common buckwheat (<i>Fagopyrum esculentum</i> Moench cv. Darja) in a greenhouse while the analysis took place in the laboratory of Katedra za genetiko, biotehnologijo in žlahtnjenje rastlin. The main purpose of this experiment was to establish what kind of influence has selenium on the growth and the development of buckwheat cotyledons. Each sample included 336 g of seed which were soaked with distilled water (sample 1), sodium selenate (10 mg Se/g) (sample 2), sodium selenate + zinc nitrate (0.25 g Zn/100 g H₂O) (sample 3), sodium sulfate (1.792 g Na₂SO₄/100 ml) (sample 4) and zinc nitrate (0.25 g Zn/100 g H₂O) (sample 5). The half of each sample was exposed to the UV – B radiation during the experiment. On the 25. 4. 2007 the seedlings were cut just above their roots, some of their fresh parts were weighed and counted: open cotyledons (KO), open stems (SO), closed cotyledons (KZ) and closed stems (SZ). Through the research was established that selenium influenced the growth and development of buckwheat cotyledons as it was shown in two samples (2, 3) which included selenium where there were smaller number of seedlings. The weight of cotyledons which were exposed to the UV – B radiation was also studied. It was found out that the radiation reduces the weight of cotyledons except in the sample with the distilled water where it was the opposite. The results also showed that the average weight of open/developed cotyledons (KO) and open/developed stems (SO) is bigger in comparison to undeveloped cotyledons (KZ) and undeveloped stems (SZ).

KAZALO VSEBINE

	str.
Ključna dokumentacijska informacija	III
Key words documentation	IV
Kazalo vsebine	V
Kazalo preglednic	VII
Kazalo slik	VIII
Kazalo prilog	IX
Okrajšave in simboli	X
1 UVOD	1
1.1 OPREDELITEV PROBLEMA IN NAMEN DIPLOMSKE NALOGE	3
1.2 DELOVNE HIPOTEZE	3
2 PREGLED OBJAV	4
2.1 AJDA	4
2. 1. 1 Izvor ajde	4
2. 1. 2 Hranilna vrednost ajde	4
2.2 SELEN	5
2. 2. 1 Selen kot element	5
2. 2. 1. 1 Znaki pomanjkanja	5
2. 2. 1. 2 Toksičnost selena pri rastlinah in ljudeh	6
2. 2. 2 Koncentracija in oblika selena v rastlinah	6
2. 2. 3 Pomen selena za ljudi	7
2. 2. 4 Tehnike dodajanja selena	7
2. 3 CINK	8
2. 3. 1 Uporaba cinka	8
2. 3. 2 Nevarnosti cinka	8
2. 4 ŽVEPLO	8
2. 4. 1 Splošna uporaba	8
2. 4. 2 Nevarnosti žvepla	9

	str.
3 MATERIALI IN METODE	10
3.1 POSKUS	10
3. 1. 1 Vremenske razmere	11
3. 2 METODE DELA	12
3. 2. 1 Prvi znaki kalitve	12
3. 2. 2 Izpostavljenost kalilnikov UV – B sevanju	12
3. 2. 3 Spravilo vzorcev	13
4 REZULTATI	14
4. 1 REZULTATI IN VPLIV RAZTOPIN NA PRIDELEK KALIC BREZ UV-B SEVANJA TEKOM POSKUSA	14
4. 2 REZULTATI IN VPLIV RAZTOPIN NA PRIDELEK KALIC Z UV-B SEVANJEM	15
4. 3 POVPREČNA TEŽA KO, SO, KZ IN SZ PRI RAZLIČNIH HRANILNIH RAZTOPINAH	16
4. 3. 1 Povprečna teža KO in KO + UV -B pri različnih hranilnih raztopinah	16
4. 3. 2 Povprečna teža SO in SO + UV – B pri različnih hranilnih raztopinah	18
4. 3. 3 Povprečna teža KZ in KZ + UV – B pri različnih hranilnih raztopinah	20
4. 3. 4 Povprečna teža SZ in SZ + UV – B pri različnih hranilnih raztopinah	22
5 RAZPRAVA IN SKLEPI	24
5. 1 RAZPRAVA	24
5. 2 SKLEPI	25
6 POVZETEK	27
7 VIRI	28

ZAHVALA

PRILOGE

KAZALO PREGLEDNIC

	str.
Preglednica 1: Vzorci tretiranja semen	11
Preglednica 2: Število in povprečna teža odprtih kotiledonov (KO)	16
Preglednica 3: Število in povprečna teža odprtih kotiledonov z vključitvijo UV-B sevanja (KO + UV-B)	16
Preglednica 4: Število in povprečna teža stebel odprtih kotiledonov (SO)	18
Preglednica 5: Število in povprečna teža stebel odprtih kotiledonov z vključitvijo UV-B sevanja (SO + UV-B)	18
Preglednica 6: Število in povprečna teža zaprtih kotiledonov (KZ)	20
Preglednica 7: Število in povprečna teža zaprtih kotiledonov z vključitvijo UV-B sevanja (KZ + UV-B)	20
Preglednica 8: Število in povprečna teža stebel zaprtih kotiledonov (SZ)	22
Preglednica 9: Število in povprečna teža stebel zaprtih kotiledonov z vključitvijo UV-B sevanja (SZ + UV-B)	22

KAZALO SLIK

	str.
Slika 1: Kalilniki z omočenimi semeni	12
Slika 2: Kalilniki z razvitimi kotiledoni	13
Slika 3: Število razvitih kalic pri navadni ajdi (<i>Fagopyrum esculentum</i> Moench) cv. Darja brez prisotnosti UV – B sevanja, dne 13. 4. 2007, tekom poskusa	14
Slika 4: Število razvitih kalic pri navadni ajdi (<i>Fagopyrum esculentum</i> Moench) cv. Darja med posameznimi vzorci, izpostavljene UV-B sevanju in brez UV-B sevanja, dne 25. 4. 2007 ob zaključku poskusa	15
Slika 5: Primerjava povprečne teže odprtih kotiledonov (KO), izpostavljenih UV-B sevanju in brez UV-B sevanja ob zaključku poskusa (25. 4. 2007)	17
Slika 6: Primerjava povprečne teže stebel odprtih kotiledonov (SO), izpostavljenih UV-B sevanju in brez UV-B sevanja ob zaključku poskusa (25. 4. 2007)	19
Slika 7: Primerjava povprečne teže zaprtih kotiledonov (KZ), izpostavljenih UV-B sevanju in brez UV-B sevanja ob zaključku poskusa (25. 4. 2007)	21
Slika 8: Primerjava povprečne teže zaprtih stebel (SZ), izpostavljenih UV-B sevanju in brez UV-B sevanja ob zaključku poskusa (25. 4. 2007)	23

KAZALO PRILOG

- Priloga A: Analiza števila in teže kalic navadne ajde *Fagopyrum esculentum* Moench cv. Darja po parametrih: kotiledon odprt (KO), kotiledon zaprt (KZ), steblo odprto (SO) in steblo zaprto (SZ)
- Priloga A1: Število razvitih kalic pri posameznem vzorcu brez UV-B sevanja v času rasti, dne 13. 4. 2007 (tekem poskusa)
- Priloga A2: Število kalic in povprečna teža na 100 kalčkov (g) pri tretiranju semen z destilirano vodo (H_2O), dne 25. 4. 2007
- Priloga A3: Število kalic in povprečna teža na 100 kalčkov (g) pri tretiranju semen z raztopino natrijevega selenata ($Na_2 SeO_4$), dne 25. 4. 2007
- Priloga A4: Število kalčkov in povprečna teža na 100 kalčkov (g) pri tretiranju semen z raztopino natrijevega selenata ($Na_2 SeO_4$) in cinkovega nitrata ($Zn (NO_3)_2$), dne 25. 4. 2007
- Priloga A5: Število kalčkov in povprečna teža na 100 kalčkov (g) pri tretiranju semen z raztopino natrijevega sulfata ($Na_2 SO_4$), dne 25. 4. 2007
- Priloga A6: Število kalčkov in povprečna teža na 100 kalčkov (g) pri tretiranju semen z raztopino cinkovega nitrata ($Zn (NO_3)_2$), dne 25. 4. 2007
- Priloga A7: Število kalčkov in povprečna teža na 100 kalčkov (g) pri tretiranju semen z destilirano vodo (H_2O) + UV-B sevanje, dne 25. 4. 2007
- Priloga A8: Število kalčkov in povprečna teža na 100 kalčkov (g) pri tretiranju semen z raztopino natrijevega selenata ($Na_2 SeO_4$) + UV-B sevanje, dne 25. 4. 2007
- Priloga A9: Število kalčkov in povprečna teža na 100 kalčkov (g) pri tretiranju semen z raztopino natrijevega selenata ($Na_2 SeO_4$) in cinkovega nitrata ($Zn (NO_3)_2$) + UV-B sevanje, dne 25. 4. 2007
- Priloga A10: Število kalčkov in povprečna teža na 100 kalčkov (g) pri tretiranju semen z raztopino natrijevega sulfata ($Na_2 SO_4$) + UV-B sevanje, dne 25. 4. 2007
- Priloga A11: Število kalčkov in povprečna teža na 100 kalčkov (g) pri tretiranju semen z raztopino cinkovega nitrata ($Zn (NO_3)_2$) + UV-B sevanje, dne 25. 4. 2007

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

Okrajšava	Pomen
Se	selen
Zn	cink
S	žveplo
POVP.	povprečje
DNK	deoksiribonukleinska kislina
µg	mikrogram
g	gram
KO	kalice z odprtima kotiledonoma
SO	stebila kalic z odprtima kotiledonoma
KZ	kalice z zaprtima kotiledonoma
SZ	stebila kalic z zaprtima kotiledonoma

1 UVOD

Ajda je bila nekoč pomemben del prehrane revnih ljudi in kmetov, a se je sčasoma začela umikati bolj rodovitnim poljščinam, strniščnim krmnim dosevkom in koruzi. Lahko rečemo, da je bila do začetka preteklega stoletja ena od najbolj tipičnih slovenskih ljudskih jedi. Zato je v Sloveniji v zadnjem obdobju tako veliko povpraševanje po njej, ker starejši ljudje pogrešajo njene izdelke, saj so naveličani enolične in industrijsko pripravljene hrane. Ajda vsebuje poleg kakovostnih beljakovin tudi balastne snovi (vlaknine), odtenek olja, mineralne snovi, cink, nekaj bakra, magnezija in selen, flavonoide, v njej pa ne manjka niti zdravilnih snovi, to je rutin – eden od rastlinskih antioksidantov, ki pospešuje prepustnost kapilar in pomaga pri uravnavanju krvnega tlaka, ter varuje naše telo pred škodljivimi vplivi nekaterih snovi in sevanj (Kreft, 1995).

Selen je eden izmed pomembnejših kemijskih elementov. V naravi ga najdemo v zelo majhnih koncentracijah (do 100 µg/g vzorca) in zato tudi pravimo, da je prisoten v sledovih.

Nahaja se v VI. skupini periodnega sistema. Odkril ga je J. J. Berzelius leta 1818.

