

**55. srečanje mladih raziskovalcev Slovenije**

**VPLIV SENČE NA IZBRANE PARAMETRE V  
DOLOČENI FAZI RASTI IN RAZVOJA NAVADNE  
SONČNICE (*Helianthus annuus*)**

Raziskovalno področje: Biologija

Raziskovalna naloga

Avtorici:	Kiara Katalinič, Ela Marič
Mentorica:	mag. Alenka Mujdrica Rožman
Šola:	Osnovna šola Bakovci, Poljska ulica 2, Bakovci, Murska Sobota

Bakovci, maj 2021

## KAZALO VSEBINE

	<b>KAZALO SLIK .....</b>	<b>III</b>
	<b>KAZALO GRAFOV .....</b>	<b>III</b>
	<b>KAZALO TABEL .....</b>	<b>III</b>
	<b>POVZETEK .....</b>	<b>IV</b>
	<b>ABSTRACT .....</b>	<b>V</b>
	<b>ZAHVALA .....</b>	<b>V</b>
<b>1</b>	<b>UVOD .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1</b>	<b>Raziskovalno vprašanje in hipoteze .....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>TEORETSKE OSNOVE .....</b>	<b>3</b>
<b>2.1</b>	<b>Navadna sončnica (<i>Helianthus annuus</i>).....</b>	<b>3</b>
<b>2.2</b>	<b>Svetloba kot dejavnik rasti in razvoja .....</b>	<b>5</b>
<b>2.3</b>	<b>Heliotropizem.....</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>MATERIAL IN METODE .....</b>	<b>8</b>
<b>3.1</b>	<b>Metoda zbiranja podatkov .....</b>	<b>8</b>
<b>3.2</b>	<b>Metoda obdelave podatkov .....</b>	<b>11</b>
<b>4</b>	<b>REZULTATI .....</b>	<b>12</b>
<b>5</b>	<b>SKLEPI .....</b>	<b>19</b>
<b>6</b>	<b>DRUŽBENA ODGOVORNOST .....</b>	<b>21</b>
<b>7</b>	<b>LITERATURA .....</b>	<b>22</b>

## KAZALO SLIK

- **Slika 1:** Navadna sončnica (*Helianthus annuus*) – cvet. 3
- **Slika 2:** Eksperimentalno polje, 23. 6. 2020. 8
- **Slika 3:** Eksperimentalno polje, 27. 7. 2020. 9
- **Slika 4:** Eksperimentalno polje s postavljenim ogrodjem za senco. 9
- **Slika 5:** Merjenje osvetljenosti in UV - intenzitete ter določanje smeri cvetov navadne sončnice (*Helianthus annuus*). 10
- **Slika 6:** Merjenje premera in tehtanje koška navadne sončnice (*Helianthus annuus*). 11
- **Slika 7:** Tehtanje sveže in suhe mase semen navadne sončnice (*Helianthus annuus*). 11

## KAZALO GRAFOV

- **Graf 1:** Povprečna višina rastlin navadne sončnice (*Helianthus annuus*) v odvisnosti od sonca in sence. (Merjeno: 10. 8. in 8. 10. 2020). 12
- **Graf 2:** Povprečen premer koška rastlin navadne sončnice (*Helianthus annuus*) v odvisnosti od sonca in sence. (Merjeno: 10. 8. in 8. 10. 2020). 13
- **Graf 3:** Povprečna masa in povprečen premer koška rastlin navadne sončnice (*Helianthus annuus*) v odvisnosti od sonca in sence, ob spravi. 14
- **Graf 4:** Povprečna sveža in suha masa semen navadne sončnice (*Helianthus annuus*) v odvisnosti od sonca in sence. 15
- **Graf 5:** Povprečna osvetljenost in UV - intenziteta na oblačnem in sončnem danu na eksperimentalnem polju. 16

## KAZALO TABEL

- **Tabela 1:** Usmerjenost cvetov navadne sončnice (*Helianthus annuus*) v odvisnosti od sonca in sence. Merjeno: 18. 8. in 21. 8. 2020, ob 9.00, 12.00 in 15.00 uri. 18

## **POVZETEK**

Navadna sončnica (*Helianthus annuus*) je gospodarsko pomembna, medovita rastlinska vrsta. Sončnice predstavljajo bogato pašo za čebele in ostale opraševalce, listi so krma za živino, iz stebela pridelujejo celulozo in semena uporabljajo za pridobivanje olja ali kot dodatek jedem.

V raziskovalni nalogi smo želeli ugotoviti vpliv sence na izbrane parametre v določeni fazi rasti in razvoja navadne sončnice (*Helianthus annuus*).

Preučevali smo razlike v rasti in razvoju navadne sončnice (*Helianthus annuus*) na sončnem in senčnem delu eksperimentalnega polja. Zanimali so nas višina rastlin, velikost koška, masa koška in semen ter morebitno obračanje cvetov v odvisnosti od svetlobe in sence pri navadni sončnici (*Helianthus annuus*).

Rezultati so pokazali, da senca vpliva na rast in razvoj rastlin navadne sončnice (*Helianthus annuus*). Rastline na sončnem delu eksperimentalnega polja so bile v povprečju nižje kot tiste na senčnem delu. Prav tako so rastline v notranjosti eksperimentalnega polja dosegale višje višine kot rastline na robu. Povprečni končni premeri koškov navadne sončnice (*Helianthus annuus*) na sončnem delu so bili večji kot tisti na senčnem delu. Premeri koškov so bili sorazmerni z maso koškov. Povprečna masa semen navadne sončnice (*Helianthus annuus*) je na sončnem delu dosegala višje vrednosti kot na senčnem delu. Rastline navadne sončnice (*Helianthus annuus*) so na sončnem delu bolj enotno obrnile končni položaj cvetov proti vzhodu kot na senčnem delu.

**KLJUČNE BESEDE:** navadna sončnica, heliotropizem, senca

## **ABSTRACT**

Common sunflower (*Helianthus annuus*) is regarded as economically important honey plant species. Sunflowers present a rich pasture for bees and other pollinators, their leaves are used as fodder for livestock, stems are used to produce cellulose and seeds are used to produce oil or as food supplements.

In this research paper we wanted to examine the influence of shade on chosen parameters during a certain growth and development phase of a common sunflower (*Helianthus annuus*).

Differences in growth and development of common sunflower (*Helianthus annuus*) were researched on both sunny and shady side of the experimental field. We focused on the height of plants, the size of pollen basket and potential tropism due to light and shade in common sunflower (*Helianthus annuus*).

The results show that shade affects plant growth and development of common sunflower (*Helianthus annuus*). Plants which were placed on the sunny side of experimental field were in average lower than those on the shady side. Moreover, plants within interior area of experimental field grew higher than plants on the edge of the field. Average final diameters of pollen baskets of common sunflower (*Helianthus annuus*) on the sunny side were larger than those on the shady side. Pollen basket diameters were proportionate with their mass. An average seed mass of common sunflower (*Helianthus annuus*) reached higher values on the sunny side compared to the shady side. Common sunflower plants (*Helianthus annuus*) turned their final flower position towards the east in a more uniform manner compared to the plants on the shady side.

