

ZVEZA ZA TEHNIČNO KULTURO SLOVENIJE

**58. SREČANJE MLADIH
RAZISKOVALCEV SLOVENIJE 2024**

ALI ALOE VERA ODREAGIRA NA DRAŽLJAJE?

Raziskovalna naloga

Raziskovalno področje: INTERDISCIPLINARNO PODROČJE

(biologija – elektrotehnika, elektronika)

Avtor: ŽIGA MLEKUŽ

Mentorica: MATEJA KLEMENČIČ

OŠ Franca Rozmana - Staneta Maribor

Maribor, april 2024

Kazalo vsebine

POVZETEK	4
ZAHVALA.....	5
1 UVOD	6
1.1 Hipoteze.....	7
2 METODOLOGIJA RAZISKOVANJA	7
3 TEORETIČNI DEL.....	8
3.1 Kaj je električna napetost?	8
3.2 Fotosinteza.....	9
3.2.1 Svetlobna reakcija	10
3.2.2 Reakcije Calvinovega cikla oz. od svetlobe neodvisna reakcija.....	10
3.2.3 Omejujoči dejavniki fotosinteze	11
3.3 Celično dihanje	14
3.4 Aloe vera.....	14
4 EKSPERIMENTALNO DELO.....	15
4.1 Proučevana rastlina	15
4.2 Metode raziskovanja.....	16
4.2.1 Časovno obdobje eksperimentalnega dela	16
4.2.2 Merilni instrumenti, naprave in pripomočki	16
4.3 Opis raziskovalnega dela in meritev	18
4.3.1 Ugotavljanje vpliva osvetljenosti.....	18
4.3.2 Vpliv glasnosti glasbe	20
4.3.3 Vpliv povečane teže lista	20
4.3.4 Vpliv vlage.....	22
4.3.5 Vpliv reza lista	23
5 REZULTATI.....	24
5.1 Ugotavljanje vpliva osvetljenosti	24
5.2 Vpliv glasnosti glasbe.....	25
5.4 Vpliv vlage	29
5.5 Vpliv reza lista.....	30
6 RAZPRAVA, INTERPRETACIJA REZULTATOV	31
7 DRUŽBENA ODGOVORNOST	33
8 LITERATURA.....	35
8.1 Spletni viri	35
8.2 Knjižni viri.....	37
8.3 Ustni viri	38
8.4 Slikovni viri	38

Kazalo slik

Slika 1: Primerjava svetlobne reakcije in Calvinovega cikla oz. od svetlobe neodvisne reakcije.	10
Slika 2: Vpliv svetlobe na jakost fotosinteze, dokler je ne omeji drugi dejavnik.	11
Slika 3: Vpliv koncentracije CO ₂ na jakost fotosinteze.	12
Slika 4: Jakost fotosinteze v odvisnosti od jakosti temperature.	13
Slika 5: Aloe vera, priključena na elektrodi.	15
Slika 6: Uporabljen multimeter in elektrodi.	16
Slika 7: Merjenje svetlobe pred poskusom.	19
Slika 8: Merjenje svetlobe med poskusom.	19
Slika 9: Predvajanje glasbe.	20
Slika 10: Sprememba teže na listu z elektrodo, težka 50 g.	21
Slika 11: Sprememba teže na listu z elektrodo, težka 100 g.	21
Slika 12: Dodajanje vode k rastlini.	22
Slika 13: Rez lista.	23

Kazalo grafov

Graf 1: Meritve električne napetosti rastlin aloe vera pri močnejši osvetljenosti.	24
Graf 2: Meritve električne napetosti rastlin aloe vera pri predvajanju tihe glasbe.	25
Graf 3: Meritve električne napetosti rastlin aloe vera pri predvajanju glasne glasbe.	26
Graf 4: Meritve el. napetosti rastlin aloe vera pri večji teži na njenem listu z elektrodo (50 g utež).	27
Graf 5: Meritve el. napetosti rastlin aloe vera pri večji teži na njenemu listu z elektrodo (100 g utež).	28
Graf 6: Meritve električne napetosti rastlin aloe vera pri večji vlažnosti prsti.	29
Graf 7: Meritve električne napetosti rastlin aloe vera po rezu dela lista.	30

POVZETEK

Po svetu zmanjkuje virov, ki ji uporabljamo za električno energijo. Znanstveniki po svetu so ugotovili, da se električna energija lahko pridobi tudi iz rastlin. Zato sem se v svoji raziskovalni nalogi ukvarjal z načinom, kako bi vplival na čim večjo spremembo električne napetosti v rastlini in kateri dejavnik bi na njeno električno napetost najbolj vplival.

V okviru naloge sem izvedel 5 meritev:

1. Pri prvi meritvi sem opazoval, kako odreagira električna napetost rastline na večjo svetlobo.
2. Pri drugi meritvi sem opazoval, kako odreagira električna napetost rastline na glasnost glasbe (tihe in glasne) in pri kateri glasnosti glasbe bolj odreagira.
3. Pri tretji meritvi sem opazoval, kako odreagira električna napetost rastline na večjo težo (50 g in 100 g) in pri kateri teži bolj odreagira.
4. Pri četrti meritvi sem opazoval, kako odreagira električna napetost rastline na večjo vlažnost.
5. Pri peti meritvi sem opazoval, kako odreagira električna napetost rastline na rez lista.

Ugotovil sem:

- da se električna napetost rastlin zelo malo spremeni ob večji svetlobi;
- da se električna napetost rastlin zelo malo spremeni ob predvajanju glasbe;
- da se električna napetost rastlin opazno spremeni ob dodani dodatni teži na listu;
- da se električna napetost rastlin zelo malo spremeni pri zalivanju rastline;
- da se električna napetost rastlin opazno spremeni pri rezu lista.

Ključne besede: aloe vera, električna napetost rastline, mehanski dražljaji, naravni dejavniki

ZAHVALA

Zahvaliti se želim svoji mentorici za vso pomoč pri nalogi in meritvah ter šoli za dovoljenje, da sem lahko v njej izvajal poskuse. Prav tako bi se rad zahvalil učiteljici slovenščine za lektoriranje in družini za vso podporo.

1 UVOD

Namen raziskovalne naloge je bil ugotoviti, ali električna napetost rastline aloe vera (*Aloe barbadensis Miller*) odreagira na različne spremembe zunanjih dejavnikov in če, kako bi se slednje poznalo na njeni električni napetosti.

Pomembno se mi zdi najti nove načine oz. vire električne energije za primer, če neobnovljivih virov zmanjka, pri čemer se mi zdi pomembno tudi uporabiti tiste vrste virov, ki ne škodujejo našemu planetu Zemlja.

Napredek tehnologije v 21. stoletju je namreč ustvaril pretirano rabo elektrike po svetu. Kot pravi Morse (2023), se je količina neobnovljivih virov, s pomočjo katerih pridobivamo elektriko, začela manjšati. Neobnovljivi viri oz. fosilna goriva prav tako škodujejo našemu okolju, saj z njihovim gorenjem nastajajo plini (žveplov dioksid, ogljikov dioksid in dušikov oksid), ki povzročajo nastajanje kislega dežja ter zviševanje temperature na Zemlji. Zaradi tega je, kot pravijo Godec, Grubelnik in Glažar (2015), nastala nova priložnost pridobivanja elektrike še iz ne tako uporabljenih obnovljivih virov (svetlobna, vetrna, sončna energija). Zato sem želel ugotoviti, ali bi lahko s spremembo električne napetosti pridobili električno energijo tudi iz rastlin.

V okviru raziskovalne naloge sem si zastavil naslednja vprašanja:

1. Ali bo električna napetost rastline odreagirala na močnejšo svetlobo?
2. Ali bo električna napetost rastline odreagirala na glasbo?
3. Ali bo električna napetost rastline odreagirala na dodano težo na listu?
4. Ali bo električna napetost rastline odreagirala na spremembo vlage?
5. Ali bo električna napetost rastline odreagirala na rez lista?

Nalogi sem dal naslov »Ali aloe vera odreagira na dražljaje?«, saj je moje raziskovanje temeljilo na ugotavljanju, na katere dejavnike rastlina odreagira, kar sem ugotavljal s pomočjo izvajanja meritev električne napetosti v rastlini med testiranjem.

1.1 Hipoteze

V svoji raziskovalni nalogi sem postavil pet hipotez:

Hipoteza 1: Rastlina ne bo odreagirala s spremembo električne napetosti na močnejšo svetlobo.

Hipoteza 2: Rastlina ne bo odreagirala s spremembo električne napetosti na glasbo pri nobenih vrstah glasnosti glasbe (tihe in glasne).

Hipoteza 3: Rastlina bo odreagirala s spremembo električne napetosti pri dodani teži na njenem listu (50 g in 100 g) in bo bolj odreagirala pri spremembi teže za 100 g.

Hipoteza 4: Rastlina bo odreagirala s spremembo električne napetosti na spremembo vlage.

Hipoteza 5: Rastlina bo odreagirala s spremembo električne napetosti na rez lista.

2 METODOLOGIJA RAZISKOVANJA

Moje delo je temeljilo na:

1. **Teoretičnem delu**, v katerem sem:
 - iskal podatke na spletu in literaturi;
 - podatke smiselno izbral in vstavil v nalogo.
2. **Eksperimentalnem delu**, v katerem sem:
 - meril električno napetost rastline pred in po spremembi dejavnika;
 - zapisoval podatke o električni napetosti rastline v zvezek;
 - meril enote za spremembe dejavnikov (svetloba in glasnost).
3. **Empiričnem delu**, v katerem sem:
 - rezultate predstavil v grafih;
 - iskal medsebojne povezave.

3 TEORETIČNI DEL

Osrednja tema raziskovalne naloge je opazovanje spremembe električne napetosti rastline aloe vera po spremembi dejavnika, zato bom v teoretičnem delu predstavil električno napetost, kako je električna napetost povezana s pridobivanjem elektrike in fotosintezo. Na kratko bom tudi predstavil značilnosti aloe vere.

