



Univerza v Ljubljani  
*Pedagoška* fakulteta



GFML

Gimnazija Franca Miklošiča  
Ljutomer

## **Rastlinski in glivni toksini, kemijski ter družbeno-kulturni pogled, glicinija (*Wisteria*)**

Raziskovalna naloga na področju interdisciplinarno

(kemija, biologija, ekologija)

**Avtorici:**

Julija Kronvogel, Petra Ouček

**Razred:** 3. c

**Šolska mentorica:**

Mateja Godec, prof. kem.

**Zunanja mentorja:**

doc. dr. Miha Slapničar, prof. kem., biol.

asist. Tim Prezelj, mag. mol. funkc. biol.

Ljutomer, februar 2023

## **Zahvala**

*Iskreno se zahvaljujemo šolski mentorici Mateji Godec, prof. kem. za usmerjanje, pomoč, razlago ter svetovanje ob ustvarjanju raziskovane naloge.*

*Hvala tudi zunanjima mentorjema doc. dr. Mihi Slapničarju, prof. kem., biol. in asist. Timu Prezlju, mag. mol. funkc. biol. s Pedagoške fakultete UL, prav tako za usmerjanje ter pomoč pri ustvarjanju te raziskovalne naloge.*

*Iskrena hvala tudi šolski laborantki Sonji Koroša, ki nama je pomagala pri pripravi na eksperimentalni del raziskovalne naloge v laboratoriju ter nama popestrila čas preživet v laboratoriju.*

*Hvala Sarah Jerebic, prof. slo. za lektoriranje najine raziskovalne naloge.*

*Zahvala gre Centru KemikUm Univerze v Ljubljani, Pedagoške fakultete.*

*Raziskavo je podprl ERASMUS+ projekt 'Diversity in Science toward Social Inclusion – Non-formal Education in Science for Students` Diversity (DiSSI)' (612103-EPP-1-2019-1-DE-EPPKA3-IP1-SOC-IN), ki ga financira Evropska Unija.*

*Zahvala gre tudi staršem, ki so nama omogočili vse prevoze, in prijateljem, ki so naju spodbujali ter verjeli v naju.*

*Nenazadnje pa hvala šoli, ki nama je omogočila izvedbo raziskovalne naloge z opremo.*

## POVZETEK

Strupi in toksini so v uporabi že vse od pradavnine, njihove lastnosti kot strupe in zdravila pa se raziskuje še danes. Z navadno maceracijo smo iz različnih delov glicinije (listov, cvetov, stebela, osemenja ploda in semen ploda), ki smo jih v sončnih dnevih septembra 2022 nabrali v SV delu Slovenije, pridobili ekstrakte. Pri ekstrakciji smo kot topilo uporabili vodo ali 70 % raztopino etanola. Ekstrakte smo uporabili za poskuse na semenih rastlin kreše in mungo ter na solinskih rakcih. Iz rezultatov smo izvedeli, da večina ekstraktov spodbuja kalitev in rast rastlin ob tem pa tudi da jih večina uničuje druge organizme, kar smo izvedli s poskusi na solinskih rakcih. Na njihovo delovanje na rastline in solinske rakce pa vpliva tudi izbira topila ter koncentracija ekstrakta v uporabljeni raztopini.

**Ključne besede:** glicinija, strup, alelopatija, kreša, mungo, solinski rakci

## ABSTRACT

Poisons and toxins have been used since ancient times, and their properties as poisons and medicines are still being researched today. Extracts were obtained from different parts of Wisteria (leaves, flowers, stems, fruit pericarp, and fruit seeds) collected in the NE part of Slovenia during sunny days in September 2022 by simple maceration. The solvent used for extraction was water or a 70 % ethanol solution. The extracts were used for experiments on seeds of cress and mung bean plants and on brine shrimps. The results show that most of the extracts stimulate germination and plant growth, and that most of them kill other organisms, as we have seen in experiments on brine shrimps. The choice of solvent and the concentration of the extract in the solution used also influence their effect on plants and brine shrimp.

**Key words:** Wisteria, poison, allelopathy, cress, mungo, brine shrimp

## KAZALO VSEBINE

1.	UVOD.....	7
2.	TEORETIČNI DEL.....	8
2.1.	OPIS / SPLOŠEN PREGLED.....	8
2.2.	ZGODOVINSKO OZADNJE/POMEN IN KULTURNA POMEMBOST.....	11
2.3.	TOKSIČNE UČINKOVINE IN DELOVANJE.....	12
2.3.1.	ALKALOIDI.....	13
2.3.2.	LEKTINI.....	14
2.4.	EKOLOGIJA.....	15
2.5.	UPORABA.....	16
2.6.	ALELOPATIJA.....	16
3.	METODE DELA.....	18
3.1.	NAČRTOVANJE DELA.....	18
3.2.	OPIS VZORCA.....	18
3.3.	EKSTRAKCIJA.....	19
3.4.	ANALIZA VZORCEV.....	21
3.5.	POSKUSI NA KALEČIH RASTLINAH.....	22
3.6.	POSKUSI NA SOLINSKIH RAKCIH.....	22
4.	REZULTATI DELA IN RAZPRAVA.....	23
4.1.	POSKUSI NA KALEČIH RASTLINAH.....	23
4.1.1.	KREŠA.....	23
4.1.2.	KREŠA - RAZPRAVA.....	29
4.1.3.	MUNGO.....	30
4.1.4.	MUNGO - RAZPRAVA.....	36
4.2.	POSKUSI NA SOLINSKIH RAKCIH.....	37
5.	ZAKLJUČEK.....	40
6.	VIRI IN LITERATURA.....	42
6.1.	VIRI SLIK.....	44
7.	PRILOGA.....	45

## SEZNAM SLIK

Slika 1:	Glicinija (vir: Petra Ouček).....	8
Slika 2:	Glicinija (vir: Ema Bakan).....	8

Slika 3: Primerjava vrst glicinij (vir: Kutnar idr., 2019) .....	9
Slika 4: Listi glicinije (vir: Petra Ouček).....	9
Slika 5: Cvetovi glicinije (vir: "Wisteria sinensis", 2021) .....	10
Slika 6: Plodovi glicinije (vir: Ema Bakan) .....	10
Slika 7: Izvorna območja glicinije (zeleno) (vir: Royal Botanic Gardens, Kew, b. d.).....	12
Slika 8: Skeletna formula vistarina (vir: Uenishi, 1998).....	13
Slika 9: Umetna sinteza vistarina (vir: Uenishi, 1998).....	14
Slika 10: Trakasti model molekule ricina (vir: "Rizin", 2022).....	15
Slika 11: Zasnova eksperimentalnega dela.....	18
Slika 12: Nabrani in zapakirani deli glicinije (vir: Petra Ouček) .....	18
Slika 13: Nabrani in zapakirani cvetovi glicinije (vir: Petra Ouček) .....	19
Slika 14: Nabrani in zapakirani listi glicinije (vir: Petra Ouček).....	19
Slika 15: Nabrana in zapakirana stebila glicinije (vir: Petra Ouček).....	19
Slika 16: Nabrani in zapakirani plodovi glicinije (vir: Petra Ouček).....	19
Slika 17: Mešanje vzorcev z magnetnim mešalom (vir: Julija Kronvogel) .....	20
Slika 18: Filtriranje ekstraktov (vir: Julija Kronvogel) .....	20
Slika 19: Filtriranje ekstraktov (vir: Julija Kronvogel) .....	21
Slika 20: Nastavljeni poskusi na solinskih rakcih (vir: Petra Ouček) .....	39

## SEZNAM GRAFOV

Graf 1: Dolžina kalčkov v kontrolnih eksperimentih (70 % etanol in voda) pri kreši .....	23
Graf 2: Dolžina kalčkov v vzorcih KVL1 in KVL2 pri kreši .....	24
Graf 3: Dolžina kalčkov v vzorcih KEL1 in KEL2 pri kreši.....	24
Graf 4: Dolžina kalčkov v vzorcih KVC1 in KVC2 pri kreši .....	25
Graf 5: Dolžina kalčkov v vzorcih KEC1 in KEC2 pri kreši.....	25
Graf 6: Dolžina kalčkov v vzorcih KVS1 in KVS2 pri kreši.....	26
Graf 7: Dolžina kalčkov v vzorcih KES1 in KES2 pri kreši .....	26
Graf 8: Dolžina kalčkov v vzorcih KVPO1 in KVPO2 pri kreši .....	27
Graf 9: Dolžina kalčkov v vzorcih KEPO1 in KEPO2 pri kreši.....	27
Graf 10: Dolžina kalčkov v vzorcih KVPS1 in KVPS2 pri kreši.....	28
Graf 11: Dolžina kalčkov v vzorcih KEPS1 in KEPS2 pri kreši .....	28
Graf 12: Primerjava dolžin kalčkov pri kreši v 10-krat razredčenih raztopinah ekstraktov v vodnem topilu .....	29
Graf 13: Primerjava dolžin kalčkov pri kreši v 100-krat razredčenih raztopinah ekstraktov v vodnem topilu .....	29
Graf 14: Primerjava dolžine kalčkov pri kreši v 10-krat razredčenih raztopinah ekstraktov v etanolnem topilu .....	30
Graf 15: Primerjava dolžine kalčkov pri kreši v 100-krat razredčenih raztopinah ekstraktov v etanolnem topilu .....	30
Graf 16: Dolžina kalčkov v kontrolnih eksperimentih pri mungo semenih .....	31
Graf 17: Dolžina kalčkov v vzorcih MVL1 in MVL2 pri mungo semenih .....	31
Graf 18: Dolžina kalčkov v vzorcih MEL1 in MEL2 pri mungo semenih .....	32
Graf 19: Dolžina kalčkov v vzorcih MVC1 in MVC2 pri mungo semenih .....	32
Graf 20: Dolžina kalčkov v vzorcih MEC1 in MEC2 pri mungo semenih.....	33

Graf 21: Dolžina kalčkov v vzorcih MVS1 in MVS2 pri mungo semenih.....	33
Graf 22: Dolžina kalčkov v vzorcih MES1 in MES2 pri mungo semenih .....	34
Graf 23: Dolžina kalčkov v vzorcih MVPO1 in MVPO2 pri mungo semenih .....	34
Graf 24: Dolžina kalčkov v vzorcih MEPO1 in MEPO2 pri mungo semenih.....	35
Graf 25: Dolžina kalčkov v vzorcih MVPS1 in MVPS2 pri mungo semenih.....	35
Graf 26: Dolžina kalčkov v vzorcih MEPS1 in MEPS2 pri mungo semenih .....	36
Graf 27: Primerjava dolžin kalčkov pri mungo semenih v 10-krat razredčenih raztopinah ekstraktov v vodnem topilu .....	36
Graf 28: Primerjava dolžin kalčkov pri mungo semenih v 100-krat razredčenih raztopinah ekstraktov v vodnem topilu .....	36
Graf 29: Primerjava dolžin kalčkov pri mungo semenih v 10-krat razredčenih raztopinah ekstraktov v etanolnem topilu .....	37
Graf 30: Primerjava dolžin kalčkov pri mungo semenih v 100-krat razredčenih raztopinah ekstraktov v etanolnem topilu .....	37

## SEZNAM TABEL

Tabela 1: Ekstrakti.....	21
Tabela 2: Odstotek smrtnosti rakcev v poskusu v razmerju ekstrakt:medij rakcev = 1:1 glede na čas .	38
Tabela 3: Odstotek smrtnosti rakcev v poskusu v razmerju ekstrakt:medij rakcev = 1:2 glede na čas .	38

# 1. UVOD

*»Vse je strup in nič ni neškodljivo, samo odmerek loči zdravilo od strupa.«*

*- Paracelsus*

Strupi so povsod okoli nas. Vsaka snov lahko potencialno predstavlja strup, a hkrati tudi zdravilo. Tega so se ljudje zavedali že od pradavnine in se še danes. Nekoč so strupe uporabljali pri lovu, gojenju rastlin, pogosto v majhnih količinah kot zdravila. Zanimivo je dejstvo, da se marsikateri strup nahaja v naravi prav tam, kjer bi ga najmanj iskali, med vsakdanjimi in pogostimi rastlinami, za katere niti ne pomislimo, da so strupene. Tako nas je ob brskanju po literaturi presenetil podatek, da je strupena tudi glicinija. Rastlina, ki jo kot okrasno rastlino najdemo na mnogih vrtovih v Pomurju, rastlina, ki se močno razrase, lepo cveti in daje močno senco v poletnih mesecih.

Odločili smo se, da bomo glicinijo in vsebnost strupov v njej podrobneje raziskali. Zanima nas, katere strupe glicinija vsebuje, kakšne so količine teh strupov in v katerem delu rastline lahko najdemo največjo količino oziroma najnevarnejše strupe. Preizkusili bomo, kakšen je vpliv teh strupov na insekte in na kaljenje oz. rast drugih rastlin, kar nam bo posledično pomagalo pri določanju uporabnosti ekstraktov iz glicinije kot pesticida oz. insekticida ali herbicida.

Cilj naloge je iz različnih delov glicinije (listi, steblo, cvetovi, plod – o semenje, plod – seme) pridobiti ekstrakte v dveh različnih topilih in jih analizirati. Nato preizkusiti še vpliv teh ekstraktov na kaljenje in rast rastlin ter učinek na insekte. Zastavili smo si naslednje hipoteze:

- 1. Glicinija je strupena rastlina.**
- 2. Različni deli rastline vsebujejo različne količine strupov, največ jih vsebujejo semena.**
- 3. Strupi v ekstraktih delov glicinije zavirajo kalitev in rast semen kreše in mungo.**
- 4. Strupi v ekstraktih delov glicinije škodijo oz. negativno vplivajo na solinske rakce.**
- 5. Na učinkovitost ekstrakta pri zaviranju kalitve in rasti semen kreše in mungo ter uničevanju solinskih rakcev vpliva izbira topila.**

## 2. TEORETIČNI DEL

### 2.1. OPIS / SPLOŠEN PREGLED

Dandanes lahko glicinijo (*Wisteria*) zasledimo na skoraj vsakem dvorišču, za kar je verjetno krivo njeno prelepo vzpenjanje po zidovih, ki le-te okraši in popestri. Prav tako pa so prekrasni njeni cvetovi, ki prostoru dodajo nekaj barve.



Slika 1: Glicinija (vir: Petra Ouček)

Glicinija je listopadna ovijalka s tankimi vejami, ki se med seboj prepletajo v debelejšje veje (Lozinšek, 2009). Ovijalke potrebujejo trdno in visoko oporo, kitajska glicinija (*Wisteria sinensis*) se lahko tako povzpne celo do višine 20 metrov (Mohamed idr., 2011).

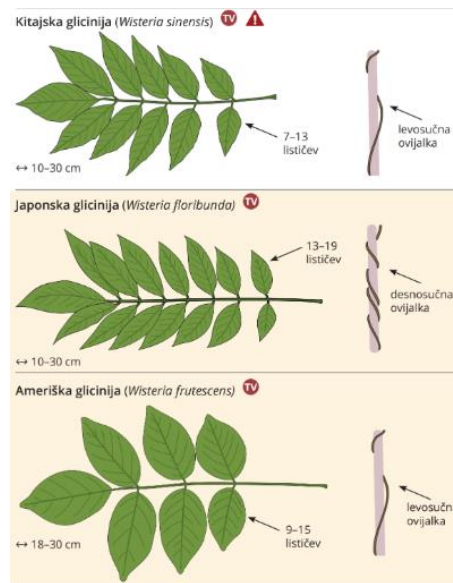


Slika 2: Glicinija (vir: Ema Bakan)

Medtem pa japonska glicinija (*Wisteria floribunda*) lahko doseže višino le od 6 do 8 metrov. Glede na smer ovijanja ločimo levosučne, katerih ovijalke se glede na podlago ovijajo z leve proti desni oz. v nasprotni smeri urinega kazalca, taki sta na primer kitajska glicinija (*Wisteria sinensis*) in ameriška glicinija (*Wisteria frutescens*), ter desnosučne, katerih ovijalke se glede na podlago ovijajo z desne proti



levi oz. v smeri urinega kazalca, taka je na primer japonska glicinija (*Wisteria floribunda*) (Lozinšek, 2009).



Slika 3: Primerjava vrst glicinij (vir: Kutnar idr., 2019)

Vse vrste glicinij imajo zelene listje, ki se pri posameznih vrstah lahko razlikuje po odtenkih. Listi kitajske glicinije (*Wisteria sinensis*) so spiralno razvrščeni in lihopernato sestavljeni, običajno je 7–13 lističev, ki so veliki 10–30 cm. So podolgovati in koničasti. Medtem pa ima japonska glicinija (*Wisteria floribunda*) 13–19 lističev, ki so po velikosti in obliki enaki listom kitajske glicinije (*Wisteria sinensis*), ameriška glicinija (*Wisteria frutescens*) pa ima 9–15 lističev v velikosti 18–30 cm, so bolj ovalne oblike in manj koničasti (Kutnar idr., 2019).



