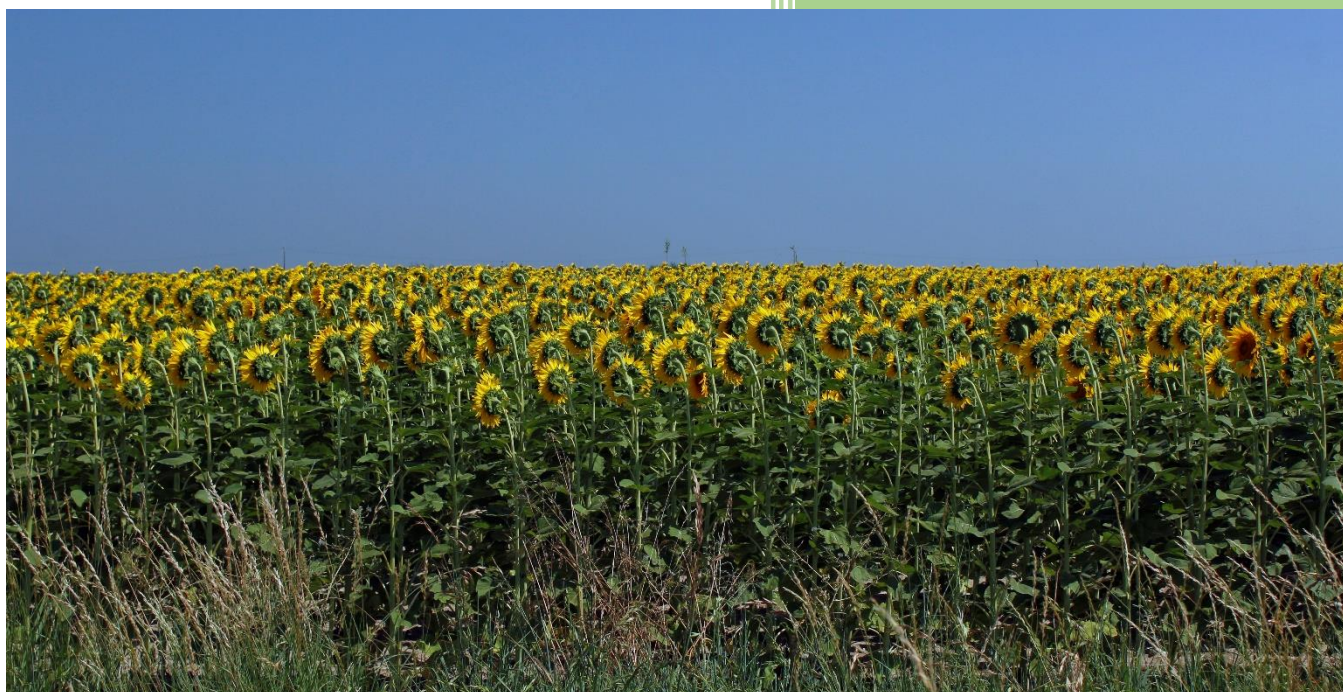


Mestna občina Celje, Mladi za Celje

## Vpliv UV-B svetlobe na rast sončnic in vsebnost listnih pigmentov v mladih listih



Avtorja: Hugo Kostanjevec  
Luka Maček

Mentor: Boštjan Štih,  
prof. bio. in kem.

Lektorica: Mateja Hrastnik  
prof. slj. in zgo.

Osnovna šola Hudinja, marec 2020

Mestna občina Celje, Mladi za Celje

**Vpliv UV-B svetlobe na rast sončnic in vsebnost  
listnih pigmentov v mladih listih**

Raziskovalna naloga

Avtorja:

Hugo Kostanjevec, 9. a

Luka Maček, 9. a

Mentor:

Boštjan Štih, prof. bio. in kem.

Lektorica:

Mateja Hrastnik, prof. slj. in zgo.

Osnovna šola Hudinja

Celje, marec 2020

# Vsebina

|  |                                       |
|--|---------------------------------------|
| Vsebina .....  | 1                                     |
| Kazalo slik.....   | 2                                     |
| Kazalo grafikonov.....   | 2                                     |
| Povzetek.....  | 3                                     |
| 1 Uvod .....   | 4                                     |
| 1.1 Teoretske osnove .....   | 4                                     |
| 1.1.1 Navadna sončnica .....   | 4                                     |
| 1.1.2 Teorija valovanja.....   | 5                                     |
| 1.1.3 Svetloba .....   | 6                                     |
| 1.1.4 Ultravijolično sevanje.....  | 6                                     |
| 1.1.5 Fotosintezni pigmenti v listih .....   | 7                                     |
| 1.2 Opis raziskovalnega problema.....  | 9                                     |
| 1.3 Hipoteze.....  | 9                                     |
| 1.4 Raziskovalne metode.....   | 9                                     |
| 1.4.1 Vzgoja mladih rastlin.....   | 9                                     |
| 1.4.2 Ekstrakcija listnih pigmentov .....  | 11                                    |
| 1.4.3 Tenkoplastna kromatografija .....  | 11                                    |
| 1.4.4 Določanje prisotnosti in koncentracije listnih pigmentov z UV-VIS spektrofotometrom..... | 13                                    |
| 1.4.5 Priprava pisnega poročila.....   | 13                                    |
| 2 Osrednji del .....   | 14                                    |
| 2.1 Predstavitev raziskovalnih rezultatov .....  | 14                                    |
| 2.1.1 Vpliv UV-B svetlobe na razvoj rastlin.....   | 14                                    |
| 2.1.2 Vpliv UV-B svetlobe na prisotnost listnih pigmentov.....                                 | 15                                    |
| 2.1.3 Vpliv UV-B svetlobe na koncentracijo listnih pigmentov .....                             | 18                                    |
| 2.2 Diskusija .....  | 19                                    |
| 2.3 Zaključek .....  | 21                                    |
| 3 Viri.....  | 22                                    |
| 4 Viri slik .....  | 22                                    |
| Izjava .....   | <b>Napaka! Zaznamek ni definiran.</b> |

## **Kazalo slik**

|   |    |
|---|----|
| Slika 1: Polje sončnic v Provansi.....  | 4  |
| Slika 1: Valovne dolžine nekaterih sevanj .....                                       | 5  |
| Slika 2: Absorpcijski spekter listnih pigmentov .....                                 | 7  |
| Slika 4: Gojitveni posodi.....  | 10 |
| Slika 5: Vzorci ekstraktov, pridobljenih z različnimi topili .....                    | 11 |
| Slika 6: Kozarci, v katerih je potekala kromatografija .....                          | 12 |
| Slika 7: Videz rastlin 16. dan po sajenju .....                                       | 14 |
| Slika 8: Videz rastlin 25. dan po sajenju .....                                       | 14 |
| Slika 9: Razviti kromatogrami iz listov, ki niso bili pod vplivom UV-B svetlobe ..... | 15 |
| Slika 10: Razvita kromatograma listnih pigmentov iz ekstrakta na bazi acetona.....    | 16 |

## **Kazalo grafikonov**

|  |    |
|--|----|
| Grafikon 1: Absorpcijski spekter ekstrakta listnih pigmentov v acetonu in heksanu iz listov, ki niso bili pod vplivom UV-B .....   | 17 |
| Grafikon 2: Primerjalni absorpcijski spekter ekstrakta listnih pigmentov v acetonu in heksanu za liste, ki so bili pod vplivom UV-B, z listi, ki niso bili pod vplivom UV-B..... | 18 |

## **Povzetek**

Cilj najine raziskovalne naloge je ugotoviti vpliv UV-B svetlobe na razvoj mladih rastlin sončnice ter na prisotnost in koncentracijo listnih pigmentov v listih te rastline. Ugotovila sva, da UV-B svetloba močno zavre rast mladih rastlin, ne vpliva pa na prisotnost/odsotnost posameznih listnih pigmentov. Ugotovila sva tudi, da so koncentracije predvsem klorofilov A in B v listih, ki so bili pod vplivom UV-B svetlobe, manjše, a zaradi nenatančne metode tega ne moreva z gotovostjo pripisati samo vplivu UV-B svetlobe.