3.1 Kaj je elektrika in kako je z njo povezana električna napetost?

»Elektrika je prisotnost in pretok električnega naboja« (Alegsa, 2021). »Električni naboj je osnovna lastnost snovi. Poznamo dve vrsti električnega naboja, in sicer pozitivni in negativni naboj« (Repnik, Svetec, Jug, Ahčin, Bezjak, Jagličič, Gosak 2014, str. 148). Kot pravita Mohorič in Babič (2022) se protoni, ki so pozitivno nabiti delci, nahajajo v jedru atoma, elektroni oz. negativno nabiti delci, pa se nahajajo v elektronski ovojnici oz. oblaku. »Atomi so električno nevtralni. Lahko pa ob reakciji ali trkih z drugimi atomi oddajo ali sprejmejo enega ali več elektronov. Postanejo naelektrjeni. Take atome imenujemo ioni« (IzziRokus, 2021). Žigon (2022) dodaja, da v primeru, če atom pridobi elektrone in je električno negativnih delcev več kot protonov, se atom spremeni v negativno nabiti ion. V nasprotnem primeru pa če atom odda elektrone in je v atomu več protonov kot elektronov, nastane pozitivno nabiti ion. Drenovec in Simović (2008) dodata, da se elektroni atoma ne privlačijo med sabo, ampak se samo s protoni. Za protone velja enako. Ker pa so protoni bolj fiksni kot elektroni, se elektroni premikajo iz atoma na atom, da bi našli proton, s katerim bi se privlačili. Prav tako se elektroni privlačijo s protoni samo, če je snov prevodna.

Električni tok je zato, kot pove Žigon (2022), usmerjeno gibanje električnega naboja v električnem prevodniku (koliko elektronov gre skozi prevodnik v eni sekundi). Prav tako še pove, da električni tok poganja električna napetost, ki je definirana kot razlika električnega potenciala. Torej je električni tok v tokokrogu le, če ta vsebuje vir električne napetosti, električni porabnik in dva vodnika električnega toka (prevodnika). Poleg električne napetosti in električnega toka, še rabimo električni upor. »Električni upor je fizikalna količina, ki predstavlja, koliko material nasprotuje pretoku električnega toka« (Dumé, 2022).

Enačba za električno napetost:

Električna napetost = upornost x električni tok oziroma $U = R \times I$

(Vir: Žigon S. *Fizika 9*: učbenik za fiziko v devetem razredu osnovne šole. 2022. str. 185)

3.2 Fotosinteza

Fotosinteza je proces, ki pretvori sončno energijo v kemično energijo, ki je shranjena predvsem v obliki ogljikovih hidratov, kot so na primer sladkorji. Če še bolj podrobno opišem proces, se pri njem zaradi svetlobne energije in dveh anorganskih snovi (voda in ogljikov dioksid), ustvari nova organska snov – sladkor. Poleg sladkorjev se sprošča kot stranski produkt tudi kisik (O_2), ki se skozi listne reže sprošča v ozračje. Potek fotosinteze pri rastlinah poteka v notranjosti zelenih listov rastline, v kloroplastih. Rastlina si z zunanjim okoljem izmenja pline (CO_2 in O_2) skozi listne reže, kjer tudi izhlapeva voda, kot sta zapisala Campbell in Reece (2012).

Belušič, Dolenc Koce, Turk, Vittori in Zalar (2019) so napisali, da so listi zgrajeni iz ksilema in floema, ki so po navadi usmerjeni pravokotno glede na svetlobo, da bi pridobile čim več svetlobe in bi bila s tem fotosintezna aktivnost višja. Glavna funkcija ksilema je prevajanje vode in anorganskih snovi, ki jih rastlina s koreninami sprejema iz tal do poganjkov in listov, izjemoma pa se po tem omrežju prevajajo tudi hranilne snovi in nekatere druge molekule. Floem pa služi kot transportna pot za organske snovi, na primer sladkorje (ki nastanejo pri fotosintezi), h koreninam in drugim delom rastline, kjer fotosinteza ne more delovati.

Fotosinteza se deli na dve vrsti reakcij:

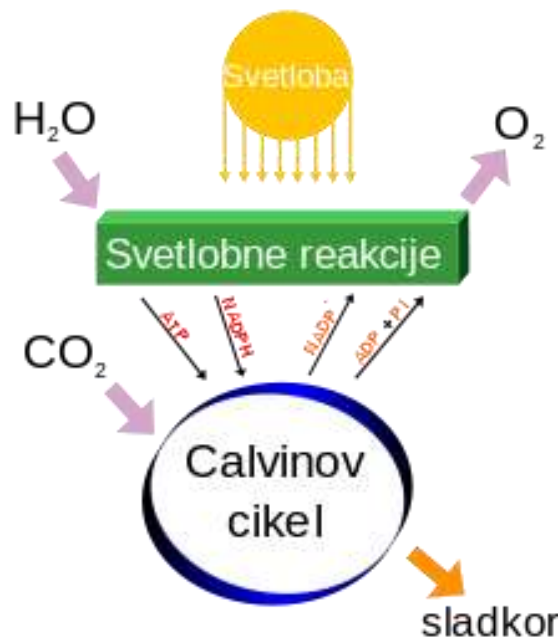
1. Svetlobna reakcija in
2. fiksacija ogljika (Calvinov cikel ali temotne reakcije).

3.2.1 Svetlobna reakcija

Kot pravi Alegsa (2022), pri svetlobnih reakcijah klorofili v kloroplastih in ostali pomožni pigmenti (ki dajejo barvo klorofilu) absorbirajo sončno svetlobo, s pomočjo katere ustvarijo organske spojine: adenozin trifosfat (ATP) in nikotinamid adenin dinukleotid fosfat (NADPH), kot stranski produkt pa nastane kisik. Carignan (2023) doda, da se ATP in NADPH pri fiksaciji ogljika porabita za redukcijo CO₂, pri čemer v končni fazi nastanejo ogljikovi hidrati, kot so trioza fosfati, saharoza (»sladkor« oz. disaharid, sestavljen iz glukoze in fruktoze) ter škrob.

3.2.2 Reakcije Calvinovega cikla oz. od svetlobe neodvisna reakcija

Campbell in Reece (2011) pravita, da Calvinov cikel pri fotosintezi v primerjavi s svetlobno reakcijo ne potrebuje svetlobne energije. Takemu procesu pravimo tudi fiksacija ogljika in so v nasprotju z oksidacijo ogljikovih hidratov pri svetlobnih reakcijah, ki sproščajo veliko energije, reakcije asimilacije ogljika energijsko potratne. Poganjata jih energija ATP ter redukcijska moč NADPH, nastali v svetlobnih reakcijah, pri tem pa nastajajo ogljikovi hidrati.



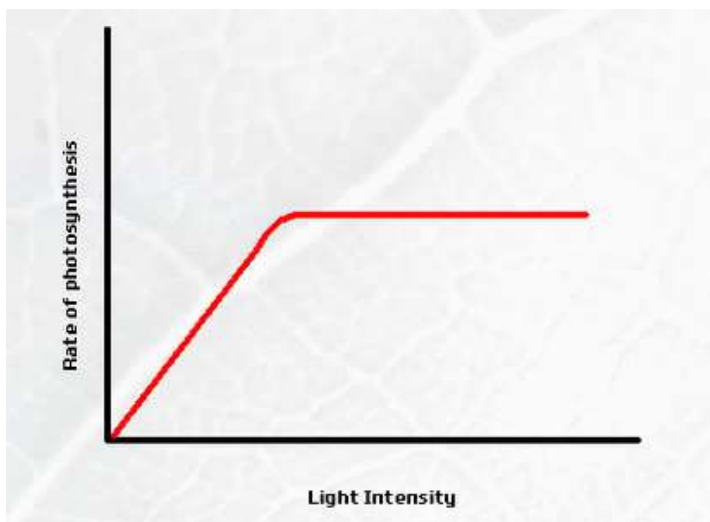
Slika 1: Primerjava svetlobne reakcije in Calvinovega cikla oz. od svetlobe neodvisne reakcije.

(Vir: <https://sl.wikipedia.org/wiki/Fotosinteza>)

3.2.3 Omejujoči dejavniki fotosinteze

Osvetljenost – Na Wikipediji (2023) lahko preberemo, da je svetloba zelo pomemben dejavnik za rastlino, saj je njen vir energije, uravnava njeno rast in razvoj ter je njen stresni dejavnik. Glavni vir svetlobe za rastline je Sonce. Sonce je naše termično svetilo, ki ima na površju temperaturo okoli 6000 K. Ampak vsa svetloba od Sonca ne doseže rastlin. Približno polovica svetlobe se odbije ali absorbira v ozračju. Zaradi rotacije in nagnjenosti zemljine osi, vrtenja Zemlje, podnebnih sprememb in onesnaženosti ozračja, je količina svetlobne energije, ki prispe do določenega dela površine, različna. Zato rastlini zadostuje le okoli 44 % sončeve svetlobe v vidnem delu spektra. Ko je svetloba omejujoči dejavnik, hitrost fotosinteze narašča premo sorazmerno z jakostjo svetlobe.

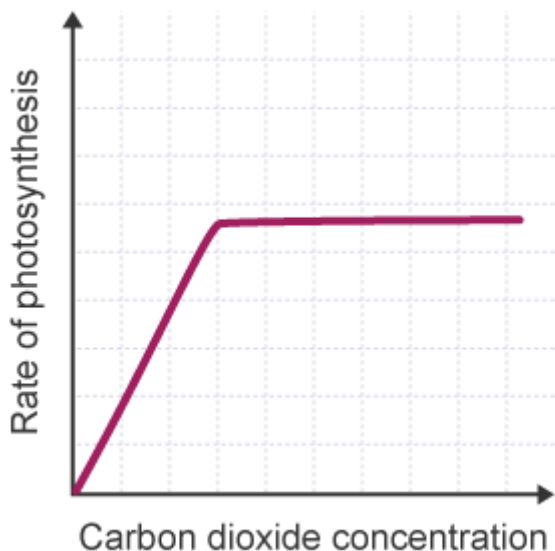
BBC (2023) dodaja, da se fotosinteza povečuje toliko časa, dokler ne začnejo drugi dejavniki fotosinteze (CO₂, temperatura) onemogočati njeno naraščanje. Prav tako lahko svetloba na rastlino vpliva samo do določene mere, saj jo omejuje njen omejevalni faktor, kadar klorofil ne zmore hitreje oddajati elektronov.



Slika 2: Vpliv svetlobe na jakost fotosinteze, dokler je ne omeji drugi dejavnik.