Slika 4: Listi glicinije (vir: Petra Ouček)

Cvetovi glicinije rastejo v do 50 cm velikih gostih visečih grozdastih socvetjih, ki oddajajo prijeten nežen vonj (Lozinšek, 2009). Le-ti pa so lahko svetlo modri, vijoličasti, rožnati, pri nekaterih vrstah tudi beli.



*Slika 5: Cvetovi glicinije (vir: "Wisteria sinensis", 2021)*

Rastlina lahko cveti tudi do dvakrat na leto, enkrat na začetku pomladi, drugič pa sredi poletja. Število cvetenj je odvisno od vrste (Schade idr., 2018). Po cvetenju se pojavijo 10–15 cm dolgi dlakavi plodovi v obliki stroka, ki vsebujejo semena (Lozinšek, 2009). Le-ta so velika, a jih je v posameznem zelenem stroku malo, zaradi tega pa strok oblikujejo v obliko kapljice.



*Slika 6: Plodovi glicinije (vir: Ema Bakan)*

Glicinija je toploljubna rastlina, ki se rada vzpenja po sončnih stenah hiš (Schade idr., 2018).

Vsi deli glicinije so strupeni, še posebej pa stroki oz. semena (Mayer, 2006). Zaužitje teh vpliva na delovanje živčnega sistema in povzroča slabost, bruhanje, krče ter drisko (Siol, 2013).

Taksonomska razvrstitev glicinije:

Domena: Eukaryota (eukaryotes) → evkarionti

Kraljestvo: Plantae → rastline

Podkraljestvo: Viridiplantae (green plants) → alge (zelene rastline)

Deblo: Streptophyta → kopenske rastline

Razred: Magnoliopsida (flowering plants) → cvetoče rastline

Red: Fabales → stročnice

Družina: Fabaceae → metuljnice

Wisteria → glicinija

Vrsta: Wisteria floribunda → japonska glicinija

Wisteria brachybotrys

Wisteria brevidentata

Wisteria frutescens → ameriška glicinija

Wisteria hybrid cultivar

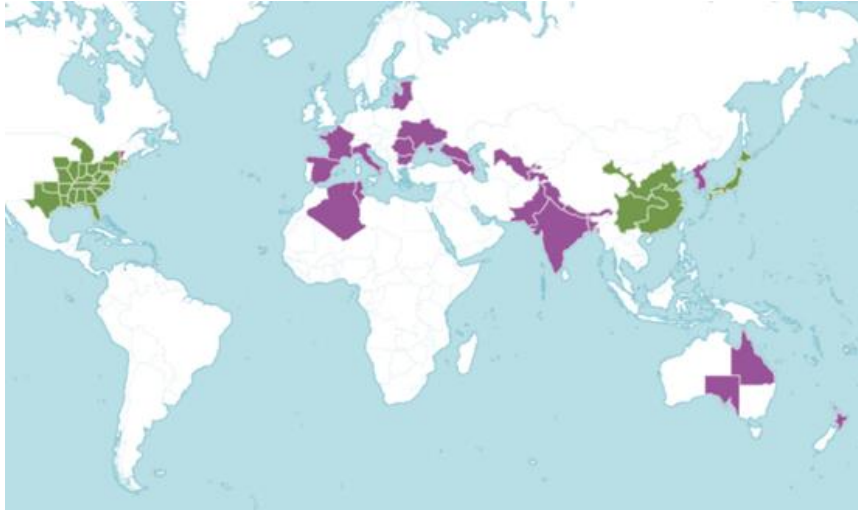
Wisteria sinensis → kitajska glicinija

Wisteria villosa

(National Library of Medicine, b. d.)

## 2.2. ZGODOVINSKO OZADNJE/POMEN IN KULTURNA POMEMBNOST

Izvirno območje vseh vrst glicinij predstavljajo vzhodni deli območja današnjih Združenih držav Amerike in južni deli območja današnje Kanade ali pa območja držav vzhodne Azije, med katerimi so Kitajska, Japonska in Koreja. Že tam je bila glicinija popularna kot okrasna rastlina. Kasneje se je razširila po svetu predvsem kot okrasna rastlina, na določenih območjih pa so jo označili za invazivno vrsto (Mohamed idr., 2011).



Slika 7: Izvorna območja glicinije (zeleno) (vir: Royal Botanic Gardens, Kew, b. d.)

Razširjanje glicinij iz Japonske in Kitajske je bilo razvidno v 19. stoletju:

Japonska glicinija (*Wisteria floribunda*) je bila iz Japonske prinesena v 19. stoletju in je postala priljubljena v južnih delih ZDA kot dekorativni dodatek stenam, vrtovom ter verandam (SE-EPPC, b. d.).

Zaradi prekrasnih cvetov, s katerimi se ponaša, je bila vrsta kitajske glicinije (*Wisteria Sinensis* (Sims) Sweet) na sredini 19. stoletja prinesena tudi na območje današnje Hrvaške, natančneje v Dubrovnik, skupaj z rumeno tekomo (*Tecoma unguis cati* L.). Prinesel jo je dubrovniški zdravnik Ivo Rubricius (Đurasović, 1997).

Predvsem japonska (*Wisteria floribunda*) in kitajska glicinija (*Wisteria sinensis*) imata na svojem izvornem območju velik kulturni pomen. Njuna vlakna uporabljajo za papir in preproge, prav tako se uporablja tudi kot lokalna delikatesa. Več o tem v poglavju 2.5 UPORABA.

### 2.3. TOKSIČNE UČINKOVINE IN DELOVANJE

Strupi in toksini so na Zemlji navzoči že praktično od začetka. Mnoge so uporabljali že od antike naprej, in sicer v namene lova, pri raznih obredih, za umore in seveda v medicinske namene.

Ker bomo v nadaljevanju pogosto omenjali pojma strup in toksin, definirajmo najprej njuna pomena.

»STRÚP – snov, ki v dovolj visokem odmerku ali koncentraciji povzroči pojav neželenih učinkov na živih organizmih, posameznih celicah, tkivih, organih ali organskih sistemih in lahko vodi v smrt organizma« (Strup, 2020).

»TOKSÍN – spojina, ki jo proizvajajo in izločajo žive celice, organizmi in je strupena za druge celice, organizme« (Toksin, 2020).

Med prvimi je strup definiral Švicar Paracelsus z izrekom: »Vse je strup in nič ni neškodljivo, samo odmerek loči zdravilo od strupa.« (»Strup«, 2022).

Toksini so prisotni v mnogih rastlinah, predvsem kot obrambno sredstvo pred rastlinojedimi živalmi. Nekateri so tako močni, da lahko resno poškodujejo ali ubijejo rastlinojedca, ki rastlino poje. Prav tako

so posledično škodljivi za človeka in lahko v večjih količinah tudi njemu povzročijo zdravstvene težave ali smrt. Prisotni so tudi v hrani, na primer sadju in zelenjavi, ki jo redno uživamo, vendar so količine ali delovanje neškodljivi človeku. Običajno se toksini v rastlinah pojavljajo kot sekundarni metaboliti, ki so lahko proteini ali pa preproste organske molekule, katerih vloga je zaščita pred glivami, bakterijami, žuželkami in plenilci, v tem primeru rastlinojedci. Tako se sekundarni metaboliti v rastlinah pojavljajo kot molekule obrambe, barvil ali okusa in so odgovorni za preživetje rastline, predvsem v tekmovalnem okolju (Singh idr., 2013).

V gliciniji kot rastlini zasledimo marsikatero strupe in vrste toksinov. Med njimi alkaloide, lektine in tudi flavonoide.

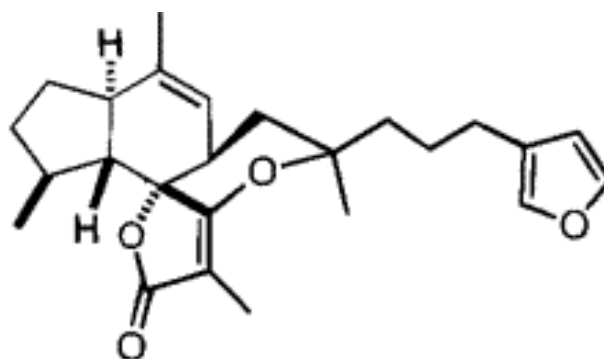
### 2.3.1. ALKALOIDI

Alkaloidi so naravne organske spojine, ki imajo bazične lastnosti, vsebujejo dušikove atome, ki so vezani v heterociklično strukturo in povzročajo močne fiziološke učinke. Mednje spadata na primer nikotin in kokain (Singh idr., 2013). Ime pomeni, da imajo bazične lastnosti, čeprav to ne velja za vse alkaloide (»Alkaloid«, 2022). Prav tako za vse ne velja heterociklična struktura z dušikom, izjemoma dušika nimajo ali pa je dušik v obliki primarne, sekundarne ali terciarne aminske skupine. Vsi pa so, fiziološko aktivni (Slapničar idr., 2021). Gre torej za veliko skupino spojin, za katero ni karakteristične strukturne prvine (Chemie.de, b. d.). Glede na osnovni skelet jih delimo na heterociklične in karbociklične (»Alkaloid«, 2022).

Večina jih je zelo strupenih, bele barve in grenkega okusa. Prav tako so slabo topni v vodi, a zato dobro topni v nepolarnih organskih topilih. Alkaloidi so optično aktivne spojine.

V naravi se najpogosteje pojavljajo v rastlinah. Le-te jih zaradi strupenosti uporabljajo za odganjanje rastlinojedcev in zaščito pred bakterijami, glivami ter virusi, kar pomeni, da so obrambne spojine. Čeprav so alkaloidi strupeni, se zaradi psihoaktivnega učinka v majhnih količinah uporabljajo v zdravilih, številni pa sodijo med droge (Slapničar idr., 2021).

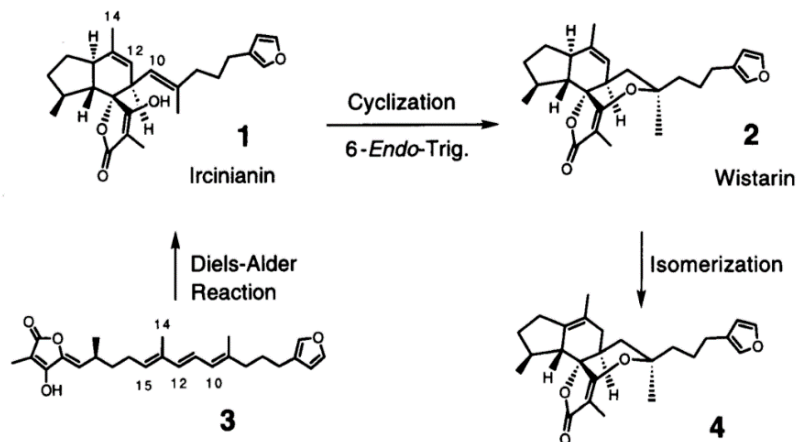
V gliciniji najbolj zastopan alkaloid je vistarin.



Slika 8: Skeletna formula vistarina (vir: Uenishi, 1998)

Vistarin je leta 1886 iz glicinije izoliral Wilhelm Martin Ottow. Opisan je bil kot kristalinični glikozid dobro topen v alkoholu in slabo v etru in mrzli vodi. Tališče vistarina je 204 °C, okus pa je grenak (»Wistarin (Blauregen)«, 2020).

Vistarin se lahko umetno sintetizira iz ircinianina, le-ta pa se pridobi iz morske spužve rodu *Ircinia* in predvidoma nastane z intramolekularno Diels-Alderjevo reakcijo (slika 9) (Uenishi, 1998).



Slika 9: Umetna sinteza vistarina (vir: Uenishi, 1998)

### 2.3.2. LEKTINI

Besedo »lektin« je leta 1954 prvi uporabil William Boyd. Besedo je izpeljal iz latinske besede *legere*, ki pomeni »izbirati« (»Lektini«, 2010). Lektini so namreč raznolika skupina beljakovin.

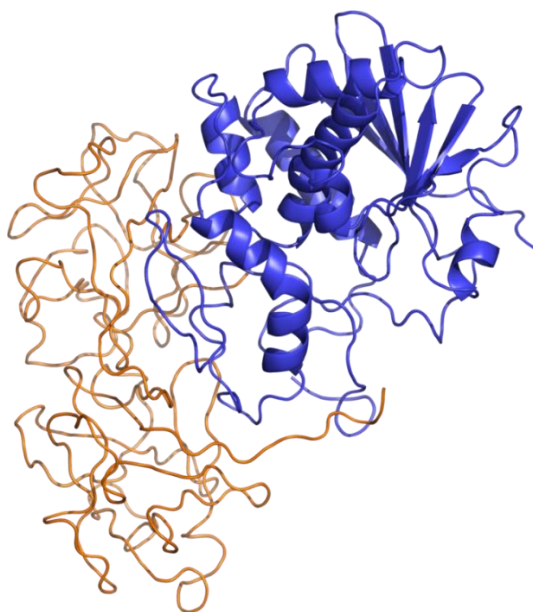
Beljakovine, ki zlepljajo (aglutinirajo) eritrocite, so odkrili proti koncu 19. stoletja. Vse skupaj se je začelo z odkritjem toksičnega hemaglutinina ricina. Njihovo ime, (hem)aglutinini, izvira iz dejstva, da imajo več vezavnih mest za ogljikove hidrate, kar jim omogoča povezavo glikanov na različnih celicah in posledično aglutinacijo celic. Danes jih imenujemo lektini.

Lektini so beljakovine, ki so sposobne prepoznati in se vezati le na specifične monosaharide. V celici se na tak način vežejo na določene stranske skupine sladkorjev v celični steni ali membrani in tako povzročijo spremembo v fiziologiji membrane (Žurga, 2011). Ta sprememba omogoči aglutinacijo eritrocitov in s tem nastanek krvnih strdkov. Še preden pa pridejo do eritrocitov se morajo lektini transportirati v splošni krvni obtok skozi črevesje. Lektini se namreč vežejo na črevesno steno, poškodujejo črevesno sluznico in tako spremenijo prepustnost črevesja (»Rizin«, 2022).

Glede na strukturo lahko lektine delimo na tri tipe: merolektine, hololektine in himerolektine. Merolektini so zgrajeni iz ene polipeptidne domene in vsebujejo le eno vezavno mesto, zaradi česar ne kažejo aglutinacijske aktivnosti. Hololektini so zgrajeni iz dveh ali več domen, ki so lahko enake ali zelo homologne in vežejo sladkorje. Zaradi tega so ti hololektini zmožni aglutinacije celic. Himerolektini so zgrajeni iz lektinske domene in domene z drugo biološko vlogo.

Lektine lahko dodatno razdelimo glede na homologijo oziroma evolucijsko sorodnost, in sicer na: R, L, P, C, I in galektine. Ta klasifikacija ne zajame vseh lektinov (Žurga, 2011).

V rastlinah se v večini primerov najvišje koncentracije lektinov nahajajo prav v semenih zaradi njihove osnovne vloge skladiščenja proteinov in skladiščenja ter mobilizacije rezervnih snovi. Pomembni so tudi za širjenje celične stene, transport ogljikovih hidratov ... (Žurga, 2011).



Slika 10: Trakasti model molekule ricina (vir: "Rizin", 2022)

V gliciniji imajo največjo vsebnost lektinov semena in stroki. Med vsemi najbolj izstopa ricin. Ricin je oblika lektina, ki spada v skupino hololektinov. To pomeni, da je sestavljen iz komponente, ki veže celice, in komponente, ki posreduje toksičnost. Prav tako povzroča zaviranje biosinteze evkariontskih beljakovin. Za smrtno zastrupitev človeka (pri peroralnem zaužitju) zadostuje 0,3–20 miligramov izoliranega ricina na kilogram telesne teže (»Rizin«, 2022). To so približno 3 semena glicinije pri odraslih, za otroke sta dovolj že 2 semeni (Tierarzt Dumhart, b. d.).

Simptomi zastrupitve z ricinom:

- razširjene zenice,
- bledica obraza,
- hud glavobol,
- slabost in bruhanje,
- želodčni krči in driska

(Plantopedia, b. d.).

## 2.4. EKOLOGIJA

Glicinija spada v red stročnic, natančneje v družino metuljnic.

Red Fabales, stročnice, je dobil ime po bobu (faba), ki je bil pomembna prehranska stročnica že v antiki, predvsem je bila pomembna v antičnem Rimu. Zrna oziroma semena stročnic so med rastlinskimi najbogatejša z beljakovinami, v večini pa jih sestavljajo kompleksni ogljikovi hidrati, prehranske vlaknine, vitamini in minerali.