Je esencialen mikroelement, ki ima pri mikroorganizmih in sesalcih različne učinke, odvisno od koncentracije. Ugoden učinek na zdravje ljudi privede majhna koncentracija tega. V zadnjem času veliko pozornosti posvečajo raziskavam usmerjenim v proti rakavo delovanje selen, kjer je poznanih več mehanizmov predvidenega proti rakavega delovanja selen. Večje koncentracije selen postanejo mutagene in toksične, mehanizem delovanja pa še ni dokončno raziskan (Rayman, 2000; Bébien in sod., 2002). V takšnem primeru je rast ovirana in rastlina lahko odmre. Mlajše rastline so bolj dovzetne, kjer se simptomi pokažejo preje in bolj izrazito. Fitovolatizacija pa je eden od obrambnih mehanizmov rastlin, ki preprečuje pojav velikih količin selen (Terry in sod., 2000).

Od vsebnosti selen v rastlinah je odvisna količina tega elementa v prehrani ljudi in živali. Živila z veliko vsebnostjo beljakovin, vsebujejo veliko selen, predvsem meso mišičnine, drobovina in jajca, veliko ga je tudi v morskih sadežih. V manjših količinah pa se nahaja v sadju ter mlečnih izdelkih, zelenjavi in žitih (Smrkolj in sod., 2005).

Kalčki ali mlade rastlinice postajajo vse bolj pomembne v prehrani ljudi. Vsebujejo veliko beljakovin, vitaminov, ogljikovih hidratov, olj, rudninskih in balastnih snovi in s tem pripomorejo k biološki polnovredni prehrani (Fink, 1993). Beljakovine pri ajdi so zelo pomembne, saj imajo izredno biološko vrednost. Po aminokislinski sestavi zelo ustrezajo našim potrebam po aminokislinah (Kreft, 1995). Kalčki so odličen dodatek različnim dietam zaradi zelo majhne energijske in velike hranilne vrednosti. Ob rednem uživanju

kalčkov se nam izboljša prebava, izboljša odpornost imunskega sistema in splošno zdravje (Zagrajšek, 2008).

Različne valovne dolžine elektromagnetnega sevanja oddaja sonce, ki jih delimo na ultravijolični del, vidni del in infrardeči del. Ultravijolične sončne svetlobe človeško oko ne zazna, saj ni občutljivo na tako majhne valovne dolžine svetlobe. Razdelimo jo na tri razrede, ki jih imenujemo UV-A (ustreza mu sončna svetloba z valovnimi dolžinami med 320 in 380 nm), UV-B (z valovnimi dolžinami med 280 in 320 nm) in UV-C (z valovnimi dolžinami med 200 in 280 nm). V razredu UV-C se sončno sevanje skoraj popolnoma absorbira v ozračju, tako da ni nevarnosti za živa bitja na zemeljskem površju. Za nas sta tako pomembna predvsem UV-B in UV-A sevanje, ki si lahko utreta pot do tal (Kajfež in Bergant, 1997). S kotom sonca, onesnaženostjo ozračja, oblačnostjo in površinskim odbojem se količina UV-B sevanja na zemeljski površini spreminja. Močan vpliv ima na organizme, pa čeprav se nahaja v zelo majhnem odstotku, ki doseže zemeljsko površino glede na celotno sončno sevanje (Rozema in sod., 2002).

Na razmnoževalne procese rastlin, reprodukcijo in rastlinsko morfologijo, poškodbe DNK, spremembe pri transpiraciji, fotosintezi in dihalnem potencialu rastlin vpliva UV-B sevanje, ki se zaradi tanjšanja ozonskega plašča v stratosferi večja, kar posredno vodi do zmanjšane pridelke (Rozema in sod., 1997). To sevanje tudi povečuje sintezo flavonoidov v ajdi, v preveliki količini pa lahko poškoduje rastline, kar se kaže v majhni koncentraciji flavonoidov (Kreft in sod., 2006).

1.1 OPREDELITEV PROBLEMA IN NAMEN DIPLOMSKE NALOGE

Ker je v tleh majhen delež selen in posledično tudi v rastlinah in prehrani, se ljudje v zadnjem obdobju veliko posvečajo raziskavam in različnim tehnikam dodajanja, ki omogočajo obogatitev kulturnih rastlin s selenom in drugimi pomembnimi elementi.

Namen našega diplomskega dela je bil obogatiti kalice ajde s selenom, cinkom in žveplom ter ugotoviti sledeče:

- kakšen je vpliv tretiranja semena z natrijevim selenatom, natrijevim selenatom + cinkovim nitratom, natrijevim sulfatom, cinkovim nitratom ter destilirano vodo na rast in razvoj kalic ajde; število in teža kalic ajde pri neizpostavljeni skupini UV-B sevanju, ter pri skupini izpostavljeni UV-B sevanju.
- kakšen je vpliv UV-B sevanja na rast in razvoj kalic ajde.

1.2 DELOVNE HIPOTEZE

- Predvidevali smo, da bo tretiranje semen z natrijevim selenatom, natrijevim selenatom + cinkovim nitratom, natrijevim sulfatom, cinkovim nitratom ter destilirano vodo vplivalo na rast in razvoj kalic ajde;
- predvidevali smo, da se bodo kalice ajde brez prisotnosti UV-B sevanja, katerih semena so bila namočena v raztopini natrijevega selenata, natrijevega selenata + cinkovega nitrata, natrijevega sulfata, cinkovega nitrata ter destilirani vodi razlikovale od kalic ajde, ki so bile izpostavljene UV-B sevanju.

2 PREGLED OBJAV

2.1 AJDA

Ajda je enoletnica in dvokaličnica, ki jo uvrščamo v družino dresnovk (*Polygonaceae*). Pogosto jo uvrščamo v žita zaradi načina pridelave in uporabe, vendar ni žito, saj so žita enokaličnice in spadajo v družino trav (Kreft, 1995).

2. 1. 1 Izvor ajde

Pri nas poznamo navadno (*Fagopyrum esculentum* Moench) in tatarsko ajdo (*Fagopyrum tataricum* Gaertn.). Kislica, rabarbara in številne dresni so njeni bližnji sorodniki, med daljnimi pa špinača in amarant.

Ajda izvira iz Kitajske pokrajine Junan, od koder se je najprej začela širiti južno od Himalaje v Butan, Nepal, Indijo in Pakistan, ter po drugi poti proti severu Kitajske in Sibirije. Od tam se je najverjetneje preko Rusije in Ukrajine razširila v Srednjo Evropo in naprej proti zahodni Evropi. Leta 1426 je bila prvič omenjena v Sloveniji, a verjetno je k nam prišla nekaj let prej. Države, ki pridelujejo ajdo v Evropi so Rusija, Ukrajina, Poljska, Belorusija, Hrvaška, Slovenija, Avstrija, Danska in Francija, ter v manjši meri v nekaterih drugih državah. Še v prvi polovici 20. st. je bila zelo razširjena v Nemčiji in delno na Češkem, vendar je pridelava močno upadla, kot v večini evropskih držav (Kreft, 1995).

2. 1. 2 Hranilna vrednost ajde

V zadnjem času se je pri nas in po svetu močno povečalo zanimanje za ajdo, tudi zaradi izredno skladne sestave hranilnih snovi v njenih zrnih. Vsebuje zelo kakovostne beljakovine, ki so kvalitetnejše od beljakovin mesa, soje ali mleka (Kreft, 1995). V prehrani jo uporabljamo kot kašo, zdrob ali moko, iz katere lahko pripravimo različne jedi, kot so žganci, kruh, testenine, polenta idr. Iz praženih ajdovih zrn in svežih delov rastlin pripravljajo čaj, izdelujejo pivo, na Kitajskem kis, na Japonskem ajdovo žganje, predvsem pa imajo radi ajdove kalčke. Nepogrešljiv je tudi temen ajdov med, ki ima močno aromo in vsebuje veliko mineralnih snovi in snovi s protibakterijskim učinkom (Kreft in sod., 1999). Pri ajdi se v endospermu nahaja rezistenten škrob, ki pri prebavi upočasnjuje prehod sladkorjev iz prebavil v kri, to pa pomaga predvsem bolnikom s sladkorno boleznijo. Ker ne vsebuje glutena, je primerna tudi za bolnike s celiakijo. Bogata je z minerali, pomembni so cink, baker, magnezij in vitamini B₁, B₂, niacin ter vitamin B₆. V zrnih najdemo tudi nekaj maščob in vlaknin (Bonafaccia in sod., 2003).

Skupna količina fenolnih snovi je pri tatarski in navadni ajdi podobna. Od skupnih fenolnih komponent predstavlja v brstih tatarske ajde kar 90% rutina, medtem ko v navadni ajdi samo 20%. Na splošno imajo tkiva z veliko vsebnostjo fenolnih komponent veliko antioksidativno aktivnost. Rutin pa lahko služi kot dober pokazatelj antioksidativnih učinkov (Kim in sod., 2008).

Rutin krepi odpornost organizma pri boleznih srca in ožilja. Različni preparati iz rutina zaustavljajo krvavitve, blažijo opekline, znižujejo visok krvni tlak, delujejo protibakterijsko in podobno. Z njim lahko oskrbimo organizem tudi s čajem iz posušenih mladih listov ajde (Kocjan Ačko, 1999).

2.2 SELEN

2. 2. 1 Selen kot element

Simbol je Se. Je polkovinski element, ki spada v VI. skupino periodnega sistema. Njegovo atomsko število je 34, relativna atomska masa pa znaša 78,96. Pojavlja se v več alotropskih oblikah kot sivi, rdeči in črni selen (Leksikon, 1996). V naravi je vezan v obliki hlapnih in nehlapnih organskih spojin : selenocistein, selenocistin, selenometionin, dimetil selenid, ... (Pyrzynska, 1996).

Hlapi in plini večine selenovih spojin, so zelo strupeni, če jih vdihavamo. SeO_2 in SeS_2 so strupeni, če jih zaužijemo; prav tako zelo dražijo kožo in so rakotvorni. Čeprav so nekatere selenove spojine strupene, je selen kot element v zelo majhnih količinah zelo pomemben v prehrani ljudi (Krebs, 2006).

Klaus Schwarz je leta 1957 ugotovil, da je selen za človekov organizem nujno potrebna rudninska snov, kar so potrdile tudi kasnejše raziskave, ki so pokazale, da nekatere bolezni človeka in živali povzroča pomanjkanje selen (Haavisto in sod., 1996).

2. 2. 1. 1 Znaki pomanjkanja

Primanjkljaj selen je veliko bolj pogost, kot da ga je v obilju. V nekaterih deželah, predvsem na Kitajskem, Sibiriji, Koreji, Finski in Floridi je vsebnost selen v tleh zelo majhna (Rayner – Canham in Overton, 2002), zato so tukaj prisotne najpogostejše bolezni, ki se pojavljajo zaradi pomanjkanja le - tega. To sta Keshanova bolezen (težave s srcem) in Kashin – Beckova bolezen (prizadene sklepe in mišice). Poleg omenjenih bolezni pride zaradi pomanjkanja selen tudi do: razvoja raka prostate, dojke, debelega črevesa, jajčnikov in pljuč; povečana možnost spontanov splavov, zmanjšana plodnost pri moških,

Alzheimerjeva bolezen, depresija pri starejših, astma, ter majhna porodna teža otrok pri nosečnicah, ki imajo majhno vsebnost Se (Letavayova in sod., 2006).

Probleme lahko rešujemo z uporabo prehrabnih dodatkov, ki vsebujejo selen, vendar moramo biti pri uporabi teh pazljivi, saj lahko pride do toksičnosti in prevelikega vnosa selen. Pri tem ne smemo pretiravati. Pred uživanjem je potrebno posvetovanje s strokovnjakom in strogo upoštevati priložena navodila (Stibilj in sod., 2004).