(Vir: <https://biology-igcse.weebly.com/effect-of-light-intensity-on-the-rate-of-photosynthesis.html>)

Ogljikov dioksid – BBC (2023) pravi, da je CO₂ poleg vode eden od reaktantov pri fotosintezi. Če se koncentracija ogljikovega dioksida poveča, se bo hitrost fotosinteze povečala. Ampak tako kot pri svetlobi po določenem času zaradi fotosinteze, dejavnik postane omejujoč. Dewangan (2023) pravi, da je v Zemljinem ozračju samo 0,03 % ogljikovega dioksida. Wikipedija (2024) pa dodaja, da je optimalna koncentracija CO₂ za konstantno visoko raven fotosinteze okoli 0,1 %, zato je zrak v mnogih rastlinjakih, kjer gojijo vrtnine in druge kultivirane rastline, obogaten s CO₂. Vendar koncentracija CO₂ še ne zagotavlja visoke ravni fotosinteze. CO₂ vstopa v rastlino skozi listne reže, zato je koncentracija CO₂ odvisna od prevodnosti oz. odprtosti listnih rež. Na odprtost listnih rež pa vplivajo okoljski dejavniki (svetloba, temperatura listov in zračna vlažnost).

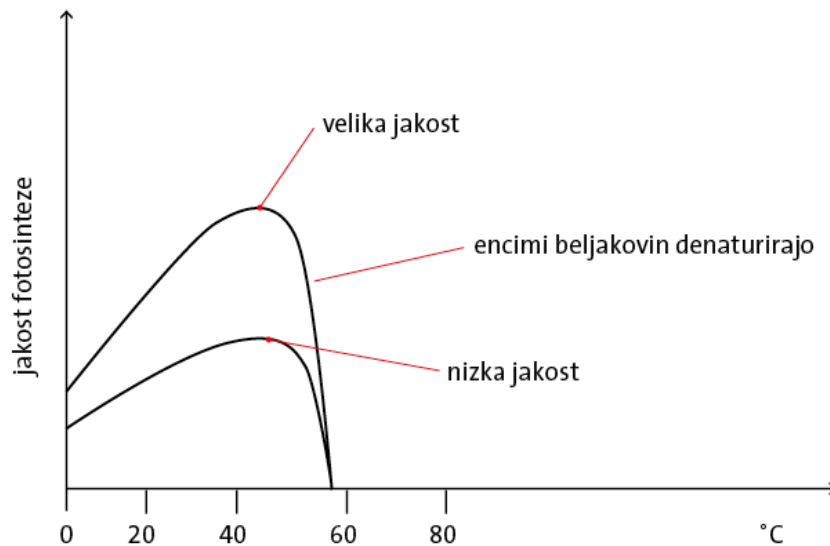


Slika 3: Vpliv koncentracije CO₂ na jakost fotosinteze.

(Vir: <https://www.bbc.co.uk/bitesize/guides/zs4mk2p/revision/2>)

Temperatura – Campbell in Reece (2011) navajata, da kemijske reakcije oz. reakcije fotosinteze, ki združujejo ogljikov dioksid in vodo za proizvodnjo glukoze, nadzorujejo encimi. Kot pri vsaki drugi encimsko nadzorovani reakciji na hitrost fotosinteze vpliva temperatura.

BBC (2023) dodaja, da je pri nizkih temperaturah hitrost fotosinteze omejena s številom molekularnih trkov med encimi in substrati. Pri visokih temperaturah pa pride do več molekularnih trkov, zato se hitrost reakcije poveča. Ampak previsoke temperature povzročijo denaturacijo encimov in s tem zmanjšanje oz. preprečevanje delovanja fotosinteze.



Slika 4: Jakost fotosinteze v odvisnosti od jakosti temperature.

(Vir: <https://api.izzi.digital/preview/page/128632>)

Voda – Dewangan (2023) je mnenja, da v reakcijah fotosinteze rastlina neposredno porabi samo 1 % celotne količine vode, ki jo vsrka vase, zato je voda redko omejujoč dejavnik. Ob suši se sicer lahko zgodi, da se poškodujejo listne reže in se zaprejo, kar onemogoči njihovo odpiranje in s tem tudi prevzem CO₂. Je pa mogoče, da z umetnim zalivanjem in dežjem fotosinteza spet začne delovati. Seveda je to odvisno od trajanje suše in rastline.

3.3 Celično dihanje

V rastlinah poleg fotosinteze poteka tudi celično dihanje. Pri njem iz kisika, ki ga proizvedejo rastline med procesom fotosinteze in glukoze nastajata ogljikov dioksid in voda. Pri procesu prihaja tudi do oksidacije glukoze. Prav tako za razliko od fotosinteze, ki poteka samo podnevi ob svetlobi, poteka celično dihanje neprekinjeno ves čas (podnevi in ponoči). Celično dihanje poteka v celicah rastlin, živali in večine drugih organizmov, v mitohondrijih, kot pravita Campbell in Reece (2011).

3.4 Aloe vera

Bassetti in Sala (2011) sta v svoji knjigi »Velika knjiga o aloji« napisala, da aloe vera izvira iz Afrike in je grm (rastlina brez stebela), ki ima zelene in mesnate liste in na njih posute trnje. Listi so mesnati, saj vsebujejo veliko gela polnih različnih ogljikovih hidratov in antrakinonov. Antrakinon, ki prevladuje v tej vrsti, se imenuje barbaloin in ga prepoznamo po neprijetnem mesnatem vonju in grenkem okusu. Ampak kljub neprijetnem vonju, je zaradi veliko gela v listih, aloe vera najbolj znana in uporabljana aloa na svetu. Vanjkevič (2012) dodaja, da aloe vero največ uporabljajo v zdravstvene namene, saj celi rane in opekline ter pomaga pri nekaterih želodčnih boleznih in obolenjih živčnega sistema.

IzziRokus (2023) pravi, da aloe vera spada tudi med CAM rastline. Za CAM rastline pa je značilno, da uspevajo v zelo suhih območjih in da je ime CAM kratica za angleški izraz Crassulacean Acid Metabolism – posebno obliko fotosinteze, pri kateri rastline CAM varčujejo z vodo, zato reže odpirajo le ponoči. Pri tem pa se CO₂, ki vstopa skozi reže, ponoči vključi v spojino s štirimi ogljikovimi atomi in se nato podnevi v istih celicah sprosti v Calvinov cikel. Ambrožič Dolinšek (2023) pravi, da ima aloe vera zaradi CAM metabolizma, pri katerem pH vakuole in citoplazme dnevno niha (kisli metabolizem sočnic) : zakisanje celičnih vakuol ponoči in alkalizacija podnevi (koncentracija malata v odvisnosti od časa dneva), električno napetost v minusu.

4 EKSPERIMENTALNO DELO

4.1 Proučevana rastlina

Poskuse sem delal na rastlini *Aloe barbadensis Miller* ali aloe veri. Aloe vero sem si izbral, ker je iz vrste sukulent, za katere je značilno, da imajo mesnate in debele liste zaradi shranjevanja vode v njihovih listih. Kar je dobro, če sem hotel zabadati elektrode v njene liste.



Slika 5: Aloe vera, priključena na elektrodi.

(Vir: lasten)

4.2 Metode raziskovanja

4.2.1 Časovno obdobje eksperimentalnega dela

S poskusi sem začel v šoli konec oktobra 2023 in z njimi končal januarja 2024. Poskuse sem izvajal 3 mesece, pri tem sem poskuse izvajal samo na sončne dneve, saj sem želel zagotoviti čim bolj enake pogoje pri izvajanju poskusov. Nekateri poskusi so trajali dalj časa, zato sem lahko vsak dan izvedel največ 2 poskusa.

4.2.2 Merilni instrumenti, naprave in pripomočki

Pri meritvah sem uporabljal naslednje pripomočke:

Multimeter

Pri raziskovanju sem uporabljal digitalni multimeter UNI-T UT131. Z njim sem meril električno napetost rastline, ki sem jo meril v voltih (V).



Slika 6: Uporabljen multimeter in elektrodi.

(Vir: lasten)

Elektrode

Multimeter je imel dve elektrodi, ki sem ju uporabljal za merjenje električne napetosti v listih. Debelina elektrod je bila 2 mm.

Svetlomer

Za merjenje svetilnosti pred in med uporabo lučke sem na telefonu uporabljal aplikacijo Svetlomer, ki mi je prikazal svetilnost prostora v luxih.

Škarje

Pri vseh poskusih reza dela lista sem uporabil iste škarje in odrezal enako dolžino lista.

Naprava za merjenje glasbe

Glasnost glasbe (zvoka) sem meril na telefonu z aplikacijo Merilnik zvoka, ki sem ga meril v decibelih.

Predvajanje glasbe

Glasbo sem predvajal na svojem telefonu. Aplikacija, iz katere sem predvajal glasbo, se imenuje YT Music.

Uteži

Pri poskusu z dodajanjem uteži na list z elektrodo sem uporabljal utež težko 50 g in utež težko 100 g.

4.3 Opis raziskovalnega dela in meritev

Imel sem po tri primerke iste vrste rastline, saj sem želel, da bi bili poskusi čim bolj primerljivi. Pri vseh treh primerkih sem izvajal iste poskuse, ampak ne v istem časovnem obdobju. Vsak poskus sem na vsaki rastlini izvedel 3-krat, saj sem želel čim bolj primerljive rezultate. Povprečne vrednosti meritev spremembe električne napetosti sem nato vstavil v grafe.

Vrstni red meritev:

1. Povečanje svetlobe in merjenje električne napetosti,
2. predvajanje glasbe (najprej tihe in potem še glasne) in merjenje električne napetosti,
3. dodajanje uteži na list z elektrodo (najprej 50 g in nato 100 g) in merjenje električne napetosti,
4. zalivanje in merjenje električne napetosti,
5. rez lista in merjenje električne napetosti.

4.3.1 Ugotavljanje vpliva osvetljenosti

Meritve sem izvedel tako, da sem vsem trem rastlinam na začetku izmeril električno napetost, nato prižgal lučko, izmeril jakost svetlobe ter končno električno napetost rastline. Električno napetost sem pri vseh treh rastlinah beležil na vsako minuto, do umiritve električne napetosti. Na začetku poskusa je bila osvetljenost prostora ob rastlini približno 415 luxov, med poskusom, ko sem prižgal lučko, je bila osvetljenost približno 1100 luxov.