Družina Fabaceae, metuljnice, spada v red stročnic. Ime so dobile po obliki venčnih listov, ki imajo ladjico, dve krili in jadro. Nekatere imenujemo tudi zrnate stročnice – bob, volčji bob, čičerika, leča,

soja, grah, fižol. Za te je značilno zorenje semen znotraj stroka, ki se z rastjo povečujejo, da dozori v mlado zrnje, zatem pa se posušijo (Cigić idr., 2022).

## 2.5. UPORABA

Glicinija se uporablja kot okrasna rastlina, s številnimi kultivarji<sup>1</sup>, za pripravo raznih eteričnih olj in dišav (Royal Botanic Gardens, Kew, b. d.). Znan je tudi uporaba vlaken njenega stebela za izdelavo papirja, posamezno vlakno pa je lahko dolgo od 1,3 do 3,7 mm. Za ta namen naberejo stebela poleti, odstranijo liste in s parjenjem pripravijo stebela za pridobivanje vlaken. Končni izdelek, papir, je rjave barve (Natural Medicinal Herbs, b. d.).

Predvsem na Japonskem so vlakna glicinije prav tako bila uporabljena za tkanje v močne ozke trakove, ki so bili potem uporabljeni kot robovi preprog, t. i. »tatami«. Le-te, pobarvane v indigo modro barvo, so bile zelo cenjene na javnih mestih, kot so templji. Prav tako so iz vlaken izdelali delovna oblačila (Dusenbury, 1992).

Čeprav nenavadno, so nekateri deli kitajske glicinije (*Wisteria sinensis*), ko so kuhani, užitni in celo predstavljajo delikateso, kar bi lahko povezali s tem, da so lektini, in v gliciniji od teh prisoten ricin, beljakovine in ob visokih temperaturah denaturirajo. Kuhano seme se je in se še uporablja v medicini za zdravljenje srčnih bolezni, drugače pa se ob uživanju svetuje previdnost. Seme predstavlja tudi naravni diuretik. Prav tako so užitni cvetovi, ko so temeljito oprani in nato skuhani ali pripravljene kot ocvrtki. Lokalno delikateso imenovano »Teng Lo« pa predstavljajo cvetovi, ki so nadaljnje sušeni v sladkorju in zmešani z moko. Listi vsebujejo alantoično kislino (allantoic acid) in se uporabljajo kot nadomestek za čaj. Mladi listi naj bi bili prav tako užitni.

Poznane so tudi omembe uporabe stebel in cvetov v kitajski medicini, vendar le-ti niso podrobneje predstavljeni (Natural Medicinal Herbs, b. d.).

## 2.6. ALELOPATIJA

Izvorni besedi izraza alelopatija sta grški besedi "allelon" in "patos". Allelon pomeni razmerje do drugega, pathos pa pomeni poškodovati drugega. Posplošeno se ga uporablja za poimenovanje biološkega pojava, pri katerem ena rastlina, s sproščanjem kemikalij v okolje, pozitivno ali negativno vpliva na rast in razvoj druge rastline in ostalih organizmov v njeni bližini (Tesio in Ferrero, 2010).

Ko rastline proizvajajo sekundarne metabolite, s katerimi vplivajo na rast in razvoj drugih organizmov v svoji okolici, te snovi imenujemo alelokemijske spojine (Narwal, 2010). Le-te lahko ali izboljšajo simbiotske odnose, na primer med rastlinami in glivami ali med rastlinami in bakterijami, ali pa drugi rastlini škodujejo z zaviranjem rasti in kalitve, saj na to snov ni prilagojena (Reinhart in Callaway).

Alelokemikalije se v rastlinah nahajajo v listih, lubju, koreninah, cvetovih in plodovih, v okolje pa se sproščajo na več različnih načinov: z razpadom oziroma razkrojem rastlinskih ostankov, s koreninskimi

---

<sup>1</sup> Kultivar = s človekovim namernim izborom vzgojena rastlina.



izločki, s hlapenjem iz listov, lahko pa se zaradi padavin spirajo s površine lista v tla (Del Moral in Muller, 1969).

Med prehodom od izvorne rastline do tarčnega organizma na spojine vplivajo številni dejavniki. Ti z različnimi med seboj povezanimi fotokemičnimi, kemičnimi in biokemičnimi procesi povzročajo njihov transport, transformacijo, zadrževanje, jim zmanjšajo količino izhodnih snovi in vplivajo na njihovo učinkovitost. Alelokemikalije lahko na podlagi teh procesov postanejo kompleksnejše ali enostavnejše, bolj ali pa manj strupene, lahko se pa tudi popolnoma razgradijo in s tem izgubijo toksičnost. V prsti je najpogostejša biokemična transformacija, ki jo izvajajo mikroorganizmi, katerih aktivnost je odvisna od ustreznosti encimov za razgradnjo snovi, vlage, razpoložljivosti kisika in hranil, temperature ter od lastnosti prsti. Ob prisotnosti sončne svetlobe poteka fotokemična transformacija. Kemična transformacija pa je odvisna od sestave prsti in prisotnosti snovi, ki omogočajo redukcijo, oksidacijo, substitucijo, polimerizacijo ali hidrolizo alelokemikalij. (Cheng, 1992)

Vpliv na pospešitev ali zaviranje rasti in razvoja drugih organizmov izločene alelokemikalije dosežejo tako, da povzročajo spremembe v lastnosti prsti. Spremenijo njeno hranilno vrednost, aktivnost organizmov, ki živijo v njej, npr. glist, žuželk, mikroorganizmov. Posredno preko prsti pa pri drugem organizmu s spremembo genetskega materiala vplivajo na številne življenjske procese, kot so: odpornost, dihanje, fotosinteza, prevodnost elementov, uravnavanje hormonov, privzem mineralov, sinteza proteinov in pigmentov, aktivnost encimov, prepustnost membrane, rast in fiksacija dušika. (Rizvi idr., 1992)

## 3. METODE DELA

### 3.1 NAČRTOVANJE DELA



Slika 11: Zasnova eksperimentalnega dela

### 3.2. OPIS VZORCA

Za izvajanje eksperimentalnega dela smo najprej nabrali različne rastlinske organe glicinije – liste, cvetove, stebila in plodove smo nabrali čez sončne dni v mesecu septembru in oktobru leta 2022, in sicer v SV regiji Slovenije. Razvrstili smo jih v vrečke in jih do ekstrahiranja v šolskem laboratoriju hranili v zamrzovalniku.



Slika 12: Nabrani in zapakirani deli glicinije (vir: Petra Ouček)



*Slika 13: Nabrani in zapakirani cvetovi glicinije (vir: Petra Ouček)*

*Slika 14: Nabrani in zapakirani listi glicinije (vir: Petra Ouček)*



*Slika 15: Nabrana in zapakirana stebila glicinije (vir: Petra Ouček)*

*Slika 16: Nabrani in zapakirani plodovi glicinije (vir: Petra Ouček)*



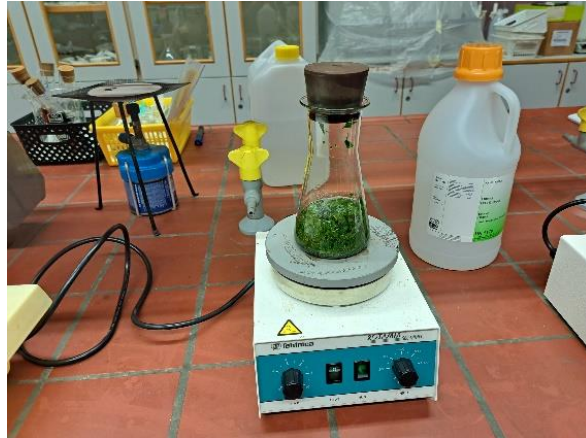
### 3.3. EKSTRAKCIJA

Za ekstrakcijo posameznih delov rastline smo se odločili uporabiti postopek navadne maceracije z dvema različnima topiloma, in sicer s 70 % vodno raztopino etanola in vodo, pri sobni temperaturi in s konstantnim mešanjem z magnetnim mešalom.

Na splošno je maceracija vrsta ekstrakcijske tehnike, ki jo izvajamo na sobni temperaturi. Postopek navadne maceracije pa obsega, da zdrobljen rastlinski material, ki smo ga predhodno oprali in mu odstranili ostale materiale (plevel, skale, pesek), damo oziroma pomočimo za določeno časovno obdobje v nepredušno posodo z izbranim topilom. Le-to lahko občasno tresemo, če pa je celotnemu

času dodan postopek mešanja, lahko izboljšamo končni rezultat ekstrakcije, torej ekstrakt. Zatem trdne delce odcedimo oziroma odfiltriramo (Singh, 2008).

Vzorci smo narezali na majhne koščke, jih prelili z izbranim topilom in dodali magnetno mešalo. Vzorci smo pustili na mešalu 4 ure, nato pa dobljeno zmes prefiltrirali. Filtrat smo prelili v plastično posodico s pokrovčkom in ekstrakt zamrznili s tekočim dušikom. Takšne ekstrakte smo shranili v šolski zamrzovalnik.



*Slika 17: Mešanje vzorcev z magnetnim mešalom (vir: Julija Kronvogel)*



*Slika 18: Filtriranje ekstrakcij (vir: Julija Kronvogel)*



Slika 19: Filtriranje ekstraktov (vir: Julija Kronvogel)

V tednu in pol smo pridobili in v tekočem dušiku zamrznili vse potrebne ekstrakte za nadaljnje raziskovanje. Dobili smo 10 različnih ekstraktov, opisani so v *Tabeli 1*.

*Tabela 1: Ekstrakti*

Ekstrakti v vodi	Ekstrakti v etanolni raztopini	Datum ekstrakcije
VL	EL	17.01.2023
VC	EC	19.01.2023
VS	ES	20.01.2023
VPO	EPO	24.01.2023
VPS	EPS	26.01.2023

Legenda:

V – ekstrakt v vodi

E – ekstrakt v 70 % vodni raztopini etanola

L – ekstrakt iz listov (npr. VL1 – ekstrakt iz listov v vodi številka 1)

C – ekstrakt iz cvetov (npr. VC1 – ekstrakt iz cvetov v vodi številka 1)

S – ekstrakt iz stebela

PO – ekstrakt iz osemenja ploda

PS – ekstrakt iz semena ploda

### 3.4. ANALIZA VZORCEV

Za analizo ekstraktov smo se odločili z namenom, da bi raziskali kolikšno količino strupa vsebujejo posamezni deli glicinije, kot so listi, cvetovi, stebela, osemenje ploda ter seme ploda. Za analizo smo kontaktirali več zunanjih institucij, vendar se nam žal ni uspelo dogovoriti za ustrezne analize. Ker v

našem šolskem laboratoriju nimamo možnosti za izvedbo takšnih analiz, smo le te bili primorani opustiti.

### 3.5. POSKUSI NA KALEČIH RASTLINAH

Za poskuse na kalečih rastlinah smo se odločili iz namena raziskati vpliv toksinov glicinije na ostale rastline. Ta metoda preučevanja o pozitivnem ali negativnem vplivu na rast in razvoj drugih organizmov se imenuje alelopatija. Na podlagi le-te smo dobljene ekstrakte 10-krat ter 100-krat razredčili (namen razredčitev je bil dobiti širši vpogled na delovanje toksinov), ter jih uporabili na semenih kreše in munga.

Posamezno razredčitev smo na koncu označili s številko 1 (10-kratna razredčitev) ali 2 (100-kratna razredčitev). Glede na rastlino, pa smo vzorcu na začetku dodali črko K (za semena kreše) ali M (za semena munga). Oboje smo dodali k začetnim kraticam, predstavljenim že prej (VL, VC, VPS, VPO ...)

Za vsako ekstrakt smo pripravili 4 petrijevke. Na prvih dveh je bilo 10 semen munga, na drugih dveh pa 50 semen kreše, saj je le-ta manjša, na dveh 10-kratno razredčeni ekstrakt in na drugih dveh 100-krat razredčeni ekstrakt. Ob tem pa so bile nastavljene še štiri kontrolne petrijevke, dve s krešo in dve z mungo semeni, ter v kombinaciji je bil v dveh 70 % etanol v dveh pa voda.

Semena smo nato dvakrat, enkrat prvi dan drugič pa peti dan, namočili s 6 mililitri posamezne ekstrakcije. Njihovo rast smo opazovali 9 dni.

### 3.6. POSKUSI NA SOLINSKIH RAKCIH

Za poskus vpliva na solinske rakce smo se odločili z namenom, da bi dokazali tudi negativen in strupen vpliv toksinov glicinije na živalske organizme. Solinske rakce smo iz kupljenih jajčec vzgojili v enem litru po navodilih pripravljene slane vode, ter jih ogrevali z namizno lučjo. Naslednji dan smo že izležene rakce v štirih kapljicah slane vode, izpostavili različnemu številu kapljic nerazredčenim ekstraktom (en poskus v razmerju 1:1 (štiri kapljice slane vode z rakci in štiri kapljice ekstrakta) in 1:2 (štiri kapljice slane vode z rakci in osem kapljici ekstrakta)). Ob tem so bili nastavljeni še kontrolni eksperimenti, kjer je bilo namesto kapljic ekstrakta dodano uporabljeno topilo, torej 70 % raztopina etanola ali voda.

Njihovo življenjsko stanje smo spremljali 3 ure pod lupo tako, da smo prešteli vse rakce v vzorcu, ter nato vse rakce, ki so v vzorcu poginili po določenem času.

Nato smo število rakcev v vzorcu, primerjali s številom mrtvih rakcev, da smo lahko izračunali delež poginulih rakcev ter s tem primerjali vpliv ekstraktov na rakce.

## 4. REZULTATI DELA IN RAZPRAVA

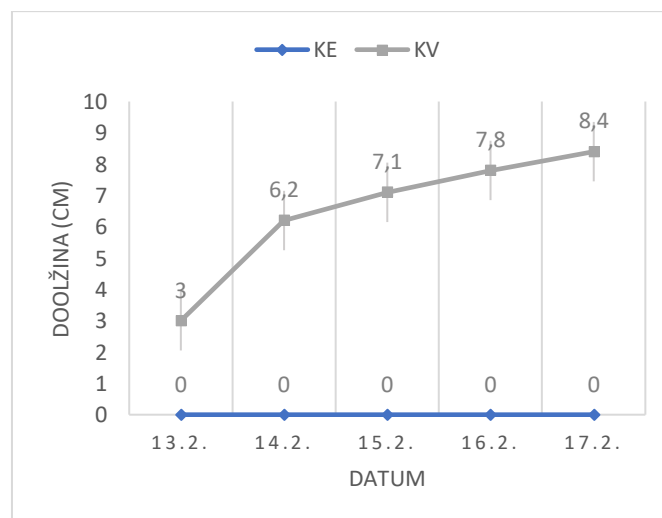
### 4.1. POSKUSI NA KALEČIH RASTLINAH

Po tem, ko smo nastavili petrijevke, smo redno opazovanje začeli po treh dneh, saj so se takrat začeli kazati vidni rezultati; že naslednji dan po nastavitvi poskusov pa je bilo vidno nakazano pokanje semenskih ovojnic v vzorcih z ekstrakti, medtem ko je bilo to v kontrolnih eksperimentih videti kasneje.

#### 4.1.1. KREŠA

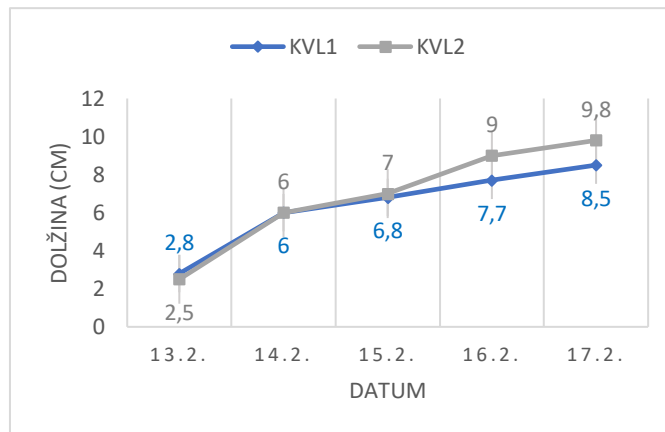
Rezultati so predstavljeni v grafih glede na dolžino zraslega kalčka po dnevih. Dolžina zapisana za dan predstavlja povprečje vseh kalčkov v poskusu tisti dan. Navpične sive črtice pri podatkih predstavljajo standardno napako.

V grafih sta združena po 2 vzorca enakega ekstrakta, torej 10-kratna in 100-kratna razredčitev pri semenih kreše. Vsak vzorec smo primerjali s kontrolnimi na način, da smo izračunali razliko med njima po enačbi: povprečna dolžina kalčka v vzorcu, ki ga primerjamo - dolžina kalčka v kontrolnem eksperimentu = razlika; le to smo glede na kontrolni eksperiment pretvorili v odstotke pri vzorcih z vodo, v vzorcih z etanolom jih nismo pretvarjali v odstotke, saj je bila rast v kontrolnem eksperimentu ničelna. Če je izračunana razlika pozitivna, pomeni, da je ekstrakt deloval ugodno na rast, če pa je izračunana razlika negativna, pa pomeni, da je ekstrakt zaviral rast.