**KEY WORDS:** common sunflower, heliotropism, shade

## **ZAHVALA**

Zahvaljujeva se mentorici mag. Alenki Mujdrica Rožman, ki naju je spodbudila k terenskemu eksperimentalnemu delu in nudila pomoč pri vseh vprašanjih.

Hvala za lektoriranje učiteljici Nuši Grah.

# 1 UVOD

Po podatkih statističnega urada RS so oljnice v Sloveniji v letu 2020 pridelovali na 9.778 hektarjih, kar je za 12 % večja površina, kot jim je bila namenjena v letu 2019. Največji del te površine so namenili pridelavi buč za olje: 4.172 hektarjev ali 27 % več kot v letu 2019; oljni ogrščici je bilo namenjenih 3.326 hektarjev ali 3 % več in soji 1.642 hektarjev ali 15 % več kot v letu prej. Sončnice so cvetele na 354 hektarjih, kar je približno 6 % večja površina kot v letu 2019.

Svetloba vpliva na različne faze razvoja rastlin, od kalitve, vegetativne rasti, do tvorbe cvetov in semen. Poleg vode in hranil rastline za rast in razvoj nujno potrebujejo svetlobo, saj je glavni dejavnik procesa fotosinteze kot najosnovnejšega biokemijskega procesa na Zemlji (Vodnik, 2012).

Že na podlagi začetnih eksperimentalnih podatkov Shirley (1929) je bilo ugotovljeno, da rastline sončnic potrebujejo več svetlobe za preživetje, več za cvetenje in plodovanje ter za rast v višino kot druge kritosemenke, gojene v enakih okoljskih pogojih (Kutschera, Briggs, 2015).

Za sončnice je značilen pojav, imenovan heliotropizem, ki pomeni, da rastoči rastlinski, vegetativni vrhovi poganjkov in nezreli cvetni popki izvajajo z rastjo pogojena heliotropna gibanja – sledenja soncu. Ker sončnica raste zelo hitro, se s spreminjanjem lege sonca vsak dan večkrat spremeni tudi hitro rastoči del stebela.

Rast mladih sončnic sledi sončnemu gibanju. Ko se sončnice polno razcvetijo, imajo cvetove ponavadi obrnjene proti vzhodu (Atamian in sod., 2016).

Sončnice predstavljajo bogato pašo za čebele in ostale opraševalce, listi so krma za živino, iz stebela pridelujemo celulozo in semena uporabljamo za pridobivanje olja ali kot dodatek jedem. Sončnična semena so eden najboljših virov vitamina E, kar jih poznamo. Naravno sončnično olje je proizvedeno iz sončničnih semen z visoko vsebnostjo oleinske kisline. Semena vsebujejo od 38 do 48 % olja (<https://www.bodieko.si/soncnica>, 15. 1. 2021).

## 1.1 Raziskovalno vprašanje in hipoteze

V raziskavi smo želeli ugotoviti vpliv sence na izbrane parametre v določeni fazi rasti in razvoja navadne sončnice (*Helianthus annuus*), kot so višina rastline, premer in masa koška, masa semen in obračanje cvetov.

Naše hipoteze so:

**Hipoteza 1:** Višina rastlin navadne sončnice (*Helianthus annuus*) je odvisna od svetlobe.

**Hipoteza 2:** Premer koška, masa koška in masa semen navadne sončnice (*Helianthus annuus*) so odvisni od svetlobe.

**Hipoteza 3:** Obračanje cvetov navadne sončnice (*Helianthus annuus*) je odvisno od svetlobe.

## 2 TEORETSKE OSNOVE

### 2.1 Navadna sončnica (*Helianthus annuus*)

Navadna sončnica (*Helianthus annuus*) (Slika 1) je enoletna ali večletna cvetoča rastlina iz družine nebinovk Asteraceae (MFS, 1999).

Sončnice izvirajo iz Amerike, na začetku 16. stoletja pa so jih v Evropo pripeljali Španci. Sončnica kot poljščina raste na poljih, v Sloveniji pa uspeva tudi na robovih njiv ali kot okras zelenjavnih vrtov (Kocjan Ačko, 1999).



**Slika 1: Navadna sončnica (*Helianthus annuus*) – cvet.** (Vir: lasten).

Koreninski sistem sončnice je vretenast, razvejan, razvit in sega v zračnih tleh celo 2 m globoko. Korenine prenehajo z rastjo v stadiju cvetenja.

Višina stebela, ki je genetsko pogojena, znaša od 0,75 do 4,0 m. Presek stebela je okrogel in meri od 2 do 6 cm. Zunanji del stebela je rebrast po dolžini in obrasel z dlačicami.

Listi sončnic so veliki, srčasti, na koncu zašiljeni in rob lista je lahko nazobčan. Listna površina je ravna in precej groba. Listni pecelj je grob, precej odebeljen, pegast in v prečnem preseku okrogel.

Socvetje sončnice se imenuje košek. Cvetovi so nameščeni na osnovi koška, ki je okrogel, lahko je popolnoma raven, malo vbočen ali pa bolj ali manj izbočen. Cvetovi



se med seboj razlikujejo. Zunanji cvetovi so jezičasti, notranji cvetovi pa cevasti in tvorijo dobro razvit venec, nastal iz pet med seboj zraslih venčnih listov. Cvetovi, ki so cevasti, so sestavljeni iz 3 do 5 majhnih časnih lističev, 5 venčnih listov, 5 prašnikov in pestiča z dvodelno brazdo. Jezičasti cvetovi so rumene barve.

Plod imenujemo rožka in je jajčaste do podolgovate oblike, dolg od 7 do 23 mm, s tem da so oljne rožke dolge do 14 mm. Plod je sestavljen iz osemenja (perikarp), pri oljnih kultivarjih praviloma črne do temno vijoličaste, pri manj oljnih kultivarjih pa svetlo sive barve, običajno sivo-bel in progast. V rožkah oljnih sončnic predstavlja delež olja od 40 do 52 % (Bavec, 2000).

Sončnična semena so eden najboljših virov vitamina E, kar jih poznamo. Vitamin E deluje kot antioksidant, pomembno vlogo ima pri tvorbi eritrocitov, nujen je pri izkoriščanju vitamina K, pomemben je tudi pri preprečevanju bolezni srca in ožilja (<http://www.gea.si/izdelki/gea-soncnicno-olje/>, 15. 1. 2021). Sončnična semena vsebujejo še vitamine B1 in B5, od mineralov pa baker, mangan, kalij, magnezij, železo, fosfor, selen, kalcij in cink. So tudi odličen vir vlaknin, zaradi česar pozitivno vplivajo na prebavila in prebavo. Sončnična semena so edina, ki vsebujejo vse esencialne aminokisljine (<http://www.sunflowernsa.com/oil/>, 15. 1. 2021).

Naravno sončnično olje je proizvedeno iz sončničnih semen z visoko vsebnostjo oleinske kisline. Bogato je z naravnimi voski, vitaminom E, minerali in fosfatidi. Ima visok delež enkrat nenasičenih maščobnih kislin (<http://www.gea.si/izdelki/gea-soncnicno-olje/>, 15. 1. 2021).