Slika 7: Merjenje svetlobe pred poskusom.

(Vir: lasten)

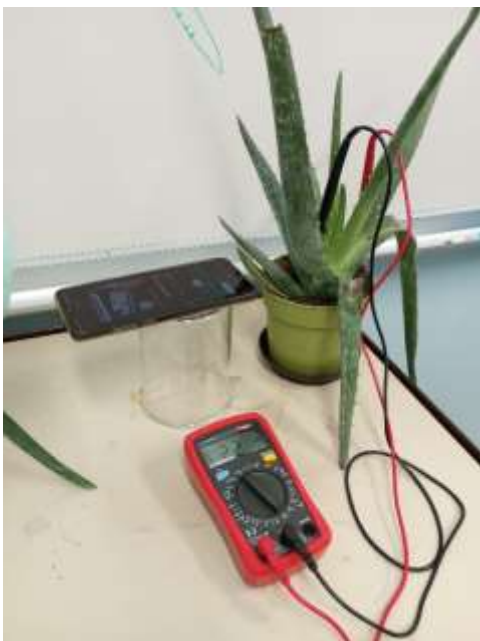


Slika 8: Merjenje svetlobe med poskusom.

(Vir: lasten)

4.3.2 Vpliv glasnosti glasbe

Najprej sem rastlino izpostavil tihi glasbi, pri čemer sem pred meritvijo zabeležil električno napetost, nato začel predvajati glasbo z naslovom The Final Countdown ter zapisoval vrednosti električne napetosti na vsako minuto. Glasba je trajala 3 minute in 57 sekund. Na koncu sem po predvajanju glasbe počakal še eno minuto, da so se električne vrednosti umirile in nato zapisal končne električne napetosti rastlin. Enak postopek sem uporabil tudi pri predvajanju glasne glasbe. Jakost tihe glasbe je bila 55 decibelov, jakost glasne glasbe pa 82 decibelov.



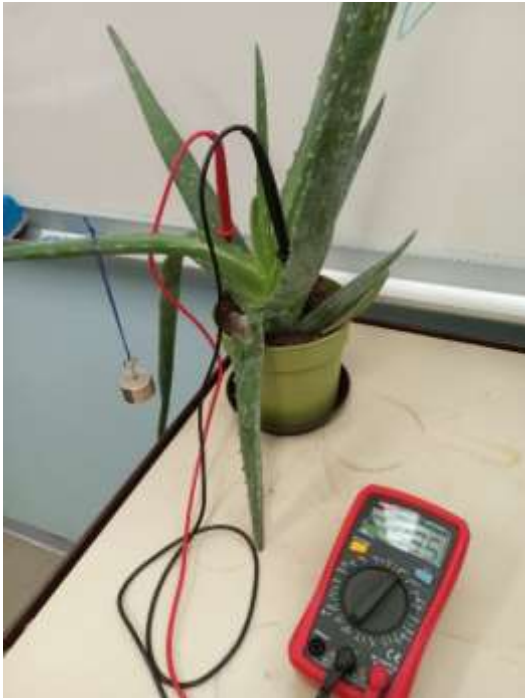
Slika 9: Predvajanje glasbe.

(Vir: lasten)

4.3.3 Vpliv povečane teže lista

Pri tem poskusu sem hotel izvedeti, če bo električna napetost aloe vere odreagirala na spremembo teže lista in če bo, ali bo električna napetost bolj odreagirala, če ji bom dodal še večjo težo na list. Zato sem najprej izvedel poskus, pri katerem sem ji na list z elektrodo dodal utež teže 50 g, zabeležil začetno vrednost, končno vrednost ter vmesne vrednosti, ki sem jih zabeležil vsako minuto. Nato sem rastlino razbremenil 50 g uteži in ponovil postopek, kot je

omenjen prej, vendar sem dodal utež, težko 100 g. Vse meritve so trajale 10 minut, saj so se že vse električne napetosti rastlin do tega časa umirile.



Slika 10: Sprememba teže na listu z elektrodo, težka 50 g.

(Vir: lasten)

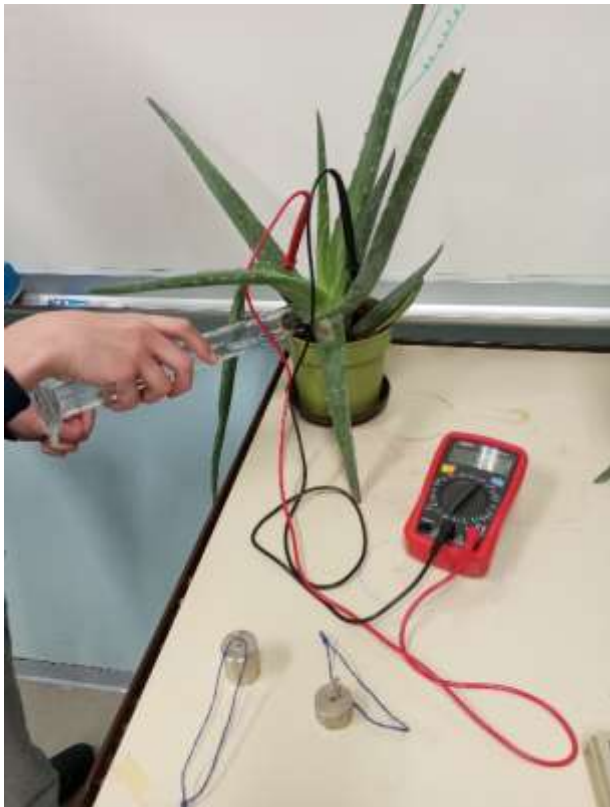


Slika 11: Sprememba teže na listu z elektrodo, težka 100 g.

(Vir: lasten)

4.3.4 Vpliv vlage

Vsem trem rastlinam sem pred začetkom merjenja zabeležil njihovo začetno električno napetost, nato sem jih zalil s 100 ml vode in beležil spremembe vrednosti na vsakih 30 sekund. Meritve sem izvajal 10 minut, saj so se do takrat električne napetosti že umirile in nato zabeležil njihovo končno električno napetost.

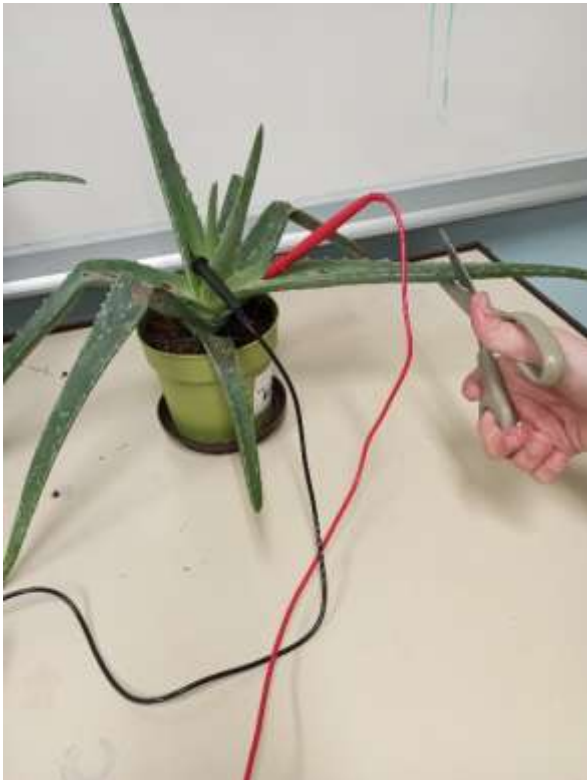


Slika 12: Dodajanje vode k rastlini.

(Vir: lasten)

4.3.5 Vpliv reza lista

Rastlini sem pred začetkom poskusa izmeril začetne vrednosti električne napetosti in nato odrezal približno enak del lista, v kateri je bila elektroda. Takoj po rezu sem začel meriti spremembo električne napetosti na vsako minuto. Vse meritve sem izvajal 25 minut, saj se pri dveh rastlinah električna napetost ni umirila. Vedno sem odrezal enake dele lista, kjer je bila rdeča elektroda.



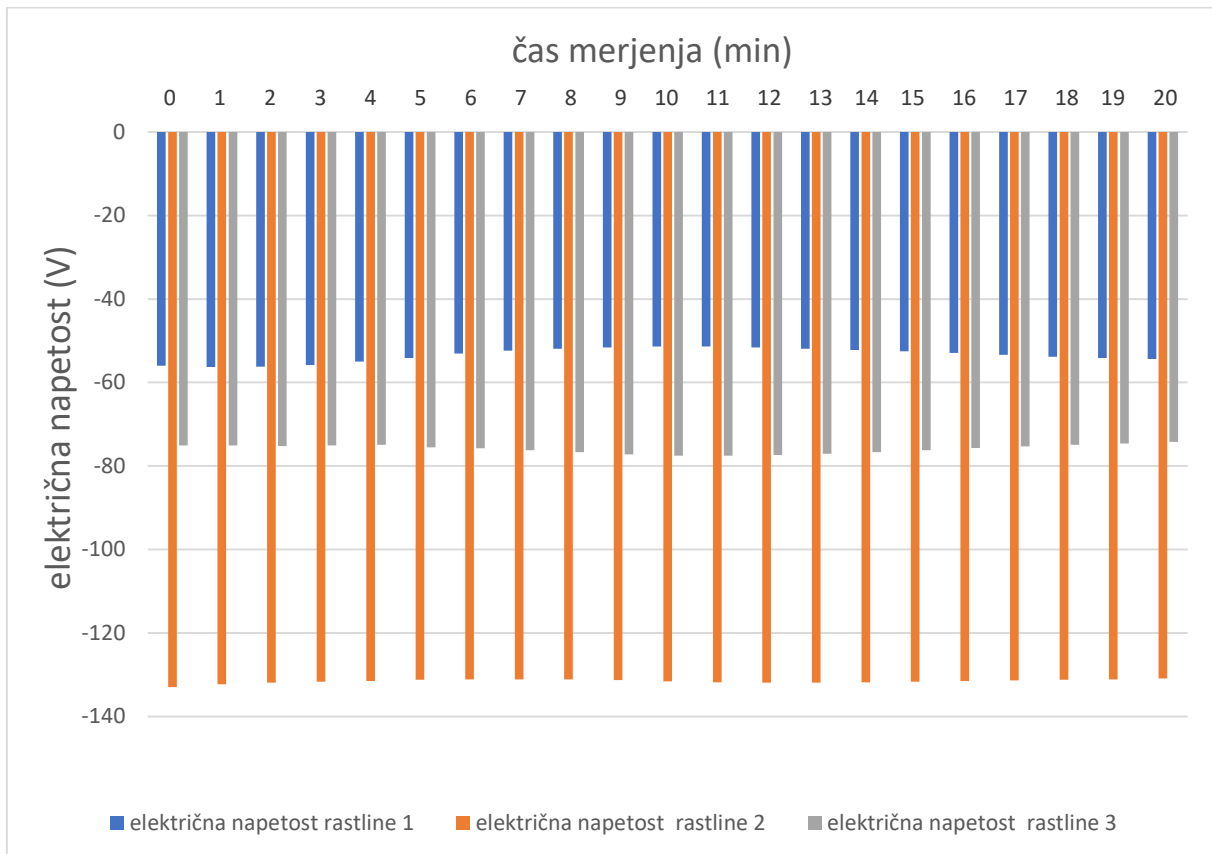
Slika 13: Rez lista.

