

ZOTKS

Državno srečanje mladih raziskovalcev Slovenije

# VPLIV WI-FI SIGNALA NA RAST KALČKOV

Raziskovalno področje: interdisciplinarno področje, biologija – varstvo okolja

Raziskovalna naloga

Avtorica: Nika RAJZMAN

Mentor: Uroš MIKOLIČ, dr. vet. med.

Šola: Biotehniška šola Maribor

Maribor, april 2023

ZOTKS

Državno srečanje mladih raziskovalcev Slovenije

# VPLIV WI-FI SIGNALA NA RAST KALČKOV

Raziskovalno področje: interdisciplinarno področje, biologija – varstvo okolja

Raziskovalna naloga

Maribor, april 2023

## **ZAHVALA**

Iskreno se zahvaljujem svojemu mentorju Urošu Mikoliču, dr. vet. med., ki me je tekom celotne raziskave spremjal in spodbujal. Hvala za vso potrpežljivost, čas, ki ste si ga vzeli ter za koristne nasvete.

Zahvaljujem se tudi dr. Katji Repnik, univ. dipl. inž. kem. tehn., ki mi je pomagala pri obdelavi statističnih podatkov, ter mojim domačim, ki so mi med raziskavo stali ob strani in me podpirali.

# KAZALO

1 UVOD .....	9
1.1 Metodologija.....	9
1.2 Raziskovalno vprašanje .....	9
1.3 Hipoteze.....	9
2 PREGLED LITERATURE .....	11
2.1 Kaj je Wi-Fi? .....	11
2.2 Faradayeva kletka .....	11
2.3 Luči primerne za kaljenje .....	12
3 PRAKTIČNI DEL.....	14
3.1 Materiali in oprema .....	14
3.1.1 Kalčki .....	14
3.1.2 Petrijevke .....	14
3.1.3 Medij rasti .....	14
3.1.5 Aluminijasta folija kot bariera .....	15
3.1.6 Brezžični usmerjevalnik.....	16
3.1.7 Vir svetlobe .....	17
3.1.8 Boksi .....	18
3.2 Izvedba poskusa.....	19
4 REZULTATI .....	22
4. 1 Cikel 1.....	22
4.2 Cikel 2.....	24
4.3 Cikel 3.....	26
4.4 Nepričakovani rezultati.....	29
4.5 P-vrednost.....	29
5 RAZPRAVA .....	31

5.1 Opazovanja med trajanjem poskusa .....	31
5.1.1 Zaostanek rasti v prvem ciklu .....	31
5.1.2 Plesen ali korenine kalčkov? .....	31
5.1.3 Plesen v boksu B .....	31
5.1.4 Neenakomerna potreba po vodi v boksu A in B .....	32
5.1.5 Nagnjenost kalčkov kreše .....	32
5.2 Raziskovalno vprašanje .....	32
5.3 P-vrednost .....	32
6 DRUŽBENA ODGOVORNOST .....	33
7 ZAKLJUČEK .....	34
7.1 Ovrednotenje hipotez .....	34
7.1.1 Wifi signal bo različno vplival na različne vrste kalčkov .....	34
7.1.2 Poskusni boks nudi enakovredne pogoje rasti naravnim .....	34
7.1.3 Faradejeva kletka učinkovito blokira Wi-Fi signal .....	34
7.1.4 Razlika v rasti bo vidna s prostim očesom .....	34
7.1.5 Razlika bo statistično signifikantna .....	34
8 VIRI IN LITERATURA .....	35

## KAZALO SLIK

Slika 1: Označitev petrijevk .....	14
Slika 2: Medij za rast - juta .....	15
Slika 3: Jakost Wi-Fi signala v boksu A (levo).....	16
Slika 4: Jakost Wi-Fi signala v boksu B (desno) .....	16
Slika 5: Namestitev brezžičnega usmerjevalnika v boksu B.....	17
Slika 6: LED luč uporabljena za poskus .....	18
Slika 7: Boks uporabljen za poskus.....	18
Slika 8: Kalčki skupine A v času namakanja .....	20
Slika 9: Prikaz postavitve boksov in luči tekom poskusa .....	20
Slika 10: Razvoj kalčkov boksa A v prvem ciklu .....	21
Slika 11: Prikaz rezultatov prvega cikla - brokoli .....	22
Slika 12: Prikaz rezultatov prvega cikla - redkev .....	22
Slika 13: Prikaz rezultatov prvega cikla - fižol .....	23
Slika 14: Prirast brokolija, prvi cikel .....	23
Slika 15: Prirast redkve, prvi cikel .....	24
Slika 16: Prirast fižola, prvi cikel.....	24
Slika 17: Prikaz rezultatov drugega cikla - brokoli .....	25
Slika 18: Prikaz rezultatov drugega cikla - redkev .....	25
Slika 19: Prikaz rezultatov tretjega cikla - brokoli.....	26
Slika 20: Prikaz rezultatov tretjega cikla - redkev .....	26
Slika 21: Prikaz rezultatov tretjega cikla - kreša.....	27
Slika 22: Prirast kreše, tretji cikel .....	27
Slika 23: Prirast brokolija, tretji cikel .....	28
Slika 24: Prirast redkve, tretji cikel .....	28
Slika 25: Plesen v boksu B .....	29
Slika 26: Prirast redkve v prvem ciklu - 4. dan - skupina A levo, skupina B desno.....	31

## **POVZETEK**

V tej raziskavi sem želela ugotoviti ali Wi-Fi signal vpliva na germinacijo kalčkov.

Poskus sem izvajala v dveh lesenih boksih, obdanih z aluminijem, v katerih so bili identični pogoji za rast. Ena skupina je bila kontrolna, druga pa izpostavljena Wi-Fi signalu. V boks B sem v ta namen namestila Wi-Fi usmerjevalnik, ki je med poskusom ves čas oddajal signal.

Za poskus sem uporabila štiri vrste kalčkov. Zeleni mungo fižol (*Vigna radiata*), brokoli (*Brassica oleracea*), redkvico (*Raphanus sativus*) in vrtno krešo (*Lepidium sativum*).

Izvedla sem tri cikle poskusa, kjer sem opazovala rast kalčkov, na koncu pa sem izmerila njihovo višino. V večini primerov so bili kalčki kontrolne skupine za nekaj milimetrov do celo centimeter ali več večji od izpostavljenih skupin B.

Poleg tega so kalčki skupine B porabili bistveno več vode, v boksu pa se je začela razvijati plesen, ki ni izvirala od kalčkov, česar nismo pričakovali.

Z raziskavo želim dokazati, da je vsak posameznik dnevno izpostavljen elektro- magnetnemu sevanju (kamor sodi tudi Wi-Fi signal) v velikih dozah, in da so rezultati, ki jih je pokazala raziskava, zaskrbljujoči za javno zdravje, predvsem pa za otroke, ki se še razvijajo.

Ključne besede: kalčki, Wi-Fi signal, kaljenje

## **ABSTRACT**

In this study, I wanted to find out if Wi-Fi signal affects sprout germination.

I conducted the experiment in two wooden boxes surrounded by aluminum, in which the growth conditions were identical, except that one group was the control group and the other was exposed to the Wi-Fi signal. For this purpose, I installed a Wi-Fi router in box B, which emitted a signal throughout the entire experiment.

I used 4 types of sprouts for the experiment. Green mung beans (*Vigna radiata*), broccoli (*Brassica oleracea*), radish (*Raphanus sativus*), and garden cress (*Lepidium sativum*).

I performed 3 cycles of the experiment, during which I observed the growth of the sprouts and measured their height at the end. In most cases, the shoots of the control group were taller (by a few mm to a whole centimeter or more) than those of the exposed group B.

In addition, the shoots of group B consumed significantly more water, and mold unexpectedly began to form in the box that did not come from the shoots.

Through this study, I hope to raise awareness that every individual is exposed to electromagnetic radiation (which includes Wi-Fi signal) in large doses on a daily basis and that the results I have obtained are of concern for public health and especially for children who are still developing.

Keywords: sprouts, Wi-Fi signal, sprouting

# 1 UVOD

Le nekaj desetletij nazaj je bil Wi-Fi signal še nov, nepoznan koncept. Uporabnikom je bil na voljo brez regulacij in testiranj na varnost. Ko je brezžična industrija postala velik potencial, je dobiček hitro postal pomembnejši od znanstvenega raziskovanja na tem področju. Pričela se je digitalna doba. Danes si ne predstavljamo obstoja moderne družbe brez Wi-Fi signala. Vendar ali je res tako neškodljiv, kakor trdimo?