Sončnice najbolje uspevajo na globokih, rahlih, ilovnato peščenih tleh do ilovnate strukture z urejenim vodno-zračnim režimom. Ustrezen pH tal je od 6 do 7 pH. Kot vsaka oljnica, zahteva sončnica dobro založena tla s hranili. V tleh ne sme biti preveč dušika in izberemo sončno lego. Setev sončnic kot glavnega posevka opravimo od sredine aprila do sredine maja. Seme posejemo od 2 do 5 centimetrov globoko, odvisno od lastnosti tal. Razdalja med vrstami naj bo od 50 do 70 cm, v vrsti pa od 30 do 40 cm. V Sloveniji lahko sejemo sorte, ki so vpisane v skupnem katalogu sort poljščin (Evropska sortna lista) (Tehnologija pridelave sončnic, 2017).

## 2.2 Svetloba kot dejavnik rasti in razvoja

Učinki sevanja na rastline so odvisni od spektralne sestave, jakosti in trajanja sevanja. Za rastline je najpomembnejši tisti del sončnega spektra, ki ga zaznava naše oko in ki omogoča fotosintezo (med 380 in 750 nm). Na rastline vpliva tudi ultravijolični del spektra (med 10 in 380 nm). Prevelika jakost svetlobe lahko povzroči poškodbe na rastlinskih tkivih. Značilni pojavi odsotnosti svetlobe pri rastlinah pa se kažejo z odsotnostjo zelene barve, z zmanjšano listno površino ter pospešeno rastjo v dolžino, kar imenujemo etiolacija (Larcher, 2001, Šterman, 2013).

V rastlinah najdemo več fotoreceptorjev, ki zaznavajo svetlobne signale in prepoznavajo določene valovne dolžine. Med pomembnejše sodi fitokrom, receptor za rdečo svetlobo. Receptorji za modro svetlobo so prav tako velikega pomena, saj uravnavajo fototropizem in rast stebela v dolžino. UV-svetloba, ki pride do Zemlje, negativno vpliva na rast rastlin, rastline so manjše (Vodnik, 2012, Šterman, 2013).

Senca nastane za osvetljenim predmetom, ki ne prepušča svetlobe. Senčne mreže zmanjšajo prepustnost sončne svetlobe in/ali zmanjšajo prepustnost škodljivih UV-žarkov.

Raziskava (Shirley, 1929) je pokazala, da so bila pri majhnih populacijah, 6 tednov starih navadnih sončnicah (*Helianthus annuus*), stebela daljša, če so bile rastline gojene pod mejo 48–21 % polne sončne svetlobe v primerjavi z nesenčenimi kontrolami.

Garrison in Briggs (1972) sta v eksperimentu pokazala, da so posamezne rastline navadne sončnice (*Helianthus annuus*), ki rastejo na robu polja, manjše in močnejše od njihovih vrst v središču skupine, ki so precej višje (Kutschera, Briggs, 2015).

Leta 1990 je bil izveden terenski poskus s 50-odstotnim senčenjem sončnic. Senčenje rastlin je zmanjšalo donos semen (Villalobos, 1996).

## 2.3 Heliotropizem

Charles Darwin in njegov sin Francis Darwin sta bila med prvimi znanstveniki, ki sta poročala o študijah o tropizmih v rastlinah. Oba raziskovalca sta posebno pozornost namenjala preučevanju gibanja rastlin proti svetlobi, znanega tudi kot fototropizem. Darwinovi poskusi in številne nadaljnje študije so zagotovile dovolj informacij, da je bilo mogoče ugotoviti, da so ta gibanja v rastlinah odvisna od snovi, ki spodbujajo rast rastlin (fitohormoni), znane kot avksini (Kutschera, Briggs, 2015).

V rastlinah naj bi bili tropizmi posledica odzivov rasti na določene dražljaje, kot so svetloba, dotik, gravitacija, voda ...

Fototropizem se nanaša na gibanje ali rast organizma kot odziv na svetlobne dražljaje. Fototropizem povzroči raztezanje celic na vrhu organa, ki so v delu, ki ne prejema svetlobe. To je posledica učinkov svetlobe na avksine, ki so eden od fitohormonov, ki sodelujejo pri rasti rastlin (<https://sl.warbletoncouncil.org/tropismo-14620>, 12. 1. 2021).

Izraz heliotropizem je prvi uporabil francoski botanik Augustin Pyramus de Candolle leta 1832. Heliotropizem se posebej nanaša na gibanje proti soncu (sledenje) kot odziv na svetlobni dražljaj, ki ga le-to oddaja.

Japonska botanika Shibaoka in Yamaki (1959) sta dokumentirala, da rastoči poganjki gojenih sončnic pri 9 tednih starosti izvajajo heliotropizem, ki pa se preneha, ko odrasla rastlina doseže sintezo oz. zrelost cvetov (Kutschera, Briggs, 2015).

Tudi Atamian in sod. (2016) so z eksperimentom potrdili, da v naravi le mlade sončnice kažejo heliotropna gibanja, dozoreni cvet pa je obrnjen proti vzhodu. Večina rastlinskih vrst ima dnevne ritme, ki jih uravnavajo zapletene interakcije med svetlobo, temperaturo in cirkadijsko notranjo biološko uro rastlin. Z eksperimentom so dokazali, da ima notranja biološka ura pri sončnicah pomembno vlogo pri sledenju soncu.

V izčrpni analizi fototropizma pri kritosemenkah je Iino (2001) ugotovil, da je izogibanje senci ključni proces heliotropnih gibov pri sončnicah.

Atamian in sod. (2016) so dokazali, da ima vzhodna usmeritev sončničnih cvetov ekološko prednost, saj so cvetovi, ki prestrežejo več sončnega sevanja, toplejši in privabijo več oprasovalcev.

### 3 MATERIAL IN METODE

#### 3.1 Metoda zbiranja podatkov

Na šolskem vrtu Osnovne šole Bakovci ( $46^{\circ} 37' 3''$  N - geografska širina,  $16^{\circ} 8' 58''$  E - geografska dolžina) smo zastavili eksperimentalno polje dimenzij 390 x 300 cm.

Sestava prsti je bila enotna na celotnem eksperimentalnem polju. Prst ni bila gnojena že več kot 5 let.

Semena navadne sončnice (*Helianthus annuus*) smo posejali 7. 5. 2020, vendar nobeno seme ni vzkalilo in pogledalo iz prsti. Ponovno smo semena navadne sončnice (*Helianthus annuus*) posejali 26. 5. 2020 v 3 cm globoke jamice in v vsako jamico dali po 2 semeni. Naredili smo štiri vrste (A, B, C in D) z medvrstično razdaljo 70 cm med semeni, v vrsti pa je bila razdalja 30 cm (Slika 2).

Naslednje štiri tedne smo eksperimentalno polje zalivali po potrebi, na štiri dni, če ni bilo dežja.