2. 2. 1. 2 Toksičnost selen pri rastlinah in ljudeh

Toksičnost se pri rastlinah kaže zaradi prevelike vsebnosti selen. Posledice so: porumenelost listov, rdeče pike na koreninah, bledičavost in črne pike, ovirana rast.

Najpogostejši toksični obliki sta selenat in selenit. Rastlina ju oba sprejme in spremeni v organsko obliko. Selenit naj bi bil bolj toksičen, ker se hitreje pretvori v selenoaminokislino, ki se lahko vključijo v proteine in tako nadomestijo žveplo, kar pa je lahko toksično (Terry in sod., 2000).

Izdelki, preveč obogateni s selenom in različna prehranska dopolnila s prekomernim zaužitjem, povzročajo poškodbe DNK in dodatne oksidativne poškodbe pri ljudeh. To pa ni odvisno le od količine zaužitega selen, ampak tudi od fiziološkega stanja človeka, starosti in interakcij z drugimi sestavinami hrane. Znaki, ki se kažejo zaradi prevelikih zaužitih količin selen so: morfološke spremembe nohtov, izguba las, zadah po česnu, pri zastrupitvi pa degeneracija jeter in ledvic (Letavayova in sod., 2006).

2. 2. 2 Koncentracija in oblika selen v rastlinah

Z gojenjem rastlin, obogatenih s selenom, je eden od možnih načinov, za proizvodnjo bogate hrane in s tem povečan učinek za zdravje človeka. Koncentracija selen v naši prehrani je odvisna od količine, dostopnosti in porazdelitve selen v tleh. Rastline privzemajo selen v primarni obliki, ki ji pravimo selenat (SeO_4^{2-}) ali selenit (SeO_3^{2-}) (Ellis in Salt, 2003).

Njegove vsebnosti v tleh so porazdeljene različno, saj se vrtijo od 0,1 $\mu\text{g Se/g}$ in do več kot 1 mg Se/g . Na koncentracijo selen v prehrani pa vpliva tudi temperatura, saj rastline pri temperaturi, ki je večja od 20°C privzemajo večjo količino selen, kot pri temperaturi, ki je nižja od 15°C. Razporeditev Se v posamezne dele rastlin je odvisna od vrste, fiziološkega stanja in razvojne faze (Terry in sod., 2000).

Najbolj pogosta oblika selen v prehrani sta aminokislina selenometionin in selenocistein v proteinih. Selenometionin je predhodna oblika v prehrani rastlinskega izvora, medtem ko

proteini iz živalskih tkiv vsebujejo obe aminokislini v različnih oblikah (Lintschinger in sod., 2000).

2. 2. 3 Pomen selena za ljudi

Za ljudi je pomembna raznolika prehrana, da se zagotovi zadosten vnos selena, količina selena v prehrani pa je odvisna od vsebnosti selena v rastlinah.

Za zdrave odrasle ljudi je priporočena dnevna količina selena 55 µg Se/dan, za otroke nekoliko manj, pri nosečnicah nekoliko več – 60 µg Se/dan. Pri zaužitju manj kot 11 µg Se/dan, se pokažejo znaki pomanjkanja selena, pri 400 µg Se/dan je še varna meja (zgornja), pri koncentracijah med 3200 in 5000 µg Se/dan pa se pojavijo znaki toksičnosti (Reid in sod., 2004).

To količino lahko vzdržujemo s tem, da uživamo morsko hrano, rumenjake, piščanca, mleko in polnozrnat kosmiče (Krebs, 2006), najdemo ga tudi v gobah, česnu, šparglju in mesu (Rayner – Canham in Overton, 2002).

Žita vsebujejo veliko beljakovin, selen pa je z njimi vezan v obliki aminokislina selenometionin. Imajo večjo vsebnost selena kot moka. Od 14% pa tudi do 75% je zmanjšana vsebnost selena v primerjavi s celimi zrnji, navajajo različni avtorji. Več selena je v črni moki, otrobih in črnem kruhu, vendar moramo upoštevati možnost izgube selena, zaradi toplotne obdelave. Takšne izgube so lahko različne, saj je selen v živilih v različnih oblikah (Modic 2001).

Kruh in žita so obilen in tudi najbolj učinkovit vir dietičnega selena. Pšenični izdelki, bogati s selenom, značilno povečajo nivo selena v krvi in aktivnost glutathion peroksidaze (Lintschinger in sod., 2000).

2. 2. 4 Tehnike dodajanja selena

Naravno koncentracijo selena lahko povečamo z različnimi načini gojenja:

- namakanje semen;
- dodajanje selena v hranilno raztopino (hidroponsko gojenje, aeroponsko gojenje, foliarno škropljenje);
- dodajanje selena z mineralnimi gnojili.

2. 3 CINK

2. 3. 1 Uporaba cinka

Danes se približno ena tretjina vseh cinkovih spojin uporablja za proces znan pod imenom galvanizacija. Ta proces preskrbuje zaščitno cinkovo prevleko na drugih kovinah (Krebs, 2006). Veliko se uporablja tudi v obliki zlitin (cinkova zlitina) in cinkovega prahu, ki se uporablja v premazih za zaščito pred rjavenjem. Pri izdelovanju organskih barvil, baterij, pridobivanju zlata in srebra iz rud, pa se uporablja kot reducent (Haavisto in sod., 1996). Seveda pa ima cink pomembno vlogo kot življenjsko pomembna rudnina tako za človeka, kot za rastline in živali, saj igra pomembno vlogo pri delovanju encimov in hormonov – npr. pri uravnavanju rasti (Haavisto in sod., 1996).

2. 3. 2 Nevarnosti cinka

Veliko cinkovih zmesi je strupenih, če jih vdihavamo ali zaužijemo. Pomanjkanje cinka povzroča pomanjkanje okusa, v človeku zavira rast, tako fizično kot mentalno, in prispeva k anemiji. Cink je prisoten tudi v hrani, predvsem v proteinih (meso). Uravnotežena dieta zagotavlja zadostno količino cinka. Posameznik ne sme zaužiti več kot 50 miligramov cinka v dietetičnem cinkovem dopolnilu na dan, saj so velike vrednosti cinka v telesu strupene. Človeško telo vsebuje približno 2 grama cinka (Krebs, 2006).

Zastrupitev s cinkom se lahko pojavi z vdihavanjem cinkovih hlapov in drobcev. Večinoma se to zgodi v industrijskih procesih in preko presežka ustnega zauživanja cinka v dietnih dopolnilih. Zastrupitev s cinkom lahko povzroči bolečine v trebuhu, bruhanje in krvavitve. Prekomerna količina cinka prav tako lahko povzroči prezgodnji porod (Krebs, 2006).

2. 4 ŽVEPLO

2. 4. 1 Splošna uporaba

Žveplo je bistvenega pomena za življenje in je eden od štirih glavnih surovin kemične industrije. Drugi trije so apnenec, premog in sol. Večina žvepla, ki ga proizvedejo, se uporablja za izdelovanje žveplene kisline (H_2SO_4) (Krebs, 2006), ki se v velik meri porabi za proizvodnjo umetnih gnojil in različnih drugih spojin (Haavisto in sod., 1996). Vsako leto uporabijo 40 milijonov ton v proizvodnji umetnih gnojil, baterij, smodnika, sušil, vžigalic, mil, plastičnih mas, belil, barv, barvil, medicinskih mazil in drugih farmacevtskih proizvodov, in še mnogo drugih stvari (Krebs, 2006). Uporablja se tudi v vinogradništvu in

sadjarstvu v obliki praha za zatiranje škodljivcev in za pripravo škropiva, ki ga uporabimo pri žveplanju oz. razkuževanju sodov (Haavisto in sod., 1996).

2. 4. 2 Nevarnosti žvepla

Mnogo žveplovih spojin je strupenih, toda bistvenih za življenje. Plin iz elementarnega žvepla in iz večine žveplovih spojin je strupen, ko se ga vdihava in smrtonosen, ko se ga zaužije. Iz tega razloga so žveplove spojine učinkovite za iztrebljanje podgan in miši in kot sestavina insekticidov. Žvepleni snovi – sulfanilamid in sulfadiazin (čeprav sta strupena), sta bila uporabljena kot medicinski antibiotiki med drugo svetovno vojno preden se je pojavil penicilin. Še danes se jih uporablja v veterini (Krebs, 2006).

3 MATERIALI IN METODE

3.1 POSKUS

Raziskava je vključevala navadno ajdo, sorto Darja (*Fagopyrum esculentum* Moench cv. Darja) in je potekala v rastlinjaku ter laboratoriju Biotehniške fakultete v Ljubljani.

Dne 2. 4. 2007 smo pripravljeno seme izpirali in razkuževali s 70% alkoholom, nato izpirali z destilirano vodo, ter jih namakali v petih različnih raztopinah.

- Prvi vzorec smo tretirali (namakali semena) z destilirano vodo,
- drugega z raztopino natrijevega selenata (Na_2SeO_4) v koncentraciji 10 mg Se/g raztopine,
- tretjega z raztopino natrijevega selenata in cinkovega nitrata ($\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$) v koncentraciji 0,25 g Zn/100 g H_2O ,
- četrtega z raztopino natrijevega sulfata (Na_2SO_4) v koncentraciji 1,792 g Na_2SO_4 /100 ml raztopine,
- petega z raztopino cinkovega nitrata ($\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$) v koncentraciji 0,25 g Zn/100 g H_2O .

Posamezen vzorec je vseboval 336 g semen in 160 g raztopine. Razdelili smo ga na 8 kalilnikov.

Dne 16. 4. 2007 smo od vzorcev 1, 4 in 5 odvzeli po 4 kalilnike, ter jih izpostavili UV-B sevanju, ker so imeli razvitih več kot polovico kalic. Kalilnike vzorca 2 smo izpostavili UV-B sevanju dne 19. 4. 2007, kalilnike vzorca 3 pa 20. 4. 2007.

Spravilo obeh skupin kalic smo zaključili 24 dni po tretiranju, dne 25. 4. 2007.

Preglednica 1: Vzorci tretiranja semen

Vzorec 1*	Vzorec 2*	Vzorec 3*	Vzorec 4*	Vzorec 5*
160 g H ₂ O + 336 g semen	160 g Na ₂ SeO ₄ + 336 g semen	160 g Na ₂ SeO ₄ in Zn (NO ₃) ₂ + 336 g semen	160 g Na ₂ SO ₄ + 336 g semen	160 g Zn (NO ₃) ₂ + 336 g semen

* Vzorec 1- tretiranje semen z destilirano vodo;

* Vzorec 2 - tretiranje semen z raztopino natrijevega selenata (Na₂ SeO₄);

* Vzorec 3 - tretiranje semen z raztopino natrijevega selenata (Na₂ SeO₄) in cinkovega nitrata (Zn (NO₃)₂);

* Vzorec 4 - tretiranje semen z raztopino natrijevega sulfata (Na₂ SO₄);

* Vzorec 5 - tretiranje semen z raztopino cinkovega nitrata (Zn (NO₃)₂).