Mnogi pred mano so se lotili tega vprašanja. Zanimal jih je vpliv Wi-Fi signala na človeka, na njihov razvoj. Ker pa so humani in živalski poskusi neetični, so začeli delati raziskave na rastlinah. Tako sem se odločila tudi sama. Želela sem se prepričati o resničnosti teze, ali bo med poskusno in kontrolno skupino res takšna razlika, kot je navedeno v literaturi.

Kakovost poskusa bom ovrednotila z izračunom p-vrednosti.

## 1.1 Metodologija

Raziskavo sem pričela s pregledom literature. Ta navaja, da imajo rastline, ki so med razvojem izpostavljene Wi-Fi signalu slabše priraste. Tako sem se odločila za podoben eksperiment. Ustvarila sem hipoteze in si začrtala pričakovanja ter potek eksperimenta. Pred začetkom poskusa sem preizkušala semena, da bi videla, pod katerimi pogoji najbolje rastejo. Prilagajala sem parametre, kot so količina vode, vrsta in količina svetlobe v različnih staležih rasti, primerni medij za rast. To obdobje je trajalo slab mesec. Ko sem odkrila najbolj optimalne parametre, sem se lotila dejanskega eksperimenta.

Ustvarila sem kontrolno skupino A in izpostavljeno skupino B. Vsaka skupina je rastla v svojem boksu, pod istimi pogoji, s to razliko, da je bil v boksu B nameščen brezžični usmerjevalnik, ki je oddajal Wi-Fi signal.

Po preteku določenega časovnega obdobja sem izmerila višino kalčkov v skupini A in B, na čemer temeljijo rezultati te raziskave.

## 1.2 Raziskovalno vprašanje

Prisotnost Wi-fi signala bo zavirala rast kalčkov.

## 1.3 Hipoteze

1. Wi-fi signal bo različno vplival na različne vrste kalčkov.

2. Poskusni boks nudi enakovredne pogoje rasti naravnim.
3. Faradayeva kletka učinkovito blokira Wi-Fi signal.
4. Razlika v rasti bo vidna s prostim očesom.
5. Razlika bo statistično signifikantna.

## **2 PREGLED LITERATURE**

### **2.1 Kaj je Wi-Fi?**

Wi-Fi (Wireless Fidelity) zagotavlja omrežno povezavo z uporabo radijskih valov. Wi-Fi povezava se vzpostavi z uporabo brezžičnega adapterja, ki ustvari območje dostopnih točk v bližini brezžičnega usmerjevalnika, povezanega v omrežje. Ta povezava omogoča uporabnikom dostop do internetnih storitev.

Ko je Wi-Fi vzpostavljen, omogoča brezžično povezljivost z napravami, ki oddajajo radijsko frekvenco 2,4 ali 5 GHz (giga Hertz). Z napredkom tehnologije in vedno več napravami, ki podpirajo Wi-Fi povezavo, narašča njegova uporaba in popularnost.

Funkcija dostopne točke je pošiljanje in sprejemanje podatkov ter pretvorba le teh iz radio frekvenčnih signalov v digitalne. Ti so usmerjeni preko kabla ali WLAN naprav, kasneje bodo ponovno pretvorjeni v radio frekvenčne signale. Ko elektromagnetni valovi trčijo v predmete, se val oslabi. Večina energije se absorbira ali pretvori v druge oblike energije, nekaj pa je preide in se širi naprej.

Ko val zadane neživo telo, se del energije pretvori v toploto, ko pa zadane živo bitje (ljudje, živali ali rastline), se ne ustvari le toplota. Valovi brezžičnega usmerjevalnika ne motijo drugih radijskih valov zaradi različnih frekvenc. Potujejo en mimo drugega skozi večino predmetov in živih bitij.

Različne frekvence imajo različne valovne dolžine. Tako 2.4 kot tudi 5GHz sta rezervirana za brezžične usmerjevalnike. Pri tem ima 5GHz manjši domet, valovne dolžine so krajše, bolj koncentrirane, 2.4 GHz pa ima večji domet in daljše valovne dolžine.

### **2.2 Faradayeva kletka**

Faradayeva kletka je zaščitno ohišje, ki nekaterim vrstam elektromagnetnega sevanja preprečuje vstop ali izstop. Kletka, ki so jo prvič izumili v 19. stoletju, ima številne praktične uporabe. Faradayeve kletke dokaj redno uporabljam na mestih, kot so bolnišnice in celo v domači kuhinji. Nekatere Faradayeve kletke so boljše od drugih, vendar vse sledijo istim načelom.

Faradayeva kletka je v bistvu vsebnik ali ščit, ki blokira elektromagnetno sevanje iz celotnega elektromagnetnega spektra, kot so radijski valovi in mikrovalovne pečice. Deluje na principu,

da ko elektromagnetno polje zadene nekaj, kar lahko prevaja elektriko, naboji ostanejo na zunanji strani prevodnika, namesto da bi potovali v notranjost.

V praksi to pomeni, da bo kletka, zgrajena iz materiala, ki lahko prevaja elektriko, preprečila prehod določenemu elektromagnetcnemu sevanju.

Britanski znanstvenik Michael Faraday, ki je znan tudi po Faradayevem zakonu indukcije, je izumil Faradayovo kletko v 19. stoletju, pri čemer je nadgradil delo ameriškega znanstvenika Benjamina Franklina iz prejšnjega stoletja.

Faradayeva kletka je lahko izdelana iz katerega koli materiala, ki lahko prevaja elektriko. To je lahko žična mreža, kovinske plošče ali koluti žice.

Lahko so poljubne oblike, kot so škatla, krogla ali valj in poljubne velikosti, od izjemno majhnih do izjemno velikih. Nekaj tako preprostega, kot je aluminijasta folija, lahko zagotovi zunanjost kletke, poroča Florida State University.

Zunanja prevleka ali prevodnik je lahko izjemno tanek, kot je folija, toda debelejši bo zagotovil dodatno zaščito pred močnejšimi električnimi polji.

Faradayeve kletke so lahko nekoliko zapletene ali zelo preproste; lahko segajo od velikosti škatle za čevlje do celotne zgradbe. Telefon zavijte v plastiko in ga nato obdajte na primer z aluminijasto folijo (to je improvizirana Faradayeva kletka).

Če imate v svoji kuhinji mikrovalovno pečico, je ta sama po sebi oblika Faradayeve kletke, ki drži mikrovalove ujete v stroju tako, da segrejejo vašo hrano in ne pobegnejo ven.

V večjem obsegu skenerji za slikanje z magnetno resonanco (MRI) v medicinskih okoljih uporablajo Faradayeve kletke za preprečevanje vstopa radijskih signalov v prostor in motenje opreme.

Faradayeva kletka blokira tudi Wi-Fi signale. Če z njo obdate svoj internetni usmerjevalnik, ne bo mogel več prenašati elektromagnetcnega sevanja navzven, kar bo blokiralo vaš dostop do interneta.

### **2.3 Luči primerne za kaljenje**

Luči za rast se prodajajo v različnih oblikah in velikostih, od žarnic, ki izgledajo kot tiste, ki bi jih vstavili v svetilko, do palic za pripenjanje in dolgih luči, ki jih najdemo v trgovinah. V

idealnem primeru bi morala biti luč nameščena neposredno nad sadikami. Če je ob strani ali previsoko nad njimi, se bodo raztegnili, da bi ga dosegli, kar bo povzročilo tanka, šibka stebla. Z umetno svetlobo lahko tudi le dopolnjujemo naravno, ki je šibka ali slabo dostopna.

Večina vrtnarjev uporablja bodisi fluorescentne luči bodisi sijalke s svetlečimi diodami (LED). Obstajajo tudi druge vrste luči za rast, kot so natrijeve luči, vendar jih je težje najti in se pogosteje uporabljajo v komercialnih rastlinjakih.