Dne 23. 6. 2020 smo okopali eksperimentalno polje in preverili rast rastlin. Vse rastline navadne sončnice (*Helianthus annuus*) so bile visoke med 10 do 15 cm. Kjer sta zrasli dve rastlini v eni jamici, smo redčili na eno rastlino. Rastline v vsaki vrsti smo označili s številkami od 1 do 12 (Slika 2).



Slika 2: Eksperimentalno polje, 23. 6. 2020. (Vir: lasten).

Dne 11. 7. 2020 smo rastline drugič okopali. Višina rastlin navadne sončnice (*Helianthus annuus*) je bila med 35 do 40 cm.

Dne 27. 7. 2020 so bile rastline navadne sončnice (*Helianthus annuus*) visoke približno 1,2 m (Slika 3).



**Slika 3: Eksperimentalno polje, 27. 7. 2020. (Vir: lasten).**

Dne 1. 8. 2020 smo na eksperimentalnem polju postavili ogrodje s senčilno mrežo (dvojna plast zelene mreže za senčenje), ki je pokrivala polovico rastlin (številke rastlin od 7 do 12) (Slika 4).

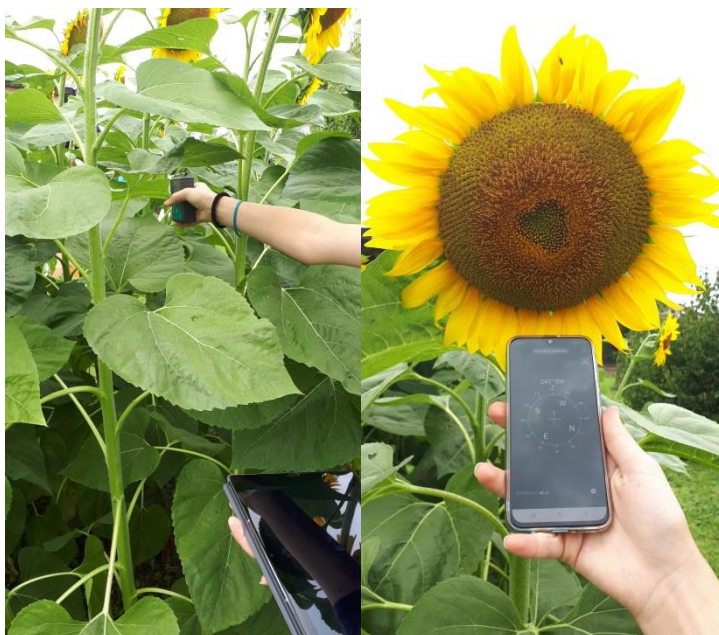


**Slika 4: Eksperimentalno polje s postavljenim ogrodjem za senco. (Vir: lasten).**

Vse rastline navadne sončnice (*Helianthus annuus*) so zacvetele do 10. 8. 2020.

Dne 18. 8. 2020 (oblačen dan) in 21. 8. 2020 (sončen dan) smo opravili fotometrične meritve osvetljenosti in UV-intenzitete s senzorjem Vernier na sončnem in senčenem delu eksperimentalnega polja zjutraj ob 9.00, opoldne ob 12.00 in popoldne ob 15.00, v višini 150 cm na določenih 12 točkah (Slika 5).

Z digitalnim kompasom smo določili smer cvetov navadnih sončnic (*Helianthus annuus*) glede na magnetni sever (Slika 5) in izmerili premer koška rastlin navadne sončnice (*Helianthus annuus*) (Slika 6).



**Slika 5: Merjenje osvetljenosti in UV-intenzitete (levo) ter določanje smeri cvetov navadne sončnice (*Helianthus annuus*) (desno). (Vir: lasten).**

Ko so semena navadne sončnice (*Helianthus annuus*) začela dozorevati, smo jih zaščitili pred ptiči z redko mrežo.

Dne 8. 10. 2020 smo opravili končne meritve višin rastlin, odrezali koške, jim izmerili premer ter jih stehali (Slika 6). Koške navadnih sončnic (*Helianthus annuus*) smo ločili v označene vrečke ter jim odstranili semena.



**Slika 6: Merjenje premera in tehtanje koška navadne sončnice (*Helianthus annuus*).**  
(Vir: lasten).

Stehtali smo maso svežih semen, po sušenju pa še maso suhih semen navadne sončnice (*Helianthus annuus*) (Slika 7).



**Slika 7: Tehtanje sveže in suhe mase semen navadne sončnice (*Helianthus annuus*).**  
(Vir: lasten).

### 3.2 Metoda obdelave podatkov

Opravljena je bila statistična obdelava podatkov s statističnimi analizami, tabelarnimi in grafičnimi prikazi rezultatov, ki so nastali z uporabo programa Excel.

Rezultate povprečnih vrednosti višin rastlin, premera klobuka, mase klobuka in mase semen navadne sončnice (*Helianthus annuus*) smo prikazali kot srednjo vrednost.

Meritve obračanja cvetov navadne sončnice (*Helianthus annuus*), dobljene z digitalnim kompasom, smo prikazali na 360° krožnem prikazu kot dejanske izmerjene vrednosti.

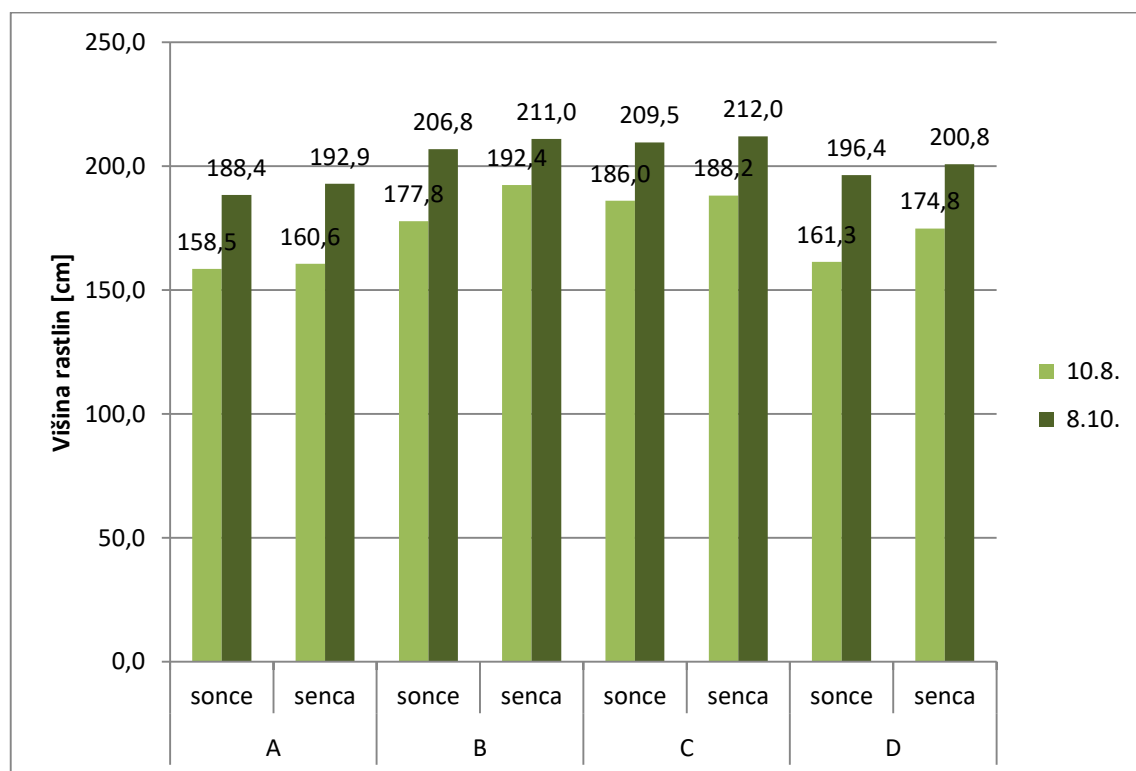


## 4 REZULTATI

Rezultati eksperimentalnega dela so pokazali, da senca značilno vpliva na višino rastlin navadne sončnice (*Helianthus annuus*).