3. 1. 1 Vremenske razmere

Poleg že omenjenih dejavnikov, ki smo jih uporabili pri poskusu so pomembne tudi vremenske razmere, saj smo polovico kalilnikov izpostavili UV-B sevanju. Za leto 2007 je bilo značilno nadpovprečno osončeno, toplo in povprečno namočeno leto. Povprečna temperatura je bila povsod nad dolgoletnim povprečjem. V ljubljanski kotlini je bilo leto 2007 za 2°C toplejše kot v dolgoletnem povprečju. Ker je za to leto značilno nadpovprečno število osončenih in toplih dni, je bilo tudi trajanje sončnega obsevanja preseženo povsod po Sloveniji. V Ljubljani je sonce sijalo 2010 ur, kar pomeni 17% več od dolgoletnega povprečja (Agencija ..., 2007).

V mesecu aprilu je bilo izjemno veliko toplih dnevor, predvsem srednja in zadnja tretjina meseca. Pogovorno je mesec april znan po muhastem in hitro spremenljivem vremenu, toda v tem letu je presenetil in dosegel rekordno število toplih dni. V Ljubljani je bila povprečna aprilaska temperatura 14,7°C, kar je največ doslej in 4,8°C nad dolgoletnim povprečjem. Količina padavin je bila najvišja v Julijskih Alpah, nad 1500 mm, najmanj pa je padlo v severovzhodni Sloveniji in na obali, pod 900 mm (Agencija ..., 2007).

3. 2 METODE DELA

Za vsak vzorec smo pripravili 8 alu posodic (kalilnikov) dimenzije 22 x 11, 5 cm, ki so bile obložene s filter papirjem. Vsak kalilnik je vseboval 62 g omočenih semen, ki smo jih prekrili z mokrim filtrirnim papirjem. Med kaljenjem smo seme vlažili z destilirano vodo v obliki škropljenja.



Slika 1: Kalilniki z omočenimi semeni

3. 2. 1 Prvi znaki kalitve

Prvi znaki kalitve so bili vidni pri semenih omočenih z destilirano vodo (Vzorec 1) dne 9. 4. 2007, pri semenih omočenih z natrijevim sulfatom (Vzorec 4) in semenih omočenih s cinkovim nitratom (Vzorec 5) pa 10. 4. 2007. Semena omočena z raztopino natrijevega selenata (Vzorec 2), ter semena omočena z raztopino natrijevega selenata + cinkovega nitrata (Vzorec 3), pa so kazali prve znake kalitve dne 13. 4. 2007.

3. 2. 2 Izpostavljenost kalilnikov UV – B sevanju

UV – B sevanje je bilo vključeno 14. dan po namakanju semen (15. 4. 2007), vendar samo pri omočenem semenu z destilirano vodo, raztopino natrijevega sulfata ter cinkovega nitrata. Le-ti so imeli razvitih več kot polovico kalic, zato smo od posameznega vzorca

izpostavili po 4 kalilnike. Vzorec, katerega semena so bila omočena z raztopino natrijevega selenata, je bil izpostavljen 19 dan po omočenju semen (20. 4. 2007), 18 dan po omočenju pa vzorec, katerega semena so bila omočena z raztopino natrijevega selenata + cinkovega nitrata (21. 4. 2007).

Izpostavljenost kalic UV-B sevanju je potekala med 9 in 17 uro.

3. 2. 3 Spravilo vzorcev

Kalice smo 25. 4. 2007 porezali tik nad koreninami, jih razporedili na posamezne dele, le-ti pa so: kotiledon odprt (KO), steblo odprto (SO), kotiledon zaprt (KZ) in steblo zaprto (SZ). Pri vseh vzorcih so bila stebela kalic različne velikosti.

KO, SO, KZ in SZ smo ločili, jih prešteli, ter stehtali.



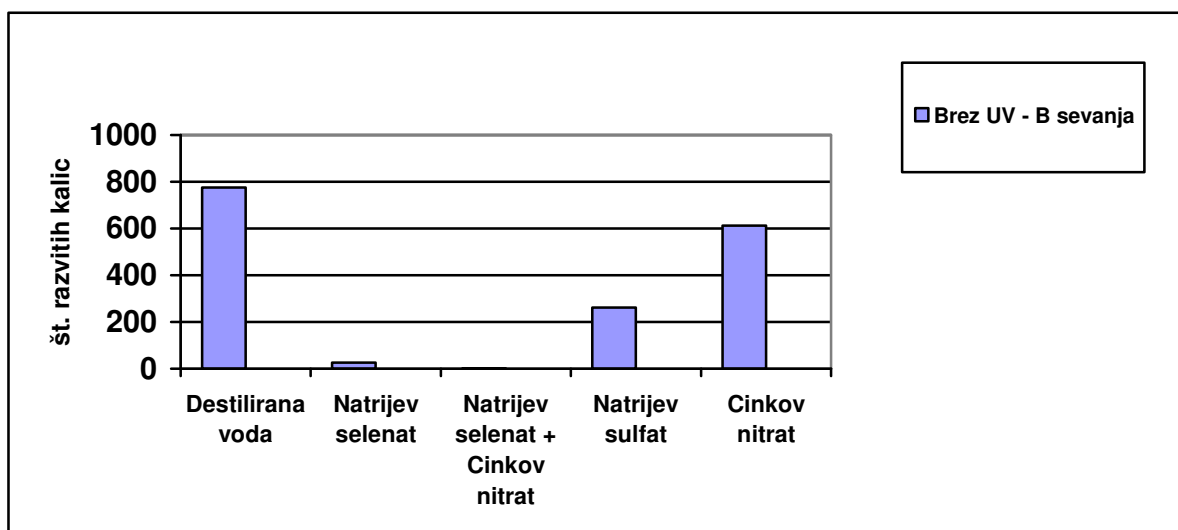
Slika 2: Kalilniki z razvitimi kotiledoni

4 REZULTATI

Spodaj prikazani rezultati so sestavljeni iz 2 delov in sicer analiza odziva kalic na posamezne raztopine, ter analiza odziva kalic na posamezne raztopine v prisotnosti UV-B sevanja.

4. 1 REZULTATI IN VPLIV RAZTOPIN NA PRIDELEK KALIC BREZ UV-B SEVANJA

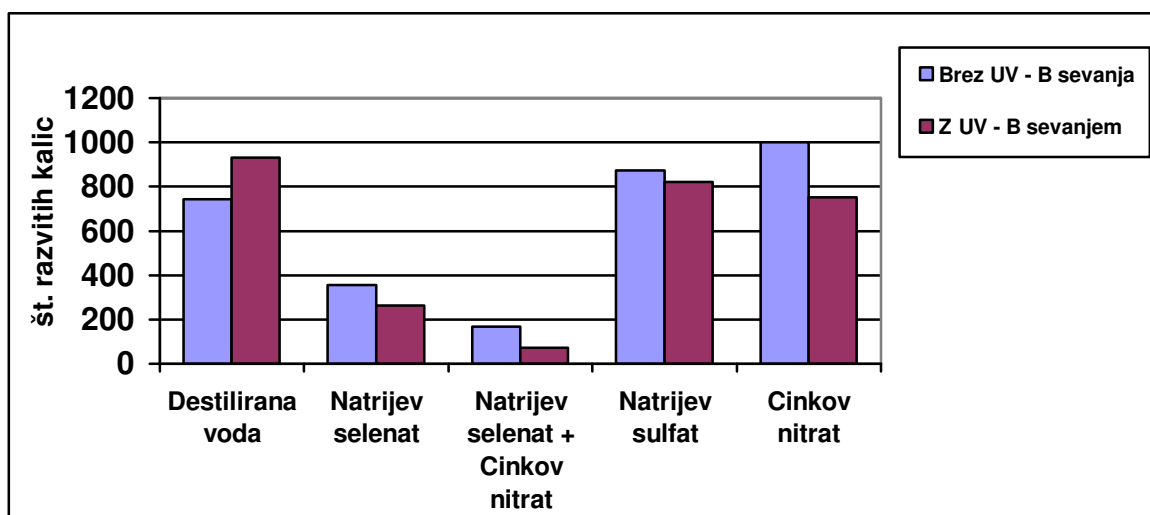
Prvo ugotavljanje števila razvitih kalic oz. kotiledonov je bilo dne 13. 4. 2007 (Slika 3). Vidimo, da je bilo največ razvitih kalic pri vzorcu z destilirano vodo in cinkovim nitratom. Sledi mu vzorec z natrijevim sulfatom, najmanjše število razvitih kalic pa sta imela vzorca natrijev selenat in natrijev selenat + cinkov nitrat. Vsi podatki so navedeni v prilogi A1.



Slika 3: Število razvitih kalic pri navadni ajdi (*Fagopyrum esculentum* Moench) cv. Darja brez prisotnosti UV – B sevanja, dne 13. 4. 2007, tekom poskusa

4. 2 REZULTATI IN VPLIV RAZTOPIN NA PRIDELEK KALIC Z UV-B SEVANJEM

Težo kotiledonov, stebel in število kalic smo določili s tehtanjem in štetjem takoj po rezanju kalic iz posameznih vzorcev. Raztopine, katere so bile prisotne v kalicah, so vplivale na rast in razvoj kalic, kar je bilo vidno že med obravnavanjem.



Slika 4: Število razvitih kalic pri navadni ajdi (*Fagopyrum esculentum* Moench) cv. Darja med posameznimi vzorci, izpostavljene UV-B sevanju in brez UV-B sevanja, dne 25. 4. 2007 ob zaključku poskusa

Pri primerjavi pridelkov med posameznimi vzorci so opazne razlike med ne izpostavljenimi in izpostavljenimi vzorci UV-B sevanju. Vključitev UV-B sevanja pri destilirani vodi se je odrazilo v povečanem številu razvitih kalic za 25% (190 kalic). Pri vseh ostalih je vključitev UV-B sevanja zmanjšalo število razvitih kalic: pri natrijevem selenatu + cinkovemu nitratu za 138% (98 kalic), natrijevem selenatu za 35% (93 kalic), cinkovemu nitratu za 33% (250 kalic) in pri natrijevem sulfatu za 6% (53 kalic).

Največje število razvitih kalic je bilo pri cinkovemu nitratu, najmanj pa pri natrijevem selenatu + cinkovemu nitratu.

4. 3 POVPREČNA TEŽA KO, SO, KZ IN SZ PRI RAZLIČNIH HRANILNIH RAZTOPINAH

Rezultati meritev povprečne teže posameznih delov kalic (KO, SO, KZ, SZ), zraslih iz semena, ki so bila namočena v destilirani vodi, raztopini natrijevega selenata, natrijevega selenata + cinkovega nitrata, natrijevega sulfata ter raztopini cinkovega nitrata, so prikazani v slikah 5, 6, 7 in 8.