# 1 UVOD

## 1.1 TEORETSKE OSNOVE

### 1.1.1 NAVADNA SONČNICA

Sončnica je enoletnica, ki zraste do 3 metre visoko. Steblo je močno in dlakavo. Visoke sorte imajo običajno eno steblo, nižje so pogosto razvejane. Ima hrapave, priostrene, jajčaste liste. Cvetovi, ki so v resnici socvetja tudi z več kot 15000 cvetovi, so rumene barve, s temnim osrednjim delom. Najbolje uspeva na izrazito sončnih legah. (Herr & Nickig, 2007)<sup>1</sup>

Sončnico (*Helianthus annuus L.*) uvrščamo v družino košaric (*Asteraceae, sin. Compositae*). Za kalitev sončnica potrebuje vsaj 3 °C, vendar je v takih razmerah kalitev počasna in seme lahko hitro propade. Za uspešno kalitev je dobro, da so tla ogreta vsaj na 8 °C. Pri nas jo običajno sejemo od sredine aprila do sredine maja. Rastline dobro rastejo pri temperaturah od 20 do 30 °C. (Jesenko, 2017)<sup>2</sup>



Slika 1: Polje sončnic v Provansi

---

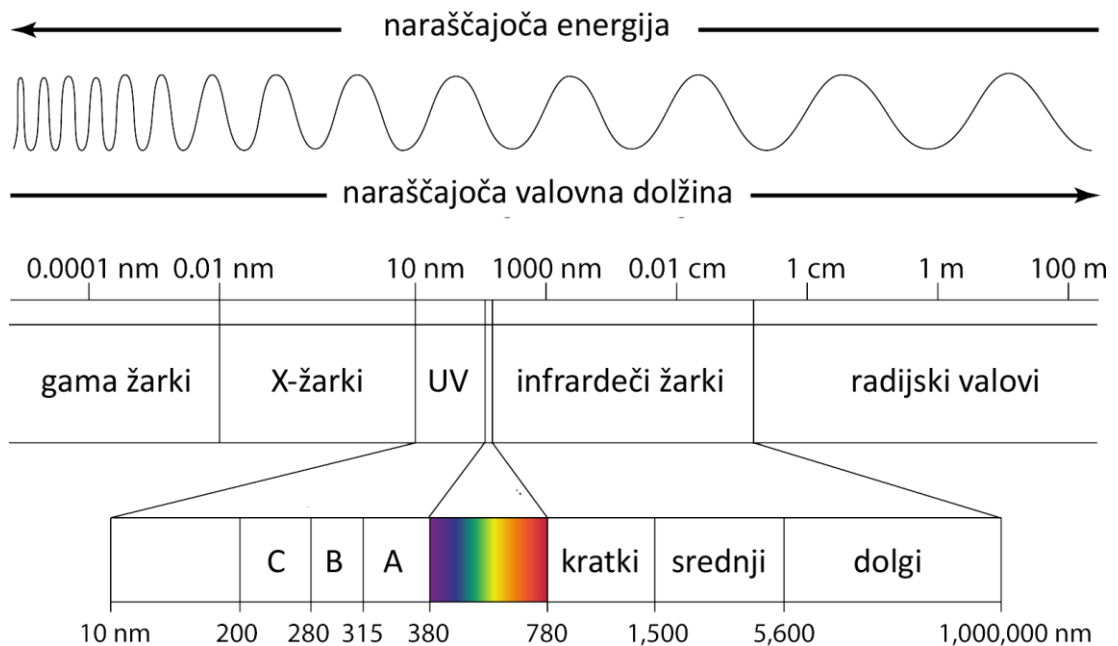
<sup>1</sup> Herr, E. & Nickig, M. (2007). *Vrtne cvetlice od A do Ž*. Ljubljana: Narava.

<sup>2</sup> Jesenko, T. (2017). *Tehnologija pridelave sončnice*. Ljubljana: Kmetijsko gospodarska zbornica Slovenije. Pridobljeno 24. februar 2020 iz <https://lj.kgzs.si/Portals/1/2017%20-%20novice/TN%20soncnica%2010%2004%2017.pdf>.

### 1.1.2 TEORIJA VALOVANJA

Ultravijolično sevanje je podobno rentgenskemu sevanju, vidni svetlobi, infrardeči svetlobi in podobnim vrstam sevalne energije. Opisujejo ga kakor elektromagnetna valovanja, ki jih spremlja nihanje električnih nabojev. Večino valovanj prenaša medij. Ni znano, kaj prenaša elektromagnetno valovanje, dokazano pa je, da se širijo v praznem prostoru.

Elektromagnetna valovanja potujejo s stalno hitrostjo vidne svetlobe. Ločijo se po valovni dolžini. Frekvenca valovanja je število ciklov v sekundi.



Slika 2: Valovne dolžine nekaterih sevanj\*

UV-sevanje lahko izvira iz neposredne sončne svetlobe ali posredno:

- jakost sevanja se poveča, kadar se odbija od snega ali betona;
- rahli oblaki sončne svetlobe običajno ne zaustavijo;
- voda odbija le majhne količine UV-sevanja, ostalo vdira v vodo.

\* prirejeno po <https://universalzeropoint.files.wordpress.com/2014/10/electromagnetic-spectrum.png>.

### **1.1.3 SVETLOBA**

Tudi svetloba je del elektromagnetnega spektra. Frekvenca svetlobe je okrog 300 THz (3001012Hz). Svetloba je v elektromagnetnem spektru med radijskimi valovi in sevanjem žarkov X.

Svetloba je eden od naravnih načinov prenosa energije iz enega mesta na drugega. Potuje v obliki valov. Valov ne vidimo, njihovo energijo pa lahko čutimo v obliki toplote, na primer, ko se poleti sončimo. Svetloba ima pravzaprav dvojni značaj. To pomeni, da jo lahko opišemo kot valovanje ali kot gibanje energijskih delcev.

Svetlobo delimo na ultravijolično, vidno in infrardečo. Vidno svetlobo sestavljajo tri osnovne barve: rdeča, zelena in modra ter njihovi komplementi: oranžna, rumena in vijolična barva. Vsaka barva pomeni določeno valovno dolžino oziroma frekvenco. Barve krajših valovnih dolžin (višjih frekvenc), kot na primer vijolična in modra, imajo več energije kakor barve daljših valovnih dolžin, na primer rdeča.