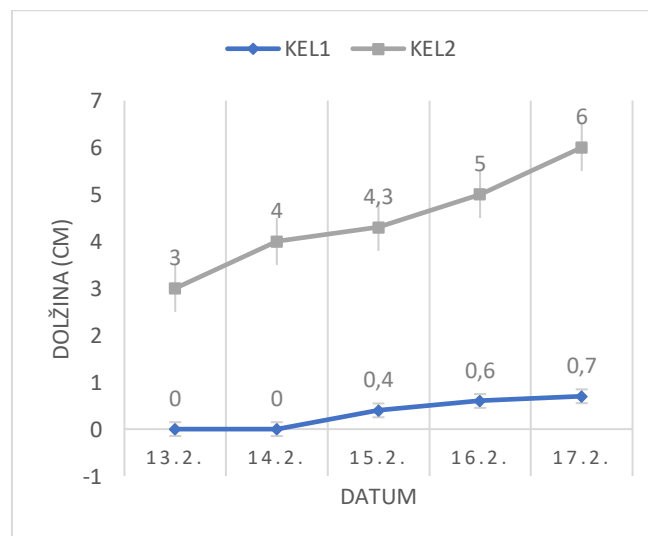
Graf 1: Dolžina kalčkov v kontrolnih eksperimentih (70 % etanol in voda) pri kreši

V grafu 1 sta predstavljena kontrolna eksperimenta, torej en v vodi in drugi v 70 % etanolu. Iz grafa je razvidno, da v primeru kontrolnega eksperimenta z etanolom semena niso vzkalila skozi ves čas opazovanja, medtem ko v vodi so.



Graf 2: Dolžina kalčkov v vzorcih KVL1 in KVL2 pri kreši

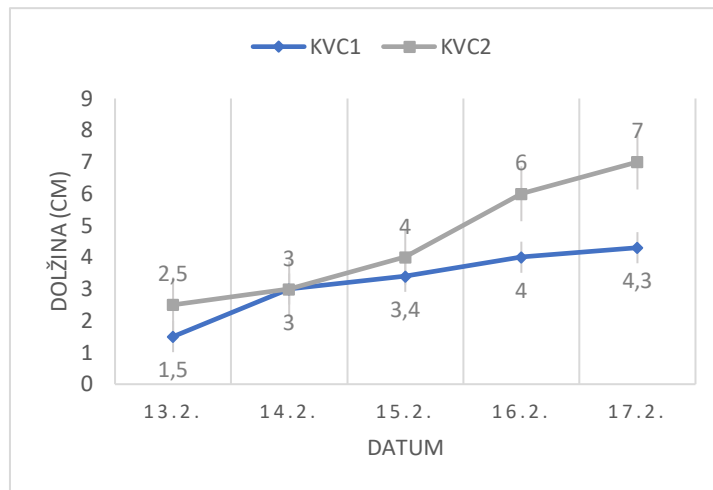
Graf 2 predstavlja KVL1 in KVL2, ki sta ekstrakta listov z vodnim topilom. Tukaj lahko opazamo podobno rast, kot pri kontrolnem eksperimentu, predvsem pri KVL1, kjer je 10-krat razredčena raztopina in kjer razlika prvi dan znaša -6,7 % (-0,2 cm), drugi dan -3,2 % (-0,2 cm), tretji dan -4,2 % (-0,3 cm), četrti dan -1,3 % (-0,1 cm), zadnji dan pa +1,2 % (+0,1 cm). Medtem pa lahko opazimo odstopanje pri KVL2, kjer je 100-krat razredčena raztopila, predvsem pri zadnjih dveh dneh, kjer so kalčki daljši kot pri kontrolnem eksperimentu. Pri tem je razlika prvi dan -16,7 % (-0,5 cm), drugi dan -3,2 % (-0,2 cm), tretji dan -1,4 % (-0,1 cm), četrti dan +15,4 % (+1,2 cm), zadnji dan pa že +16,7 % (+1,4 cm).



Graf 3: Dolžina kalčkov v vzorcih KEL1 in KEL2 pri kreši

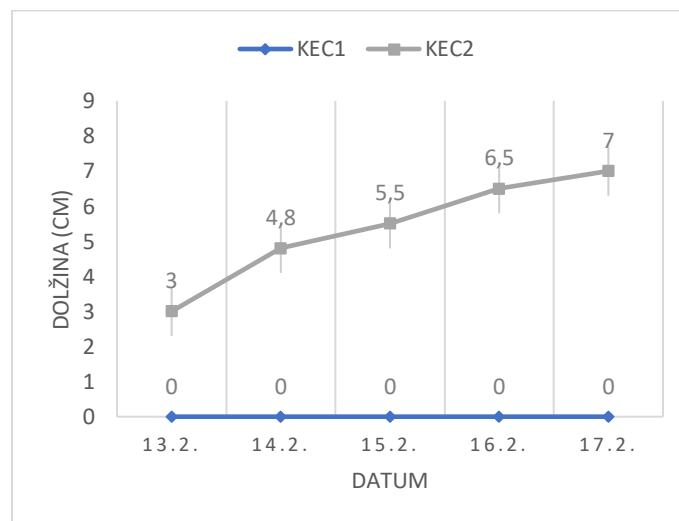
Pri grafu 3, kjer sta KEL1 in KEL2, ki sta ekstrakta listov z etanolnim topilom, pa opazamo v primerjavi s kontrolnim eksperimentom večje razlike, ki pa so razvidne pri bolj razredčeni raztopini in pri tej znašajo prvi dan +3 cm, drugi dan +4 cm, tretji dan +4,3 cm, četrti dan +5 cm in šesti dan že +6 cm. V 10-krat razredčeni raztopini opazimo rahlo rast med opazovanjem, katere razlike so prva dva dni ničelne, zadnje tri dni pa znašajo +0,4 cm, +0,6 cm in +0,7 cm.





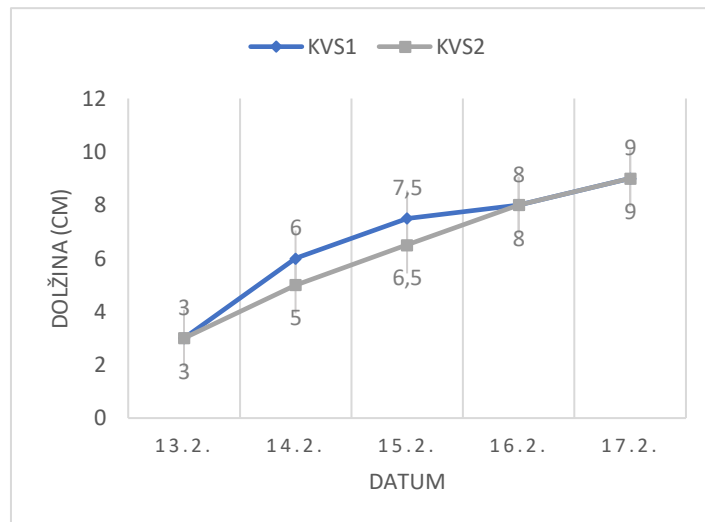
*Graf 4: Dolžina kalčkov v vzorcih KVC1 in KVC2 pri kreši*

Na podlagi *grafa 4*, ki prikazuje KVC1 in KVC2, ki sta ekstrakta cvetov v vodnem topilu, lahko v obeh primerih glede na kontrolni eksperiment opazimo zmanjšano rast, ki je pri KVC1, ki je 10-krat razredčena raztopina ekstrakta skoraj za polovico manjša, saj njene razlike čez dni znašajo -50 % (-1,5 cm), -51,6 % (-3,2 cm), -52,1 % (-3,7 cm), -48,7 % (-3,8 cm) in -48,8 % (-4,1 cm). Pri KVC2 pa razlike čez dni opazovanja znašajo -16,7 % (-0,5 cm), -51,6 % (-3,2 cm), -43,7 % (-3,1 cm), -23,1 % (-1,8 cm), -16,7 % (-1,4 cm). Iz razlik je razvidno da obe koncentraciji vzorca zavirata rast glede na kontrolni eksperiment.



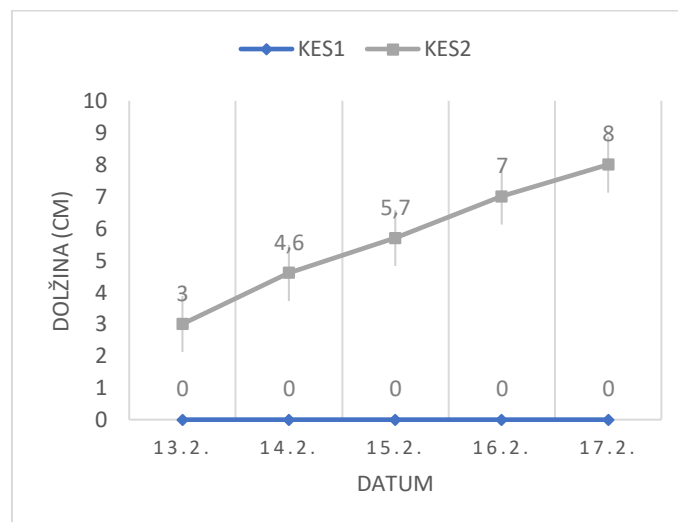
*Graf 5: Dolžina kalčkov v vzorcih KEC1 in KEC2 pri kreši*

Pri *grafu 5*, kjer sta KEC1 in KEC2, ki sta ekstrakta cvetov v etanolnem topilu, opazimo razliko v primerjavi s kontrolnim eksperimentom. KEC1, ki je 10-krat razredčena raztopina ekstrakta, je sicer enak kontrolnemu eksperimentu, torej je rast ničelna, je pa KEC2, ki je 100-krat razredčena raztopina ekstrakta izkazal večjo rast, ki ima pozitivno razliko s kontrolnim eksperimentom, in sicer čez vse dni, le ta znaša +3 cm, +4,8 cm, +5,5 cm, +6,5 cm in +7 cm.



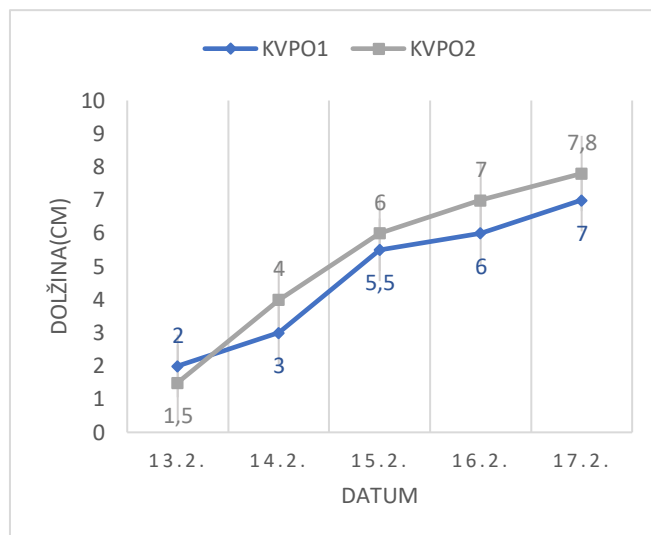
*Graf 6: Dolžina kalčkov v vzorcih KVS1 in KVS2 pri kreši*

Pri *grafu 6*, v katerem sta prikazana KVS1 in KVS2, ki sta ekstrakta stebela v vodnem topilu, opazimo v prvih dveh dneh rast enako ali manjšo kontrolnemu ekperimentu, kar pa se v sledečih dneh spremeni in je razvidna hitrejša oziroma večja rast kot pri kontrolnem eksperimentu. Pri KVS1, ki je 10-krat razredčena raztopina ekstrakta, so razlike v rasti v primerjavi s kontrolnim eksperimentom 0 % (0 cm), -6,7 % (-0,2 cm), +6,5 % (+0,4 cm), +2,8 % (+0,2 cm) in +7,1 % (+0,6 cm). Pri KVC2, ki pa je 100-krat razredčena raztopina pa te razlike znašajo 0 % (0 cm), -19,4 % (-1,2 cm), -8,5 % (-0,6 cm), +2,6 % (+0,2 cm) in +7,1 % (+0,6 cm).



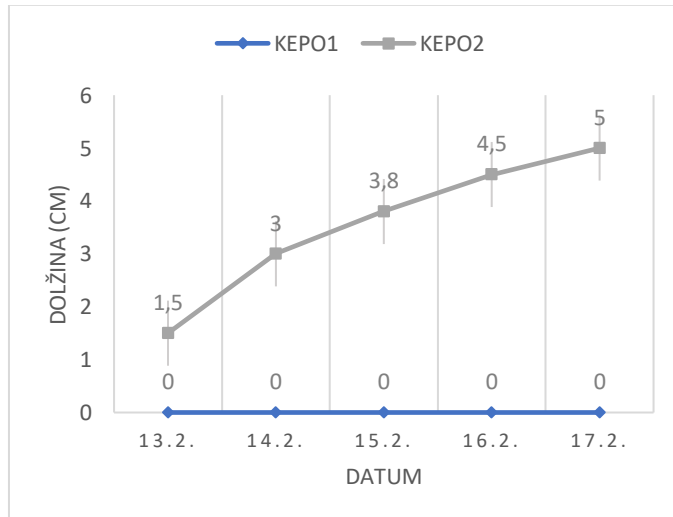
*Graf 7: Dolžina kalčkov v vzorcih KES1 in KES2 pri kreši*

V *grafu 7*, ki predstavlja KES1 in KES2, ki sta ekstrakta stebela v etanolnem topilu, opazimo pri KES1, ki predstavlja 10-krat razredčeno raztopino ekstrakta, prav tako ničelno rast kot pri kontrolnem eksperimentu, medtem, ko je rast pri KES2, ki je 100-krat razredčena raztopina ekstrakta, rast povečana in razlike glede na kontrolni eksperiment znašajo +3 cm, +4,6 cm, +5,7 cm, +7 cm in +8 cm.



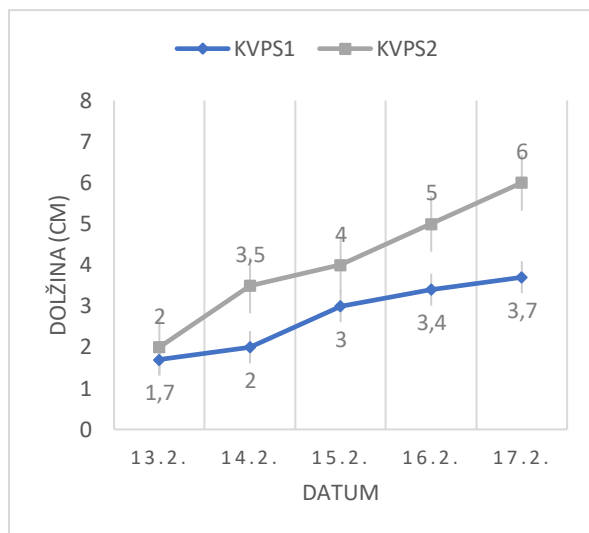
Graf 8: Dolžina kalčkov v vzorcih KVPO1 in KVPO2 pri kreši

V grafu 8 sta predstavljena KVPO1 in KVPO2, ki sta ekstrakta osemenja ploda v vodnem ekstraktu. Tukaj lahko opazimo v primerjavi s kontrolnim eksperimentom nekoliko zmanjšano rast, skozi celoten čas opazovanja. Pri KVPO1 razlike v rasti glede na kontrolni eksperiment znašajo -33,3 % (-1 cm), -51,6 % (-3,2 cm), -22,5 % (-1,6 cm), -23,1 % (-1,8 cm) ter -16,7 % (-1,4 cm). Pri KVPO2 pa so le te, z izjemo prvega dne nekoliko manjše in sicer znašajo -50 % (-1,5 cm), -35,5 % (-2,2 cm), -15,5 % (-1,1 cm), -10,3 % (-0,8 cm) ter -7,1 % (-0,6 cm).