Dolga leta so bile fluorescenčne luči v vrtnarijah najbolj popularne in uporabljene, vendar so jih LED hitro zamenjale kot standardna izbira. LED diode so običajno dražje od fluorescenčnih sijalk, vendar so energijsko zelo učinkovite in imajo dolgo življenjsko dobo. Prav tako ne proizvajajo odvečne topote in so na voljo v številnih oblikah in velikostih. Obe vrsti sta običajno na voljo v lokalnih trgovinah s strojno opremo, na spletu in v vrtnih centrih.

Rastline uporabljajo svetlobo v foto-sintetično aktivnem spektru sevanja, ki vključuje valovne dolžine od 400 (vijolična) do 700 (rdeča) nanometrov. Običajno rastline v obdobju, ko so sadike, porabijo več modre in modro-zelene svetlobe ter več rdeče svetlobe kasneje v svojem življenjskem ciklu, ko začnejo cveteti in proizvajati semena.

Če luči za gojenje uporabljate le za sajenje semen ali gojenje listnate zelenjave, se držite luči, ki so označene kot modro-zeleni spekter ali uravnovežen spekter svetlobe. Vse pogosteje opažamo, da imajo luči oznako »za zelenje in semena« ali »za rože in sadje«.

Na splošno velja, da je pri nakupu luči za rast boljša večja intenzivnost svetlobe. Moč luči merimo v enoti Watt (pomeni količino energije, ki je potrebna za napajanje svetlobe).

## 3 PRAKTIČNI DEL

### 3.1 Materiali in oprema

#### 3.1.1 Kalčki

Uporabila sem štiri vrste kalčkov. Zeleni mungo fižol (*Vigna radiata*), brokoli (*Brassica oleracea*), redkev (*Raphanus sativus*) in vrtno krešo (*Lepidium sativum*). Kalčke sem kupila v lokalni vrtnariji.

#### 3.1.2 Petrijevke

Kalila sem v petrijevkah. Te so se mi zdele odlična izbira, saj so primerne velikosti in prozorne, tako da sem lahko skoznje opazovala rast koreninskega sistema pod juto. V vsakem ciklu sem uporabila nove in jih tudi primerno označila.



Slika 1: Označitev petrijevk

#### 3.1.3 Medij rasti

Da bi kalčki imeli ustrezен oprijem, sem morala v petrijevke namestiti medij. Odločala sem se med zemljo, vato in juto. Za zemljo se nisem odločila zato, ker velikega dela poskusa skoznjo ne bi morala opazovati, vata pa je problematična, ker se napije vode in bi kalčki lahko začeli gniti. Tako sem uporabila plast jute. Odrezala sem jo v obliki kroga, da je lepo sedla v petrijevko.



*Slika 2: Medij za rast - juta*

### 3.1.5 Aluminijasta folija kot bariera

Iskala sem material, ki ne prepušča telefonskega ali Wi-Fi signala. Za najprimernejšo se je izkazala aluminijasta folija. Izpolnjevala je oba pogoja, poleg tega pa je lahko dostopna in z njo je enostavno manipulirati. Da bi bil poskus uspešen, sem morala vanj oviti oba boksa, saj na nobenega niso smeli vplivati okoliški usmerjevalniki, le tako je lahko poskus objektiven. Vsakega sem ovila v šest plasti, da bi doseгла maksimalno učinkovitost. Nato sem jakost signala v vsakem posebej preverjala s telefonsko aplikacijo (WiFiman), ki meri jakost Wi-Fi signala. Da sem lahko v oba boksa uvedla umetno svetlobo, sem morala ustvariti luknje, ki pa sem jih nato skrbno obdala z aluminijevo folijo, da ne bi prihajalo do uhajanja.

Jakost Wi-Fi signala se meri v enotah 0 do – 100 dBm (decibelih na milivat). Na spodnjih slikah lahko vidimo, da je v boksu A signal zelo šibek (-87 dBm), v boksu B pa zelo močan (-10dBm). Obe merjenji sta bili odčitani v zaprtih boksih in ob umiritvi merilne naprave.



Slika 3: Jakost Wi-Fi signala v boksu A (levo)

Slika 4: Jakost Wi-Fi signala v boksu B (desno)

### 3.1.6 Brezžični usmerjevalnik

V boks B sem namestila brezžični usmerjevalnik, ki je v tem boksu oddajal Wi-Fi signal. Aluminijasta folija, ki je obdajala boks je skrbela, da je bila koncentracija signala v boksu visoka, obenem pa je preprečevala večje uhajanje. Usmerjevalnik je bil neprestano priključen v električno napeljavo in ves čas poskusa oddajal signal. Uporabila sem usmerjevalnik znamke Netgear, model WNR1000 s frekvenco 2.4 GHz.



*Slika 5: Namestitev brezžičnega usmerjevalnika v boksu B*

### 3.1.7 Vir svetlobe

Da bi zagotovila izoliranost obeh poskusnih skupin od telefonskega in okoliških Wi-Fi signalov, sem morala oba boksa neprodušno zapreti, kar pomeni, da kalčkov nisem izpostavila dnevni svetlobi.

Namesto tega sem uporabila led luč, patentirano za rast rastlin znamke Gardlov. Vratovi so gibljivi. Ta luč ima dve glavi, tako sem vsako uvedla v en boks. Tako sem zagotovila, da ni bila ena poskusna skupina svetlobi izpostavljena dlje časa kakor druga. Obe glavi sta namreč delovali kot eno, z isto jakostjo svetlobe in trajanjem prižiga.

Večino časa sem uporabljala nastavitev, ki omogoča, da luč po določenem času sama ugasne. Ta možnost mi je prišla zelo prav, ker nad poskusom nisem imela ves čas nadzora. Tako sem prve dni v zgodnji fazi kalčke izpostavila nižji jakosti svetlobe za tri ure dnevno, kasneje pa večji jakosti za devet ur. Uporabljala sem mešano modro-rdečo svetlobo, saj sem področje raziskala in ugotovila, da je ta za mojo raziskavo najustreznejša.



*Slika 6: LED luč uporabljena za poskus*

### 3.1.8 Boksi

Sprva sem za poskus želela uporabiti kalilnik, vendar ni izpolnjeval potrebnih pogojev. Namreč potrebovala bi dva, česar nisem imela na voljo, prav tako pa bi ju težko popolnoma obdala z aluminijem.

Tako so mi v šoli priskrbeli lesene bokse s pokrovom. Na vsakem boksu sta dve reži za dvigovanje/prestavljanje, skozi kateri sem uvedla vir svetlobe in električni kabel za polnjenje brezžičnega usmerjevalnika.



*Slika 7: Boks uporabljen za poskus*

### **3.2 Izvedba poskusa**

V tej raziskavi sem primerjala rast kalčkov, ki so izpostavljeni Wi-Fi signalu, s tistimi, ki niso (kontrolna skupina). Izbrala sem nekaj vrst hitro rastočih kalčkov (navedenih v poglavju 3.1.1)

Pred začetkom dejanskega eksperimenta sem opravila testiranje kalčkov. Obdobje je trajalo približno mesec dni, v tem času sem ugotavljala kakšni parametri so najbolj ugodni za rast kalčkov. Prilagajala sem količino in jakost svetlobe, količino vode ter medij rasti. Ko sem bila prepričana, da sem našla najbolj ugodne pogoje za njihov razvoj, sem pričela s prvim ciklom poskusa.

Ustvarila sem poskusno skupino A (ne izpostavljeni) in poskusno skupino B (izpostavljeni). Vsako vrsto kalčkov (uporabljenih v določenem ciklu poskusa) sem dala v skupino A in B. Obe, poskusna in izpostavljeni skupini, sta rasli pod istimi pogoji (svetloba, voda, medij rasti). Vsaka skupina je uspevala v svojem boksu, oba sta bila obdana z aluminijevo folijo.