Sevanje infrardeče svetlobe ima valovno dolžino večjo od 1 mikrometra in manjšo od 800 mikrometrov. Sevanje ultravijolične svetlobe ima valovno dolžino krajšo od 0,4 mikrometra. Sevanje vidne svetlobe je med 0,4 in 0,8 mikrometri. V moči sončne svetlobe je delež prispevkov naslednji: vidna 44 odstotkov, infrardeča 49 odstotkov in ultravijolična svetloba 7 odstotkov.

Vir svetlobe je lahko Sonce ali druga zvezda (naravni vir) ali pa različne oblike segrelih teles (umetni viri, kot na primer žarnice).

### **1.1.4 ULTRAVIJOLIČNO SEVANJE**

Ultravijolično sevanje je onstran vijoličnega konca vidnega spektra. Ima več energije kot vidna svetloba in lahko sproži kemijske reakcije. Plast plina v ozračju, ki se imenuje ozonska plast, absorbira UV-sevanje in preprečuje, da bi ga preveč prišlo do Zemlje.

Ultravijolična svetloba ima večjo frekvenco in krajšo valovno dolžino kakor vidna svetloba ter manjšo frekvenco in večjo valovno dolžino kakor rentgenski žarki.



Fotobiologija raziskuje interakcijo med neionizirajočim sevanjem elektromagnetnega spektra in biološkimi sistemi. Neionizirajoča sevanja so ultravijolična in vidna svetloba ter bližnja področja infrardečega spektra.

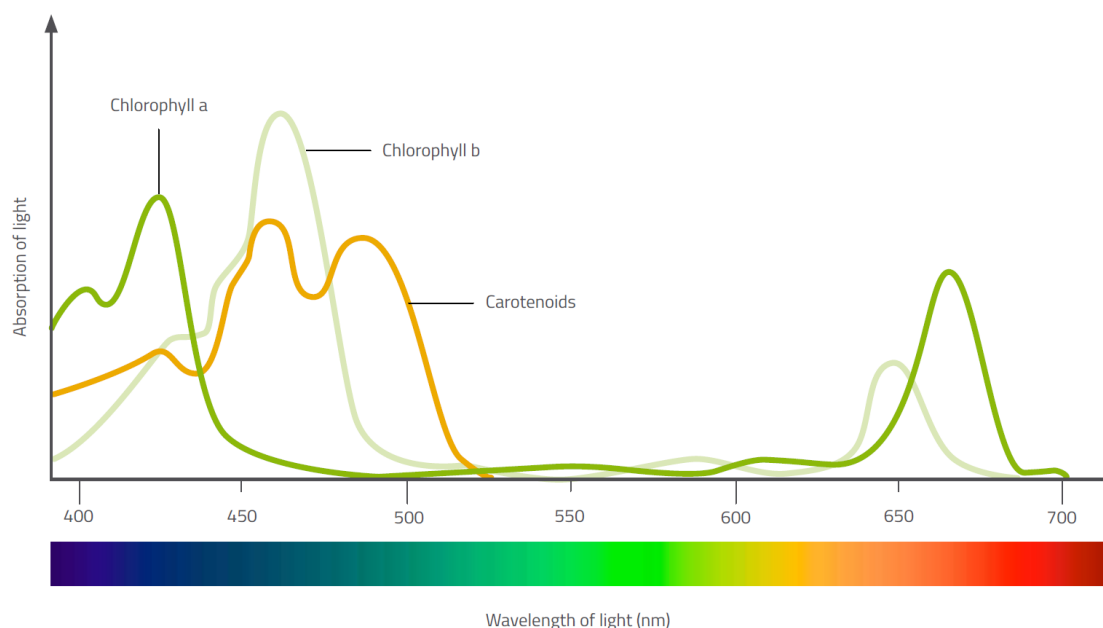
UVA je v področju 315 do 400 nm z najmanj energije UV-sevanja.

UVB je v področju 280 do 315 nm.

UVC zavzema področje med 100 do 280 nm in ga imenujejo germicidnega, ker dokazano uničuje enocelične organizme. Sončno sevanje UVC se skoraj v celoti vsrka v ozračju, kar je srečna okoliščina. (Budin, in drugi, 2004)<sup>3</sup>

### 1.1.5 FOTOSINTEZNI PIGMENTI V LISTIH

Fotosintezni pigmenti se nahajajo v kloroplastih v listu. Zbirajo energijo vidnega spektra svetlobe, ki je potrebna za sintezo ogljikovih hidratov iz anorganskih snovi. Obstaja nekaj tipov listnih pigmentov, glavni skupini pa sta klorofili in karotenoidi, ki jih delimo na karotene in ksantofile. Vsako od teh barvil absorbira svetlobo drugačne valovne dolžine, zato da lahko skupaj bolje izkoristijo svetlobo.



Slika 3: Absorbcijski spekter listnih pigmentov <sup>4</sup>

<sup>3</sup> Budin, J., Mlinar, T., Gregorač, L., Siegfried, E., Klitzing, L., Vončina, R., . . . Čebokli, M. (2004). *Elektromagnetna sevanja*. Ljubljana: Inštitut za telekomunikacije.

<sup>4</sup> Tarrago-Celada, J. & Fernandez Novell, J. (21. junij 2019). *Colour, chlorophyll and chromatography*. Science in school, str. 42.

Klorofili so primarno odgovorni za fotosintezo. Absorbirajo rdečo in modro svetlobo, odbijajo pa zeleno, zaradi česar so listi, ki jih vsebujejo, zelene barve. Karotenoidi po drugi strani odbijajo rumeno, oranžno in rdečo svetlobo – barve jesenskih listov. V tem času se namreč količina klorofila v listih znižuje in karotenoidi postanejo vidni. Karotenoidi prispevajo k fotosintezi z absorpcijo tistih valovnih dolžin svetlobe, ki jih klorofili ne morejo absorbirati. Prenašajo energijo klorofilnim molekulam. Poleg tega pa ščitijo liste pred preveliko količino svetlobe, tako da absorbirajo presežek svetlobe in ga razpršijo v obliki toplote, s čimer zaščitijo list pred poškodbami. (Tarrago-Celada & Fernandez Novell, 2019)<sup>5</sup>

---

<sup>5</sup> Tarrago-Celada, J. & Fernandez Novell, J. (21. junij 2019). *Colour, chlorophyll and chromatography*. Science in school, str. 41–42.

## **1.2 OPIS RAZISKOVALNEGA PROBLEMA**

Zanimalo naju je:

- Ali UV-B svetloba vpliva na razvoj mladih rastlin sončnice?
- Ali UV-B svetloba vpliva na prisotnost/odsotnost posameznih listnih pigmentov v mladih listih?
- Ali UV-B svetloba vpliva na koncentracijo posameznih listnih pigmentov v listih sončnice?

## **1.3 HIPOTEZE**

Postavila sva tri hipoteze:

- UV-B svetloba vpliva na razvoj mladih rastlin sončnice.
- UV-B svetloba ne vpliva na prisotnost/odsotnost posameznih listnih pigmentov v listih sončnice.
- UV-B svetloba vpliva na koncentracijo posameznih listnih pigmentov v listih sončnice.