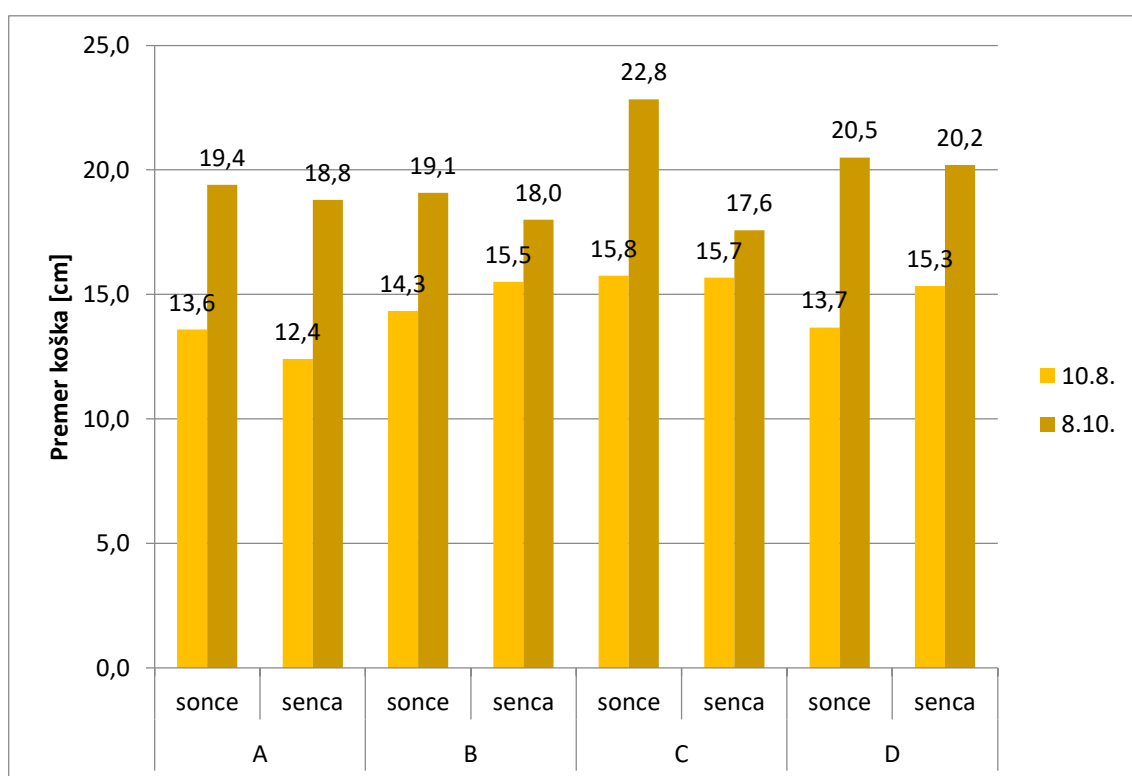
Iz Grafa 1 je razvidna povprečna višina rastlin navadne sončnice (*Helianthus annuus*). Razberemo, da je bila povprečna višina rastlin navadne sončnice (*Helianthus annuus*) na sončnem delu eksperimentalnega polja dne 10. 8. 2020 170,9 cm, kar je v povprečju za 8,1 cm ali 4,5 % nižja vrednost kot na senčnem delu eksperimentalnega polja.

Dne 8. 10. 2020 so končne povprečne višine rastlin na sončnem delu eksperimentalnega polja merile 200,3 cm, kar pomeni, za 3,9 cm ali 1,9 % nižje vrednosti kot na senčnem delu. Opazimo tudi, da so povprečne višine rastlin notranjih vrst (B, C) višje kot povprečne višine rastlin zunanjih vrst (A, D).



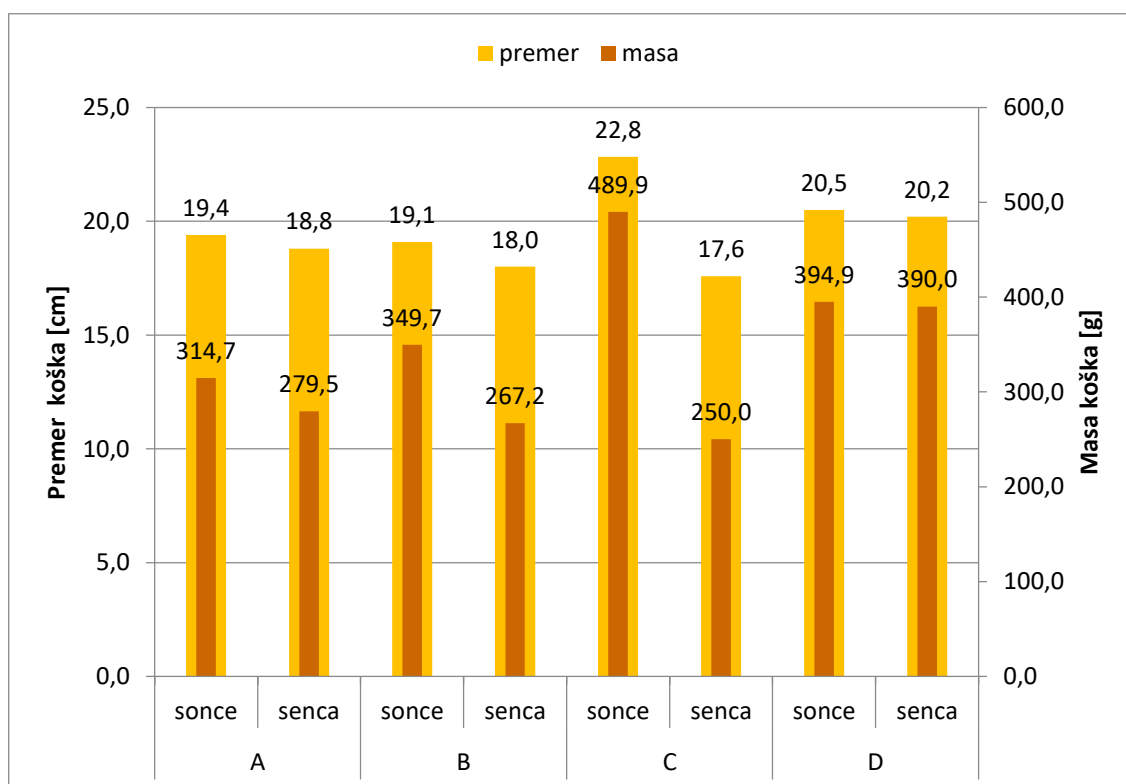
**Graf 1: Povprečna višina rastlin navadne sončnice (*Helianthus annuus*) v odvisnosti od sonca in sence. (Merjeno: 10. 8. in 8. 10. 2020).**