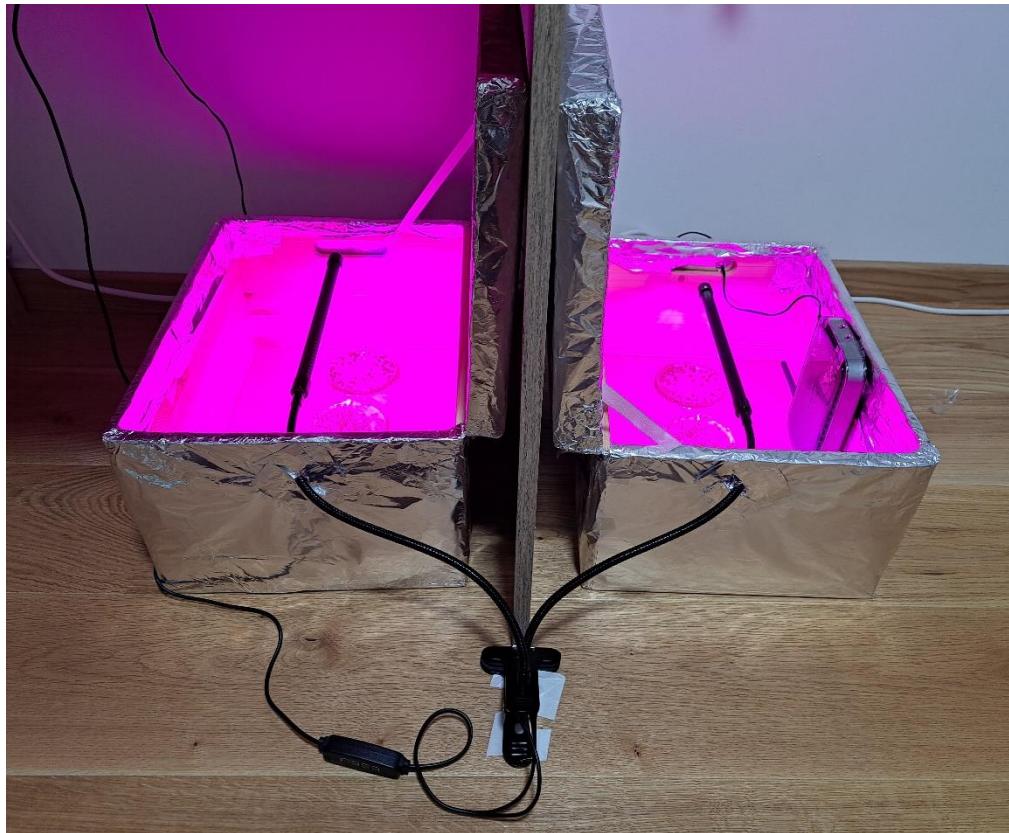
Poskus sem izvajala trikrat (v treh ciklih). V prvem sem uporabila kalčke brokolija, redkve in fižola. Ugotovila sem, da fižol ni dovolj hitro rastoč za moj poskus, zato ga v drugem ciklu nisem uporabila. V tretjem ciklu sem redkvi in brokoliju dodala še krešo.

Vsak cikel sem začela z namakanjem kalčkov v vodi. V vsako petrijevko sem nasipala čim več semen in jih nato popolnoma potopila v vodi. Tako sem jih pustila stati 24 – 48 ur. V tem času je poskus že potekal, petrijevke z vodo in semen so bile v ustreznih boksih.

Ob koncu testa bom na podlagi obdelave statističnih podatkov



Slika 8: Kalčki skupine A v času namakanja



Slika 9: Prikaz postavitve boksov in luči tekom poskusa

Nato sem semena vzela iz vode. Za vsako skupino sem določila število semen, ki bodo sodelovala v nadaljnjem poskusu, da je bilo to število v boksu A in B enako. Izbrala sem do tega obdobja najbolj razvita semena, jih sprala in previdno razprostrla po juti. Pri fižolu sem izbrala dvajset najrazvitejših semen in z njimi nadaljevala poskus. Pri redkvi sem jih izbrala

sedemdeset, pri kreši 200 in pri brokoliju 250. V naslednjih dneh sem spremljala kalitev semen in skrbela za kalčke.



Slika 10: Razvoj kalčkov boksa A v prvem ciklu

Količina in vrsta svetlobe, ki sem jo uporabljala, sta navedeni v poglavju 3.1.7, zalivala pa sem po potrebi. To pomeni, da sem skrbela za vsako petrijevko individualno. Vse poskusne skupine namreč niso imele istih potreb po vodi, če bi poskušala zalivanje poenotiti, bi se nekateri kalčki posušili, medtem ko bi drugi zaradi prevelike količine vode pričeli gniti. Zadnji dan sem vse petrijevke vzela iz boksov in izmerila višino kalčkov. To sem storila tako, da sem izmerila dvajset najvišjih kalčkov in vzela njihovo povprečje. Pri fižolu sem jih vzela deset.

Statistična signifikantnost (p-vrednost) bo testirana s pomočjo parnega testa »paired t test« v aplikaciji Graphpad.

## 4 REZULTATI

### 4. 1 Cikel 1

Na grafu je prikazana višina, v katero so zrastli kalčki (v centimetrih).