(Vir: lasten)

5 REZULTATI

5.1 Ugotavljanje vpliva osvetljenosti

Graf 1: Meritve električne napetosti rastlin aloe vera pri močnejši osvetljenosti.



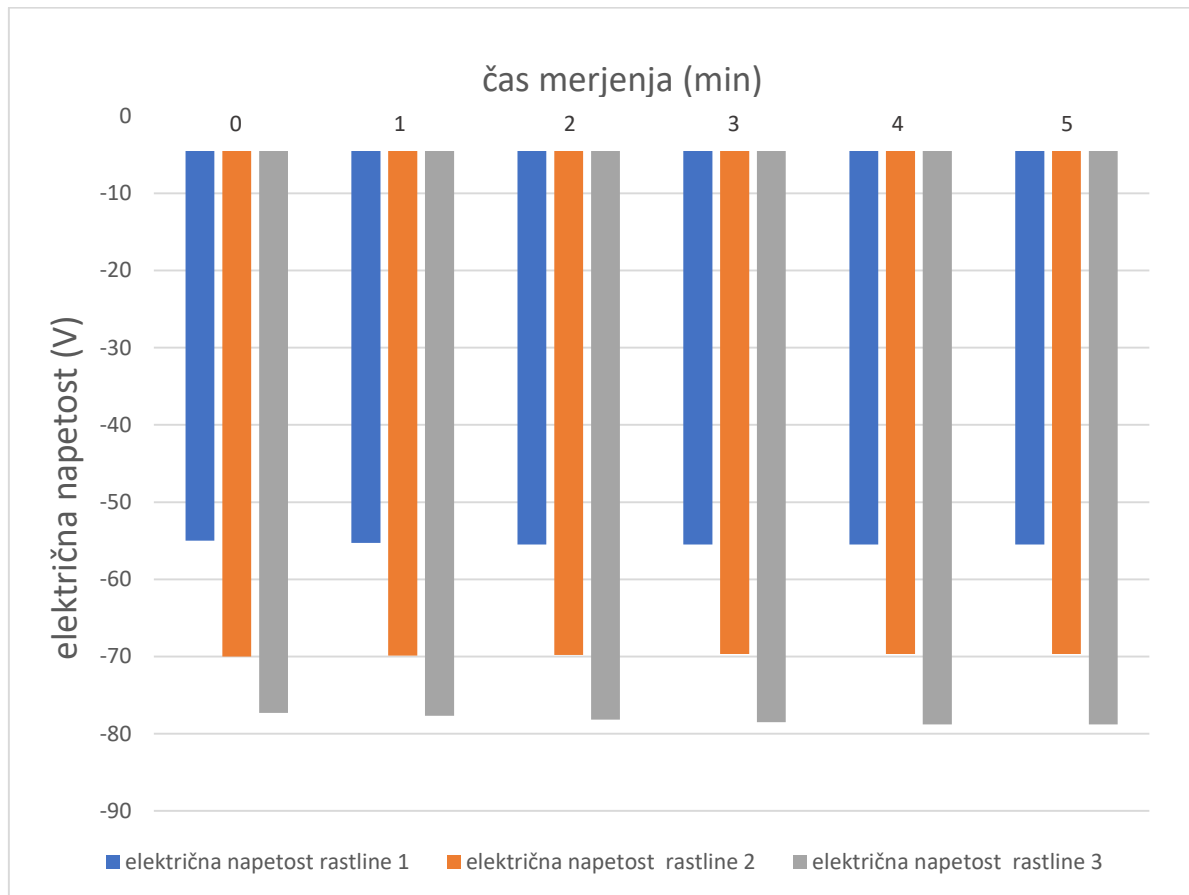
Iz grafa in na podlagi meritev lahko opazimo, da se je električna napetost pri vseh rastlinah odzvala podobno. Pri vseh rastlinah se je električna napetost zelo malo spremenila. Pri prvi rastlini se je električna napetost spremenila za 1,6 V oz. 2,86 %, pri drugi rastlini za 2,1 V oz. 1,58 % in pri tretji rastlini za 0,9 V oz. 1,2 %.

Sklep:

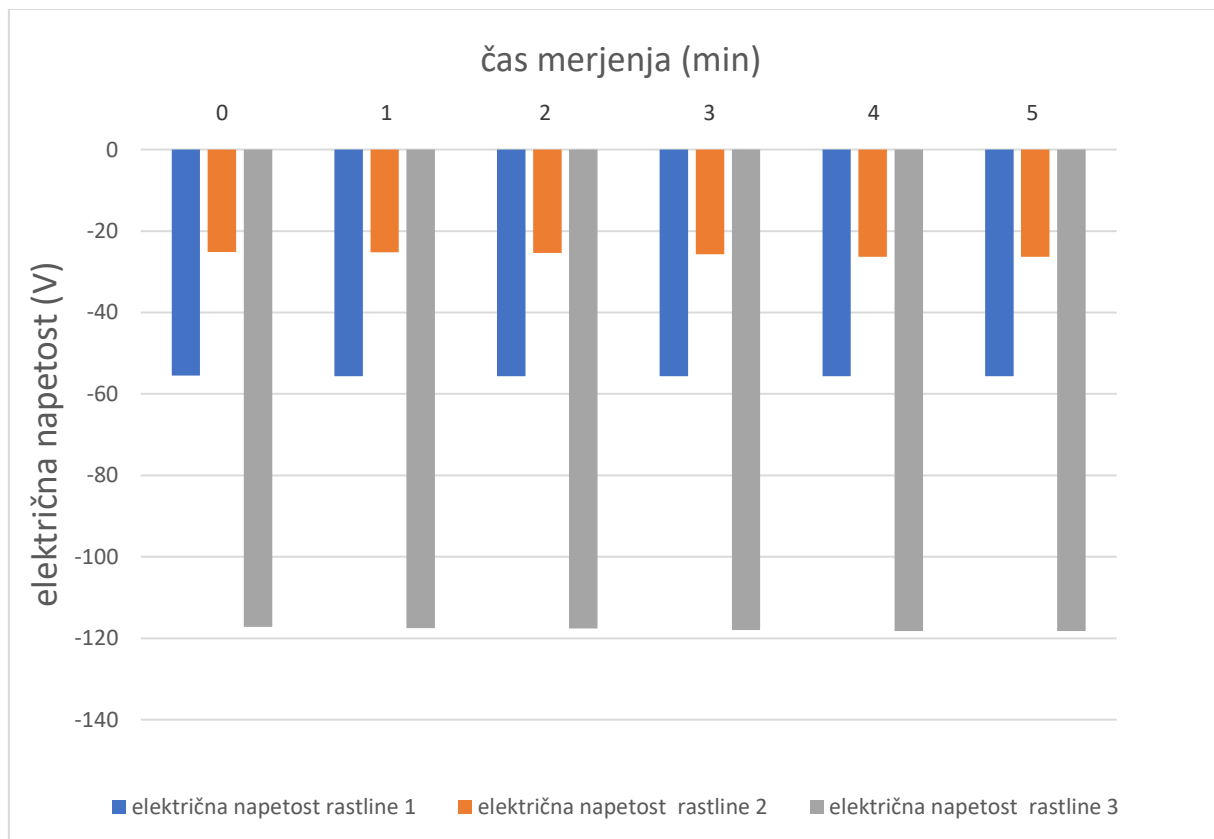
- Električna napetost rastlin zelo malo odreagira na spremembo svetlobe.

5.2 Vpliv glasnosti glasbe

Graf 2: Meritve električne napetosti rastlin aloe vera pri predvajanju tihe glasbe.



Graf 3: Meritve električne napetosti rastlin aloe vera pri predvajanju glasne glasbe.



Grafa prikazujeta spremembo električne napetosti rastlin pri tihi in glasni glasbi v časovnem obdobju 5 minut. Opažam, da se je električna napetost pri rastlinah pri obeh poskusih malo spremenila.

Pri tihi glasbi se je električna napetost prve rastline spremenila za 0,5 V oz. 0,91 %, pri drugi rastlini za 0,3 V oz. 0,43 % in pri tretji rastlini za 1,5 V oz. 2 %.