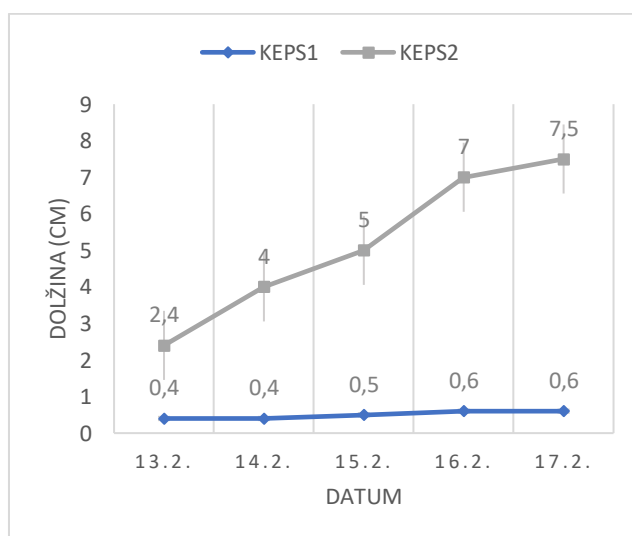
Graf 9: Dolžina kalčkov v vzorcih KEPO1 in KEPO2 pri kreši

Pri grafu 9, v katerem sta KEPO1 in KEPO2, ki sta ekstrakta osemenja ploda v etanolnem topilu, lahko v primeru KEPO1, ki je 10-krat razredčena raztopina ekstrakta, vidimo, da se rast ne razlikuje od kontrolnega eksperimenta, medtem, ko je pri KEPO2, ki je 100-krat razredčena raztopina ekstrakta, rast povečana in razlike čez dni znašajo +1,5 cm, +3 cm, +3,8 cm, +4,5 cm in +5 cm.



Graf 10: Dolžina kalčkov v vzorcih KVPS1 in KVPS2 pri kreši

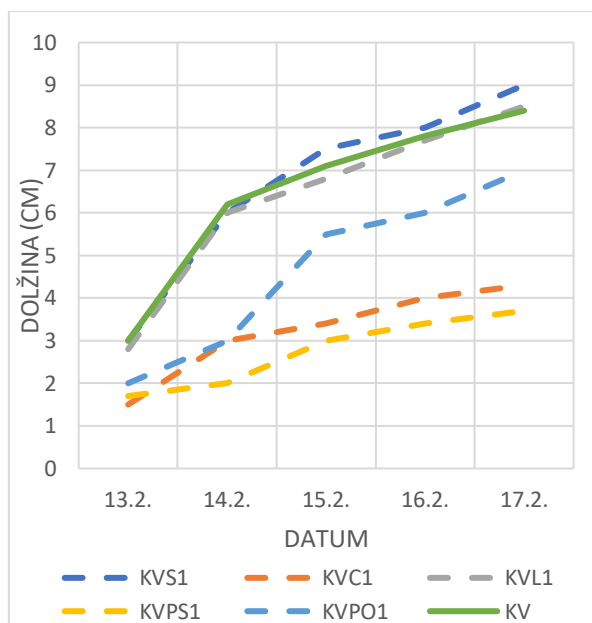
Na podlagi *grafa 10*, v katerem sta KVPS1 in KVPS2, ki sta ekstrakta semena ploda v vodnem topilu, lahko opazimo nekoliko zmanjšano rast v primerjavi s kontrolnim eksperimentom. Pri KVPS1, ki predstavlja 10-krat razredčeno raztopino ekstrakta, je ta polovična kontrolnemu eksperimentu in sicer razlike znašajo -43,3 % (-1,3 cm), -67,7 % (-4,2 cm), -57,7 % (-4,1 cm), -56,4 % (-4,4 cm) in -56 % (-4,7 cm). Medtem pa so razlike pri KVPS2, ki je 100-krat razredčena raztopina manjše in sicer znašajo -33,3 % (-1 cm), -43,5 % (-2,7 cm), -43,7 % (-3,1 cm), -35,9 % (-2,8 cm) ter -28,6 % (-2,4 cm).



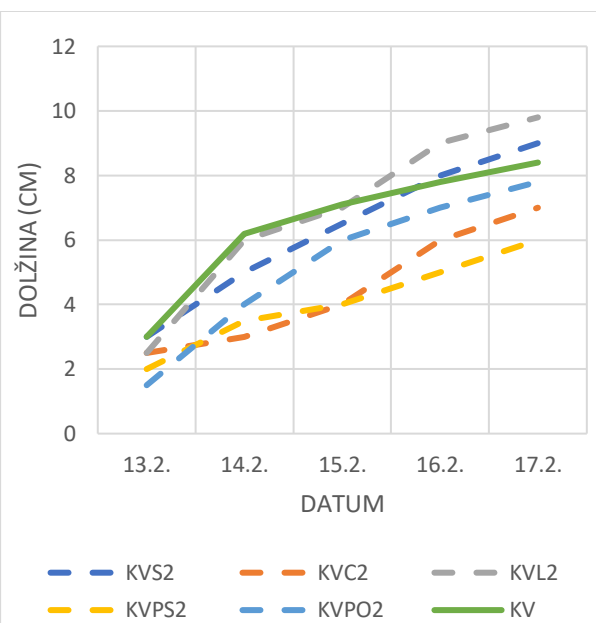
Graf 11: Dolžina kalčkov v vzorcih KEPS1 in KEPS2 pri kreši

Pri *grafu 11*, v katerem sta predstavljena KEPS1 in KEPS2, ki sta ekstrakta semena ploda v etanolnem topilu, lahko opazimo razliko v primerjavi s kontrolnim eksperimentom. Pri KEPS1, ki predstavlja 10-krat razredčeno raztopino ekstrakta opazimo rast, ki je na splošno in čez čas majhna, a večja kot pri kontrolnem eksperimentu, pri tem razlike znašajo +0,4 cm, +0,4 cm, +0,5 cm, +0,6 cm in +0,6 cm. Pri KEPS2, ki predstavlja 100-krat razredčeno raztopino pa je rast večja in sicer razlike v primerjavi s kontrolnim eksperimentom znašajo +2,4 cm, +4 cm, +5 cm, +7cm in +7,5 cm.

## 4.1.2. KREŠA - RAZPRAVA

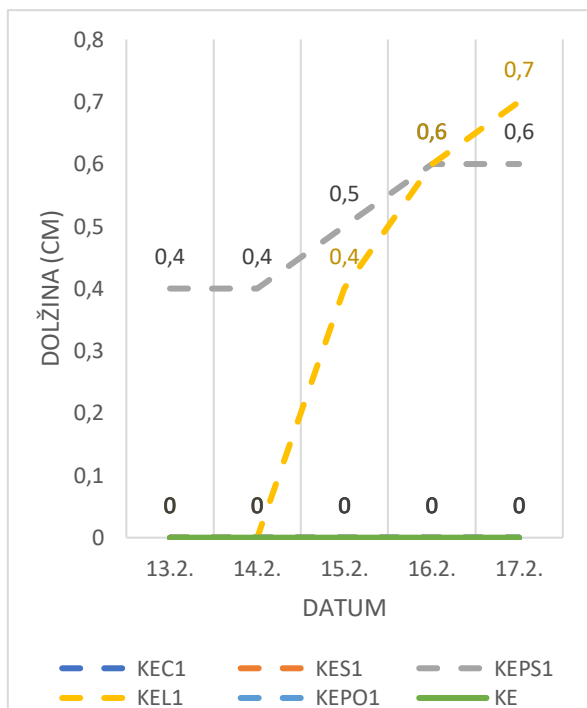


*Graf 12: Primerjava dolžin kalčkov pri kreši v 10-krat razredčenih raztopinah ekstraktov v vodnem topilu*

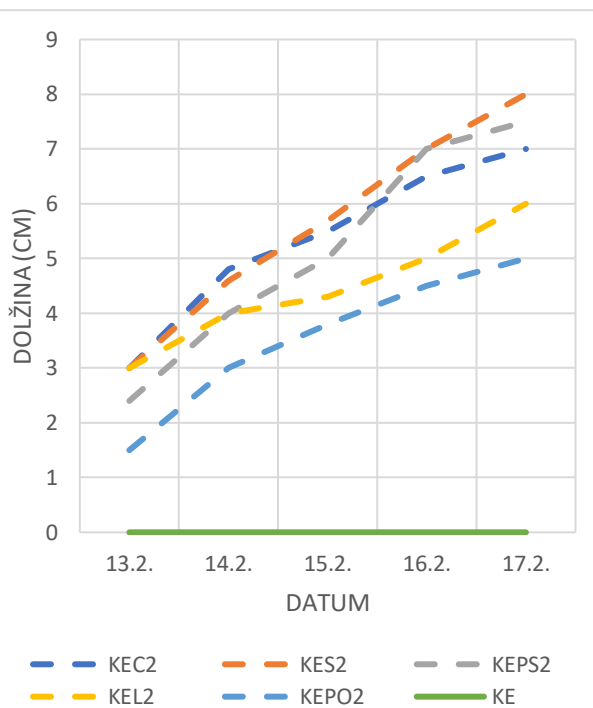


*Graf 13: Primerjava dolžin kalčkov pri kreši v 100-krat razredčenih raztopinah ekstraktov v vodnem topilu*

Glede na dobljene rezultate pri vodnih ekstraktih lahko sklepamo, da so ekstrakti v kateri koli koncentraciji zavirali rast in kalitev kreše. Od te trditve pa odstopata ekstrakta KVL, ki je ekstrakt listov, ter KVS, ki je ekstrakt stebela. Oba sta bolj kot kalitev spodbudila samo rast, kar lahko razberemo iz tega, da so razlike v zadnjih dneh veliko večje. Pri KVL2 razlika znaša tudi 16,7 %. Pri zaviranju rasti je bil najuspešnejši KVL1, ki je ekstrakt semen ploda v 10-krat razredčeni raztopini. Semena kreše, ki so bila nameščena v vati z 100-krat razredčenimi vodnimi ekstrakti, so v večini rasla hitreje oz. do večje dolžine, kot 10-krat razredčeni raztopini ekstrakta. Od te trditve le malenkost odstopata dva vzorca. Prvi je KVL, torej vodni ekstrakt listov, pri katerem je rast prve tri dni med 10- in 100-krat razredčeno raztopino praktično identična, razlika pa se pojavi pri zadnjih dveh dneh, ko je rast v vzorcu z KVL2 večja. Drugi pa je KVS, torej vodni ekstrakt stebela, pri katerem je pa rast v KVS1, torej v 10-krat razredčeni raztopini, prve tri dni večja od rasti pri KVS2 – 100-krat razredčena raztopina, zadnja dva dni pa je rast pri obeh enaka. Rezultati so prikazani tudi v *grafu 12* za 10-krat razredčene raztopine in v *grafu 13* za 100-krat razredčene raztopine.



Graf 14: Primerjava dolžine kalčkov pri kreši v 10-krat razredčenih raztopinah ekstraktov v etanolnem topilu



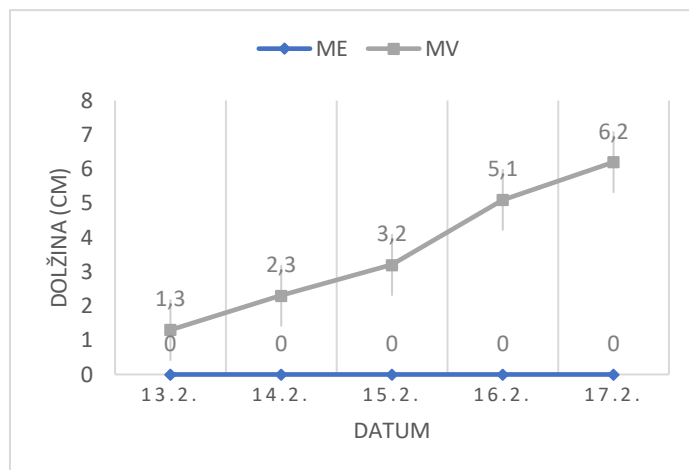
Graf 15: Primerjava dolžine kalčkov pri kreši v 100-krat razredčenih raztopinah ekstraktov v etanolnem topilu

Pri ekstraktih v etanolu, pa je rast pri kontrolnem eksperimentu ničelna, prav tako je tako tudi pri etanolnih ekstraktih KEC1, KES1, KEPO1. Razlika se pojavi pri KEL1, kjer je majhna rast razvidna v zadnjih treh dneh, in KEPS1, kjer je rast razvidna čez vse dni, vendar je majhna. Rezultate prikazuje graf 14. Za razliko od teh majhnih rasti je pri vseh vzorcih kjer je prisotna 100-krat razredčena raztopina ekstrakta rast opazna in skoraj primerljiva z rastjo v kontrolnem eksperimentu v vodi. To lahko pripišemo temu, da je ekstrakt toliko razredčen, da je strupov premalo, da bi vplivali na rast, ugodno na rast pa vpliva voda s katero smo ekstrakte redčili. To potrjuje tudi dejstvo, da je je rast v 100-krat razredčenih vzorcih primerljiva z rastjo v kontrolnem eksperimentu z vodo.

### 4.1.3. MUNGO

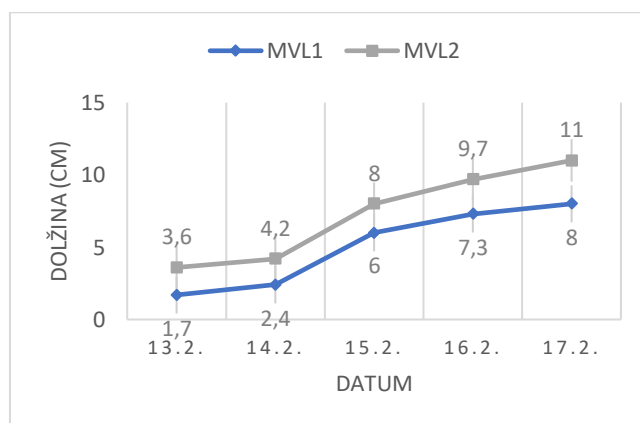
Rezultati so predstavljeni v grafih glede na dolžino zraslega kalčka po dnevih. Dolžina zapisana za dan predstavlja povprečje kalčkov v poskusu tisti dan. Navpične sive črtice pri podatkih predstavljajo standardno napako.

V grafih sta združena po 2 vzorca enakega ekstrakta, torej 10-kratna in 100-kratna razredčitev pri semenih kreše. Vsak vzorec smo primerjali s kontrolnimi na način, da smo izračunali razliko med njima po enačbi: povprečna dolžina kalčka v vzorcu, ki ga primerjamo - dolžina kalčka v kontrolnem eksperimentu = razlika; le to smo glede na kontrolni eksperiment pretvorili v odstotke pri vzorcih z vodo, v vzorcih z etanolom jih nismo pretvarjali v odstotke, saj je bila rast v kontrolnem eksperimentu ničelna. Če je izračunana razlika pozitivna, pomeni, da je rast v vzorcu s strani ekstrakta spodbujena, če pa je izračunana razlika negativna, pa pomeni, da je rast v vzorcu s strani ekstrakta zavirana.



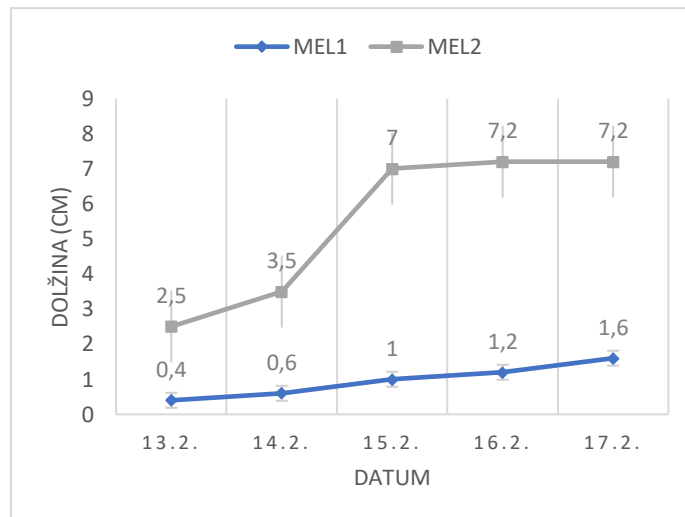
Graf 16: Dolžina kalčkov v kontrolnih eksperimentih pri mungo semenih

V grafu 16, sta predstavljena kontrolna eksperimenta. Pri kontrolnem eksperimentu v etanolu, je rast ničelna.