4. 3. 1 Povprečna teža KO in KO + UV -B pri različnih hranilnih raztopinah

Preglednica 2: Število in povprečna teža odprtih kotiledonov (KO)

Število obravnavanj	Obravnavanje	N*	POVP*
1	Destilirana voda	742	4,665 ± (3,322 – 5,629)
2	Natrijev selenat	356	5,941 ± (5,031 – 7,583)
3	Natrijev selenat, Cinkov nitrat	169	7,438 ± (1,064 – 7,235)
4	Natrijev sulfat	874	4,275 ± (3,367 – 5,299)
5	Cinkov nitrat	1001	4,020 ± (3,557 – 4,660)

N* - število odprtih kotiledonov

POVP* - povprečna teža odprtih kotiledonov/100 kalic (g)

± = najmanjša vrednost - največja vrednost

Preglednica 3: Število in povprečna teža odprtih kotiledonov z vključitvijo UV-B sevanja (KO + UV-B)

Število obravnavanj	Obravnavanje	N*	POVP*
1	Destilirana voda	932	5,310 ± (4,479 – 7,194)
2	Natrijev selenat	263	7,594 ± (5,227 – 10,563)
3	Natrijev selenat, Cinkov nitrat	71	15,509 ± (8,886 – 28,200)
4	Natrijev sulfat	821	4,501 ± (4,029 – 4,755)
5	Cinkov nitrat	751	4,420 ± (3,921 – 4,289)

N* - število odprtih kotiledonov

POVP* - povprečna teža odprtih kotiledonov/100 kalic (g)

± = najmanjša vrednost - največja vrednost

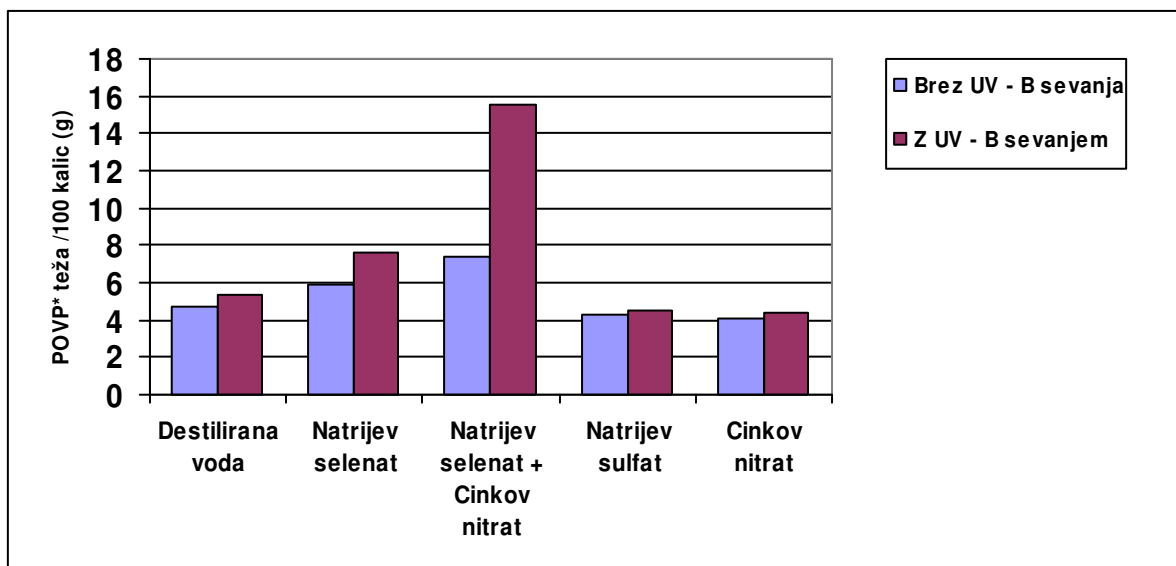
V sliki 5 je razvidno, da so bili KO, ki so bili izpostavljeni UV-B sevanju pri vseh vzorcih težji od vzorcev brez UV-B sevanja. Vendar pa je razlika med njimi minimalna, razen pri vzorcu z raztopino:

- natrijevega selenata + cinkovega nitrata z UV-B sevanjem je bila teža KO v primerjavi z KO brez UV-B sevanja manjša za kar 108%;

Pri ostalih vzorcih so razlike naslednje:

- pri natrijevem selenatu je bila povprečna teža KO brez UV-B sevanja za skoraj 28% manjša od KO + UV-B sevanje;
- pri destilirani vodi je bila povprečna teža KO brez UV-B sevanja v primerjavi z KO + UV-B sevanje manjša za skoraj 14%;
- pri cinkovemu nitratu je bila povprečna teža KO brez UV-B sevanja za skoraj 10% manjša od KO + UV-B sevanje;
- pri natrijevem sulfatu pa je bila povprečna teža KO brez UV-B sevanja za 5% manjša od KO + UV-B sevanje;

Vsi podatki so navedeni v prilogi A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9, A10, A11.



Slika 5: Primerjava povprečne teže odprtih kotiledonov (KO), izpostavljenih UV-B sevanju in brez UV-B sevanja ob zaključku poskusa (25. 4. 2007)

4. 3. 2 Povprečna teža SO in SO + UV – B pri različnih hranilnih raztopinah

Preglednica 4: Število in povprečna teža stebel odprtih kotiledonov (SO)

Število obravnavanj	Obravnavanje	N*	POVP*
1	Destilirana voda	742	5,195 ± (4,857 – 5,533)
2	Natrijev selenat	356	5,807 ± (3,726 – 7,125)
3	Natrijev selenat, Cinkov nitrat	169	5,974 ± (5,182 – 7,647)
4	Natrijev sulfat	874	3,705 ± (3,092 – 4,166)
5	Cinkov nitrat	1001	4,204 ± (3,635 – 4,771)

N* - število stebel

POVP* - povprečna teža odprtih stebel/100 kalic (g)

± = najmanjša vrednost - največja vrednost

Preglednica 5: Število in povprečna teža stebel odprtih kotiledonov z vključitvijo UV-B sevanja (SO + UV-B)

Število obravnavanj	Obravnavanje	N*	POVP*
1	Destilirana voda	932	4,095 ± (2,927 – 5,264)
2	Natrijev selenat	263	6,692 ± (5,016 – 7,781)
3	Natrijev selenat, Cinkov nitrat	66*	7,435 ± (7,100 – 12,182)
4	Natrijev sulfat	821	3,819 ± (3,047 – 4,630)
5	Cinkov nitrat	751	4,691 ± (4,194 – 5,410)

N* - število stebel

POVP* - povprečna teža odprtih stebel/100 kalic (g)

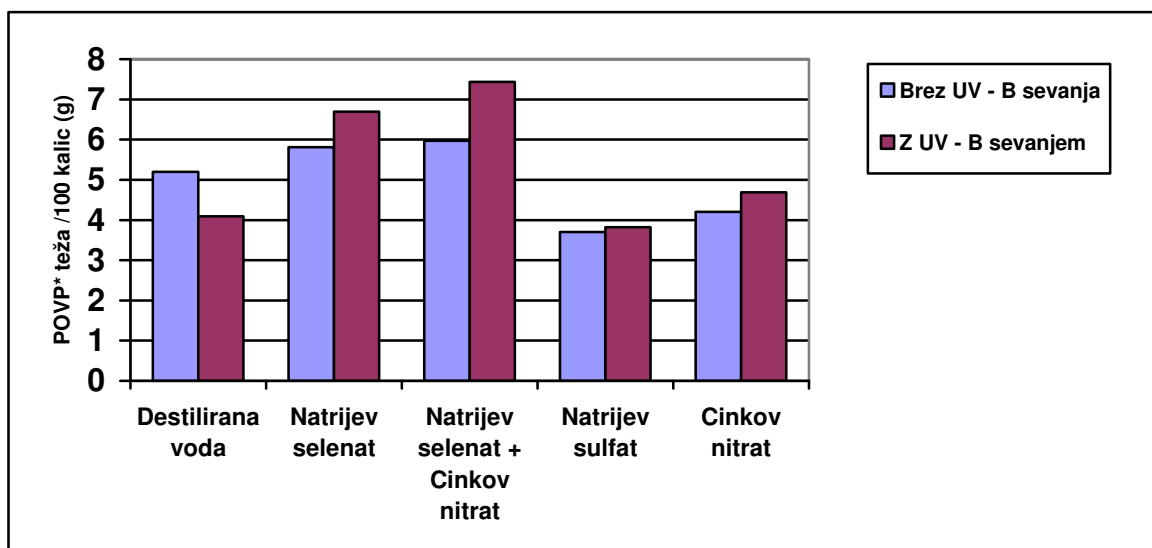
66* - brez enega kalilnika

± = najmanjša vrednost - največja vrednost

Destilirana voda se v primerjavi z drugimi vzorci razlikuje po tem, da imajo vsi ostali vzorci brez prisotnosti UV-B sevanja manjšo povprečno težo SO kot vzorci s prisotnostjo UV-B sevanja. Tako ima:

- destilirana voda brez UV-B sevanja večjo povprečno težo SO od destilirane vode + UV-B sevanje za skoraj 27%;

- natrijev sulfat ima manjšo povprečno težo SO od natrijevega sulfata + UV-B sevanje za 3%;
- cinkov nitrat ima v primerjavi s cinkovim nitratom + UV-B sevanje za 11% manjšo povprečno težo SO;
- natrijev selenat brez UV-B sevanja ima manjšo povprečno težo SO od natrijevega selenata + UV-B sevanje za 15% in
- natrijev selenat + cinkov nitrat ima v primerjavi z natrijevim selenatom + cinkovim nitratom + UV-B sevanje manjšo povprečno težo SO za skoraj 24%.



Slika 6: Primerjava povprečne teže stebel odprtih kotiledonov (SO), izpostavljenih UV-B sevanju in brez UV-B sevanja ob zaključku poskusa (25. 4. 2007)

4. 3. 3 Povprečna teža KZ in KZ + UV – B pri različnih hranilnih raztopinah

Preglednica 6: Število in povprečna teža zaprtih kotiledonov (KZ)

Število obravnavanj	Obravnavanje	N*	POVP*
1	Destilirana voda	1320	3,633 ± (3,387 – 4,187)
2	Natrijev selenat	981	3,871 ± (3,074 – 4,437)
3	Natrijev selenat, Cinkov nitrat	504	4,694 ± (3,012 – 5,892)
4	Natrijev sulfat	1281	3,522 ± (3,370 – 3,631)
5	Cinkov nitrat	1211	3,015 ± (2,094 – 4,000)

N* - število zaprtih kotiledonov

POVP* - povprečna teža zaprtih kotiledonov/100 kalic (g)

± = najmanjša vrednost - največja vrednost

Preglednica 7: Število in povprečna teža zaprtih kotiledonov z vključitvijo UV-B sevanja (KZ + UV-B)

Število obravnavanj	Obravnavanje	N*	POVP*
1	Destilirana voda	1274	3,284 ± (2,042 – 3,753)
2	Natrijev selenat	1062	3,880 ± (2,827 – 4,497)
3	Natrijev selenat, Cinkov nitrat	565	4,527 ± (2,578 – 6,410)
4	Natrijev sulfat	1173	3,284 ± (2,910 – 3,859)
5	Cinkov nitrat	1685	3,084 ± (2,469 – 3,552)

N* - število zaprtih kotiledonov

POVP* - povprečna teža zaprtih kotiledonov/100 kalic (g)

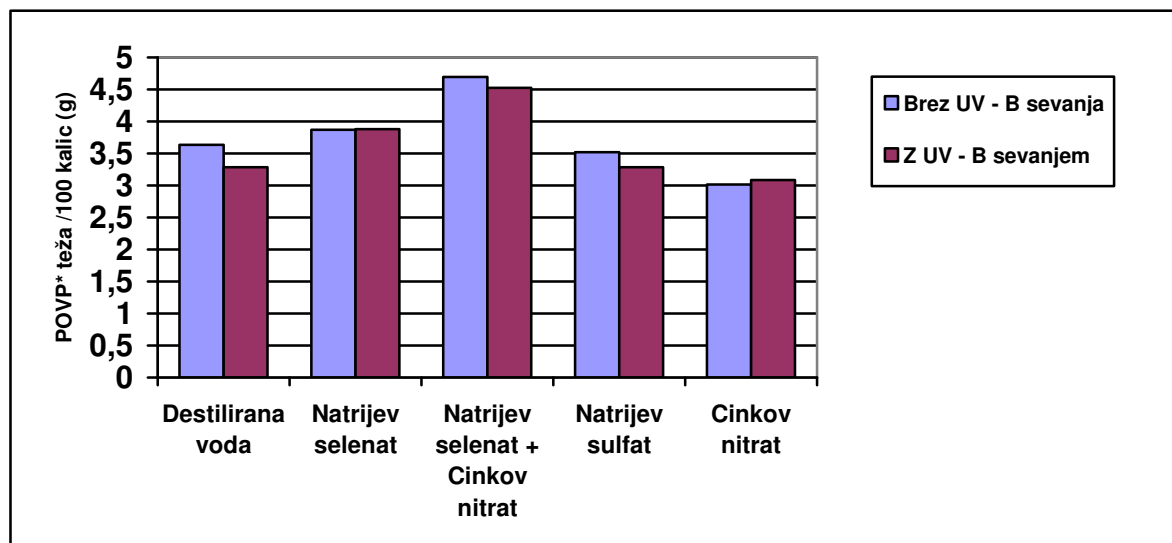
± = najmanjša vrednost - največja vrednost

Pri zaprtih kotiledonih je povprečna teža kotiledonov brez UV-B sevanja večja od vzorcev z UV-B sevanjem, razen pri vzorcu s cinkovim nitratom, kjer je obratno.