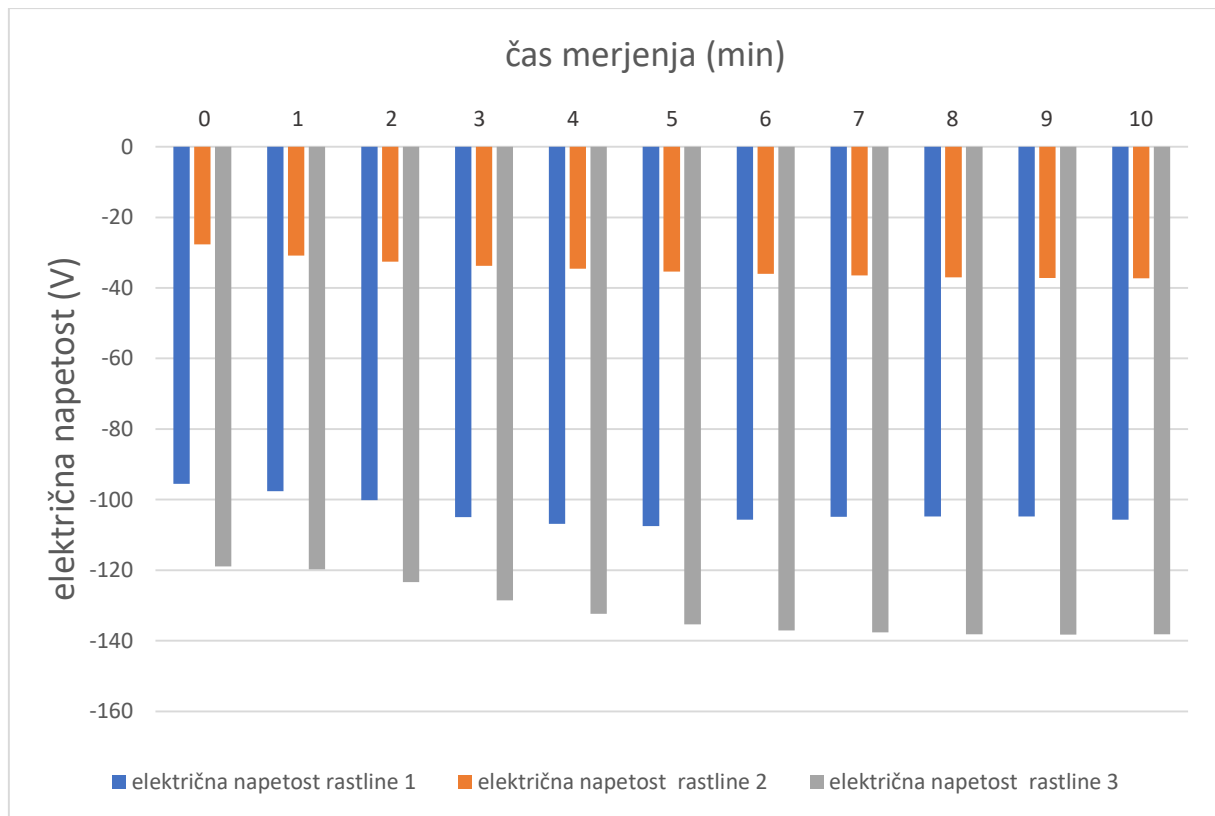
Pri glasni glasbi se je električna napetost prve rastline spremenila za 0,1 V oz. 0,18 %, pri drugi rastlini za 1,1 V oz. 4,57 % in pri tretji rastlini za 1 V oz. 0,85 %.

Sklepa:

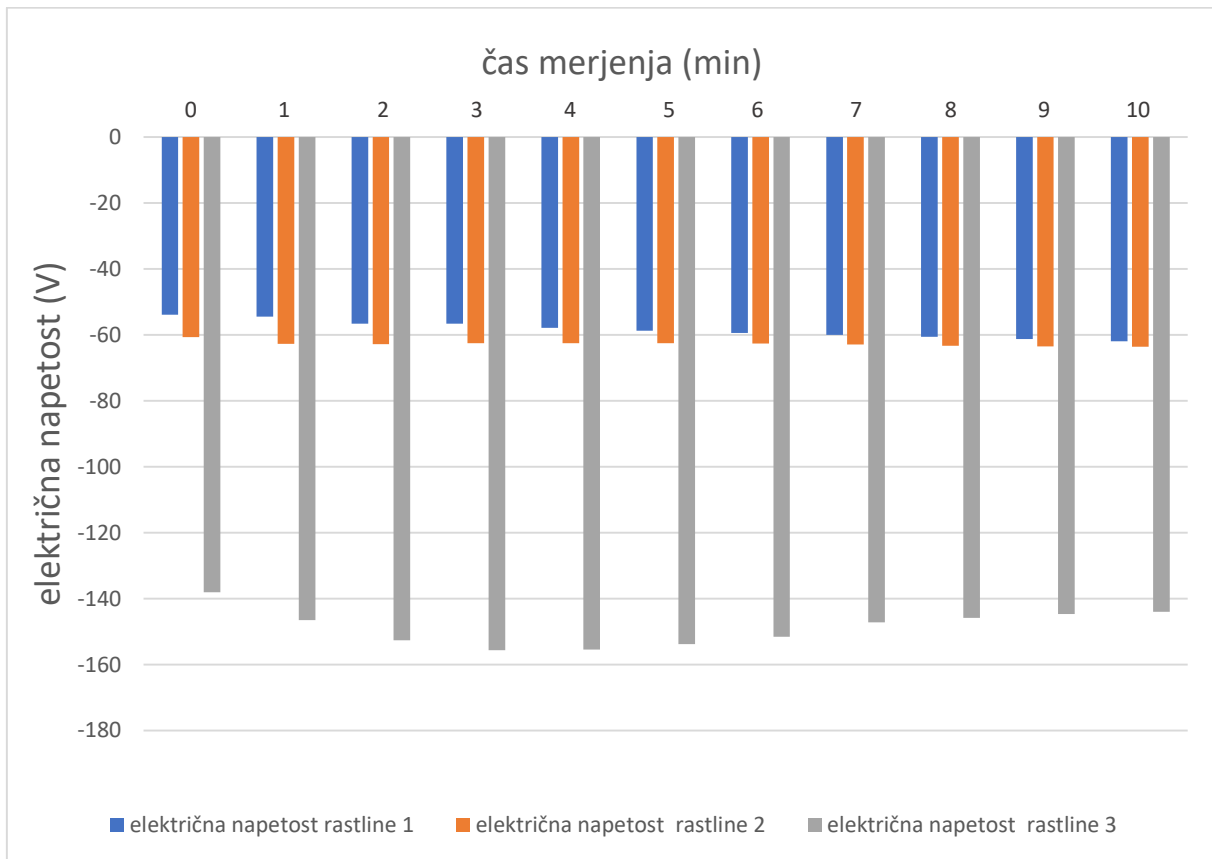
- Električna napetost rastlin zelo malo odreagira pri obeh glasnostih glasbe.
- Električna napetost bolj odreagira na glasno glasbo.

5.3 Vpliv povečane teže na listu

Graf 4: Meritve el. napetosti rastlin aloe vera pri večji teži na njenem listu z elektrodo (50 g utež).



Graf 5: Meritve el. napetosti rastlin aloe vera pri večji teži na njenemu listu z elektrodo (100 g utež).



Grafa prikazujeta spreminjanje električne napetosti rastlin po večji teži na njihovih listih za 50 g in 100 g v časovnem obdobju 10 minut. Opažam, da se električna napetost spremeni pri vseh meritvah. Pri poskusu dodane teže na listih za 50 gramov se je električna napetost pri prvi rastlini spremenila za 10,2 V oz. 9,65 %, pri drugi rastlini za 9,6 V oz. 25,74 % in pri tretji rastlini za 19,3 V oz. 13,97 %.

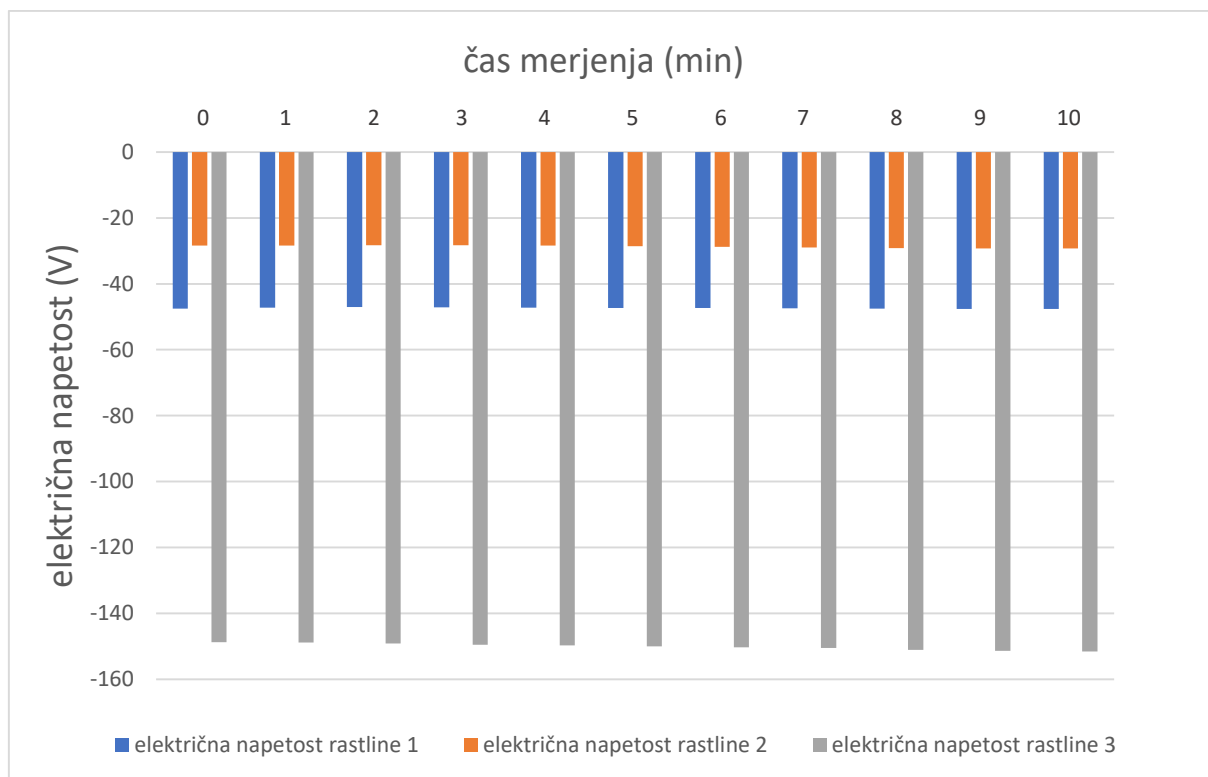
Pri poskusu dodane teže na listu za 100 g se je pri prvi rastlini električna napetost spremenila za 8,1 V oz. 13,07 %, pri drugi rastlini za 2,9 V oz. 4,56 % in pri tretji rastlini za 5,9 V oz. 4,10 %.

Sklepa:

- Električna napetost rastline odreagira po dodajanju večje teže na list.
- Električna napetost bolj odreagira pri dodajanju teže na list za 50 gramov.