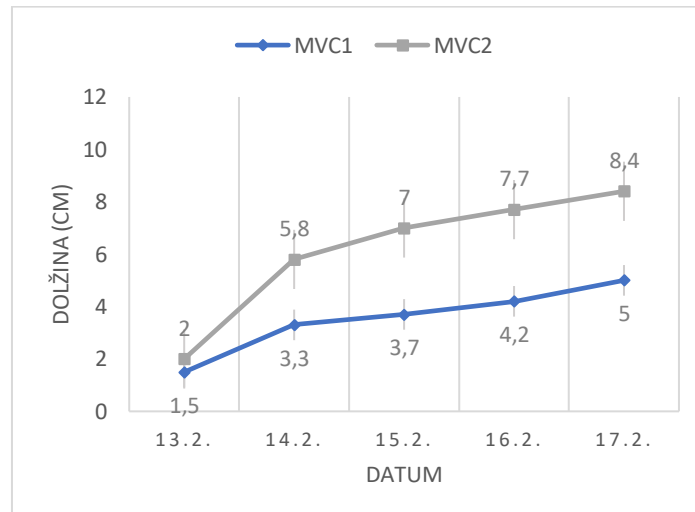
Graf 17: Dolžina kalčkov v vzorcih MVL1 in MVL2 pri mungo semenih

Pri grafu 17, v katerem so prikazani rezultati z MVL1 in MVL2, ki sta vodna ekstrakta listov, je opazna povečana rast v primerjavi s kontrolnim eksperimentom, ki je pri MVL2, ki predstavlja 100-krat razredčeno raztopino ekstrakta, skoraj dvakratna in sicer razlike znašajo +176,9 % (+2,3 cm), +82,6% (+1,9 cm), +150 % (+4,8 cm), +90,2 % (+4,6 cm) in +77,4 % (+4,8 cm). Medtem so razlike pri MVL1 nekoliko manjše, a še vedno pozitivne in znašajo +30,8 % (+0,4 cm), +4,3 % (+0,1 cm), +87,5 % (+2,8 cm), +43,1 % (+2,2 cm) in +29 % (+1,8 cm). Iz tega vidimo, da obe koncentraciji spodbujata rast MVL2 pa tudi kalitev.



Graf 18: Dolžina kalčkov v vzorcih MEL1 in MEL2 pri mungo semenih

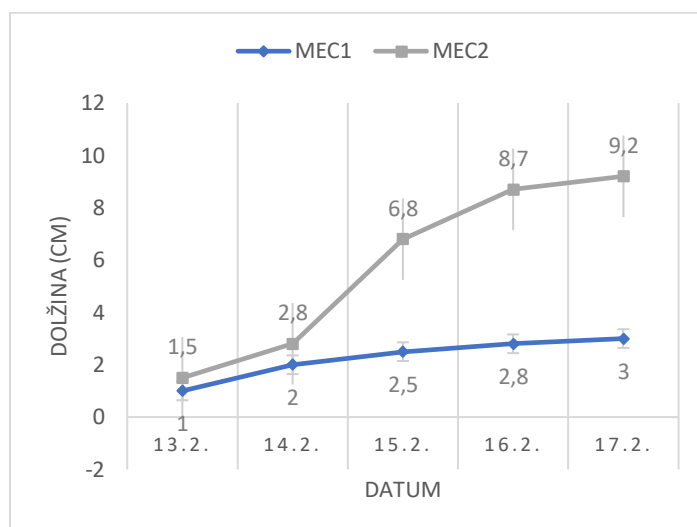
Pri grafu 18, ki predstavlja rezultate z MEL1 in MEL2, ki sta vzorca listov v etanolnem topilu, vidimo v obeh primerih rast, ki je pri MEL2, katera je 100-krat razredčena raztopina ekstraktov, večja od rasti pri 10-kratni raztopini ekstrakta in od rasti v kontrolnem eksperimentu. Pri tem razlike glede na kontrolni eksperiment znašajo +2,5 cm, +3,5 cm, +7 cm, +7,2 cm in +7,2 cm. Sicer pa je tudi rast pri MEL1, ki je 10-kratna raztopina ekstrakta, večja kot pri kontrolnem eksperimentu, pri tem pa razlike znašajo +0,4 cm, +0,6 cm, +1 cm, +1,2 cm, +1,6 cm.



Graf 19: Dolžina kalčkov v vzorcih MVC1 in MVC2 pri mungo semenih

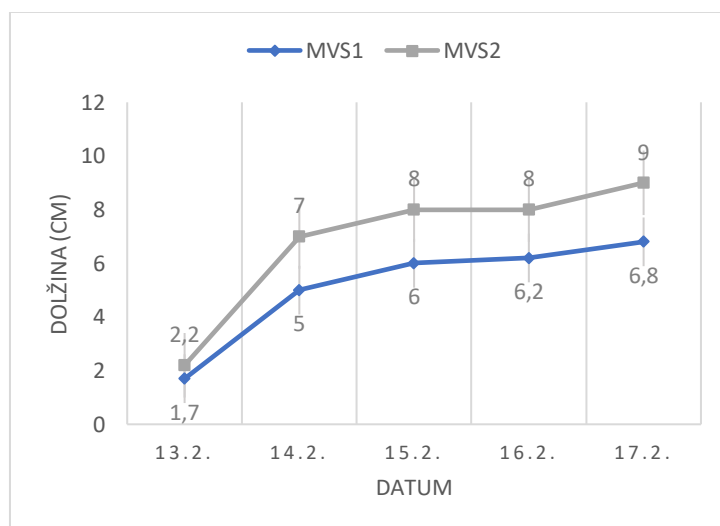
Pri grafu 19, ki prikazuje MVC1 in MVC2, ki sta vzorca iz ekstraktov cvetov v vodnem topilu, je opazna rast, ki je v primeru MVC1 (10-krat razredčena raztopina ekstrakta) sicer manjša kot pri kontrolnem eksperimentu in razlike znašajo +15,4 % (+0,2 cm), +43,5 % (+1 cm), +15,6 % (+0,5 cm), -17,6 % (-0,9 cm) in -19,4 % (-1,2 cm), iz tega lahko sklepamo da spodbuja kalitev, rasti pa ne. V primeru MVC2 (100-krat razredčena raztopina ekstrakta) pa je rast večja od rasti v kontrolnem eksperimentu in razlike znašajo +53,8 % (+0,7 cm), +152,2 % (+3,5 cm), +118,8 % (+3,8 cm), +51 % (+2,6 cm) in +35,5 % (+2,2 cm).





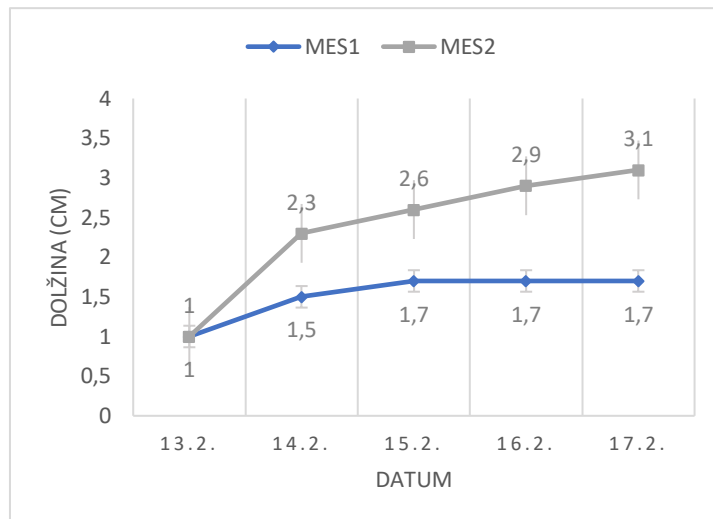
Graf 20: Dolžina kalčkov v vzorcih MEC1 in MEC2 pri mungo semenih

Pri grafu 20, v katerem sta prikazana MEC1 in MEC2, ki sta vzorca ekstraktov cvetov v etanolnem topilu, je razvidna rast v obeh primerih, medtem ko je pri kontrolnem eksperimentu v 70% etanolu ničelna. Razlike pri tem pri MEC1 znašajo +1 cm, +2 cm, +2,5 cm, +2,8 cm in +3 cm, pri MEC2 pa +1,5 cm, +2,8 cm, +6,8 cm, +8,7 cm in +9,2 cm. Rast v MEC2 (100-krat razredčena raztopina ekstrakta) pa je že po drugem dnevu celo večja kot pri kontrolnem eksperimentu v vodi.



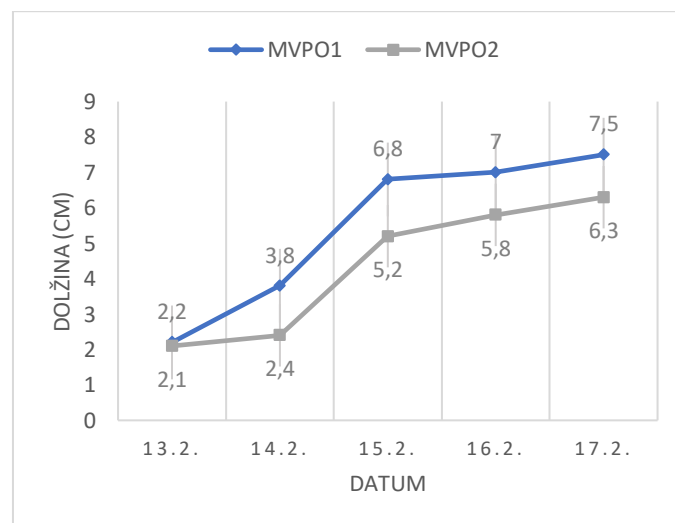
Graf 21: Dolžina kalčkov v vzorcih MVS1 in MVS2 pri mungo semenih

Pri grafu 21, ki prikazuje MVS1 in MVS2, ki sta vzorca stebela v vodnem topilu, je v obeh koncentracijah ekstrakta razvidna rast, ki je večja kot pri kontrolnem eksperimentu v vodi. Pri MVS1 razlike glede na kontrolni eksperiment znašajo +30,8 % (+0,4 cm), +117,4 % (+2,7 cm), +87,5 % (+2,8 cm), +21,6 % (+1,1 cm) in +9,7 % (+0,6 cm). Pri MVS2 pa so te razlike še večje in sicer znašajo čez dneve opazovanja +69,2 % (+0,9 cm), +201,3 % (+4,7 cm), +150 % (+4,8 cm), +56,9 % (+2,9 cm) in +45,2 % (+2,8 cm).



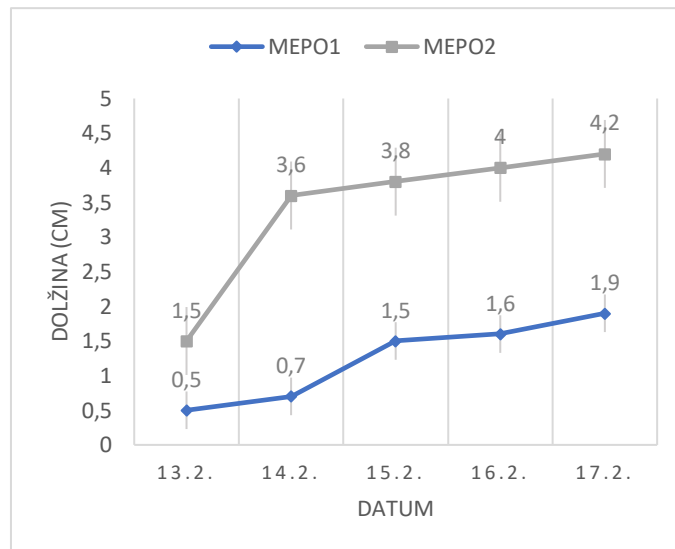
Graf 22: Dolžina kalčkov v vzorcih MES1 in MES2 pri mungo semenih

Pri grafu 22, v katerem so prikazani rezultati za MES1 in MES2, ki sta vzorca stebela v etanolnem topilu, je rast v obeh primerih večja kot v kontrolnem eksperimentu. Razlike pri MES1 tako znašajo +1 cm, +1,5 cm, +1,7 cm, +1,7 cm in +1,7 cm; pri MES2 pa +1 cm, +2,3 cm, +2,6 cm, +2,9 cm, +3,1 cm. Pri MES1 (10-krat razredčena raztopina ekstrakta) se rast po drugem dnevu ustavi.



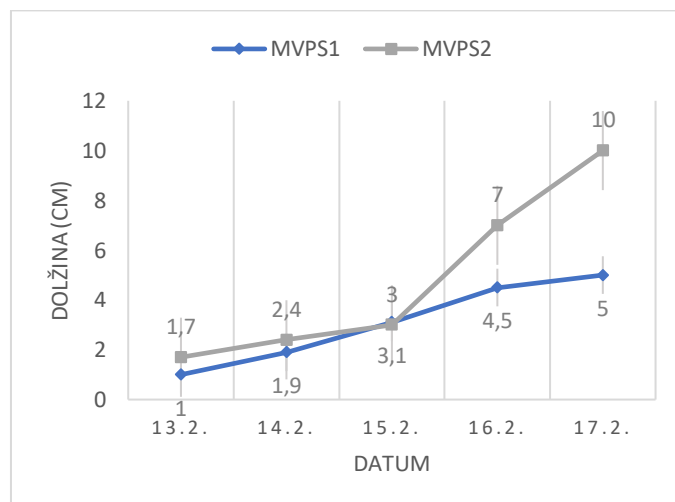
Graf 23: Dolžina kalčkov v vzorcih MVPO1 in MVPO2 pri mungo semenih

Pri grafu 23, ki prikazuje rezultate v MVPO1 in MVPO2, ki sta vzorca o semenja ploda v vodnem topilu, je opazna rast večja ali enaka tisti pri kontrolnem eksperimentu. Pri MVPO1, ki je 10-krat razredčena raztopina ekstrakta, je rast večja kot pri kontrolnem eksperimentu; pri tem razlike znašajo +69,2 % (+0,9 cm), +65,2 % (+1,5 cm), +112,5 % (+3,6 cm), +37,3 % (+1,9 cm) in +21 % (+1,3 cm). Pri MVPO2, ki je 100-krat razredčena raztopina ekstrakta, je rast rahlo večja, na koncu pa skoraj enaka tisti v kontrolnem eksperimentu in pri tem razlike znašajo +61,5 % (+0,8 cm), +4,3 % (+0,1 cm), +62,5 % (+2 cm), +13,7 % (+0,7 cm) in +1,6 % (+0,1 cm).



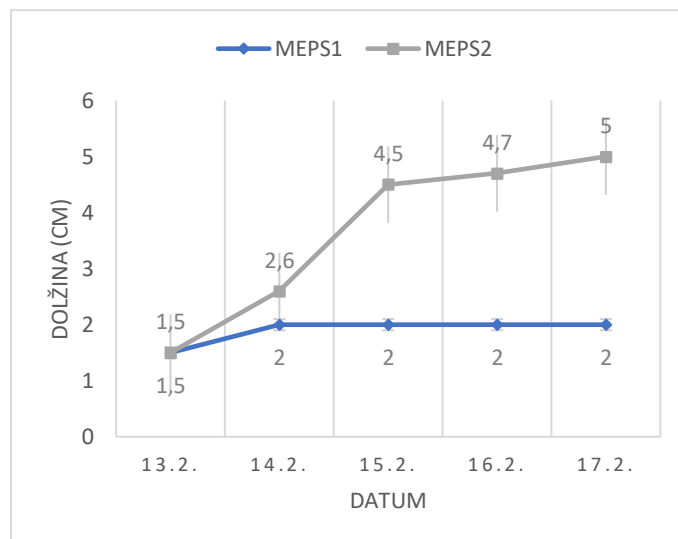
Graf 24: Dolžina kalčkov v vzorcih MEPO1 in MEPO2 pri mungo semenih

Pri grafu 24, ki predstavlja rezultate v MEPO1 in MEPO2, ki sta vzorca osemenja ploda v etanolnem topilu, je rast v primerjavi s kontrolnim eksperimentom večja v obeh primerih. V vzorcu MEPO1, ki je 10-krat razredčena raztopina ekstrakta razlike v rasti v primerjavi s kontrolnim eksperimentom znašajo +0,5 cm, +0,7 cm, +1,5 cm, +1,6 cm in +1,9 cm. Pri MEPO2, ki pa je 100-krat razredčena raztopina ekstrakta so razlike večje in znašajo +1,5 cm, +3,6 cm, +3,8 cm, +4 cm in +4,2 cm.