Povprečna teža KZ brez UV-B sevanja pri:

- destilirani vodi je za 10% večja od vzorca z destilirano vodo s prisotnostjo UV-B sevanja;
- natrijev selenat brez UV-B sevanja ima manjšo povprečno težo KZ za 0,2% od natrijevega selenata + UV-B sevanje;

- natrijev selenat + cinkov nitrat brez UV-B sevanja ima za 3% večjo povprečno težo KZ od natrijevega selenata + cinkovega nitrata z UV-B sevanjem;
- natrijev sulfat brez UV-B sevanja ima večjo povprečno težo KZ od natrijevega sulfata z UV-B sevanjem za 7% in
- cinkov nitrat brez UV-B sevanja ima povprečno težo KZ manjšo za 2% v primerjavi s cinkovim nitratom z UV-B sevanjem.



Slika 7: Primerjava povprečne teže zaprtih kotiledonov (KZ), izpostavljenih UV-B sevanju in brez UV-B sevanja ob zaključku poskusa (25. 4. 2007)

4. 3. 4 Povprečna teža SZ in SZ + UV – B pri različnih hranilnih raztopinah

Preglednica 8: Število in povprečna teža stebel zaprtih kotiledonov (SZ)

Število obravnavanj	Obravnavanje	N*	POVP*
1	Destilirana voda	1320	3,959 ± (3,558 – 4,559)
2	Natrijev selenat	981	3,776 ± (2,165 – 4,717)
3	Natrijev selenat, Cinkov nitrat	333*	2,801 ± (3,039 – 4,568)
4	Natrijev sulfat	1281	3,745 ± (3,279 – 4,179)
5	Cinkov nitrat	1211	3,692 ± (3,196 – 4,587)

N* - število stebel

POVP* - povprečna teža zaprtih stebel/100 kalic (g)

333* - brez enega kalilnika

± = najmanjša vrednost - največja vrednost

Preglednica 9: Število in povprečna teža stebel zaprtih kotiledonov z vključitvijo UV-B sevanja (SZ + UV-B)

Število obravnavanj	Obravnavanje	N*	POVP*
1	Destilirana voda	1274	3,667 ± (3,253 – 4,037)
2	Natrijev selenat	1062	2,827 ± (1,729 – 4,310)
3	Natrijev selenat, Cinkov nitrat	565	3,050 ± (2,111 – 3,769)
4	Natrijev sulfat	1173	3,376 ± (2,970 – 3,776)
5	Cinkov nitrat	1685	3,167 ± (2,268 – 3,763)

N* - število stebel

POVP* - povprečna teža zaprtih stebel/100 kalic (g)

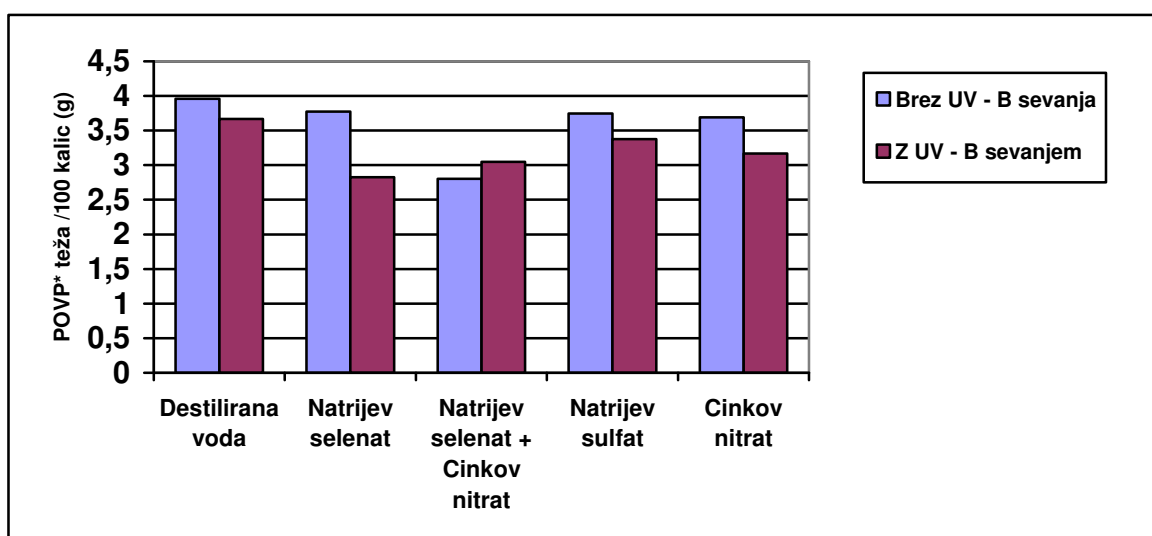
± = najmanjša vrednost - največja vrednost

Pri SZ je samo:

- Povprečna teža zaprtih stebel pri vzorcu natrijevega selenata + cinkovega nitrata brez UV-B sevanja manjša za skoraj 9% od natrijevega selenata + cinkovega nitrata z UV-B sevanjem.

Ostala obravnavanja imajo večji % pri vzorcih, ki ne vsebujejo UV-B sevanja. Tako ima:

- destilirana voda brez UV-B sevanja večjo povprečno težo SZ od destilirane vode + UV-B sevanje za skoraj 8%;
- natrijev sulfat brez UV-B sevanja za skoraj 11% večjo povprečno težo SZ od natrijevega sulfata + UV-B sevanje;
- cinkov nitrat brez UV-B sevanja ima v primerjavi s cinkovim nitratom + UV-B sevanje večjo povprečno težo SZ za 16% in
- natrijev selenat brez UV-B sevanja ima za 33% večjo povprečno težo SZ od natrijevega selenata + UV-B sevanje.



Slika 8: Primerjava povprečne teže zaprtih stebel (SZ), izpostavljenih UV-B sevanju in brez UV-B sevanja ob zaključku poskusa (25. 4. 2007)

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

5.1 RAZPRAVA

Pri raziskavi smo izvedli poskus, ki je bil zasnovan z omočenjem semen ajde v različne raztopine z namenom, da bi obogatili kalice s selenom, cinkom in žveplom. Cilj raziskave je bil proučiti kako vplivajo selenove, cinkove in žveplove raztopine in UV-B sevanje na rast in razvoj kalic ajde.

Naše raziskave so pokazale:

Na rast in razvoj kalic ajde vplivajo različne koncentracije raztopin, in sicer:

- pri semenih, omočenih z destilirano vodo in pri semenih omočenih z raztopino cinkovega nitrata v koncentraciji 0,25 g Zn/100 g H₂O so se kalice tekom poskusa razvijale najhitreje;
- pri raztopini natrijevega sulfata v koncentraciji 1,792 g Na₂SO₄/ 100 ml so se kalice razvijale zmerno;
- pri raztopini natrijevega selenata v koncentraciji 10 mg Se/g in raztopini natrijevega selenata (10 mg Se/g) + cinkovega nitrata v koncentraciji 0,25 g Zn/100 g H₂O pa so se kalice razvijale zelo počasi.

Če primerjamo koncentracije raztopin med vzorci, opazimo, da so se kalice, ki so vsebovale natrijev selenat, razvijale zelo počasi. Iz tega lahko sklepamo, da je bil vpliv le - tega prevelika koncentracije natrijevega selenata in prisotnost UV-B sevanja, kar je privedlo do stresa in posledično do zmanjšane števila kalic. Do podobnih ugotovitev so prišli tudi Ožbolt in sod. (2008). Ugotavljali so odziv rastlin ajde na različne koncentracije natrijevega selenata in UV-B sevanja. Ugotovili so, da so rastline, ki so imele večjo koncentracijo natrijevega selenata in povečano UV-B sevanje, doživele stres in posledično je dihalni potencial padel.

Z raziskavo smo ugotovili, da na rast in razvoj kalic ajde vpliva UV-B sevanje, in sicer:

- pri natrijevem selenatu, natrijevem selenatu + cinkovemu nitratu, natrijevem sulfatu in cinkovemu nitratu je pridelek kalic ajde, ki je bil izpostavljen UV-B sevanju manjši od pridelka, ki je bil v zavarovanem prostoru. Razen pri destilirani vodi, kjer je obratno.

Do podobnih ugotovitev so prišli Breznik in sod. (2005). Preučevali so vpliv UV-B sevanja pri navadni (*Fagopyrum esculentum* Moench) in tatarski ajdi (*Fagopyrum tataricum* (L.) Gaertn), katere semena so vsebovala selen. Ugotovili so, da je vsebnost selen vplivala na manjšo višino rastlin in zmanjšanje površine listov, ki so rasle pod vplivom UV-B sevanja.

Ožbolt in sod. (2008) so ajdi v obliki namakanja semen dodajali natrijev selenat v različnih koncentracijah. Ugotovili so, da se višina navadne ajde zniža z naraščanjem koncentracije natrijevega selenata v raztopini.

Če primerjamo povprečne teže razvitih kalic (KO, SO) med posameznimi vzorci, opazimo, da je bila povprečna teža KO in SO pri vzorcih, ki so vsebovali natrijev selenat + UV-B, natrijev selenat + cinkov nitrat + UV-B, natrijev sulfat + UV-B in cinkov nitrat + UV-B večja v primerjavi z vzorci brez UV-B sevanja. Tudi Ožbolt in sod. (2008) navajajo, da rastline ajde, katerih semena so bila namočena v raztopino natrijevega selenata in ki so bila izpostavljena višji koncentraciji UV-B sevanja, so imele večjo količino selen v primerjavi z rastlinami z nižjim UV-B sevanjem. Finley in sod. (2000) pa navajajo, da prehrabena obravnava s selenom iz brokolija pri podganah ni vplivala na njihovo težo v nobenem poskusu.