5.4 Vpliv vlage

Graf 6: Meritve električne napetosti rastlin aloe vera pri večji vlažnosti prsti.



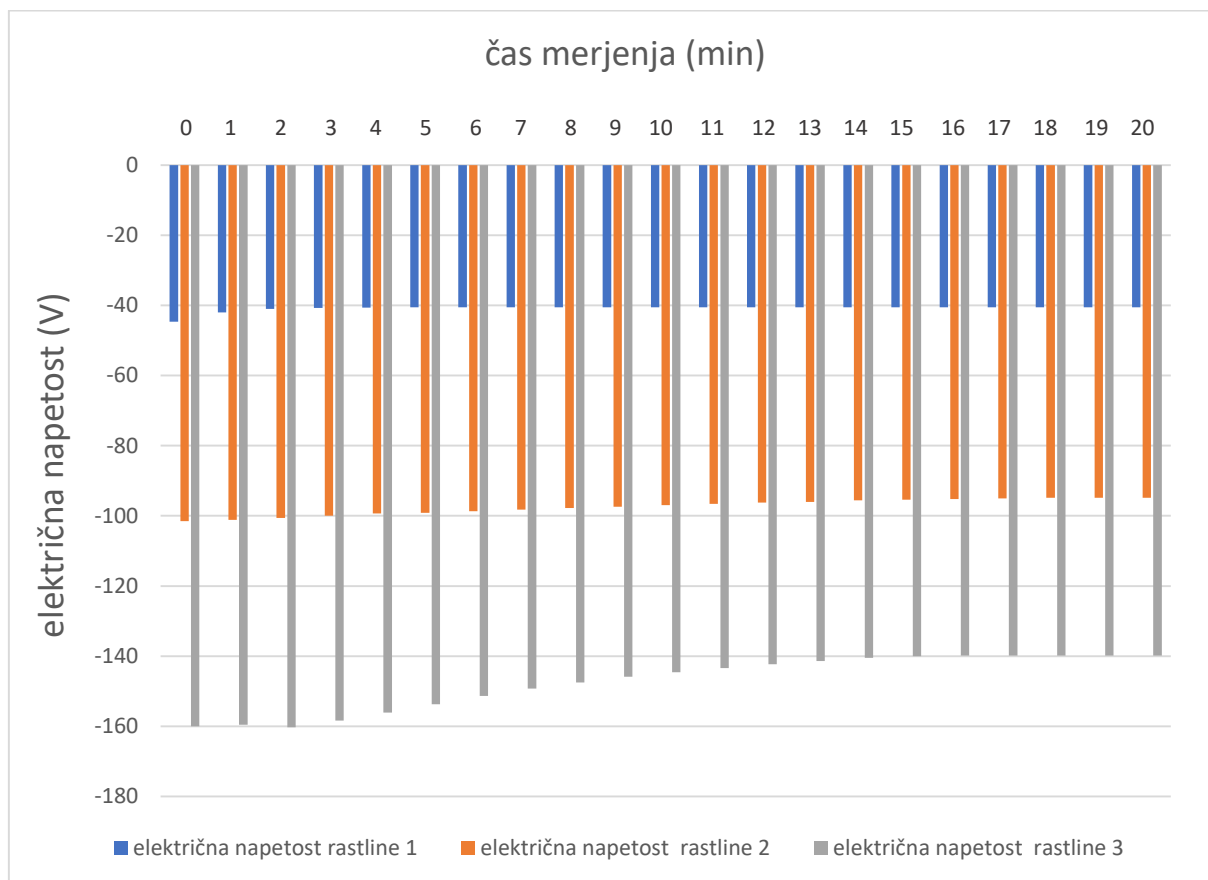
Graf prikazuje spreminjanje električne napetosti rastlin pri večji vlažnosti prsti v časovnem obdobju 10 minut. Opažam, da se je električna napetost le za malo spremenila pri vseh treh rastlinah. Pri prvi rastlini se je električna napetost spremenila za 0,1 V oz. 0,22 %, pri drugi za 0,9 V oz. 3,08 % in pri tretji rastlini za 2,8 V oz. 1,85 %.

Sklep:

- Električna napetost rastline zelo malo odreagira na večjo vlažnost njene prsti.

5.5 Vpliv reza lista

Graf 7: Meritve električne napetosti rastlin aloe vera po rezu dela lista.



Graf prikazuje spreminjanje električne napetosti po rezu dela lista v časovnem obdobju 25 minut. Opažam, da se je električna napetost pri vseh rastlinah spremenila. Pri prvi rastlini se je električna napetost spremenila za 4,1 V oz. 9,20 %, pri drugi rastlini za 6,7 V oz. 6,61 % in pri tretji rastlini za 20,1 V oz. 12,57 %.

Sklep:

- Električna napetost odreagira na človeški poseg v rastlino oz. rez dela lista.

6 RAZPRAVA, INTERPRETACIJA REZULTATOV

Hipoteza 1: Rastlina ne bo odreagirala s spremembo električne napetosti na močnejšo svetlobo.

To hipotezo zavrnem, saj se je pri vseh treh rastlinah po tej meritvi električna napetost spremenila, vendar v zelo majhni vrednosti.

Hipoteza 2: Rastlina ne bo odreagirala s spremembo električne napetosti na glasbo pri nobenih vrstah glasnosti glasbe (tihe in glasne).

To hipotezo zavrnem, saj se je električna napetost spremenila, vendar v zelo majhni vrednosti.

Hipoteza 3: Rastlina bo odreagirala s spremembo električne napetosti pri dodani teži na njenem listu (50 g in 100 g) in bo bolj odreagirala pri spremembi teže za 100 g.

To hipotezo delno potrdim, saj se je pri vseh treh rastlinah v obeh meritvah z utežmi (50 g in 100 g) električna napetost zelo spremenila, a se je veliko bolj spremenila pri dodani teži za 50 g.

Hipoteza 4: Rastlina bo odreagirala s spremembo električne napetosti na spremembo vlage.

To hipotezo potrdim, saj se je električna napetost pri vseh treh meritvah spremenila, ampak v zelo majhni vrednosti.

Hipoteza 5: Rastlina bo odreagirala s spremembo električne napetosti na rez lista.

To hipotezo potrdim, saj se je električna napetost pri vseh treh rastlinah po meritvi spremenila.

V raziskovalni nalogi sem opazoval spremembo električne napetosti po spremembi dejavnika. Uporabil sem dejavnike, ki jih rastline »srečajo« v svojem naravnem okolju, saj sem želel vedeti kako in v kakšni meri naravni dejavniki vplivajo na električno napetost rastline in posledično večjo električno energijo. Želel sem tudi ugotoviti, ali rastline bolj odreagirajo na vsakodnevne dejavnike v naravi, kot so zvoki, svetloba in vlaga, ali bolj odreagirajo na dejavnike, ki jim niso ves čas izpostavljeni, kot so dotiki in poškodbe.

Pri poskusih sem z glasbo, lučko in dodano vodo posnemal dejavnike v naravi, kot so zvoki, svetloba in vlaga. Z rezom in dodanimi utežmi pa sem posnemal dotike in poškodbe rastline.

Kot sem predvideval, se je pri vseh meritvah električna napetost najbolj spremenila po rezu lista in dodani teži na list.

Ugotavljam, da rastline bolj odreagirajo na mehanske dražljaje. Pri tem me ni presenetilo, da se je električna napetost rastlin pri mehanski poškodbi oz. rezu lista bolj spremenila, kot pri mehanskem dotiku oz. uteži. Električna napetost, ki je bila na začetku v minusu, je med merjenjem, ko sem vrezal list, prehajala proti 0, ker kot pravi asistent iz Biotehniške fakultete g. Mravlje (2023), ko odrežemo list, rastlina oz. celice počasi umirajo in je logično oz. normalno, da gre potencial proti 0 (saj ni več toka ionov).

Na podlagi mojih spoznanj menim, da bi za pridobivanje električne energije bilo najbolj smiselno kot dejavnik uporabiti mehanski dražljaj – gibanje. Res je, da je bila največja sprememba električne napetosti rastline pri mehanski poškodbi oz. rezu lista, ampak bi dolgotrajno takšen dražljaj, kot je rez lista, bolj poškodoval rastline.

Ker pa je se je pri poskusu z utežmi tudi električna napetost rastlin zelo spremenila, bi bilo bolj smiselno napraviti več poskusov z utežmi, saj te ne bi tako poškodovale rastline. Pri tem pa bi lahko ugotavljali, pri kateri uteži pride do največje spremembe električne napetosti.

V prihodnje bi bilo smiselno tudi uporabiti druge vrste rastlin in jih primerjati z aloe vero.

Menim tudi, da z dejavniki, ki jim je rastlina izpostavljena v vsakodnevem okolju, ne moremo pridobivati večje količine električne energije, saj so bile vrednosti električne napetosti pri rastlinah po spremembi teh dejavnikov premajhne oz. so se komaj izrazile.

7 DRUŽBENA ODGOVORNOST

Elektrika je ključna v današnjem življenju. V preteklosti in še danes veliko znanstvenikov poskuša najti način, kako na enostavnejši in bolj naraven način pridobiti elektriko, ne da bi s tem škodovali okolju.

V Sloveniji pridobivamo več elektrike iz neobnovljivih virov, kot so nafta, premog in zemeljski plin ter jedrske elektrarne, s katerimi škodujemo okolju. (Senegačnik, 2022).

S porabljanjem fosilnih goriv nastaja ogljikov dioksid, dušikov oksid in žveplov dioksid, ki pripomorejo k nastajanju kislega dežja in zadrževanju toplote na Zemljinem površju. Zaradi tega se temperatura na Zemlji dviguje, posledici tega pa sta taljenje ledenikov in dvigovanje morske gladine, kot navajajo Devetak, Rozman, Sopotnik, Susman in Fon (2022).

Tudi z obnovljivimi viri lahko pridobimo električno energijo, s čimer ne bi vplivali na Zemljino ozračje.

V Sloveniji smo v letu 2022 dobili 32,1 % elektrike s fosilnimi gorivi in 26 % z jedrsko elektrarno (skupno 58,1 % z neobnovljivimi viri energije). Z obnovljivimi viri, kot je npr. energija vode, sonca, vetra, biomase in bioplina, pa smo dobili 41,9 % elektrike, kot pravi Agencija za energijo (2022).