Graf 25: Dolžina kalčkov v vzorcih MVPS1 in MVPS2 pri mungo semenih

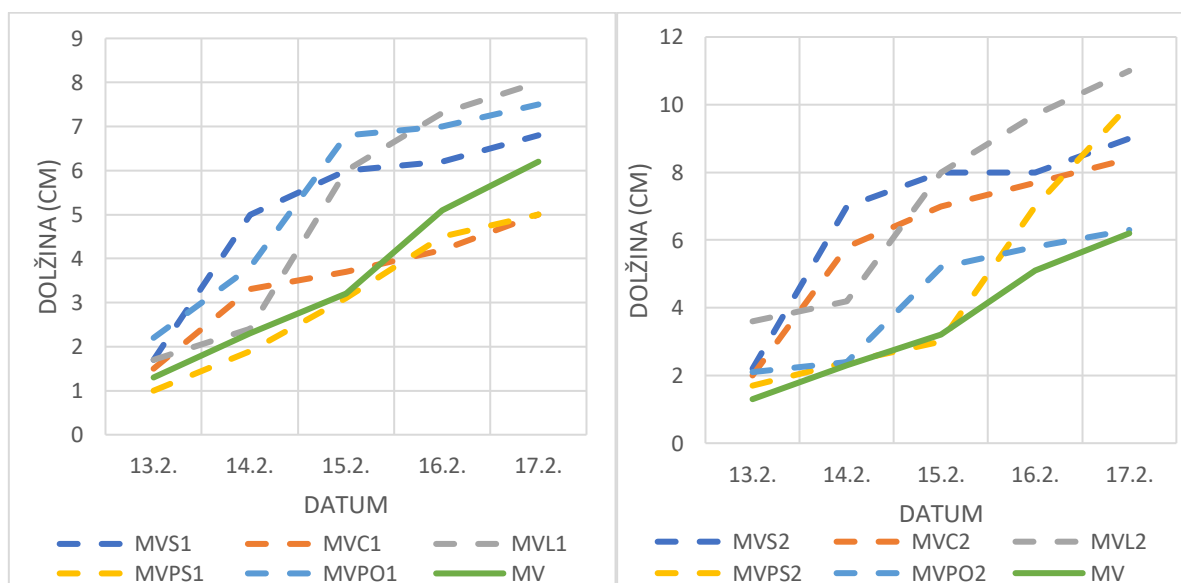
Pri grafu 25, ki predstavlja MVPS1 in MVPS2, ki sta vzorca semena ploda v vodnem topilu, je rast pri obeh opazna, vendar je pri MVPS1, ki je 10-krat razredčena raztopina ekstrakta, nekoliko manjša od tiste v kontrolnem eksperimentu in sicer razlike znašajo -23,1 % (-0,3 cm), -17,4 % (-0,4 cm), -3,1 % (-0,1 cm), -11,8 % (-0,6 cm) in -19,4 % (-1,2 cm); medtem ko je pri MVPS2, nekoliko večja od kontrolnega eksperimenta in razlike znašajo +30,8 % (+0,4 cm), +4,3 % (+0,1 cm), -6,3 % (-0,2 cm), +37,3 % (+1,9 cm) in +61,3 % (+3,8 cm). Pri MVPS2 predvsem je razvidno, da ekstrakt bolj pospešuje rast kot kalitev.



Graf 26: Dolžina kalčkov v vzorcih MEPS1 in MEPS2 pri mungo semenih

Z *grafa 26*, na katerem sta predstavljena MEPS1 in MEPS2, ki sta vzorca semena ploda v etanolnem topilu, je rast večja kot pri kontrolnem eksperimentu, kjer je le ta ničelna. Pri MEPS1 se sicer že po drugem dnevu rast ustavi, pri tem razlika za prvi dan znaša +1,5 cm, za vse ostale dni pa +2 cm. Pri MEPS2 pa so razlike +1,5 cm, +2,6 cm, +4,5 cm, +4,7 cm in +5 cm.

#### 4.1.4. MUNGO - RAZPRAVA

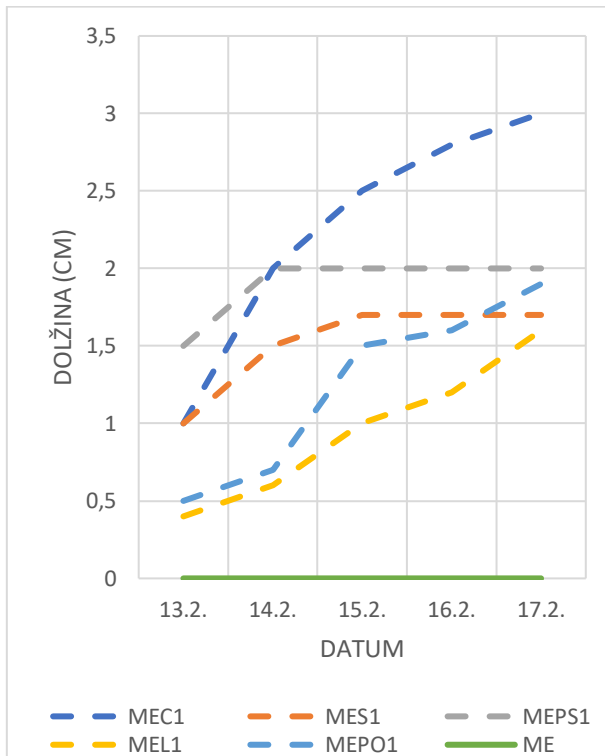


Graf 27: Primerjava dolžin kalčkov pri mungo semenih v 10-krat razredčenih raztopinah ekstraktov v vodnem topilu

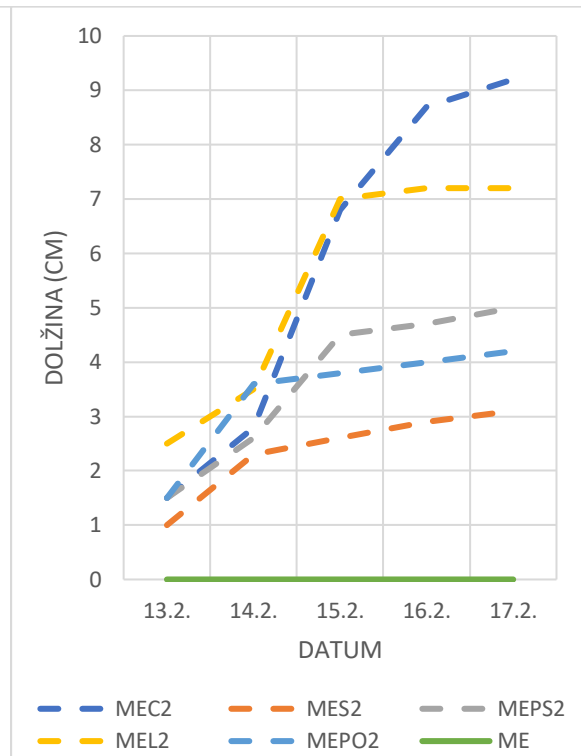
Graf 28: Primerjava dolžin kalčkov pri mungo semenih v 100-krat razredčenih raztopinah ekstraktov v vodnem topilu

Iz rezultatov je razvidno, da so vzorci v vodnem topilu, ki so bili 100-krat razredčeni bolj vzpodbudili kalitev (*graf 28*) in rast rastlin in je le ta skoraj v vseh primerih večja kot v kontrolnem eksperimentu in v poskusih z 10-krat razredčeno raztopino. Izjema je le v vzorcu VPO, kjer je v 100-krat razredčeni raztopini, rast bila manjša kot v kontrolnem eksperimentu in hkrati tudi v 10-krat razredčeni raztopini. Drugače so tudi vsi 10-krat razredčeni vzorci, vzpodbudili kalitev in rast do te mere, da je bila večja kot

v kontrolnem eksperimentu (*graf 27*). Edina vzorca, ki nista vzpodbudil rasti, vendar jo zavirala pa sta MVPS1, ki je vodni ekstrakt semen ploda v 10-krat razredčeni raztopini in je v celoti zaviral rast, ter MVC1, ki je v zadnjih dveh dneh opazovanja zaviral rast.



*Graf 29: Primerjava dolžin kalčkov pri mungo semenih v 10-krat razredčenih raztopinah ekstraktov v etanolnem topilu*



*Graf 30: Primerjava dolžin kalčkov pri mungo semenih v 100-krat razredčenih raztopinah ekstraktov v etanolnem topilu*

Pri poskusih v etanolnem topilu, rezultati kažejo na to, da so vsi vzorci uspešno vzpodbudili kalitev in rast, saj je bila ničelna rast le v kontrolnem eksperimentu. Najbolj ugodno sta na rast vplivala vzorca EL in EC, torej ekstrakta listov in cvetov. Tudi pri etanolnem topilu so vsi vzorci, ki so vsebovali 100-krat razredčeno raztopino ekstrakta ugodneje vplivali na rast. Podobno kot pri kreši, to lahko pripišemo spet večjemu deležu vode v raztopini, podobno velja tudi za vzorce z le 10-krat razredčenimi ekstrakti, ki so prav tako ugodno vplivali na rast, kontrolni ekperiment pa kaže, da raztopina etanola kalitev in rast močno zavira.

Kolaži fotografij petrijevk s posameznega dne se nahajajo v prilogi, kakor tudi pripadajoči legendi.

## 4.2. POSKUSI NA SOLINSKIH RAKCIH

Izvedli smo torej dva poskusa na solinskih rakcih v dveh razmerjih uporabljenega ekstrakta in dodane raztopine z živečimi solinskimi rakci. Zaradi majhnosti organizmov, ni bilo mogoče zagotoviti enakega števila rakcev v vsakem poskusu, zato smo v vsakem poskusu prešteli število rakcev v začetku, rezultate pa nato prikazali z deleži. V razmerju 1:1 smo uporabili enaki prostornini ekstrakta in raztopine z rakci. V razmerju 1:2 smo enaki prostornini raztopine z rakci dodali 2 krat tolikšno prostornino ekstrakta.

Poskuse smo nastavili ob 9.00 uri ter jih naslednje tri ure opazovali pod lupo, rezultati so predstavljeni s pomočjo naslednjih tabel.

*Tabela 2: Odstotek smrtnosti rakcev v poskusu v razmerju ekstrakt:medij rakcev = 1:1 glede na čas*

	E	V	VC	VPO	VL	VS	VPS	EC	EPO	EL	ES	EPS
Št. rakcev	31	47	28	20	22	86	17	20	11	15	8	15
10.00	6,5 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	5,9 %	0 %	54 %	0 %	12,5 %	0 %
11.00	16,1 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	17,6 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
12.00	100 %	0 %	3,6 %	0 %	4,6 %	1,2 %	35,3 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

Iz *tabele 2* je razvidno, da so v vodnem kontrolnem eksperimentu vsi rakci preživeli, kar pomeni, da so rakci, ki so poginili v ostalih vodnih ekstraktih, poginili zaradi prisotnih snovi iz ekstrakta. Rakci so poginili v vseh vodnih ekstraktih razen v VPO, ki je ekstrakt iz osemenja ploda. Pri ostalih, so rakci poginili vsaj v tretji uri opazovanja, v največjem številu pa so poginili v VPS, ki je ekstrakt semen ploda, in jih je ob tretjem opazovanju poginila dobra tretjina.

Če pa opazujemo eksperimente izvedene z ekstrakti v etanolnem topilu, opazamo, da so rakci poginili v vseh poskusih. Zanimivo je dejstvo, da so rakci v etanolnih ekstraktih poginili hitreje kakor v kontrolnem poskusu, saj je bila smrtnost že pri drugi uri opazovanja 100 %, medtem ko je bila smrtnost pri kontrolnem eksperimentu 100 % šele pri tretji uri opazovanja.

*Tabela 3: Odstotek smrtnosti rakcev v poskusu v razmerju ekstrakt:medij rakcev = 1:2 glede na čas*

	E	V	VC	VPO	VL	VS	VPS	EC	EPO	EL	ES	EPS
Št. rakcev	18	28	26	15	13	19	17	18	14	26	24	12
10.10	100 %	0 %	0 %	0 %	15,4 %	0 %	0 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
11.10	100 %	0 %	7,7 %	0 %	23 %	0 %	0 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
12.10	100 %	0 %	15,4 %	0 %	30,8 %	0 %	5,9 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

V *tabeli 3* so predstavljeni odstotki smrtnosti v poskusih nastavljenih v razmerju 1:2. Tudi tukaj so v kontrolnem eksperimentu za vodne ekstrakte v treh urah opazovanja preživeli vsi rakci, zato ponovno lahko sklepamo, da so vsi ostali, ki so poginili pri poskusih z dodanimi ekstrakti poginili zaradi snovi prisotnih v ekstraktih. Rakci so poginili v vzorcih z dodanimi VC, ki je ekstrakt cvetov, VL, ki je ekstrakt listov in pri katerem smrtnost predstavlja skoraj tretjino in VPS, ki je ekstrakt semen ploda. Preživeli pa so pri VPO, ki je ekstrakt osemenja ploda in pri VS, ki je ekstrakt stebela.

Ekstrakti v etanolnem topilu v tem poskusu nam žal ne prikažejo dodatnih rezultatov, saj so rakci poginili v vseh testnih kakor tudi v kontrolnem eksperimentu, že v prvi uri opazovanja.



Slika 20: Nastavljeni poskusi na solinskih rakcih (vir: Petra Ouček)

## 5. ZAKLJUČEK

Čez izdelovanje raziskovalne naloge smo iz različnih delov glicinije pridobili ekstrakte na osnovi vodnega in etanolnega topila s pomočjo navadne maceracije. Ekstrakte smo zatem testirali na kalečih rastlinah ter na solinskih rakcih. Končne rezultate našega raziskovanja lahko opredelimo glede na hipoteze, ki smo si jih zastavili na začetku.

### 1. Glicinija je strupena rastlina. **HIPOTEZA POTRJENA**

Čeprav nismo izvedli načrtovanih analiz dobljenih ekstraktov, lahko hipotezo potrdimo s pomočjo pregledanih različnih literatur. V gliciniji lahko zasledimo od strupov alkaloidne, lektine ter tudi flavonoide. Od alkaloidov je v gliciniji največ vistarina, ki je bil prvič izoliran leta 1886, umetno pa se ga lahko sintetizira iz iricanina. Izmer lektinov pa glicinija vsebuje največ ricina, skupina pa je najnevarnejša zaradi lastnosti zlepljanja eritrocitov.

### 2. Različni deli rastline vsebujejo različne količine strupov, največ jih vsebujejo semena. **HIPOTEZA DELNO POTRJENA**

Literatura navaja, da so najbolj strupeni deli glicinije semena. To potrjujemo tudi v poskusih izvedenih na solinskih rakcih pri razmerju med rakci in ekstraktom 1:1, ko je med vodnimi ekstrakti največjo smrtnost prikazal ravno ekstrakt iz semen ploda.

Glede na opravljene poskuse na kalečih semenih ne moremo opredeliti ali največ strupov vsebujejo semena, saj ne moremo z gotovostjo trditi ali ekstrakt z največ strupi najbolj zavira kalitev in rast semen ali pa najbolj spodbuja. Pri poskusih na semenih je vodni ekstrakt iz semen ploda izkazal povečano rast pri semenih mungo v 100-krat razredčeni raztopini. Pri semenih kreše v obeh koncentracijah in pri semenih munga pri 10-krat razredčeni raztopini pa je najbolj zaviral rast.

### 3. Strupi v ekstraktih delov glicinije zavirajo kalitev in rast semen kreše in mungo. **HIPOTEZA DELNO POTRJENA**

Strupi v ekstraktih iz stebela, cvetov in semen ploda, zavirajo kalitev in rast rastlin pri semenih kreše, medtem pa pri semenih munga, le ekstrakta iz cvetov in semena ploda v 10-krat razredčeni raztopini zavirata kalitev in rast rastlin. V vseh ostalih primerih ekstraktov sta kalitev in rast rastlin vzpodbujena.

### 4. Strupi v ekstraktih delov glicinije škodijo oz. negativno vplivajo na solinske rakce. **HIPOTEZA POTRJENA**

Strupi v ekstraktih delov glicinije uničujejo solinske rakce, saj je iz poskusov s solinskimi rakci, razvidna smrtnost pri vodnih ekstraktih iz cvetov, listov, stebela in semen ploda, medtem ko je pri kontrolnem eksperimentu ni in s tem lahko potrdimo to trditev. Edini vodni ekstrakt, ki ni prikazal smrtnosti med rakci je ekstrakt iz osemenja ploda pri razmerju rakcev in ekstrakta 1:1; pri razmerju 1:2, pa se temu pridruži še ekstrakt iz stebela. Medtem se smrtnost pri 1:2 glede na 1:1, poveča pri ekstraktih iz cvetov in listov, pri ekstraktu iz semen ploda pa se smrtnost pri zmanjša.

Pri etanolnih ekstraktih je smrtnost 100 % v vseh primerih, še posebej pri razmerju 1:2. Pri razmerju 1:1 nastopi 100 % smrtnost pri kontrolnem eksperimentu v tretji uri opazovanja, medtem, ko pri testnih eksperimentih že v drugi uri opazovanja. Več kot polovična smrtnost je tudi že v prvi uri opazovanja pri ekstraktu iz osemenja ploda.



5. Na učinkovitost ekstrakta pri zaviranju kalitve in rasti semen kreše in mungo ter uničevanju solinskih rakcev vpliva izbira topila. **HIPOTEZA POTRJENA**

Na učinkovitost ekstrakta pri zaviranju kalitve in rasti semen kreše in mungo ter uničevanju solinskih rakcev vpliva tudi izbira topila, saj če najprej pogledamo poskuse na rastlinah v obeh primerih rastlin ekstrakti v etanolnih topilih, spodbujajo rast, nekateri vodni pa zavirajo. Pri poskusih na solinskih rakcih je smrtnost pri poskusih v razmerju 1:1 že v drugi uri opazovanja 100 % pri ekstraktih na osnovi etanolnega topila, medtem, ko je pri ekstraktih na osnovi vodnega topila manjša, čeprav je glede na kontrolni eksperiment tudi tam prisotna.