Povprečna teža razvitih kalic oz. odprtih kotiledonov (KO) in stebel odprtih kotiledonov (SO) je bila večja od nerazvitih kalic – to je zaprtih kotiledonov (KZ) in zaprtih stebel (SZ). Tudi raziskave kažejo, da rastline najbolj akumulirajo selen v listih in poganjkih (Zayed in sod. 1998).

Če bi želeli na takšen način pridobivati kalice ajde za v prehrabne namene, bi bilo potrebno spremljanje koncentracije Se, Zn in S v zrnju ajde, kontrolirano dodajanje le – teh raztopin semenu, spremljanje koncentracije Se, Zn in S v kalicah, da ne bi zaužili prekomernih količin selen, cinka in žvepla.

5. 2 SKLEPI

- Namakanje semen v različne raztopine je enostaven in hiter način vzgoje kalic, cenovno sprejemljiv, ne predstavlja obremenitve za okolje, ter je dovolj dober način za preverjanje vpliva različnih raztopin na rast in razvoj kalic ajde.
- Namakanje semen ajde v raztopine natrijevega selenata, cinkovega nitrata in natrijevega sulfata, omogoča vnos kemijskih elementov, ki so potrebni za delovanje človeškega organizma.
- Število kalic je odvisno od posamezne koncentracije in količine raztopine, ter UV-B sevanja.
- Z rezultati smo potrdili hipotezo, da so se kalice tekom poskusa razvijale najhitreje v destilirani vodi in cinkovemu nitratu, malo manj hitro v natrijevem sulfatu, zelo počasi pa pri natrijevem selenatu in natrijevem selenatu + cinkovemu nitratu.

- Raziskave so pokazale, da na rast in razvoj kalic ajde vpliva tudi UV – B sevanje, kar se je odrazilo na kalicah ob koncu poskusa. Natrijev selenat, natrijev selenat + cinkov nitrat, natrijev sulfat in cinkov nitrat so imeli manjši pridelek kalic pri prisotnosti UV-B sevanja. Razen pri destilirani vodi, kjer je obratno.
- Z raziskavo smo ugotovili, da je bila povprečna teža odprtih kotiledonov (KO) pri vseh vzorcih, ki so bili izpostavljeni UV-B sevanju, večja, v primerjavi z vzorci brez UV-B sevanja. Ugotovili smo, da je podobno tudi pri povprečni teži odprtih stebel (SO), razen pri vzorcu z destilirano vodo, kjer je obratno.
- Pri zaprtih kotiledonih (KZ), ki so bili izpostavljeni UV-B sevanju, je bila njihova povprečna teža minimalno večja le pri natrijevem selenatu, ter pri cinkovemu nitratu. Pri ostalih vzorcih (destilirani vodi, natrijevem selenatu + cinkovemu nitratu in natrijevem sulfatu) pa je bila povprečna teža (KZ + UV-B) manjša. Povprečna teža zaprtih stebel (SZ) v prisotnosti UV-B sevanja, je bila pri vseh vzorcih manjša, razen pri natrijevem selenatu + cinkovemu nitratu, kjer je bilo obratno.
- Razvite kalice oz. odprti kotiledoni (KO) in stebila odprtih kotiledonov (SO) so imeli povprečno težo veliko večjo od zaprtih kotiledonov (KZ) in zaprtih stebel (SZ).
- Na podlagi rezultatov raziskave lahko domnevamo, da obstaja možnost manjšega vnosa natrijevega selenata, ter natrijevega selenata s cinkovim nitratom, da bi dosegli bolj enakomerno rast in razvoj kalic ajde v primerjavi z drugimi vzorci. To domnevo lahko utemeljimo s tem, da je bilo ob zaključku poskusa pri teh dveh vzorcih razvitih veliko manj kalic v primerjavi z destilirano vodo, natrijevim sulfatom in cinkovim nitratom. Zmanjšali bi odmerek natrijevega selenata in natrijevega selenata s cinkovim nitratom, ter s tem preprečili zmanjšanje števila kalic in morda dosegli večje število kalic.

Ajda je v zadnjem obdobju vedno bolj priljubljena pri potrošnikih kot polnovredno živilo. Z namakanjem semen v primernih koncentracijah natrijevega selenata, natrijevega sulfata in cinkovega nitrata, bi iz semen pridobili obogatene kalice z elementi in z njimi na enostaven način zadostili dnevnim potrebam po teh elementih.

6 POVZETEK

Mlade kalice ali kalčki so biološko polnovredna hrana in odlično dopolnilo k prehrani z vsemi snovmi, saj vsebujejo veliko vitaminov, mineralov, rudninskih snovi, esencialnih aminokislin, beljakovin ipd. Uživanje kalčkov izboljša prebavo, splošno zdravje in izboljšuje odpornost imunskega sistema. So odličen dodatek različnim dietam zaradi zelo majhne energijske in velike hranilne vrednosti.

Ajda je enoletnica in dvokaličnica, ki jo uvrščamo v družino dresnovk (*Polygonaceae*). Je stara in tradicionalna poljščina. V zadnjem času postaja vedno bolj priljubljena, saj ima zelo dobro hranilno vrednost in vsebuje veliko mineralov. Z dodajanjem drugih elementov ajdi kot so selen, žveplo, cink idr. bi še bolje razširili spekter dobrih lastnosti te rastline.

Namen predstavljene diplomske raziskave je bil proučiti kako selen in sulfat vplivata na rast in razvoj kalic ajde (*Fagopyrum esculentum* Moench), in sicer z omočenjem semen v različne raztopine. Poizkus je potekal v rastlinjaku ter laboratoriju Biotehniške fakultete v Ljubljani.

Izvedli smo pet obravnavanj (vzorcev). V prvem obravnavanju smo seme omočili v destilirani vodi, pri drugem v natrijev selenat (10 mg Se/g), pri tretjem v natrijev selenat (10 mg Se/g) + cinkov nitrat (0,25 g Zn/100 g H₂O), pri četrtem v natrijev sulfat (1,792 g Na₂SO₄/100 ml) in pri petem obravnavanju v cinkov nitrat (0,25 g Zn/100 g H₂O). Posamezen vzorec je vseboval 336 g semen in 160 g raztopine, ki smo ga razdelili na 8 kalilnikov. Dne 16. 4. 2007 smo od vzorcev 1, 4 in 5 odvzeli po 4 kalilnike, ter jih izpostavili UV-B sevanju. Kalilnike vzorca 2 smo izpostavili UV-B sevanju dne 19. 4. 2007, kalilnike vzorca 3 pa 20. 4. 2007. Spravilo obeh skupin kalic smo zaključili 24 dni po tretiranju, 25. 4. 2007.

Pridelek posameznega vzorca smo porezali, razporedili na posamezne dele (KO, SO, KZ in SZ) ter stehali. Rezultati so nam pokazali, da so se kalice tekom poskusa najboljše in najhitreje razvijale v vzorcu z destilirano vodo in cinkovim nitratom. Semena, ki so vsebovala selenovo raztopino, pa so se razvijala zelo počasi. Ob koncu poskusa smo ugotovili, da je UV-B sevanje vplivalo na rast, razvoj in posledično na število kalic pri posameznem vzorcu, saj je bilo pri kalilnikih, ki so bili izpostavljeni UV-B sevanju zmanjšano število kalic pri vseh vzorcih, razen pri destilirani vodi, kjer je bilo obratno.

Rezultati nam kažejo tudi, da so imele razvite kalice (KO, SO) večjo povprečno težo od nerazvitih kalic (KZ, SZ).

7 VIRI

1. Agencija Republike Slovenije za okolje. 2007. Meteorološki letopis 2007.
[http://www.arso.gov.si/vreme/podnebeje/meteorološki letopis/2007klima.pdf](http://www.arso.gov.si/vreme/podnebeje/meteorološki%20letopis/2007klima.pdf) (2.9.2008)
2. Bébien M., Lagniel G., Garin J., Touati D., Verméglio A., Labarre J. 2002. Involvement of superoxide dismutases in the response of *Escherichia coli* to selenium oxides. *Journal of Bacteriology*, 184, 6: 1556-1564
3. 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
4. Breznik B., Germ M., Gaberščik A., Kreft I. 2005. Combined effects of elevated UV – B radiation and the addition of selenium on common (*Fagopyrum esculentum* Moench) and tartary (*Fagopyrum tataricum* (L.) Gaertn.) buckwheat. *Photosynthetica*, 43 (4): 583 – 589
5. Ellis D. R., Salt D. E. 2003. Plants, selenium and human health. *Current Opinion in Plant Biology*, 6: 273 – 279
6. Fink A. 1993. Poganjki in kalčki. Ljubljana, ČZP Kmečki glas: 97 str.
7. Finley W. J., Davis D. C., Feng Y. 2000. Selenium from high selenium broccoli protects rats from colon cancer. *Nutrition and Cancer*, 130: 2384 – 2389
8. Haavisto A., Hella A., Hurmola O., Tuomi V. 1996. Čudežni svet elementov. 1. izdaja. Ljubljana, DZS: 160 str.
9. Kajfež Bogataj L., Bergant K. 1997. Ultravijolično sevanje: Meritve in vpliv na rastline. *Sodobno kmetijstvo*, 7 – 8: 306 – 308
10. Kim S.-J., Zaidul I.S.M., Suzuki T., Mukasa Y., Hashimoto N., Takigawa S., Noda T., Matsuura-Endo C., Yamauchi H. 2008. Comparison of phenolic compositions between common and tartary buckwheat (*Fagopyrum*) sprouts. *Food Chemistry*, 110: 814-820
11. Krebs E. R. 2006. The history and use of our earth's chemical elements. United States of America, Greenwood Press: 422 str.

12. Kocjan Ačko D. 1999. Ajda. Naša žena, 6: 99-100
13. Kreft I. 1995. Ajda. Ljubljana, ČZD Kmečki glas: 112 str.
14. 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
15. Kreft I., Fabjan N., Yasumoto K. 2006. Rutin content in buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) food materials and products. Food Chemistry, 98: 508 – 512
16. Letavayova L., Vlčkova V., Brozmanova J. 2006. Selenium: From cancer prevention to DNA damage. Review. Toxicology, 227: 1 – 14
17. Lintschinger J., Fuchs N., Moser J., Kuehnelt D., Goessler W. 2000. Selenium – enriched sprouts. A raw material for fortified cereal-based diets. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 48, 11: 5362-5368
18. Modic M. 2001. Žita in izdelki iz žit kot vir prehranskega selen. V: Rastlinska hrana za zdravje ljudi. Kreft I. (ur.). Ljubljana, SAZU: 27 – 28
19. Ožbolt L., Kreft S., Kreft I., Germ M., Stibilj V. 2008. Distribution of selenium and phenolics in buckwheat plants grown from seeds soaked in Se solution and under different levels of UV-B radiation. Food Chemistry, 110: 691-696
20. Pyrzynska K. 1996. Speciation analysis of some organic selenium compounds. Analyst – Letchworth, 121: 77 – 83
21. Rayman M. P. 2000. The importance of selenium to human health. Lancet, 356: 233 - 241
22. Rayner – Canham G., Overton T. 2002. Descriptive inorganic chemistry. United States of America, W. H. Freeman and Company: 569
23. 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