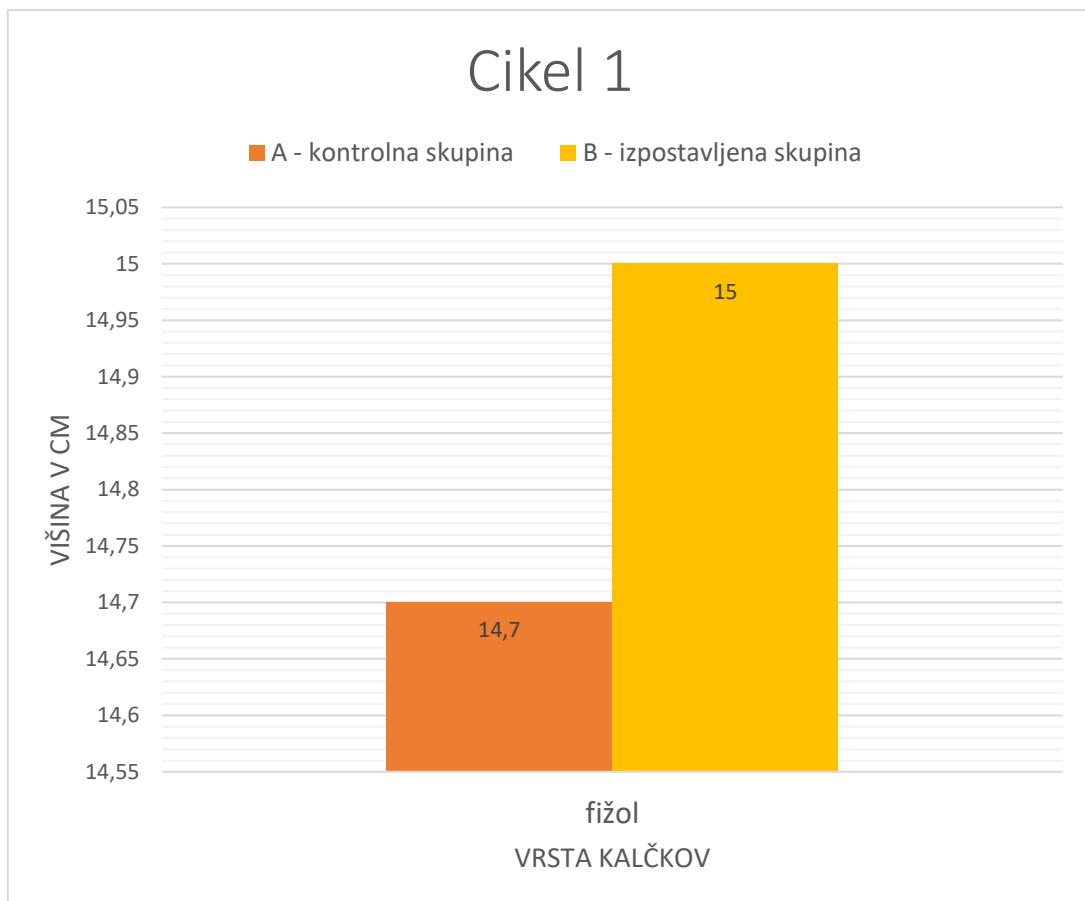


Slika 11: Prikaz rezultatov prvega cikla – brokoli



Slika 12: Prikaz rezultatov prvega cikla – redkev

## Cikel 1



Slika 13: Prikaz rezultatov prvega cikla – fižol



Slika 14: Prirast brokolija, prvi cikel



Slika 15: Prirast redkve, prvi cikel



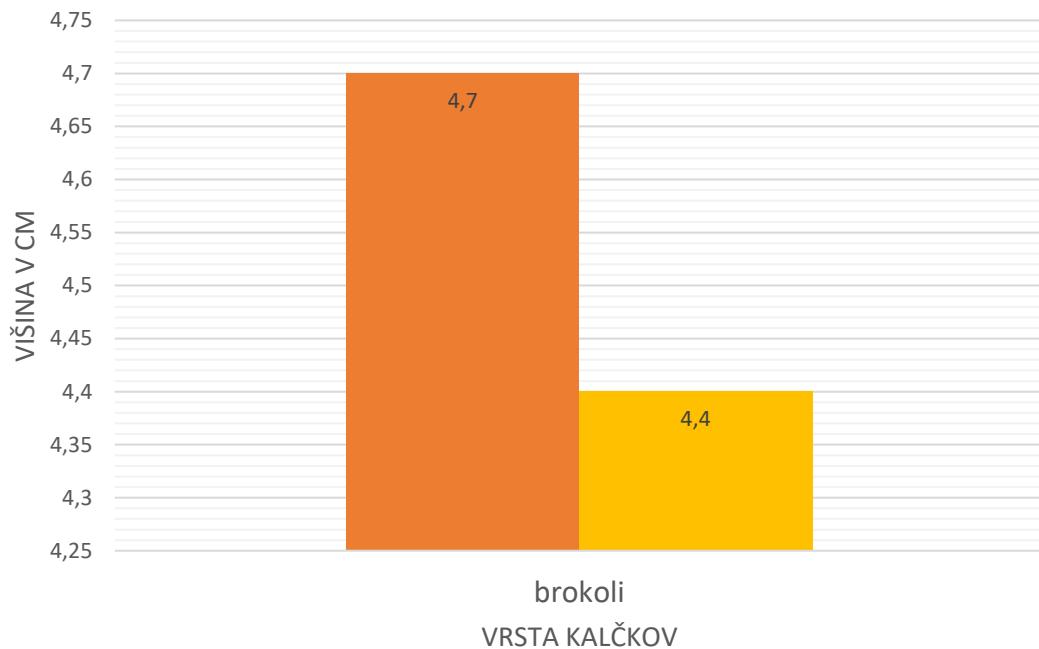
Slika 16: Prirast fižola, prvi cikel

#### 4.2 Cikel 2

Na grafu je prikazana višina, v katero so zrastli kalčki (v centimetrih).

## Cikel 2

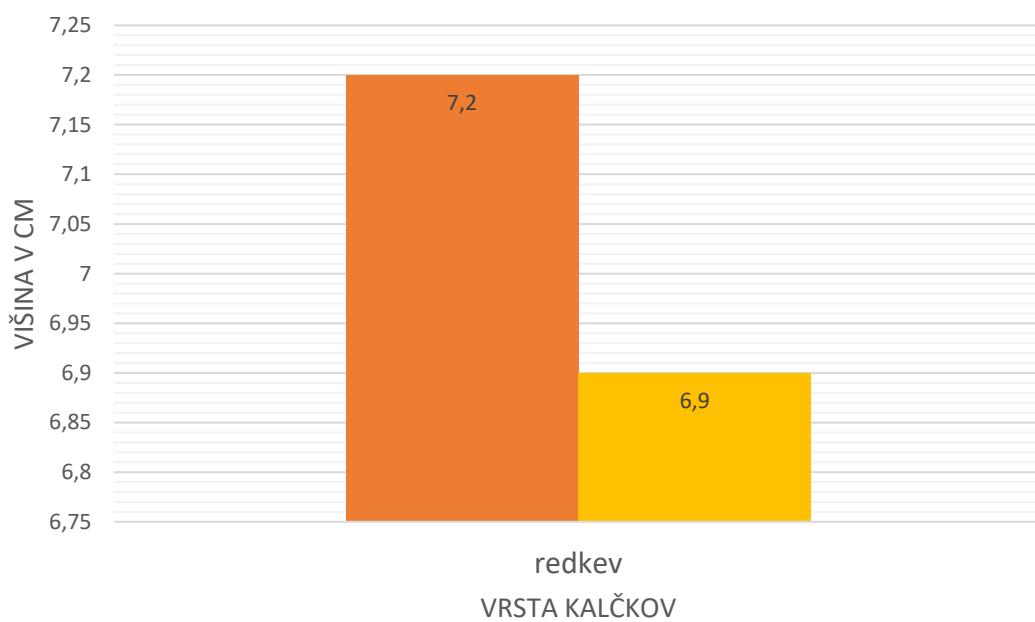
■ A - kontrolna skupina ■ B - izpostavljena skupina



Slika 17: Prikaz rezultatov drugega cikla – brokoli

## Cikel 2

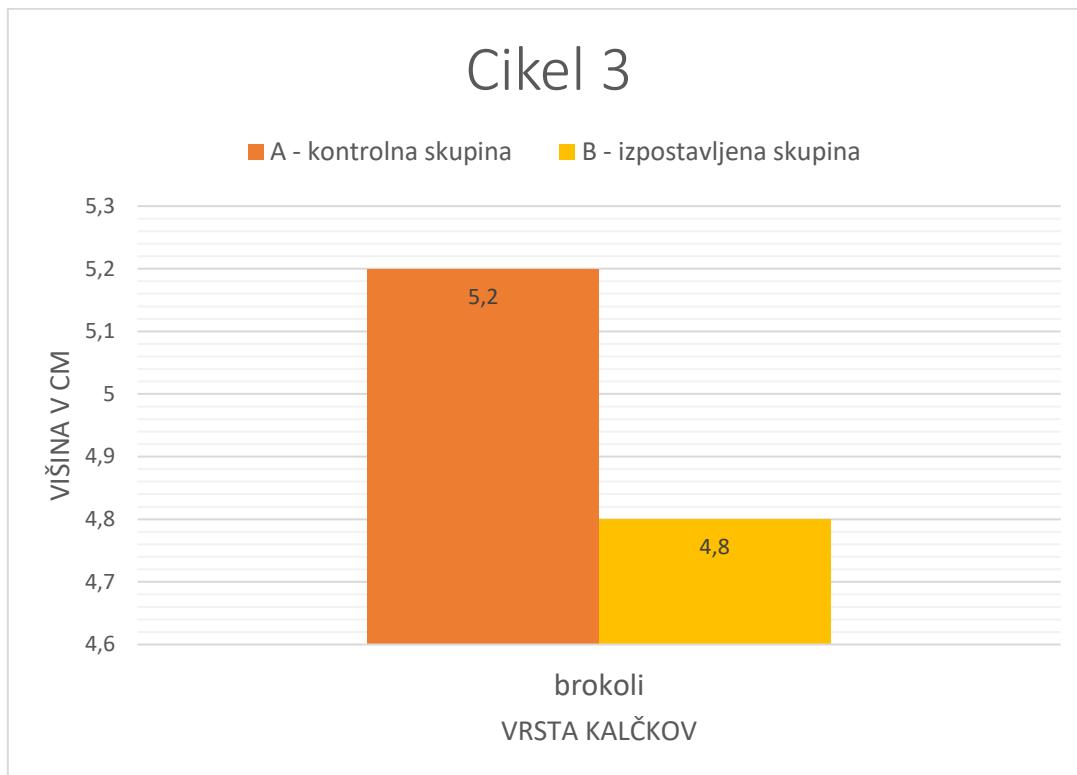
■ A - kontrolna skupina ■ B - izpostavljena skupina



Slika 18: Prikaz rezultatov drugega cikla – redkev

### 4.3 Cikel 3

Na grafu je prikazana višina, v katero so zrastli kalčki (v centimetrih).