## **1.4 RAZISKOVALNE METODE**

### **1.4.1 VZGOJA MLADIH RASTLIN**

Preden sva sploh lahko začela s preučevanjem, sva morala vzgojiti mlade rastline sončnic. V ta namen sva v šolski kleti uredila poseben prostor, kjer sva lahko nadzorovala dejavnike, kot so vlaga, temperatura ter vrsta in trajanje osvetlitve.

Za gojenje sončnic sva uporabila dve kvadrasti stekleni posodi dolžine 75 cm, širine 30 cm in višine 35 cm. Vanju sva nasula prst za lončnice Plantella ter posadila semena sončnic v medsebojni oddaljenosti 10 cm. Vsako posodo sva ločeno ovila v aluminijasto folijo, da sva čimbolj preprečila medsebojni vpliv obeh žarnic. Dodatno sva med posodi namestila še kovinsko pregrado. Nad vsako posodo sva namestila žarnico. Uporabljala sva žarnici, ki sta na enaki oddaljenosti oddajali približno enako količino svetlobe. To sva ugotovila tako, da sva na enako razdaljo od vsake žarnice namestila fotocelico in izmerila napetost, ki je nastala na celici. V obeh primerih je bila napetost zelo podobna, zaradi česar sva sklepala, da žarnici svetita enako močno. Oddajali sta tudi

primerljivo količino toplote, kar sva ugotovila tako, da sva žarnici namestila nad posodo, 1 cm pod površino prsti v posodi pa namestila temperaturno tipalo in izmerila temperaturo. V obeh primerih sva izmerila nekaj čez 23 °C. Razlika v žarnicah pa je bila, da je prva žarnica oddajala samo svetlobo in toploto, druga pa poleg tega še UV-B svetlobo, kar sva izmerila z UV-B tipalom. Sicer gre za žarnico, ki se uporablja za osvetljevanje terarijev s plazilci.

Višino UV-B žarnice nad drugo posodo sva nastavila tako, da je bila obsevanost z UV-B žarki 10 cm nad površino prsti približno 500 mW/m<sup>2</sup>, kar je približno dvakrat več, kot je obsevanost na soncu na jasen sončni dan okrog 12. ure. Na enako višino sva potem namestila tudi prvo žarnico nad prvo posodo, ki ni oddajala UV-B svetlobe.

Ko so rastline zrasle in se preveč približale žarnicama, sva na obeh posodah povišala ovoj iz aluminijaste folije za 10 cm, prav tako pa sva za 10 cm dvignila obe žarnici, saj bi sicer tvegala možnost pregrevanja listov.

Žarnici sta bili priključeni na stikalno uro, ki sva jo sprogramirala tako, da sta se žarnici prižgali ob 7. uri zjutraj in izklopili ob 19. uri zvečer.

Dnevno sva spremljala rast in razvoj mladih rastlin in jih po potrebi zalila, vsakič obe posodi z isto vodo in enako količino.



**Slika 4: Gojitveni posodi**

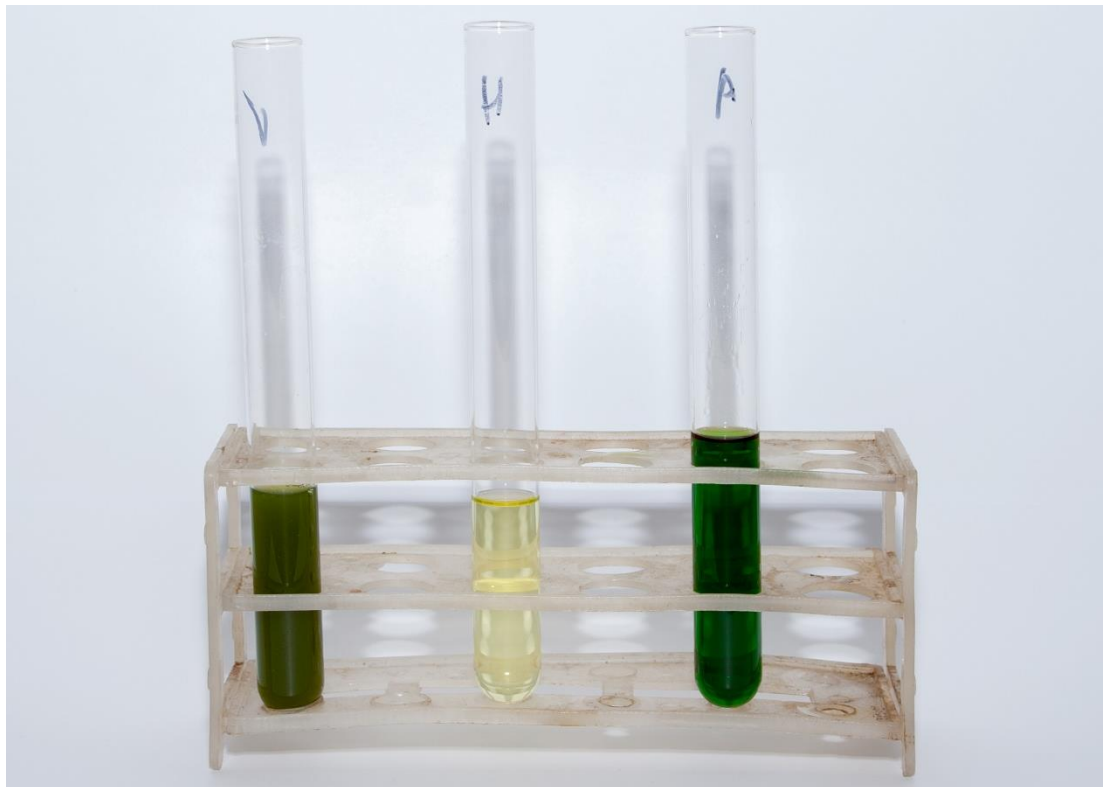
Svetloba v ozadju je od luči v prostoru, ki je bila med poskusom izklopljena. Na levi strani je žarnica brez UV-B, na desni strani pa žarnica z UV-B.

### 1.4.2 EKSTRAKCIJA LISTNIH PIGMENTOV

Ker je v zelenih listih več listnih pigmentov, sva za ekstrakcijo uporabila vodo, aceton in heksan, saj so različni listni pigmenti topni v različnih topilih.

Zatehtala sva 5 g listov iz posode, ki ni bila obsevana z UV-B svetlobo.

Listom sva v terilnici dodala malo mivke in 15 mL topila ter močno trla, da so se listi razpustili v kašo. Nato sva dodala še 15 mL topila in zmes prefiltrirala. Postopek sva izvedla trikrat, ločeno z vodo, acetonom in heksanom. Tako sva dobila ekstrakte v različnih topilih, ki sva jih nato uporabila v nadaljnjih postopkih. Celoten proces sva ponovila še z listi rastlin, ki so bili obsevani z UV-B svetlobo.



Slika 5: Vzorci ekstraktov, pridobljenih z različnimi topili

### 1.4.3 TENKOPLASTNA KROMATOGRAFIJA

Tenkoplastno kromatografijo sva izvajala na ploščah, prevlečenih s tanko plastjo silikagela, ki sva jih namestila v steklene kozarce. Vanje sva nalila zmes kromatografskih topil, ki je bila sestavljena iz 60 % petroletra, 20 % acetona in 20 % kloroforma. Ob steno sva vstavila list filtrirnega papirja in kozarec pokrila, da se je nasitil s parami topil, kar pripomore k boljši ločitvi zmesi listnih barvil.