24. Rozema, J., Björn L. O., Bornman J.F., Gaberščik A., Häder D. P., Trošt T., Germ M., Klisch M., Groninger A., Sinha R.P., Lebert M., He Y. Y., Buffoni-Hall R., de Bakker B.V.J., van De Staaij J., Meikamp B.B. 2002. The role of UV-B radiation in aquatic and terrestrial ecosystems - an experimental and functional analysis of the evolution of UV-B absorbing compounds. *Journal of Photochemistry and Photobiology. B. Biology*, 66: 2-12
25. Rozema J., van de Staaij J., Björn L. O., Caldwell M. 1997. UV – B as an environmental factor in plant life: stress and regulation. *Tree*, 12, 1: 22-28
26. Smrkolj P., Pograjc L., Hlastan-Ribič C., Stibilj V. 2005. Selenium content in selected Slovenian foodstuffs and estimated daily intakes of selenium. *Food Chemistry*, 90: 691-697
27. Stibilj V., Kreft I., Smrkolj P., Osvald J. 2004. Enhanced selenium content in buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) and pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) seeds by foliar fertilisation. *European Food Research and Technology*, 219: 142 – 144
28. Terry N., Zayed A. M., de Souza M. P., Tarun A. S. 2000. Selenium in higher plants. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 51: 401-432
29. Zagoršek J. 2008. Kalčki. Bodi aktivna (7. februar 2008).
<http://www.aktivna.si/prehrana/za-aktivne/kalcki-9048@2.aspx> (18. 8. 2008)
30. Zayed A., Lytle C. M., Terry N. 1998. Accumulation and volatilization of different chemical species of selenium by plants. *Planta*, 206 (2): 284 - 292

ZAHVALA

Ob zaključku svojega diplomskega dela bi se iskreno zahvalila mentorju akademiku prof. dr. Kreft Ivanu za strokovno pomoč, razumevanje in nasvete pri praktičnem in teoretičnem delu diplomske naloge.

Iskreno se zahvaljujem tudi prof. dr. Osvald Jožetu in prof. dr. Batič Francu.

Posebno zahvalo pa dolgujem staršem za podporo, zaupanje in finančno pomoč v študijskih letih.

Hvala bratoma Andreju in Juretu za nasvete in vzpodbude.

Velika zahvala gre tudi fantu Boštjanu, ki mi je vedno stal ob strani, me vzpodbujal in verjel vame.

Zahvaljujem se Vanji in Tini, za pomoč pri diplomski nalogi, ter za skupni čas, ki mi je polepšal trenutke skozi študijska leta.

Zahvaljujem pa se tudi vsem prijateljem, ki so mi na takšen ali drugačen način pomagali v času študija in nastajanju tega dela.

PRILOGA A

Analiza števila in teže kalic navadne ajde *Fagopyrum esculentum* Moench cv. Darja po parametrih: kotiledon odprt (KO), kotiledon zaprt (KZ), steblo odprto (SO) in steblo zaprto (SZ)

PRILOGA A1: Število razvitih kalic pri posameznem vzorcu brez UV-B sevanja v času rasti, dne 13. 4. 2007 (tekem poskusa)

Obravnavanje	Število kalčkov	% vseh kalčkov
Destilirana voda	776	46,36 (1674)
Natrijev selenat	26	4,20 (619)
Natrijev selenat in Cinkov nitrat	1	0,42 (240)
Natrijev sulfat	261	15,40 (1695)
Cinkov nitrat	613	34,99 (1752)

PRILOGA A2: Število kalic in povprečna teža na 100 kalčkov (g) pri tretiranju semen z destilirano vodo (H₂O), dne 25. 4. 2007

Vzorec	Kalilnik	Število kalčkov	Teža/100 kalčkov (g)	Povprečna teža/100 kalčkov
KO	A	255	4,631	4,665 g
	B	233	3,322	
	C	140	5,629	
	D	114	5,079	
KZ	A	256	3,387	3,633 g
	B	219	3,397	
	C	450	4,187	
	D	395	3,562	
SO	A	255	5,533	5,195 g
	B	233	5,240	
	C	140	4,857	
	D	114	5,149	
SZ	A	256	4,559	3,959 g
	B	219	3,986	
	C	450	3,558	
	D	395	3,732	

PRILOGA A3: Število kalic in povprečna teža na 100 kalčkov (g) pri tretiranju semen z raztopino natrijevega selenata (Na₂ SeO₄), dne 25. 4. 2007

Vzorec	Kalilnik	Število kalčkov	Teža/100 kalčkov (g)	Povprečna teža/100 kalčkov
KO	A	146	5,301	5,941 g
	B	48	7,583	
	C	98	5,847	
	D	64	5,031	
KZ	A	230	3,074	3,871 g
	B	119	4,437	
	C	332	4,316	
	D	300	3,657	
SO	A	146	3,726	5,807 g
	B	48	7,125	
	C	98	5,612	
	D	64	6,766	
SZ	A	230	2,165	3,776 g
	B	119	3,571	
	C	332	4,651	
	D	300	4,717	

PRILOGA A4: Število kalčkov in povprečna teža na 100 kalčkov (g) pri tretiranju semen z raztopino natrijevega selenata ($\text{Na}_2 \text{SeO}_4$) in cinkovega nitrata ($\text{Zn} (\text{NO}_3)_2$), dne 25. 4. 2007

Vzorec	Kalilnik	Število kalčkov	Teža/100 kalčkov (g)	Povprečna teža/100 kalčkov
KO	A	89	5,663	7,438 g
	B	22	1,064	
	C	41	6,220	
	D	17	7,235	
KZ	A	142	4,528	4,694 g
	B	154	5,344	
	C	171	3,012	
	D	37	5,892	
SO	A	89	5,652	5,974 g
	B	22	5,182	
	C	41	5,415	
	D	17	7,647	
SZ	A	142	3,599	2,801 g
	B	154	3,039	
	C	/	/	
	D	37	4,568	

PRILOGA A5: Število kalčkov in povprečna teža na 100 kalčkov (g) pri tretiranju semen z raztopino natrijevega sulfata ($\text{Na}_2 \text{SO}_4$), dne 25. 4. 2007

Vzorec	Kalilnik	Število kalčkov	Teža/100 kalčkov (g)	Povprečna teža/100 kalčkov
KO	A	227	4,273	4,275 g
	B	251	4,159	
	C	167	5,299	
	D	229	3,367	
KZ	A	296	3,527	3,522 g
	B	219	3,562	
	C	306	3,631	
	D	460	3,370	
SO	A	227	4,031	3,705 g
	B	251	3,092	
	C	167	3,533	
	D	229	4,166	
SZ	A	296	4,179	3,745 g
	B	219	3,279	
	C	306	3,510	
	D	460	4,013	

PRILOGA A6: Število kalčkov in povprečna teža na 100 kalčkov (g) pri tretiranju semen z raztopino cinkovega nitrata ($\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$), dne 25. 4. 2007

Vzorec	Kalilnik	Število kalčkov	Teža/100 kalčkov (g)	Povprečna teža/100 kalčkov
KO	A	271	3,557	4,020 g
	B	288	3,934	
	C	245	3,931	
	D	197	4,660	
KZ	A	293	3,075	3,015 g
	B	383	2,094	
	C	281	2,890	
	D	254	4,000	
SO	A	271	3,635	4,204 g
	B	288	4,771	
	C	245	4,506	
	D	197	3,904	
SZ	A	293	4,587	3,692 g
	B	383	3,196	
	C	281	3,740	
	D	254	3,244	

PRILOGA A7: Število kalčkov in povprečna teža na 100 kalčkov (g) pri tretiranju semen z destilirano vodo (H_2O) + UV-B sevanje, dne 25. 4. 2007

Vzorec	Kalilnik	Število kalčkov	Teža/100 kalčkov (g)	Povprečna teža/100 kalčkov
KO	A	193	4,969	5,310 g
	B	256	4,598	
	C	191	7,194	
	D	292	4,479	
KZ	A	356	3,607	3,284 g
	B	388	3,753	
	C	356	2,042	
	D	174	3,736	
SO	A	193	5,264	4,095 g
	B	256	4,781	
	C	191	2,927	
	D	292	3,408	
SZ	A	356	3,747	3,667 g
	B	388	3,631	
	C	356	4,037	
	D	174	3,253	

PRILOGA A8: Število kalčkov in povprečna teža na 100 kalčkov (g) pri tretiranju semen z raztopino natrijevega selenata (Na_2SeO_4) + UV-B sevanje, dne 25. 4. 2007

Vzorec	Kalilnik	Število kalčkov	Teža/100 kalčkov (g)	Povprečna teža/100 kalčkov
KO	A	185	5,227	7,594 g
	B	32	8,719	
	C	30	5,867	
	D	16	10,563	
KZ	A	400	3,905	3,880 g
	B	202	4,287	
	C	295	2,827	
	D	165	4,497	
SO	A	185	5,016	6,692 g
	B	32	7,781	
	C	30	6,533	
	D	16	7,438	
SZ	A	400	4,310	2,827 g
	B	202	1,901	
	C	295	1,729	
	D	165	3,370	

PRILOGA A9: Število kalčkov in povprečna teža na 100 kalčkov (g) pri tretiranju semen z raztopino natrijevega selenata (Na_2SeO_4) in cinkovega nitrata ($\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$) + UV-B sevanje, dne 25. 4. 2007

Vzorec	Kalilnik	Število kalčkov	Teža/100 kalčkov (g)	Povprečna teža/100 kalčkov
KO	A	11	14,000	15,509 g
	B	20	10,950	
	C	35	8,886	
	D	5	28,200	
KZ	A	111	3,685	4,527 g
	B	83	5,434	
	C	332	2,578	
	D	39	6,410	
SO	A	11	12,182	7,435 g
	B	20	7,100	
	C	35	10,457	
	D	5	/	
SZ	A	111	3,559	3,050 g
	B	83	2,759	
	C	332	2,111	
	D	39	3,769	

PRILOGA A10: Število kalčkov in povprečna teža na 100 kalčkov (g) pri tretiranju semen z raztopino natrijevega sulfata (Na_2SO_4) + UV-B sevanje, dne 25. 4. 2007

Vzorec	Kalilnik	Število kalčkov	Teža/100 kalčkov (g)	Povprečna teža/ 100 kalčkov
KO	A	192	4,755	4,501 g
	B	274	4,029	
	C	146	4,699	
	D	209	4,522	
KZ	A	344	2,988	3,284 g
	B	300	3,380	
	C	241	3,859	
	D	288	2,910	
SO	A	192	4,630	3,819 g
	B	274	3,047	
	C	146	3,712	
	D	209	3,885	
SZ	A	344	3,686	3,376 g
	B	300	2,970	
	C	241	3,776	
	D	288	3,073	

PRILOGA A11: Število kalčkov in povprečna teža na 100 kalčkov (g) pri tretiranju semen z raztopino cinkovega nitrata ($\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$) + UV-B sevanje, dne 25. 4. 2007

Vzorec	Kalilnik	Število kalčkov	Teža/100 kalčkov (g)	Povprečna teža/ 100 kalčkov
KO	A	183	4,760	4,420 g
	B	191	3,921	
	C	131	4,710	
	D	246	4,289	
KZ	A	510	2,469	3,084 g
	B	451	3,051	
	C	339	3,552	
	D	385	3,265	
SO	A	183	5,410	4,691 g
	B	191	4,194	
	C	131	4,458	
	D	246	4,703	
SZ	A	510	3,763	3,167 g
	B	451	2,958	
	C	339	2,268	
	D	385	3,678	