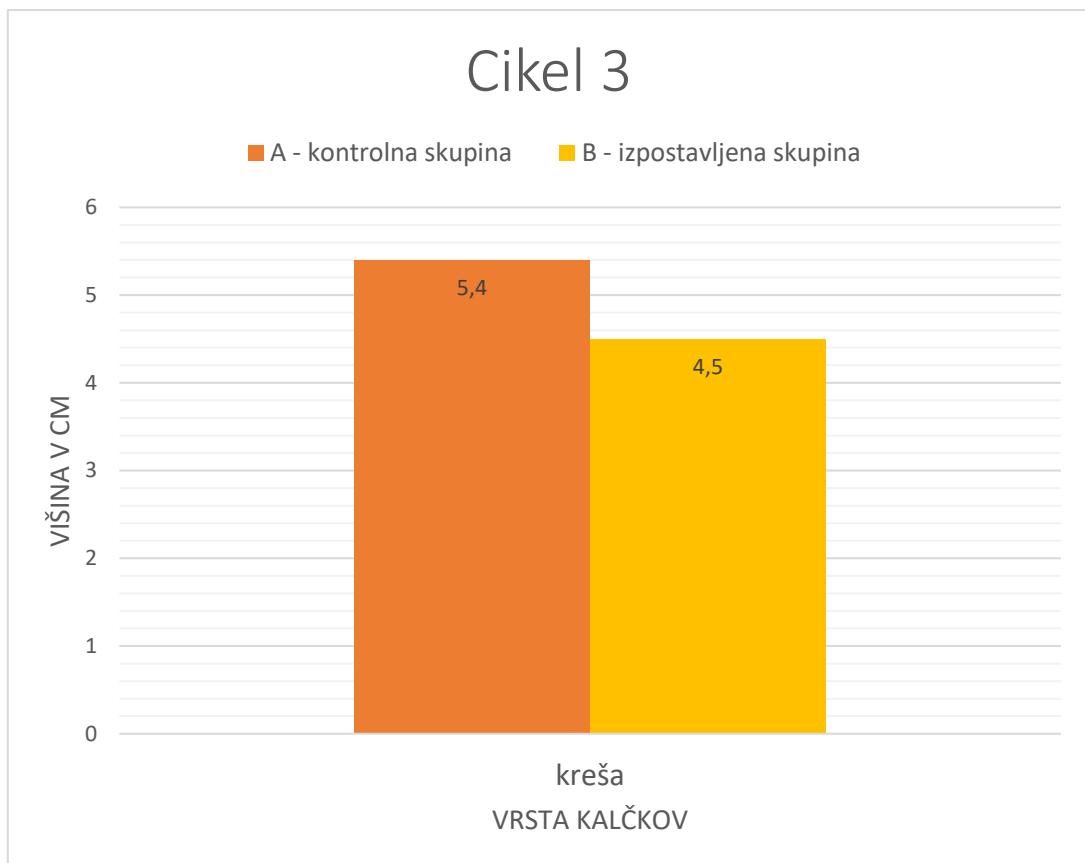


Slika 19: Prikaz rezultatov tretjega cikla – brokoli



Slika 20: Prikaz rezultatov tretjega cikla – redkev

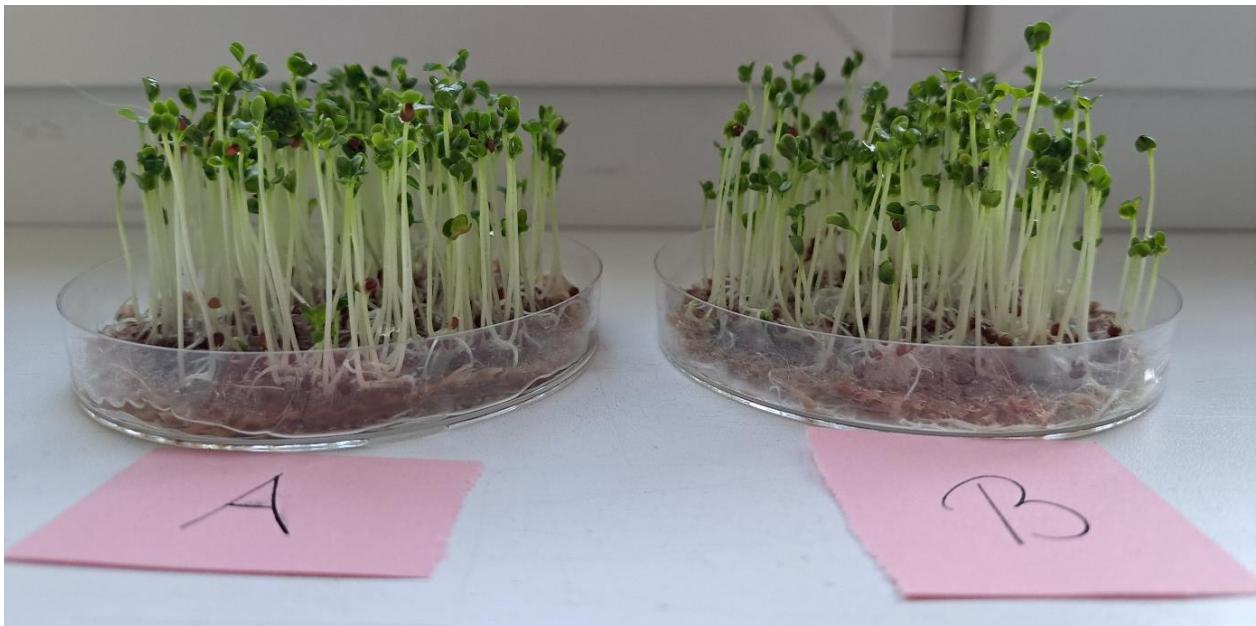
## Cikel 3



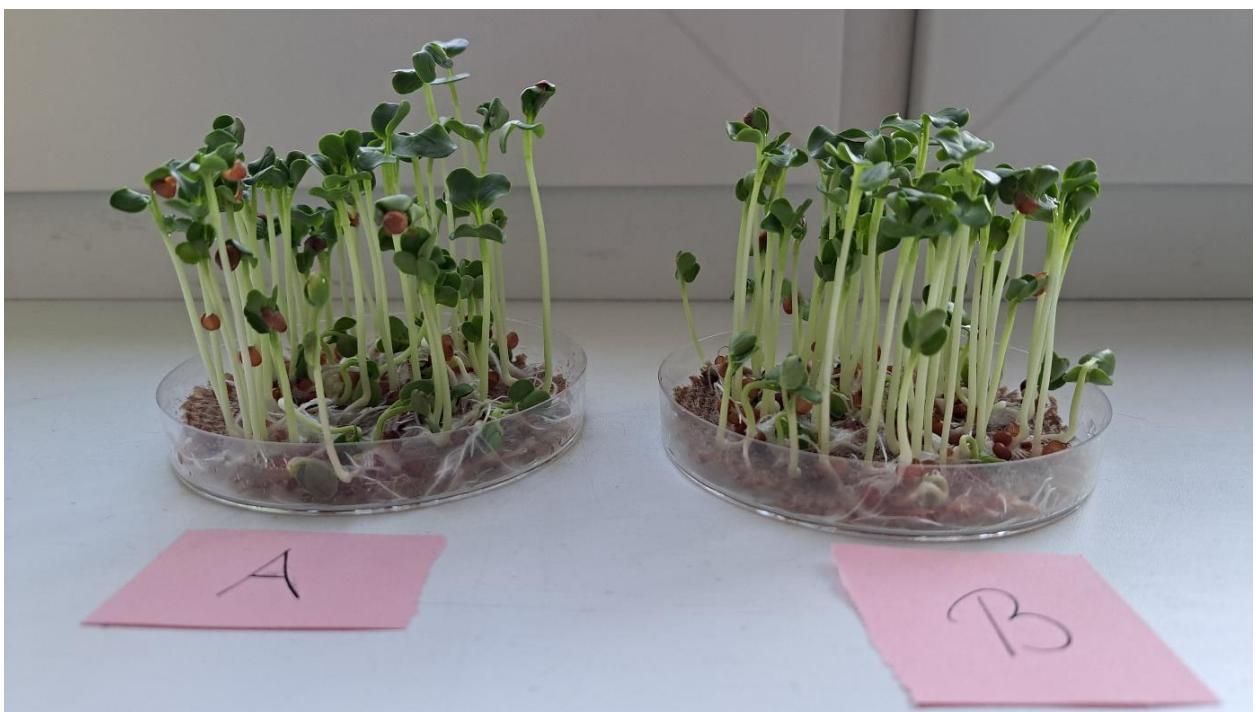
Slika 21: Prikaz rezultatov tretjega cikla – kreša



Slika 22: Prirast kreše, tretji cikel



Slika 23: Prirast brokolija, tretji cikel



Slika 24: Prirast redkve, tretji cikel

#### 4.4 Nepričakovani rezultati

Proti koncu tretjega cikla sem opazila nastanek plesni v boksu B. Tukaj je slika po koncu tretjega cikla (zato so rastline mrtve), ko se je plesen že razrasla.