Na kromatografsko ploščo, velikosti 5 x 10 cm, sva s svinčnikom rahlo narisala štartno črto 1,5 cm od spodnjega roba in s kapilaro nanjo nanesla ekstrakt listnih barvil. Vsak ekstrakt sva nanesla desetkrat, vmes pa počakala, da je topilo izhlapelo. Iz steklenega kozarca sva odstranila list filtrirnega papirja in kromatografsko ploščo vstavila v kozarec in hitro pokrila. Zaradi kapilarnosti je začela zmes topil potovati navzgor po plasti silikagela. Izdelala sva šest kromatogramov, za vsak ekstrakt iz prejšnje točke posebej. Za vsako barvilo sva izračunala retencijske faktorje po enačbi:

$$R_f = \frac{\text{pot barvila}}{\text{pot topila}}$$



**Slika 6: Kozarci, v katerih je potekala kromatografija**

V levem kozarcu je plošča z ekstraktom s heksanom, v sredini z vodo in na desni z acetonom.

#### **1.4.4 DOLOČANJE PRISOTNOSTI IN KONCENTRACIJE LISTNIH PIGMENTOV Z UV-VIS SPEKTROFOTOMETROM**

Z UV-VIS spektrofotometrom Varian Cary 50 s kvarčno kiveto sva posnela spekter zelo razredčenih ekstraktov barvil v acetonu in heksanu, ne pa tudi vodi, saj je v tem primeru bilo v ekstraktu kljub filtraciji še precej delcev, ki onemogočajo prehod svetlobe skozi vzorec.

Najprej sva izmerila absorbanco slepe probe, t.j. samo acetona. Nato sva kiveto napolnila s 3 mL ekstrakta listnih pigmentov v acetonu in posnela spekter.

Postopek sva ponovila še za ekstrakt listnih pigmentov v heksanu. Izmerila sva absorbanco slepe probe – v tem primeru heksana, nato pa kiveto napolnila s 3 mL ekstrakta listnih pigmentov v heksanu in posnela spekter.

Ločeno sva posnela spektre za ekstrakte iz listov, ki so bili pod vplivom UV-B svetlobe, in listov, ki niso bili pod vplivom UV-B svetlobe. Iz absorpcijskih spektrov sva ob primerjavi podatkov iz virov sklepala na prisotnost posameznih pigmentov.

#### **1.4.5 PRIPRAVA PISNEGA POROČILA**

Vse podatke sva zbrala in uredila s programom Microsoft Excel 2016, s katerim sva izdelala tudi grafikone. Poročilo sva oblikovala s programom Microsoft Word 2016, fotografije pa izdelala z digitalnim fotoaparatom Canon EOS 350d. Fotografijam kromatogramov sva zaradi boljše nazornosti z računalnikom naknadno popravila osvetlitev in kontrast.

## 2 OSREDNJI DEL

### 2.1 PREDSTAVITEV RAZISKOVALNIH REZULTATOV

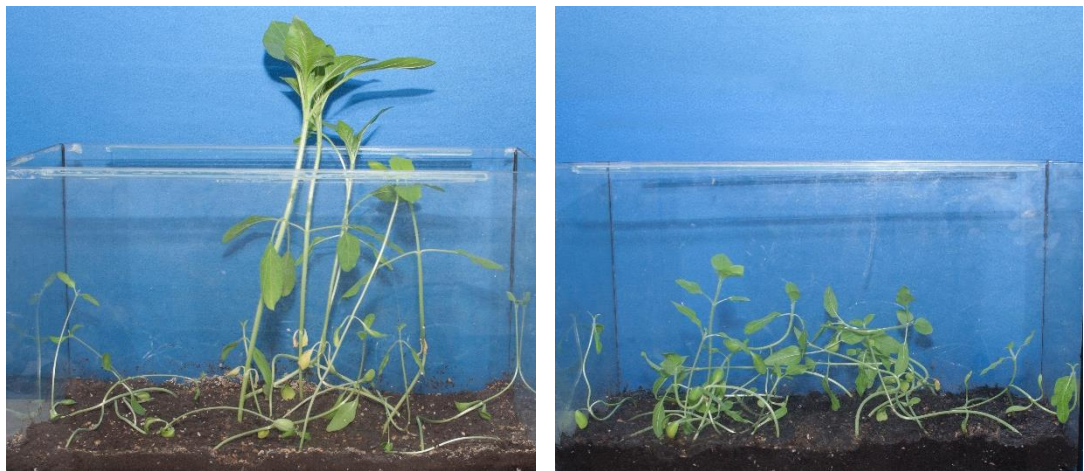
#### 2.1.1 VPLIV UV-B SVETLOBE NA RAZVOJ RASTLIN

25 dni po tem, ko sva posadila semena, sva s poskusom zaključila in ocenila velikost mladih rastlin. Že med samim gojenjem je bilo očitno, da rastline, ki so bile pod vplivom UV-B, opazno zaostajajo v rasti.



**Slika 7: Videz rastlin 16. dan po sajenju**

V levi posodi so rastline, ki niso bile pod vplivom UV-B svetlobe, v desni posodi pa so rastline, ki so bile pod vplivom UV-B svetlobe.



**Slika 8: Videz rastlin 25. dan po sajenju**

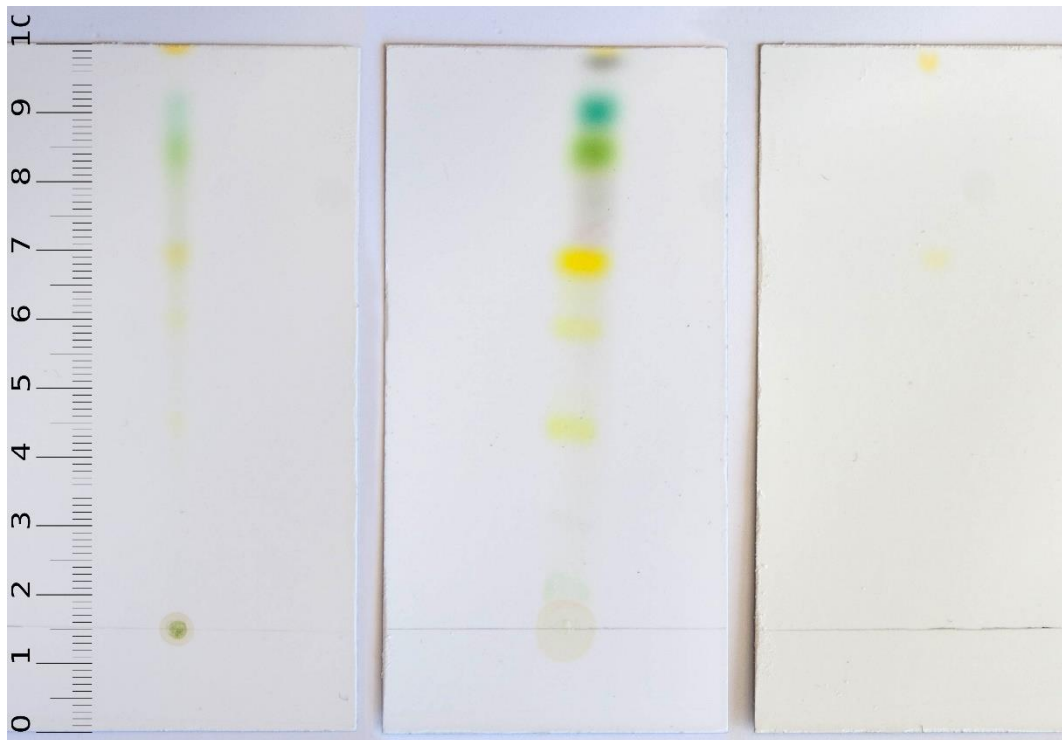
V levi posodi so rastline, ki niso bile pod vplivom UV-B svetlobe, v desni posodi pa so rastline, ki so bile pod vplivom UV-B svetlobe.