Iz rezultatov, ki jih prikazuje Graf 2, je razviden povprečen premer koška navadne sončnice (*Helianthus annuus*). Razberemo, da je bil povprečen premer koška rastlin navadne sončnice (*Helianthus annuus*) na sončnem delu eksperimentalnega polja dne 10. 8. 2020 14,3 cm, na senčnem delu pa 14,7 cm. V tej fazi rasti za koške nismo mogli določiti značilnega vpliva sence. Končne povprečne vrednosti premerov koškov rastlin so bile dne 8. 10. 2020 na sončnem delu eksperimentalnega polja 20,4 cm ali za 1,8 cm večje kot na senčnem delu. Opazimo, da imajo v določeni fazi rasti notranje vrste rastlin (B, C) večji premer koška kot zunanje vrste rastlin (A, D).



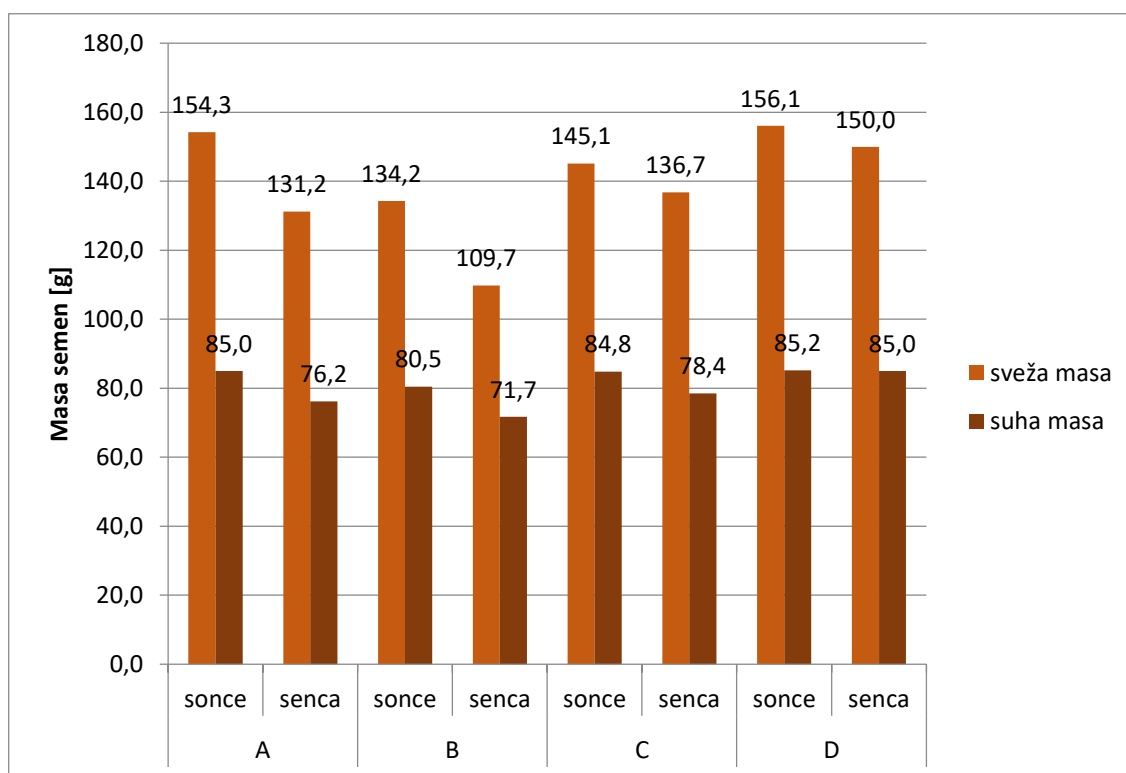
**Graf 2: Povprečen premer koška rastlin navadne sončnice (*Helianthus annuus*) v odvisnosti od sonca in sence. (Merjeno: 10. 8. in 8. 10. 2020).**

Iz Grafa 3 sta razvidna povprečna masa in povprečen premer koška rastlin navadne sončnice (*Helianthus annuus*) ob spravilu. Povprečna masa koška na sončnem delu eksperimentalnega polja dne 8. 10. 2020 je bila 387,3 g ali 90,6 g (23,4 %) večja kot na senčnem delu eksperimentalnega polja. Povprečen premer koška rastlin navadne sončnice (*Helianthus annuus*) na sončnem delu eksperimentalnega polja dne 8. 10. 2020 je bil 20,4 cm ali za 1,8 cm (8,85 %) večji kot na senčnem delu. Sklepamo, da povečini večji povprečni premeri koškov pomenijo večjo povprečno maso koškov.



**Graf 3: Povprečna masa in povprečen premer koška rastlin navadne sončnice (*Helianthus annuus*) v odvisnosti od sonca in sence ob spravilu.**

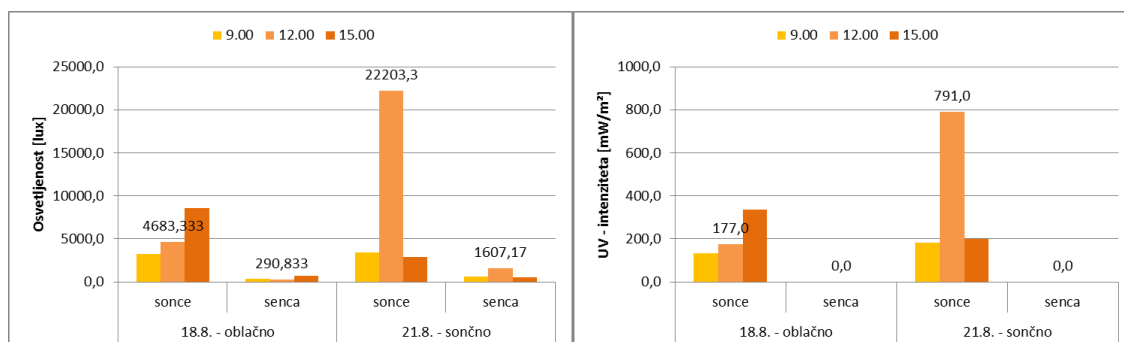
Spodnji graf (Graf 4) prikazuje povprečno svežo in suho maso semen navadne sončnice (*Helianthus annuus*). Razberemo, da je bila povprečna masa svežih semen navadne sončnice (*Helianthus annuus*) na sončnem delu eksperimentalnega polja 147,4 g ali 10,5 % višja kot na senčnem delu, kjer je povprečna masa svežih semen znašala 131,9 g. Povprečna masa suhih semen na sončnem delu eksperimentalnega polja je znašala 83,9 g ali 7,3 % več kot na senčnem delu. Semena na sončnem delu eksperimentalnega polja so v povprečju vsebovala 43,1 % vlage, na senčnem delu pa 41,0 % vlage.