Slika 25: Plesen v boksu B

#### 4.5 P-vrednost

P-vrednost brokolija in redkve sem računala z metodo »paired t test«, s primerjavo vrednosti kontrolne in izpostavljene skupine.

Uporabila sem naslednje meritve.

Za brokoli (kot so zapisani v grafihi);

- Kontrolna skupina: 5.8, 4.7, 5.2,
- izpostavljena skupina: 5.3, 4.4, 4.8.

P-vrednost je 0.02.

Za redkev (kot so zapisani v grafihi);

- Kontrolna skupina: 9.7, 7.2, 8.3,

- izpostavljen skupina: 8.6, 6.9, 7.4.

P-vrednost je 0.086.

## 5 RAZPRAVA

### 5.1 Opazovanja med trajanjem poskusa

#### 5.1.1 Zaostanek rasti v prvem ciklu

V prvem ciklu je bila najizrazitejša razlika pri redkvi. Izpostavljena skupina B je hudo zaostajala v rasti že v prvih dneh, kar me je hudo presenetilo.



Slika 26: Prirast redkve v prvem ciklu – 4. dan – skupina A levo, skupina B desno

#### 5.1.2 Plesen ali korenine kalčkov?

Prvič sem gojila kalčke, zato sem morala obširno raziskati vse faze kalitve in kako jih izvesti, da bo najbolj optimalno za rastline. Presenetile so me recimo korenine, za katere sem bila prepričana, da so plesen. Bile so namreč zelo belkaste in se kot puh dvigovale nad juto. Ko sem raziskovala, sem ugotovila, da ima veliko ljudi, ki prvič goji kalčke, iste pomisleke. Na koncu vseh treh ciklov nisem v nobeni petrijevki imela plesni. Skrbela sem namreč za zmerno navlaženost jute.

#### 5.1.3 Plesen v boksu B

V drugi polovici tretjega cikla sem opazila nekaj zanimivega v boksu B. Ob robovih je pričela nastajati plesen. Preverila sem tudi boks A, vendar tam nisem našla nobenih sledi. Odločila sem se, da boksa pustim stati še nekaj dni po koncu tretjega cikla, da vidim, ali se bo plesen razvila tudi v boksu A, vendar sem ni. Slika 25 prikazuje stanje boksov po tretjem ciklu.

Tega nisem pričakovala, zato sem preučila literaturo, kjer sem našla razlago za pojav. Dr. Klinghardt je prvi odkril povezavo med nastankom plesni in elektro-magnetnim sevanjem

(kakršnega oddaja tudi brezžični usmerjevalnik). Ugotovil je, da močno spodbuja rast spor in posledično razvoj plesni (Klinghardt, 2012).

#### 5.1.4 Neenakomerna potreba po vodi v boksu A in B

Opazila sem, da sem kalčke v boksu B morala pogosteje zalivati. Sušili so se hitreje kot tisti v boksu A, čeprav rezultati kažejo, da so v povprečju slabše rastli in bi po logiki potrebovali manj vode. To opažanje bi lahko bila zanimiva tema za prihodnje raziskave.

Iz tega razloga nisem enakomerno zalivala vseh petrijevk. Če bi jih, se bi nekatere skupine posušile, na drugih pa bi nastala plesen zaradi prevelike količine vode.

#### 5.1.5 Nagnjenost kalčkov kreše

V tretjem ciklu sem uporabila tudi kalčke kreše, med trajanjem eksperimenta pa sem pri njih opazila nekaj zanimivega. Skupina B je bila, navkljub namestitvi direktno pod vir svetlobe, upognjena na stran (slika 22). Razmišljala sem o razlogu, nato pa sem se odločila preveriti smer upognjenosti glede na položaj boksa. Ugotovila sem, da so se stebla obrnila v nasprotno steno od brezžičnega usmerjevalnika, rastla so torej stran od njega. Takšno obnašanje kalčkov sem zasledila tudi v literaturi (Havas in Symington, 2016).

### 5.2 Raziskovalno vprašanje

Prisotnost Wi-Fi signala bo zavirala rast kalčkov.

Trditev lahko delno potrdim. Kalčki skupine A so v povprečju zrastli višje kot kalčki skupine B. To pa ne drži za fižol, saj razlike ni bilo, oziroma je bila skupina B celo za kanček večja. Fižol je zrasel previsok in prepočasi, zato sem se odločila za izločitev. Juta in majhne petrijevke so tudi težko dohajale rast.

Kar se tiče redkve, brokolija in vrtne kreše je skupina A vedno zrastla višje od skupine B. Rezultati so zelo zanimivi in obenem zaskrbljujoči.

### 5.3 P-vrednost

P-vrednost brokolija 0.02 je statistično signifikantna in nakazuje na možnost vpliva Wi-fi signala na rast kalčkov. P-vrednost redkve 0.086 je mejno signifikantna. Velikost vzorca vrtne kreše in fižola je bila premajhna za izračun p-vrednosti.

Za vzpostavitev vzročne povezave so potrebne nadaljnje raziskave.

## **6 DRUŽBENA ODGOVORNOST**

Leta 2011 je Svetovna Zdravstvena Organizacija označila elektromagnetno sevanje (pod kar spada tudi Wi-Fi) za možen karcinogeni (rakav) dejavnik. že mnogo let pred tem so znanstveniki na področju dokazali, da je prisotnost Wi-Fi signala nevarna. Dokazano je bilo, da uporabljanje telefona na desni/levi strani glave poveča možnost nastanka tumorja na tisti strani lobanje (Cardis, Armstrong, Bowman, 2011).

S to raziskovalno nalogo želim ozaveščati o dejstvu, da dnevna prisotnost Wi-Fi signala v naših življenjih ni tako nedolžna. Tako kot je njegova prisotnost negativno vplivala na razvoj kalčkov, lahko negativno vpliva tudi na človekov razvoj, predvsem v začetnih staležih – čas spermatogeneze (Avendaño, Mata, Sanchez Sarmiento, Doncel, 2012).

Želim si, da bi o tej temi pričala dejstva in ne zgolj domneve, ter da se iščejo rešitve in alternative za boljšo prihodnost vseh nas ter naših zanamcev.

## **7 ZAKLJUČEK**

Z izdelavo te raziskovalne naloge sem dobila veliko novega znanja na področju brezžične industrije in razvoja rastlin v fazi kaljenja. Med prebiranjem literature sem bila skeptična glede rezultatov drugih znanstvenikov, dokler enakih ali morda še bolj dramatičnih rezultatov nisem dobila tudi sama. Prišla sem do zaključkov, ki bi jim težko verjela, če jih ne bi videla na lastne oči. Pred izvedbo poskusov sem si postavila nekaj domnev, kaj pričakujem, da bom dosegla ob koncu eksperimenta. Od tega sem eno hipotezo potrdila v celoti, eno le delno, tretjo pa sem ovrgla.

### **7.1 Ovrednotenje hipotez**

7.1.1 Wifi signal bo različno vplival na različne vrste kalčkov.

Hipotezo sem potrdila. Že v literaturi sem našla podatke, da prisotnost Wi-Fi signala vpliva drugače na različne vrste kalčkov. Med izvajanjem poskusov sem ugotovila, da pri fižolu ni bilo vidne razlike v rasti, skupina B je bila celo za nekaj milimetrov večja od skupine A, vendar je to zaradi izjemne višine, v katero je fižol zrasel zanemarljivo. Iz tega razloga sem fižol v nadaljnjih ciklih izključila.

7.1.2 Poskusni boks nudi enakovredne pogoje rasti naravnim.

Hipotezo sem ovrgla. Poskus sem izvedla tako, da sem en set petrijevk z vsemi kalčki prvega cikla postavila na okensko polico v istem prostoru, kjer sta istočasno rastli skupini A in B (v svojih boksih). Kalčki na okenski polici so rasli veliko počasneje kakor v boksih pod umetno svetlobo, kar je bilo za pričakovati, saj je bila ta veliko bolj koncentrirana kot naravna svetloba, ki je kalčke dosegla na okenski polici, čeprav so bili postavljeni na sončno mesto.

7.1.3 Faradejeva kletka učinkovito blokira Wi-Fi signal.

Hipotezo sem potrdila. Kot je razvidno iz slik 3 in 4, je ovoj aluminijaste folije okoli lesenega boksa močno vplival na jakost Wi-Fi signala, ki je segla iz boksa B v A.