Iz slike 7 je razvidno, da je v posodi, ki ni bila pod vplivom UV-B svetlobe, več rastlin razvilo prave liste, kot v posodi, ki je bila pod vplivom UV-B svetlobe. Listi in tudi same rastline so večje, če rastlina ni pod vplivom UV-B svetlobe.

Iz slike 8 je še bolj razvidno, da so rastline, ki so pod vplivom UV-B svetlobe, precej zaostale v rasti, tudi listi so zelo slabo razviti.

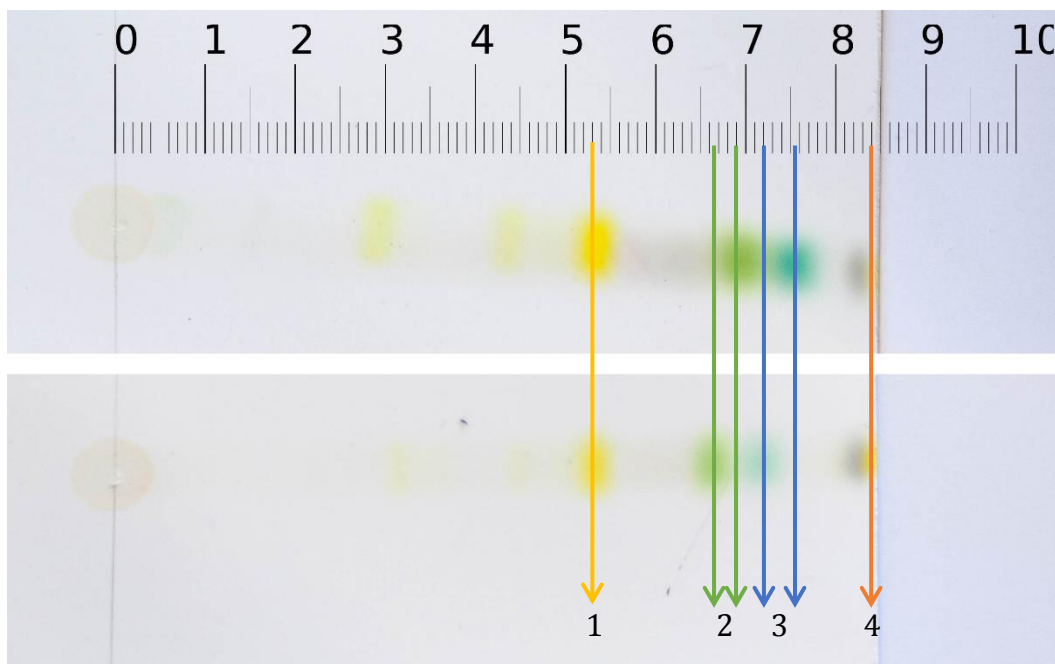


### 2.1.2 VPLIV UV-B SVETLOBE NA PRISOTNOST LISTNIH PIGMENTOV



Slika 9: Razviti kromatogrami iz listov, ki niso bili pod vplivom UV-B svetlobe

Levo je kromatogram ekstrakta na bazi vode, v sredini je kromatogram ekstrakta na bazi acetona in desno kromatogram iz ekstrakta na bazi heksana. Iz slike je razvidno, da sva najboljšo ločitev dobila iz ekstrakta na bazi acetona, zato bova v nadaljevanju primerjala samo kromatograma barvil v ekstraktu tega topila.



**Slika 10: Razvita kromatograma listnih pigmentov iz ekstrakta na bazi acetona**

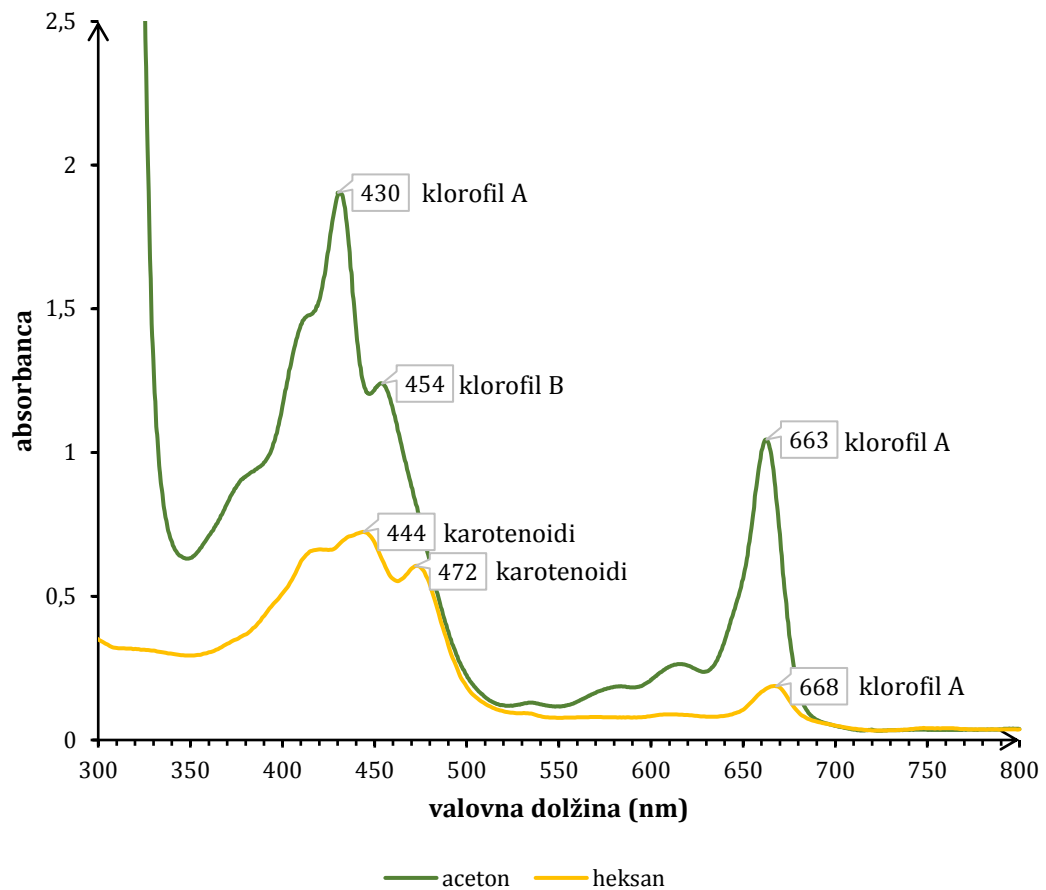
Zgornji kromatogram je iz ekstrakta listov, ki niso bili pod vplivom UV-B svetlobe, spodnji pa iz ekstrakta listov, ki so bili pod vplivom UV-B svetlobe.