Ob tej informaciji sem se vprašal o načinu, kako bi prispeval k temu, da bi lahko električno energijo dobili še na kakšen drugačen način. Cene elektrike so se dvignile, želja in potreb po njej pa je vedno več. Zanimalo me je, če še obstaja kakšen obnovljivi vir, ki ga je na Zemlji veliko in ne bo škodoval Zemljinem ozračju. Ta obnovljiv vir so seveda rastline, saj hitreje nastajajo, kot jih lahko porabimo.

Danes lesno biomaso že uporabljamo za ogrevanje in pridobivanje električne energije, kot napiše revija Delo (2013).

Na podlagi mojih spoznanj, bi lahko rastline ob mehanskih dražljajih, kot so pritiski in rezanje, tudi služile kot dodaten vir električne energije, le da bi pri tem potrebovali tehnologijo, ki bi omogočala ta izkoristek.

Da bi bil izkoristek biomase še večji, bi lahko dodatno električno energijo pridobili že pri sami sečnji dreves. Električno energijo bi torej lahko »dva krat« pridobili iz rastline; z rezanjem oziroma mehanskimi poškodbami in v bioplinah, ali pa samo z mehanskimi dotiki oz.

utežmi. Vendar kot sem zapisal, bi za vse to bili potrebni tehnološki postopki, ki bi omogočali pridobivanje električne energije že pri sami sečnji dreves, vendar še teh postopkov ne poznamo.

Če primerjamo pridobivanje električne energije iz lesne biomase z mehanski dražljaji (rezanje in obtežitev), je zagotovo izkoristek večji pri lesni biomasi. Verjetno bi bilo pridobivanje električne energije z mehanskimi dražljaji za okolje čistejši način in če bo ta možnost podrobno raziskana, bo morda nekoč tudi uveljavljena.

Lahko pa so moja predvidevanja napačna in bi tudi pri teh postopkih uporabljali tehnologijo, ki bi bila škodljiva za okolje, ali pa bi bili posegi v naravi preveliki in bi ogrozili stabilnost ekosistema.

Vsekakor se odpira veliko novih vprašanj in s tem veliko novih možnosti raziskovanja v prihodnje.

8 LITERATURA

8.1 Spletni viri

1. Agencija za energijo (splet). (2022). *Poročilo o stanju na področju energetike v Sloveniji*. (citirano: 10. 11. 2024). Dostopno na naslovu: https://www.agencija.si/documents/10926/38704/AZE_Poro%C4%8Dilo_o_stanju_energetike_v_Sloveniji_2022-final3/a85b584b-ca2b-481f-bb84-a396bc4e2dba
2. Alegsa, L. (2021). *Elektrika*. Alegsaonline.com (splet). (citirano: 28. 1. 2024). Dostopno na naslovu: <https://sl.alegsaonline.com/art/30709>
3. Alegsa, L. (2022). *Reakcija, odvisna od svetlobe*. Alegsaonline.com (splet). (citirano: 8. 2. 2024). Dostopno na naslovu: <https://sl.alegsaonline.com/art/57932>
4. BBC (splet). *Dejavniki, ki vplivajo na fotosintezo – intenzivnost svetlobe*. (citirano: 19. 1. 2024). Dostopno na naslovu: <https://www.bbc.co.uk/bitesize/guides/ztc297h/revision/2>
5. BBC (splet). *Dejavniki, ki vplivajo na fotosintezo - ogljikov dioksid in temperatura*. (citirano: 4. 2. 2024). Dostopno na naslovu: <https://www.bbc.co.uk/bitesize/guides/ztc297h/revision/3>
6. Carignan, T. (2023). *Svetlobna reakcija fotosinteze*. Study.com (splet). (citirano: 28. 1. 2024). Dostop na internet naslovu: <https://study.com/academy/lesson/photosynthesis-i-photolysis-and-the-light-reactions.html>
7. Delo (splet). (2013). *Pridobivanje zelene energije iz lesnih ostankov: najučinkovitejša energijska raba biomase je za ogrevanje in pridobivanje električne energije*. (citirano: 20. 1. 2024). Dostopno na naslovu: <https://old.delo.si/gospodarstvo/posel/pridobivanje-zelene-energije-iz-lesnih-ostankov.html>
8. Dewangan, N. (2023). *Dejavniki, ki omejujejo fotosintezo*. Microbe notes (splet). (citirano: 8. 2. 2024). Dostopno na naslovu: <https://microbenotes.com/photosynthesis-limiting-factors/>

9. Drenovec, J. in Simović, S. (2008). *Elektrina*. Oet 1-plus (splet). (citirano: 27.1.2024). Dostopno na naslovu: http://eoet1.tsckr.si/plus/eOet1_01_05_01-2.html
10. Dumé, I. (2022). *Standard električne upornosti bi lahko dobil revidirano kvantno definicijo*. Physicsworld (splet). (citirano: 28. 1. 2024). Dostopno na naslovu: <https://physicsworld.com/a/electrical-resistance-standard-could-get-a-revised-quantum-definition/>
11. Godec, G., Glažar, S. in Grubelnik, L. (2015). *Obnovljivi in neobnovljivi viri energije*. I-učbenik za naravoslovje v 6. razredu osnovne šole (splet). (citirano: 3. 2. 2024). Dostopno na naslovu: <https://eucbeniki.sio.si/nar6/1224/index.html>
12. IZZI Rokus (splet). (2021). *Električni naboj in električna sila*. (citirano: 28. 1. 2024). Dostopno na naslovu: <https://si.izzi.digital/DOS/76479/78067.html>
13. IZZI Rokus (splet). (2023). *Rastline CAM odpirajo reže ponoči*. (citirano 24. 1. 2024). Dostopno na naslovu: <https://api.izzi.digital/preview/page/128629>
14. Morse, E. (2023). *Neobnovljivi viri energije*. National Geographic (splet). (citirano: 3. 2. 2024). Dostopno na naslovu: <https://education.nationalgeographic.org/resource/non-renewable-energy/>
15. Repnik, R., Svetec, M., Jug, M., Ahčin, T., Bezjak, G., Jagličič, Z. in Gosak, M. (2014). *Električni naboj in električna sila*. I-učbenik za fiziko v 9. razredu osnovne šole (splet). (citirano: 28. 1. 2024). Dostopno na naslovu: <https://eucbeniki.sio.si/fizika9/3322/index.html>
16. Wikipediija (splet). *Fotosinteza*. (citirano: 19. 1. 2024). Dostopno na naslovu: <https://sl.wikipedia.org/wiki/Fotosinteza>
17. Wikipediija (splet). *Svetloba*. (citirano: 5. 2. 2024). Dostopno na naslovu: <https://sl.wikipedia.org/wiki/Svetloba>

8.2 Knjižni viri

1. Bassetti, A. in Sala, S. *Velika knjiga o aloji: zgodovina, botanika, sestava in farmacevtske značilnosti te legendarne rastline*. 5. izdaja. Ljubljana: Zuccari, 2011. ISBN: 978-88-89914-045.
2. Belušič, G., Dolenc Koce, J., Turk, M., Vittori, M. in Zalar, P. *Biologija 2: o zgradbi in delovanju organizmov: učbenik za biologijo v gimnazijah in srednjih strokovnih šolah*. 1. ponatis. Ljubljana: Mladinska knjiga, 2019. ISBN: 978-961-01-5065-7.
3. Campbell, A. N. in Reece, J. B. *Biologija 1: učbenik za 1. letnik gimnazij in srednjih strokovnih šol*. 1. izdaja. Celovec: Mohorjeva založba Celovec, 2011. ISBN: 3-978-7086-0569-2.
4. Campbell, A. N. in Reece, J. B. *Biologija 2: zgradba in delovanje organizmov: učbenik za gimnazije in srednje strokovne šole*. 1. natis. Celovec: Mohorjeva založba Celovec, 2012. ISBN: 978-3-7086-0640-8.
5. Devetak, I., Rozman, L., Sopotnik, M., Susman, K. in Fon, D. *Dotik narave 7: učbenik za naravoslovje v 7. razredu osnovne šole*. 2. izdaja. Ljubljana: Rokus Klett, 2022. ISBN: 978-961-271-860-2.
6. Mohorič, A. in Babič, V. *Fizika 3: učbenik za fiziko v 3. letniku gimnazij in štiriletnih strokovnih šol*. 2. izdaja. Ljubljana: Mladinska knjiga, 2022. ISBN: 978-961-01-5539-3.
7. Senegačnik, J. *Geografija Slovenije: samostojni delovni zvezek za 9. razred osnovne šole*. 1. izdaja. Ljubljana: Modrijan izobraževanje, 2022. ISBN: 978-961-7053-45-6.
8. Vanjkevič, V. *Naravno zdravljenje z alojo*. Ljubljana: Begen, 2012. ISBN: 978-961-6812-56-6.
9. Žigon, S. *Fizika 9: učbenik za fiziko v devetem razredu osnovne šole*. 1. natis. Ljubljana: Mladinska knjiga, 2022. ISBN: 978-961-01-6426-5.

8.3 Ustni viri

Mravlje, J. 24. 11. 2023. *Mirovni membranski potencial celic*. Zapis hrani avtor.

Ambrožič-Dolinšek, J. 23. 11. 2023. *CAM metabolizem aloe vere*. Zapis hrani avtor.

8.4 Slikovni viri

1. Primerjava svetlobne reakcije in Calvinovega cikla oz. od svetlobe neodvisne reakcije. (pridobljeno 20. 1. 2024). Dostopno na naslovu: <https://sl.wikipedia.org/wiki/Fotosinteza>
2. Vpliv svetlobe na jakost fotosinteze, dokler je ne omeji drugi dejavnik. (pridobljeno 20. 1. 2024). Dostopno na naslovu: <https://biology-igcse.weebly.com/effect-of-light-intensity-on-the-rate-of-photosynthesis.html>
3. Vpliv koncentracije CO₂ na jakost fotosinteze. (pridobljeno: 20. 1. 2024). Dostopno na naslovu: <https://www.bbc.co.uk/bitesize/guides/zs4mk2p/revision/2>
4. Jakost fotosinteze v odvisnosti od jakosti temperature. (pridobljeno: 20. 1. 2024). Dostopno na naslovu: <https://api.izzi.digital/preview/page/128632>