7.1.4 Razlika v rasti bo vidna s prostim očesom.

Hipotezo sem potrdila. Razlika v rasti kalčkov je bila dovolj velika, da sem jo lahko merila v milimetrih, torej s prostim očesom.

7.1.5 Razlika bo statistično signifikantna.

Hipotezo sem potrdila za brokoli. P-vrednost redkve je mejna, zato hipoteze ne morem potrditi. Vzorec fižola in vrtne kreše je bil premajhen za izračun in hipoteze ne morem potrditi.

## **8 VIRI IN LITERATURA**

Havas, M., & Symington, S. (2016). Effects of Wi-Fi Radiation on Germination and Growth of Broccoli, Pea, Red Clover and Garden Cress Seedlings: A Partial Replication Study. Pridobljeno 15.1.2023 s [https://www.researchgate.net/publication/305691264\\_Effects\\_of\\_Wi-Fi\\_Radiation\\_on\\_Germination\\_and\\_Growth\\_of\\_Broccoli\\_Pea\\_Red\\_Clover\\_and\\_Garden\\_Cress\\_Seedlings\\_A\\_Partial\\_Replication\\_Study](https://www.researchgate.net/publication/305691264_Effects_of_Wi-Fi_Radiation_on_Germination_and_Growth_of_Broccoli_Pea_Red_Clover_and_Garden_Cress_Seedlings_A_Partial_Replication_Study)

Klinghardt, D. (2012). 1. Biotoxin Chapter - Klinghardt Institute. Pridobljeno 6.2.2023 s <http://klinghardtinstitute.com/wp-content/uploads/2015/06/1.-Biotoxin-chapter.pdf>

Yuwono, R., & Aburizal Bakhri, A. (2016). View of effect of 2.4 ghz WIFI frequency electromagnetic wave radiation on Green Bean's growth. Pridobljeno 20.12.2022 s <https://www.jbarbiomed.com/index.php/home/article/view/136/133>

Roche, J., Didyk, N. P., Ivanytska, B. O., Zaimenko, N. V., & Chudovska, O. O. (2020). Effects of the electromagnetic field of Wi-Fi systems and experimental gadget M4 on Growth, development and photosynthesis of wheat. Plant Introduction. Pridobljeno 14.1.2023 s Retrieved January <https://doi.org/10.46341/PI2020008>

Pall, M.L. (2018) Wi-Fi is an important threat to human health, Environmental Research. Academic Press. Pridobljeno 12.1.2023 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0013935118300355>

Atasoy, H. I., Gunal, M. Y., Atasoy, P., Elgun, S., & Bugdayci, G. (2013). Immunohistopathologic demonstration of deleterious effects on growing rat testes of radiofrequency waves emitted from conventional Wi-Fi devices. Journal of pediatric urology, 9(2), 223–229. Pridobljeno 28.12.2022 s <https://doi.org/10.1016/j.jpurol.2012.02.015>

Avendaño, C., Mata, A., Sanchez Sarmiento, C. A., & Doncel, G. F. (2012). Use of laptop computers connected to internet through Wi-Fi decreases human sperm motility and increases sperm DNA fragmentation. Fertility and sterility, 97(1), 39–45.e2. Pridobljeno 11.1.2023 s <https://doi.org/10.1016/j.fertnstert.2011.10.012>

Voichuk, S. I., Podgorskii, V. S., & Gromozova, E. N. (2004). Vliianie radiochastotnogo elektronnogo izlucheniia na fiziologicheskie osobennosti Saccharomyces

cerevisiae UKM Y-517 [Effect of radio-frequency electromagnetic radiation on physiological features of *Saccharomyces cerevisiae* strain UCM Y-517]. *Mikrobiolohichnyi zhurnal* (Kiev, Ukraine : 1993), 66(3), 51–57. Pridobljeno 6.2.2023 s <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15456218/>

N. H. Ishak, R. Ariffin, A. Ali, Meor Adzmey Sagiruddin and F. Mohamad Twon Tawi, (2011) "Biological effects of WiFi electromagnetic radiation," *Pridobljeno 7.1.2023 s https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6190587*

Oni, O. M., Amuda, D. B., & Gilbert, C. E. (2011). Effects of radiofrequency radiation from WiFi devices on human ejaculated semen. *Int J Res Rev Appl Sci*, 9(2), 292-294. Pridobljeno 26.1.2023 s [https://cdn.wavewallcases.com/wp-content/uploads/2018/01/EFFECTS\\_OF\\_RADIOFREQUENCY\\_RADIATION\\_FROM\\_WIFI\\_DEVICES.pdf](https://cdn.wavewallcases.com/wp-content/uploads/2018/01/EFFECTS_OF_RADIOFREQUENCY_RADIATION_FROM_WIFI_DEVICES.pdf)

Stefan Dongus, Hamed Jalilian, David Schürmann & Martin Röösli (2022) Health effects of WiFi radiation: a review based on systematic quality evaluation. Pridobljeno 4.2.2023 s <https://www.tandfonline.com/action/showCitFormats?doi=10.1080%2F10643389.2021.1951549>

Cardis E, Armstrong BK, Bowman JD (2011) Risk of brain tumours in relation to estimated RF dose from mobile phones: results from five Interphone countries. Pridobljeno 6.1.2023 s <https://academic.oup.com/jnci/article/103/16/1264/898567>

Türker, Y., Naziroğlu, M., Gümral, N., Celik, O., Saygın, M., Cömlekçi, S., & Flores-Arce, M. (2011). Selenium and L-carnitine reduce oxidative stress in the heart of rat induced by 2.45-GHz radiation from wireless devices. *Biological trace element research*, 143(3), 1640–1650. Pridobljeno 4.11.2022 s <https://doi.org/10.1007/s12011-011-8994-0>

Kesari, K. K., & Behari, J. (2010). Microwave exposure affecting reproductive system in male rats. *Applied biochemistry and biotechnology*, 162(2), 416–428. Pridobljeno 5.1.2023 s <https://doi.org/10.1007/s12010-009-8722-9>

Khurana, V. G., Hardell, L., Everaert, J., Bortkiewicz, A., Carlberg, M., & Ahonen, M. (2010). Epidemiological evidence for a health risk from mobile phone base

stations. International journal of occupational and environmental health, 16(3), 263–267. Pridobljeno 16.1.2023 s <https://doi.org/10.1179/107735210799160192>

Otitoloju, A. A., Obe, I. A., Adewale, O. A., Otubanjo, O. A., & Osunkalu, V. O. (2010). Preliminary study on the induction of sperm head abnormalities in mice, *Mus musculus*, exposed to radiofrequency radiations from global system for mobile communication base stations. Bulletin of environmental contamination and toxicology, 84(1), 51–54. Pridobljeno 14.1.2023 s <https://doi.org/10.1007/s00128-009-9894-2>

Atasoy, H. I., Gunal, M. Y., Atasoy, P., Elgun, S., & Bugdayci, G. (2013). Immunohistopathologic demonstration of deleterious effects on growing rat testes of radiofrequency waves emitted from conventional Wi-Fi devices. Journal of pediatric urology, 9(2), 223–229. Pridobljeno 8.12.2023 s <https://doi.org/10.1016/j.jpurol.2012.02.015>

Lohnes, K. (2017, October 25). How Does Wi-Fi Work?. Encyclopedia Britannica. Pridobljeno 3.12.2022 s <https://www.britannica.com/story/how-does-wi-fi-work>

Dowie, M. and Hertsgaard, M. (2018) How big wireless made us think that cell phones are safe: A special investigation, The Nation. Pridobljeno 7.11.2022 s <https://www.thenation.com/article/archive/how-big-wireless-made-us-think-that-cell-phones-are-safe-a-special-investigation/?fbclid=IwAR0WgEx5jVSyO15JxjUZCki6Elk6FQ3ykOu3UElfKFQVkwjJhOC5K6odiKI>

Hoidal, N. (2022) What type of grow lights should you use for starting seeds?, UMN Extension. Pridobljeno 13.12.2022 s <https://extension.umn.edu/yard-and-garden-news/grow-lights-starting-seeds>

O'Callaghan, J. (2021) What is a faraday cage?, LiveScience. Purch. Pridobljeno 11.12.2022 s <https://www.livescience.com/what-is-a-faraday-cage>