Iz slike je razvidno, da so v obeh kromatogramih prisotni enaki listni pigmenti. Ko sva izračunala retencijske faktorje in jih primerjala s tistimi v literaturi, lahko sklepava na prisotnost naslednjih listnih pigmentov:

| Točka | R <sub>f</sub> (brez UV-B) | R <sub>f</sub> (UV-B) | Pigment    |
|-------|----------------------------|-----------------------|------------|
| 1     | 0,63                       | 0,63                  | ksantofil  |
| 2     | 0,82                       | 0,78                  | klorofil B |
| 3     | 0,89                       | 0,85                  | klorofil A |
| 4     | 0,99                       | 0,99                  | β-karoten  |

**Tabela 1: Retencijski faktorji posameznih listnih pigmentov v listih sončnice**

Iz tabele je razvidno, da sta retencijska faktorja ksantofila in β-karotena enaka, ne glede na to, ali so listi bili pod vplivom UV-B svetlobe ali ne. Retencijska faktorja klorofila A in B pa sta v primeru, ko so listi bili pod vplivom UV-B svetlobe, manjša kot pri listih, ki niso bili pod vplivom UV-B svetlobe.

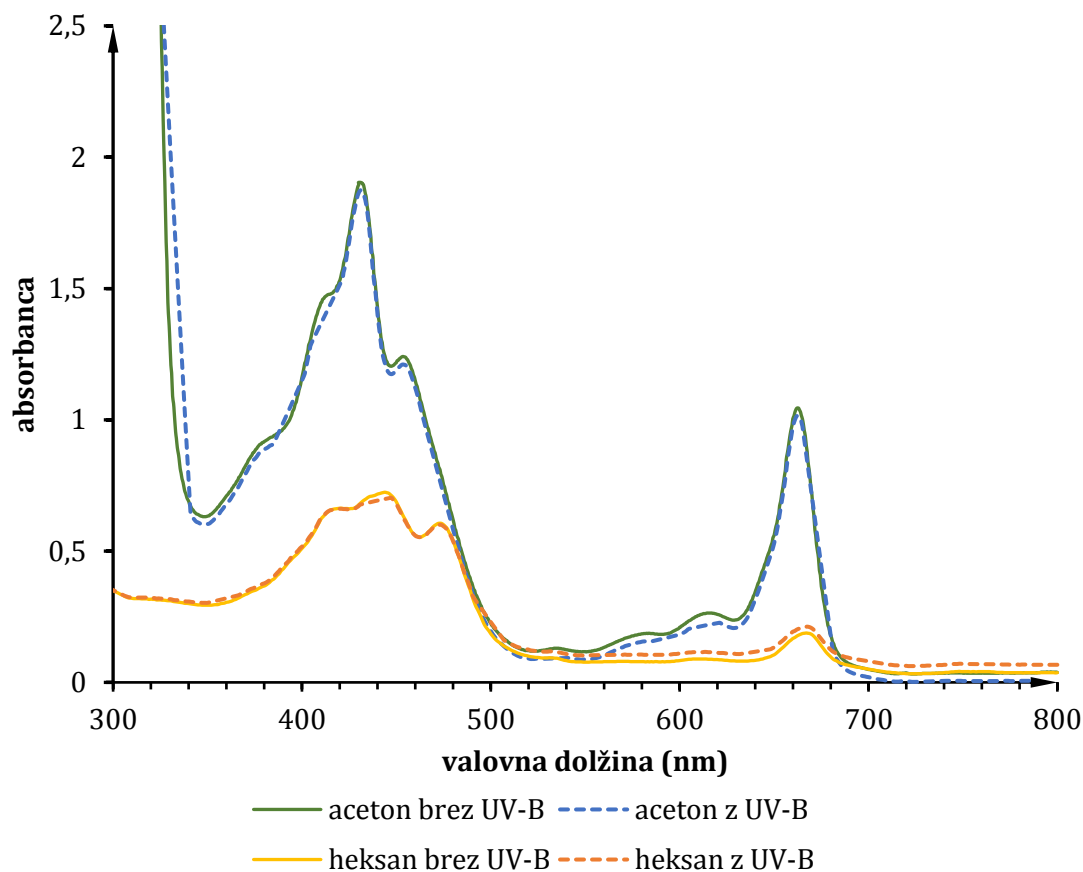


**Grafikon 1: Absorbcijski spekter ekstrakta listnih pigmentov v acetonu in heksanu iz listov, ki niso bili pod vplivom UV-B**

Iz absorbcijskega spektra in ob primerjavi podatkov iz literature je razvidno, da so v ekstraktu listnih barvil sončnice v acetonu najverjetneje prisotni klorofil A, klorofil B ter barvila iz skupine karotenoidov, s čimer sva potrdila tudi rezultate kromatografije.

### 2.1.3 VPLIV UV-B SVETLOBE NA KONCENTRACIJO LISTNIH PIGMENTOV

O vplivu UV-B svetlobe na koncentracijo listnih pigmentov lahko samo posredno sklepava, saj kar nekaj znakov govori o tem, da je koncentracija listnih pigmentov v listih, ki so bili obsevani z UV-B svetlobo, manjša kot v listih, ki niso bili pod vplivom UV-B svetlobe.



**Grafikon 2: Primerjalni absorpcijski spekter ekstrakta listnih pigmentov v acetonu in heksanu za liste, ki so bili pod vplivom UV-B, z listi, ki niso bili pod vplivom UV-B**

Iz grafikona je razvidno, da je absorbanca pri klorofilih in deloma pri karotenoidih ter posledično koncentracija teh pigmentov v ekstraktu listov, ki so bili pod vplivom UV-B svetlobe, malo manjša kot pri ekstraktu listov, ki niso bili pod vplivom UV-B svetlobe. A tega ne moreva z gotovostjo pripisati učinku UV-B svetlobe, saj je možno, da sta bili koncentraciji listnih barvil različni tudi zaradi postopka ekstrakcije, saj med njim del topila izhlapi, kar vpliva na končno koncentracijo barvil v ekstraktu.

## 2.2 DISKUSIJA

V najini raziskovalni nalogi sva ugotavljala, kakšen je vpliv UV-B svetlobe na rast sončnic in vsebnost ter koncentracijo listnih pigmentov v mladih listih.

Postavila sva tri hipoteze.

V prvi hipotezi sva napovedala, da UV-B svetloba vpliva na razvoj mladih rastlin sončnice. Ker je UV-B sevanje del sončne svetlobe, ki pride do površja Zemlje in je za organizme škodljivo, sva tako hipotezo postavila na osnovi tega, kljub temu da imajo sončnice sicer rade sončno lego. (Hessayon, 1994)<sup>6</sup> Poleg tega so bile sončnice med poskusom izpostavljene večji obsevanosti z UV-B svetlobo, kot je ta v naravi.