**Graf 4: Povprečna sveža in suha masa semen navadne sončnice (*Helianthus annuus*) v odvisnosti od sonca in sence.**

Graf 5 prikazuje povprečno osvetljenost (lux) in UV-intenziteto ( $\text{mW}/\text{m}^2$ ) na sončnem in senčnem delu eksperimentalnega polja, merjeno ob treh različnih urah: ob 9.00, 12.00 in 15.00, v višini 150 cm.

Meritve osvetljenosti, opravljene na oblačen dan, 18. 8. 2020 ob 12.00, so dosti nižje kot meritve opravljene na sončen dan, 21. 8. 2020 ob 12.00. Osvetljenost je znatno višja na sončnem delu eksperimentalnega polja v primerjavi s senčnim delom. UV-intenziteta je na senčnem delu enaka 0.



**Graf 5: Povprečna osvetljenost in UV-intenziteta na oblačen in sončen dan na eksperimentalnem polju.**

Tabela 1 prikazuje usmerjenost cvetov navadne sončnice (*Helianthus annuus*) v odvisnosti od sonca in sence. Iz krožnega prikaza ( $360^\circ$ ) razberemo, da je bila 18. 8. 2020 na oblačen dan, ob 9.00 uri, na sončnem delu eksperimentalnega polja večina cvetov obrnjena med  $78^\circ$  E (E = vzhod) in  $110^\circ$  SE (SE = jugovzhod) ter med  $125^\circ$  SE in  $132^\circ$  SE, na senčnem delu eksperimentalnega polja pa je opaziti večjo razpršenost obračanja cvetov; večina jih kaže smer med  $92^\circ$  E in  $125^\circ$  SE. Dne 18. 8. 2020 ob 12.00 uri je bila na sončnem delu večina cvetov obrnjena med  $88^\circ$  E in  $102^\circ$  E ter med  $125^\circ$  SE in  $140^\circ$  SE, medtem ko je na senčnem delu spet opaziti večjo razpršenost obrnjenih cvetov; večina jih je v smeri med  $92^\circ$  E in  $150^\circ$  SE. Ob 15.00 je bila na sončnem delu eksperimentalnega polja večina cvetov obrnjenih med  $82^\circ$  E in  $100^\circ$  E ter med  $121^\circ$  SE in  $135^\circ$  SE; na senčnem delu se kaže večja razpršenost obrnjenih cvetov, večina jih kaže smer med  $92^\circ$  E in  $116^\circ$  SE.

Dne 21. 8. 2020, na sončen dan ob 9.00, je bila večina cvetov na sončnem delu eksperimentalnega polja obrnjenih med  $80^\circ$  E in  $145^\circ$  SE, na senčnem delu pa je bila razpršenost smeri cvetov med  $20^\circ$  E in  $175^\circ$  SE. Ob 12.00 je bila večina cvetov na

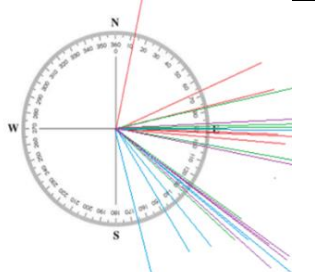
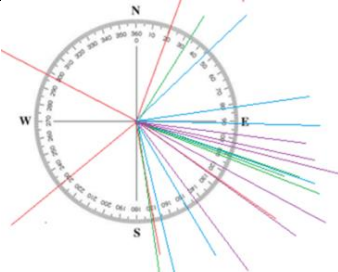
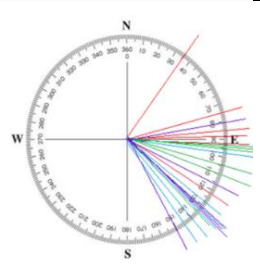
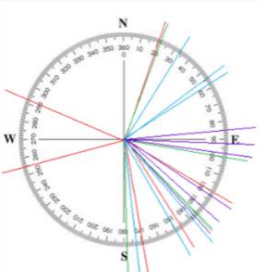
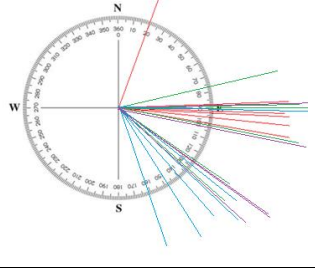
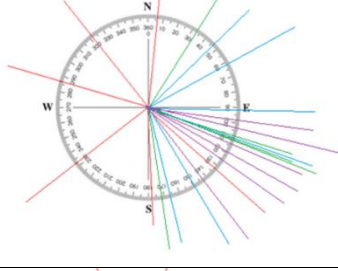
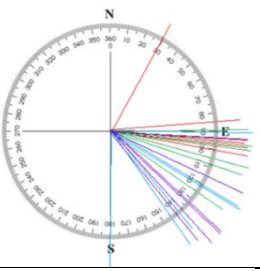
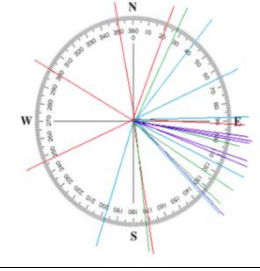
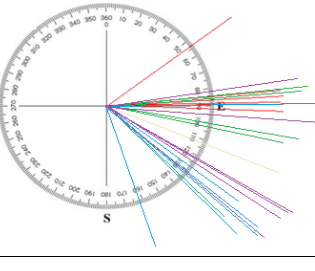
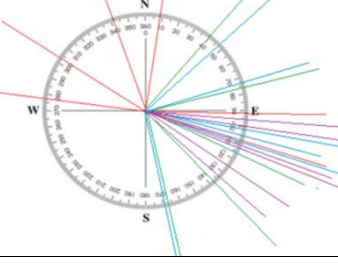
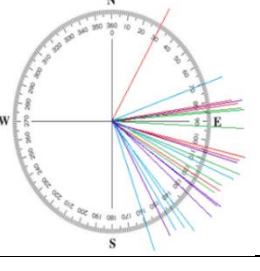
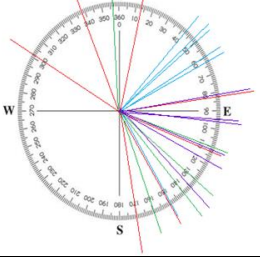

sončnem delu obrnjena med 85° E in 145° SE, na senčnem delu pa velja razpršenost smeri cvetov med 88° E in 170° SE. Ob 15.00 je bila na sončnem delu usmeritev cvetov med 80° E in 150° SE, na senčnem delu pa večja razprešenost med 42° E in 160° SE.

Opaziti je bolj enotno usmerjene cvetove navadnih sončnic (*Helianthus annuus*) na sončnem delu eksperimentalnega polja kot na senčnem delu. Na senčnem delu je opaziti večjo razpršenost usmerjenosti cvetov. Sončen in oblačen dan vplivata tudi na manjše razlike v usmerjenosti cvetov.

Končna usmerjenost večine cvetov je na sončnem delu eksperimentalnega polja pokazala smer vzhod.

Zrele cvetne glave navadnih sončnic (*Helianthus annuus*) so ob koncu eksperimentalnih opazovanj (spravilo) bile usmerjene proti tlom.

**Tabela 1: Usmerjenost cvetov navadne sončnice (*Helianthus annuus*) v odvisnosti od sonca in senca. Merjeno: 18. 8. in 21. 8. 2020, ob 9.00, 12.00 in 15.00 uri.**

	Oblačen dan		21. 8. 2020	Sončen dan	
	sonce	senca		sonce	Senca
9.00			9.00		
12.00			12.00		
15.00			15.00		
					

## 5 SKLEPI

V raziskovalni nalogi smo ugotavljali vpliv sence na izbrane parametre v določeni fazi rasti in razvoja navadne sončnice (*Helianthus annuus*).

Vse naše zastavljene hipoteze lahko potrdimo, saj smo dokazali, da senca vpliva na rast in razvoj rastlin navadne sončnice (*Helianthus annuus*), kot so višina rastlin, velikost koška, masa koška in semen ter obračanje cvetov v odvisnosti od svetlobe.

**Hipoteza 1:** Višina rastlin navadne sončnice (*Helianthus annuus*) je odvisna od svetlobe. - **POTRJENA**

**Hipoteza 2:** Premer koška, masa koška in masa semen navadne sončnice (*Helianthus annuus*) so odvisni od svetlobe. - **POTRJENA**

**Hipoteza 3:** Obračanje cvetov navadne sončnice (*Helianthus annuus*) je odvisno od svetlobe. - **POTRJENA**

Z rezultati smo pokazali, da so povprečne višine rastlin na sončnem delu eksperimentalnega polja bile nižje kot tiste na senčnem delu. Zaradi odsotnosti svetlobe rastline pospešeno rastejo v dolžino (Larcher, 2001), UV- svetloba pa negativno vpliva na rast rastlin (Vodnik, 2012).

Prav tako so rastline v notranjosti eksperimentalnega polja dosegale višje višine kot rastline na robu, saj so se morale boriti za več svetlobe in so to kompenzirale s hitrejšo rastjo v dolžino. Do podobnih rezultatov prideta že Garrison in Briggs leta 1972.

Končni premeri koškov navadne sončnice (*Helianthus annuus*) na sončnem delu so bili večji kot tisti na senčnem delu. Premeri koškov so bili v razmerju z maso koškov.



Masa svežih semen navadne sončnice (*Helianthus annuus*) je na sončnem delu dosegla višje vrednosti kot na senčnem delu.

Rastline navadne sončnice (*Helianthus annuus*) so na sončnem delu bolj enotno obrnile končni položaj cvetu proti vzhodu kot na senčnem delu. Predvidevamo, da so rastline pod senčno mrežo iskale najboljšo pot do sonca in nato obstale v določenem položaju, ko so cvetovi dozoreli. Lino je leta 2001, v izčrpni analizi fototropizma ugotovil, da je izogibanje senci ključni proces heliotropnih gibov pri sončnicah. Heliotropizem se preneha, ko rastlina doseže zrelost cvetov (Kutchera, Briggs, 2015).

Predvidevamo tudi, da je usmerjenost cvetov, ki je na sončnem delu eksperimentalnega polja bila bolj enotno usmerjena proti vzhodu in je zaradi toplote privabila več opráševalcev na cvet, kot dokazujejo Atamian in sod., leta 2016, povezana z uspešnejšo oprášitvijo cvetov, in pozneje tudi z večjo maso semen. Hkrati pa je tu še vpliv sence, ki vpliva na zmanjšan donos semen, kot potrjuje raziskava Villalobusa (1996).

Naši rezultati se ujemajo z navedenimi ekperimentalnimi ugotovitvami različnih citiranih avtorjev.

V naši raziskavi smo ugotovili, da ima senca vpliv na vse preučevane parametre.

## **6 DRUŽBENA ODGOVORNOST**

Dobljeni rezultati so uporabni pri načrtih za manjše posevke sončnic na domačih vrtovih ali drugih manjših površinah ob vrtcih, šolah, domovih za ostarele, tudi ob manjših čebelnjakih, kjer ni velikega vpliva sence.

Sončnice so medovite rastline, zato imajo pomembno vlogo pri paši čebel.

Sončnice v manjših količinah lahko gojimo za pridobivanje semen, ki jih zaužijemo kot dodatek k hrani ali pa jih uporabimo kot hrano za ptice.

Opravljena raziskava ima odprtih še veliko možnosti raziskovanja, ki jih lahko vključimo tudi v vsakdan pouka v šoli.

## 7 LITERATURA

- Atamian H. S., Creux N. M., Brown E. A., Garner A. G., Blackman B. K., Harmer S. L., 2016, Circadian regulation of sunflower heliotropism, floral orientation, and pollinator visits, *Science* 05 Aug 2016: 587–590.
- Bavec F., 2000, Nekatero zapostavljene in/ali nove poljščine, Maribor, Fakulteta za kmetijstvo.
- Iino M., 2001, Phototropism in higher plants, In: D-P Haider, M. Lebert, eds. *Photomovement*, Amsterdam: Elsevier Science, 663–811.
- Kocjan Ačko D., Pozabljene poljščine, Ljubljana, 1999, *Kmečki glas*: 143–155.
- Kutschera U., Briggs W., 2015, Phototropic solar tracking in sunflower plants: An integrative perspective, *Annals of botany*, 117. 10.1093/aob/mcv141.
- Larcher W., 2001, *Physiological Plant Ecology*, Verlag Berlin Heidelberg.
- Martinčič A., Wraber T., Jogan N., Ravnik V., Podobnik A., Turk B., Vreš B., 1999, *Mala flora Slovenije – ključ za določanje praprotnic in semenk*, Ljubljana, TZS.
- Pomen sončnic: <https://www.bodieko.si/soncnica>, 15. 1. 2021.
- Shirley H. L., 1929, The influence of light intensity and light quality upon the growth of plants. *American Journal of Botany* 16: 354–390.
- Statistični urad RS: <https://www.stat.si/StatWeb/News/Index/9150>, 1. 2. 2021.
- Šterman N., 2013, Vpliv svetlobnih filtrov na kalitev in zgodnji razvoj fižola, koruze, vodne kreše in redkvice ter izvedba poskusa v šolah, *Diplomsko delo*, Maribor.
- Tehnologija pridelave sončnic, 2017, *Kmetijsko gospodarska zbornica Slovenije*.
- Tropizmi: <https://sl.warbletoncouncil.org/tropismo-14620>, 12. 1. 2021.
- Villalobos F. J., Soriano A., Fereres E., 1992, Effects of shading on dry matter partitioning and yield of field-grown sunflower, *European Journal of Agronomy*, Volume 1, Issue 2.
- Vodnik D., 2012, *Osnove fiziologije rastlin*, Biotehniška univerza Ljubljana.
- Vsebnost sončničnih semen: <http://www.gea.si/izdelki/gea-soncnicno-olje/>, 15. 1. 2021 in <http://www.sunflowernsa.com/oil/>, 15. 1. 2021.