Hipotezo lahko potrdiva, saj kot je razvidno iz slik 7 in 8, rastline, ki so pod vplivom UV-B svetlobe, opazno zaostajajo v rasti v primerjavi z rastlinami, ki niso bile izpostavljene sončni svetlobi. Rastline so manjše, listi pa majhni in slabo razviti. Kot navaja Germ (2006)<sup>7</sup>, je naraščanje debeline lista in s tem zmanjšanje specifične listne površine odziv mnogih rastlin na povečano UV-B sevanje. Ta in še druge spremembe listne anatomije zaradi UV-B sevanja pa lahko znižajo prevzem CO<sub>2</sub> in tako proizvodnjo asimilatov.

Druga hipoteza pravi, da UV-B svetloba ne vpliva na prisotnost/odsotnost posameznih listnih pigmentov v listih sončnice. To hipotezo lahko potrdiva. Kot je razvidno iz slike 10 in grafikona 1, so bili v listih, ki niso bili obsevani z UV-B svetlobo prisotni enaki listni pigmenti, kot v listih rastlin, ki so rasle pod UV-B svetlobo. Pod vplivom povečanega UV-B sevanja se pogosto zmanjšajo vsebnosti fotosinteznih barvil, klorofilov in karotenoidov, čeprav poznamo tudi primere, ko vsebnost fotosinteznih barvil naraste. (Trošt Sedej, 2005)<sup>8</sup> Nisva pa zasledila podatkov, da bi UV-B sevanje dejansko zavrlo sintezo določenega listnega pigmenta.

---

<sup>6</sup> Hessayon, D. (1994). *Cvetje v vrtu*. Ljubljana: Mladinska knjiga, stran 59.

<sup>7</sup> Germ, M. (2006). *Odziv kmetijskih rastlin na UV-B sevanje*. Acta agriculturae Slovenica, stran 275–283.

<sup>8</sup> Trošt Sedej, T. (2005). *Učinek ultravijoličnega sevanja na smreko (Picea abies (L.) Karst.) in posledice za gorski gozdni ekosistem*. Zbornik gozdarstva in lesarstva, stran 8.

Zadnja hipoteza pravi, da UV-B svetloba vpliva na koncentracijo posameznih listnih pigmentov v listih sončnice. Ob pregledovanju virov sva naletela na različne informacije. Pri nekaterih rastlinah se vsebnosti klorofilov zmanjšujejo, pri spet drugih rastlinah pa se lahko vsebnosti nekaterih barvil zmanjšajo, drugih pa povečajo. (Germ, 2006)<sup>9</sup> Zato nisva videla razloga, da bi lahko bilo pri sončnicah kaj drugače.

Že na prvi pogled so se ekstrakti listnih pigmentov razlikovali med sabo. Ekstrakta listov rastlin, ki so bile obsevane z UV-B svetlobo, sta bila že na videz svetlejša od ekstraktov rastlin, ki niso bile pod vplivom UV-B svetlobe. In to kljub temu da sva vsakič uporabila enako maso listov in enako količino topila. Ob primerjavi kromatogramov ekstraktov na bazi acetona, ki sta prikazana na sliki 10, je razvidno, da se retencijska faktorja klorofilov A in B iz ekstrakta listov, ki so bili po vplivom UV-B svetlobe, malo razlikujeta od retencijskih faktorjev klorofilov A in B iz listov, ki niso bili pod vplivom UV-B svetlobe. Pri karotenoidih te razlike nisva zaznala. V primeru, da so pogoji, v katerih se kromatografija izvaja, nespremenjeni (enaka mobilna in stacionarna faza), bi morali biti retencijski faktorji za isto spojino enaki, saj ravno to omogoča primerjavo neznanih snovi z znanimi. A v resnici bodo retencijski faktorji nekoliko različni od vzorca do vzorca. Na vrednost retencijskega faktorja namreč vpliva medsebojno delovanje posameznih komponent in koncentracija komponente v vzorcu. (Harper College, 2020)<sup>10</sup> Prav tako lahko na manjše koncentracije predvsem klorofilov iz listov, ki so bili obsevani z UV-B svetlobo, sklepava iz absorbance, kar je razvidno iz grafikona 2.

Kljub vsemu te hipoteze ne moreva z gotovostjo potrditi, saj je koncentracija barvil odvisna od količine barvila v raztopini, pa tudi od količine topila. Ker so bila topila hlapna, dopuščava možnost, da končna količina topila v ekstraktih ni bila vedno enaka in je to vplivalo na koncentracijo barvil in na že opisane rezultate. Pa tudi, kot navaja Germ (2006)<sup>9</sup>, so v raziskavah pri sončnicah in koruzi odkrili neznačilen vpliv UV-B sevanja.

---

<sup>9</sup> Germ, M. (2006). *Odziv kmetijskih rastlin na UV-B sevanje*. Acta agriculturae Slovenica, stran 277.

<sup>10</sup> Harper College. (2020). *Retention Factors*. Pridobljeno 24. februar 2020 iz Chemistry at Harper College:

<http://dept.harpercollege.edu/chemistry/chm/100/dgodambe/thedisk/chrom/wback3.htm>.

## **2.3 ZAKLJUČEK**

V najini raziskovalni nalogi naju je zanimalo, kako se sončnica odziva na povečano količino UV-B svetlobe. Pod kontroliranimi pogoji sva vzgojila mlade rastline, nato pa z eksperimentalnimi in inštrumentalnimi metodami ugotavljala razlike med rastlinami, ki so bile, in tistimi, ki niso bile izpostavljene UV-B svetlobi.

Pri delu nisva imela nekih posebnih težav, morda bi morala več pozornosti posvetiti ekstrakciji in jo izvajati pod bolj kontroliranimi pogoji oz. v nekem zaprtem sistemu, saj bi tako lahko bolj zanesljivo ugotavljala, kako UV-B svetloba vpliva na koncentracijo listnih pigmentov.

### 3 VIRI

1. Budin, J., Mlinar, T., Gregorač, L., Siegfried, E., Klitzing, L., Vončina, R., . . . Čebokli, M. (2004). *Elektromagnetna sevanja*. Ljubljana: Inštitut za telekomunikacije.
2. Germ, M. (2006). *Odziv kmetijskih rastlin na UV-B sevanje*. Acta agriculturae Slovenica.
3. Harper College. (2020). *Retention Factors*. Pridobljeno 24. februar 2020 iz Chemistry at Harper College:  
<http://dept.harpercollege.edu/chemistry/chm/100/dgodambe/thedisk/chrom/wback3.htm>.
4. Herr, E., & Nickig, M. (2007). *Vrtne cvetlice od A do Ž*. Ljubljana: Narava.
5. Hessayon, D. (1994). *Cvetje v vrtu*. Ljubljana: Mladinska knjiga.
6. Jesenko, T. (2017). *Tehnologija pridelave sončnice*. Ljubljana: Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije. Pridobljeno 24. februar 2020 iz <https://lj.kgzs.si/Portals/1/2017%20-%20novice/TN%20soncnica%2010%2004%2017.pdf>.
7. Tarrago-Celada, J., & Fernandez Novell, J. (21. junij 2019). *Colour, chlorophyll and chromatography*. *Science in school*, str. 41–45.
8. Trošt Sedej, T. (2005). *Učinek ultravijoličnega sevanja na smreko (Picea abies (L.) Karst.) in posledice za gorski gozdni ekosistem*. Zbornik gozdarstva in lesarstva.

### 4 VIRI SLIK

Vse slike v raziskovalni nalogi so last avtorjev, razen tam, kjer je to posebej navedeno.