Na podlagi dosedanjih rezultatov bi v nadaljevanju lahko raziskovalno delo nadgradili, tako da bi izvedli na posameznih ekstraktih HPLC analizo, s katero bi dobili podrobnejši vpogled v snovi, ki jih ekstrakti vsebujejo, predvsem strupe. Prav tako bi bila zanimiva širša testiranja na semenih in insektih ter posledično možna uporaba ekstraktov iz glicinije kot pesticid za večje obdelovalne površine, ki bi hkrati spodbujal kalitev in rast rastlin ob tem pa uničeval insekte. S tem raziskovalno delo ponuja zanimive nove informacije na področju uporabe pesticidov in hkrati gnojil.

## 6. VIRI IN LITERATURA

- Alkaloid. (21. 1. 2022). V *Wikipedia: prosta enciklopedija*. <https://sl.m.wikipedia.org/wiki/Alkaloid>
- Chemie.de. (b. d.). *Alkaloide*. <https://www.chemie.de/lexikon/Alkaloide.html>
- Cheng, H. H. *A conceptual framework for assessing allelochemicals in the soil environment*. Allelopathy: Basic and applied aspects. Springer, Dordrecht, 1992. ISBN: 978-94-011-2376-1.
- Cigić, B., Grobelnik Mlakar, S. in Kocjan Ačko, D. (ur.). (2022). *Zrnate stročnice v prehrani*. Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede. <https://doi.org/10.18690/um.fkbv.3.2022>
- Del Moral, R., Muller, C. H. *Fog drip: A mechanism of toxin transport from Eucalyptus globulus*. Bulletin of the Torrey Botanical Club, 96 (1969), 4, str. 467–475.
- Dusenbury, M. (1992). *A WISTERIA GRAIN BAG and other tree bast fiber textiles of Japan*. [University of Nebraska – Lincoln]. UNL Digital Commons. <https://digitalcommons.unl.edu/tsaconf/569/>
- Đurasović, P. (1997). Unošenje egzotičnog drveća i grmlja na dubrovačko područje. *Šumarski list*, 5–6, 277–289.
- Kutnar, L., Marinšek, A., Kus Veenvliet, J., Jurc, D., Ogris, N., Kavčič, A., de Groot, M., Flajšman, K. in Veenvliet, P. (2019). *Terenski priručnik za prepoznavanje tujerodnih vrst v gozdovih* (2., dopolnjena izdaja). Silva Slovenica, Gozdarski inštitut Slovenije
- Lektini. (7. 1. 2010). V *Wiki Fakultete za kemijo in kemijsko tehnologijo Univerze v Ljubljani*. <http://wiki.fkkt.uni-lj.si/index.php/Lektini>
- LOZINŠEK, Z. (2009). Optimalna vključitev pergol v zunanji bivalni prostor [Diplomsko delo, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta]. Repozitorij UL. <https://repozitorij.uni-lj.si/IzpisGradiva.php?id=757&lang=slv>
- Mayer, J. (2006) *Balkonske rastline in velike posodovke*. Mladinska knjiga
- Mohamed, M. A., Hamed, M. M., Abdou, A. M., Ahmed, W. S., Saad, A. M. (2011). Antioxidant and Cytotoxic Constituents from *Wisteria sinensis*. *Molecules* 2011, 16, 4020–4030. <https://doi.org/10.3390/molecules16054020>
- Narwal, S. S. *Allelopathy in ecological sustainable organic agriculture*. *Allelopathy Journal*, 25 (2010), 1.
- National Library of Medicine. (b. d.). *Taxonomy browser*. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/data-hub/taxonomy/tree/?taxon=3921>
- Natural Medicinal Herbs. (b. d.). *Chinese Wisteria, Wisteria sinensis*. <http://www.naturalmedicinalherbs.net/herbs/w/wisteria-sinensis=chinese-wisteria.php>
- Patel, S., Nag, M. K., Daharwal, S. J., Singh, M. R. in Singh, D. (2013). Plant Toxins: An Overview. *Research Journal of Pharmacology and Pharmacodynamics*, 5(5), 283–288.
- Plantopedia. (b. d.). *Wie giftig ist Blauregen/Glyzinie für Menschen, Hunde oder Katzen?* <https://www.plantopedia.de/wie-giftig-ist-blauregen/>

- Reinhart, K. O., Callaway, R. M. *Soil biota and invasive plants*. *New Phytologist*, 170 (2006), 3, str. 445–457.
- Rizin. (5. 9. 2022). V *Wikipedia: Die freie Enzyklopädie*. <https://de.wikipedia.org/wiki/Rizin>
- Rizvi, S. J. H., Haque, H., Singh, V. K., Rizvi, V. A discipline called allelopathy. Dordrecht: Springer, 1992. ISBN: 978-94-010-5048-7.
- Royal Botanic Gardens, Kew. (b. d.). *Wisteria*. <https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:332065-2>
- Schade, F. in Jockusch, H. (2018) *Betörend, berauschend, tödlich – Giftpflanzen in unserer Umgebung*. Springer Berlin Heidelberg
- SE-EPPC. (b. d.). *Japanese Wisteria*. <https://www.se-eppc.org/manual/japwisteria.html>
- Singh, J. (2008). Maceration, percloration and infusion techniques for the extraction of medicinal and aromatic plants. *Extraction technologies for medicinal and aromatic plants* (str. 67–82). International Centre for Science and High Technology
- Siol (8. 5. 2013). *Lepe, a nevarne na vašem vrtu*. <https://siol.net/dom/vrt-in-okolica/lepe-a-nevarne-na-vasem-vrtu-362934>
- Slapničar, M, Boh Podgornik, B. (2021). *Naravne spojine v živih sistemih: Teoretične osnove z navodili za laboratorijske vaje*. Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta.
- Strup. (13. 8. 2022). V *Wikipedija: prosta enciklopedija*. <https://sl.wikipedia.org/wiki/Strup>
- Strúp. (2020). V *Farmacevtski terminološki slovar* (Druga, dopolnjena in pregledana izdaja). <https://isjfr.zrc-sazu.si/sl/terminologisce/slovarij/farmacevtski/iskalnik?iztocnica=str%C3%BAp>
- Tesio, F., Ferrero, A. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology: Allelopathy, a chance for sustainable weed management*. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 17 (2010), 5.
- Tierarztpraxis Birgit Dumhart – Herz-Kreislauf-Zentrum Maarchfeld. (b. d.). *Blauregen und Haustiere*. <https://www.tierarzt-dumhart.at/2020/08/04/blauregen-und-haustiere/>
- Toksín. (2020). V *Farmacevtski terminološki slovar* (Druga, dopolnjena in pregledana izdaja). <https://isjfr.zrc-sazu.si/sl/terminologisce/slovarij/farmacevtski/iskalnik?iztocnica=toks%C3%ADn>
- Uenishi, J. (1998). Acid-promoted Cyclization of Tetrionic Acid to Alkene; Chemical Transformation of (-)-Iricanin to (+)-Wistarín. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*, 46(), 1090–1093. <https://doi.org/10.1248/cpb.46.1090>
- Wistarín (Blauregen). (26. 11. 2020). V *Second wiki*. [https://second.wiki/wiki/wistarín\\_blauregen](https://second.wiki/wiki/wistarín_blauregen)
- Žurga, S. (2011). *Izolacija in karakterizacija lektinov iz gobe Orjaški dežnik* [Diplomsko delo, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za farmacijo]. Repozitorij UL. <https://repozitorij.uni-lj.si/lzpisGradiva.php?id=71129>

## 6.1. VIRI SLIK

Slika 3: Kutnar, L., Marinšek, A., Kus Veenvliet, J., Jurc, D., Ogris, N., Kavčič, A., de Groot, M., Flajšman, K. in Veenvliet, P. (2019). *Terenski priročnik za prepoznavanje tujerodnih vrst v gozdovih* (2., dopolnjena izdaja). Silva Slovenica, Gozdarski inštitut Slovenije

Slika 5: *Wisteria sinensis*. (20.10.2021). V Wikipedia: The Free Encyclopedia. [https://en.wikipedia.org/wiki/Wisteria\\_sinensis](https://en.wikipedia.org/wiki/Wisteria_sinensis)

Slika 7: Royal Botanic Gardens, Kew. (b. d.). *Wisteria*. <https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:332065-2>

Slika 8 in slika 9: Uenishi, J. (1998). Acid-promoted Cyclization of Tetrionic Acid to Alkene; Chemical Transformation of (-)-Iricanin to (+)-Wistaridin. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*, 46(), 1090–1093. <https://doi.org/10.1248/cpb.46.1090>

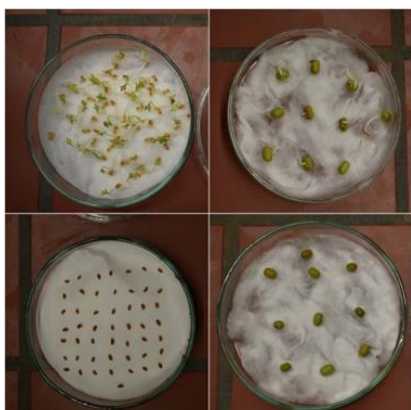
Slika 10: Rizin. (5. 9. 2022). V Wikipedia: Die freie Enzyklopädie. <https://de.wikipedia.org/wiki/Rizin>

## 7. PRILOGA

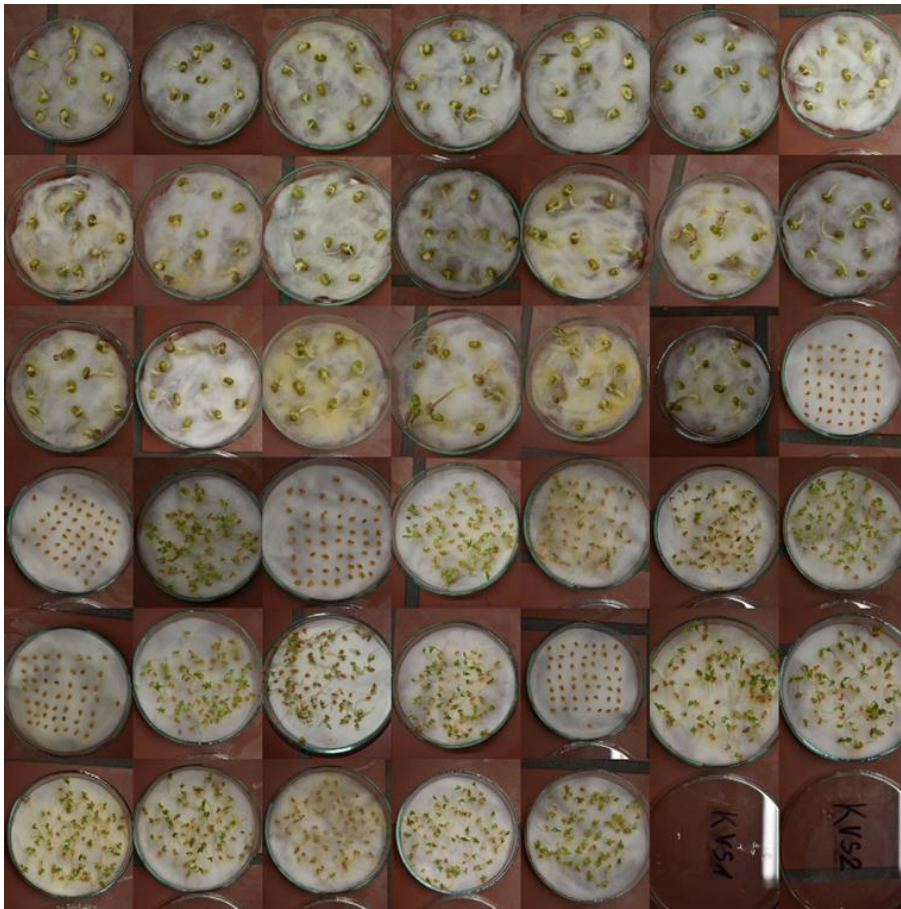
- Kolaž fotografij vzorcev z dne 13.2.



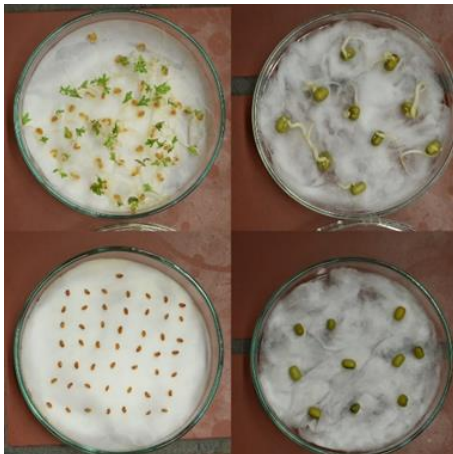
- Kolaž fotografij kontrolnih vzorcev z dne 13.2.



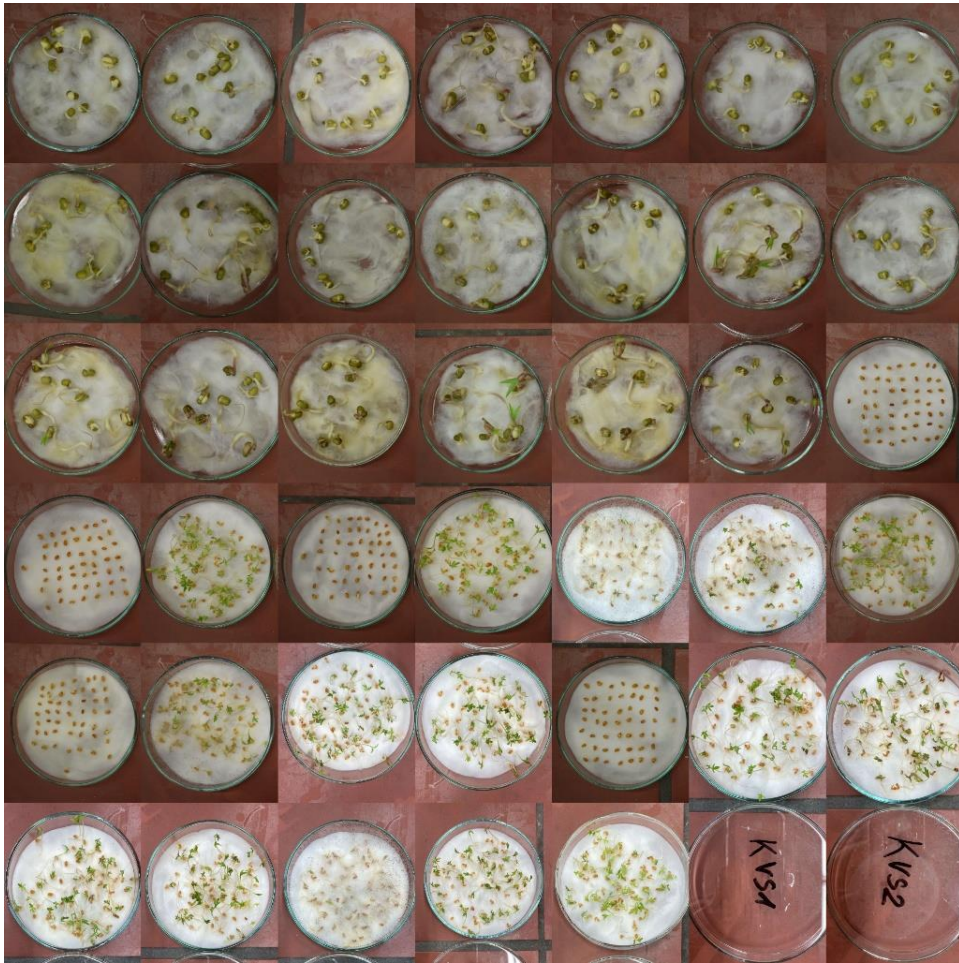
- Kolaž fotografij vzorcev z dne 14.2.



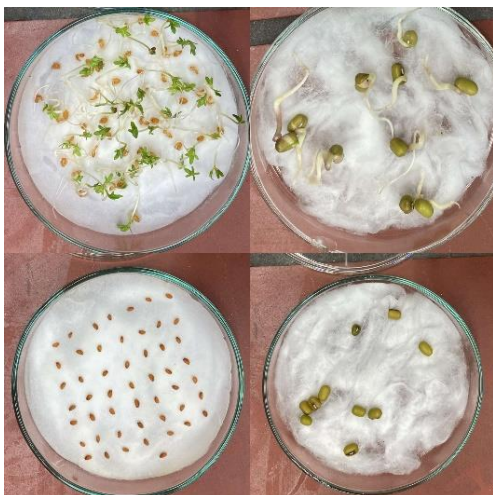
- Kolaž fotografij kontrolnih vzorcev z dne 14.2.



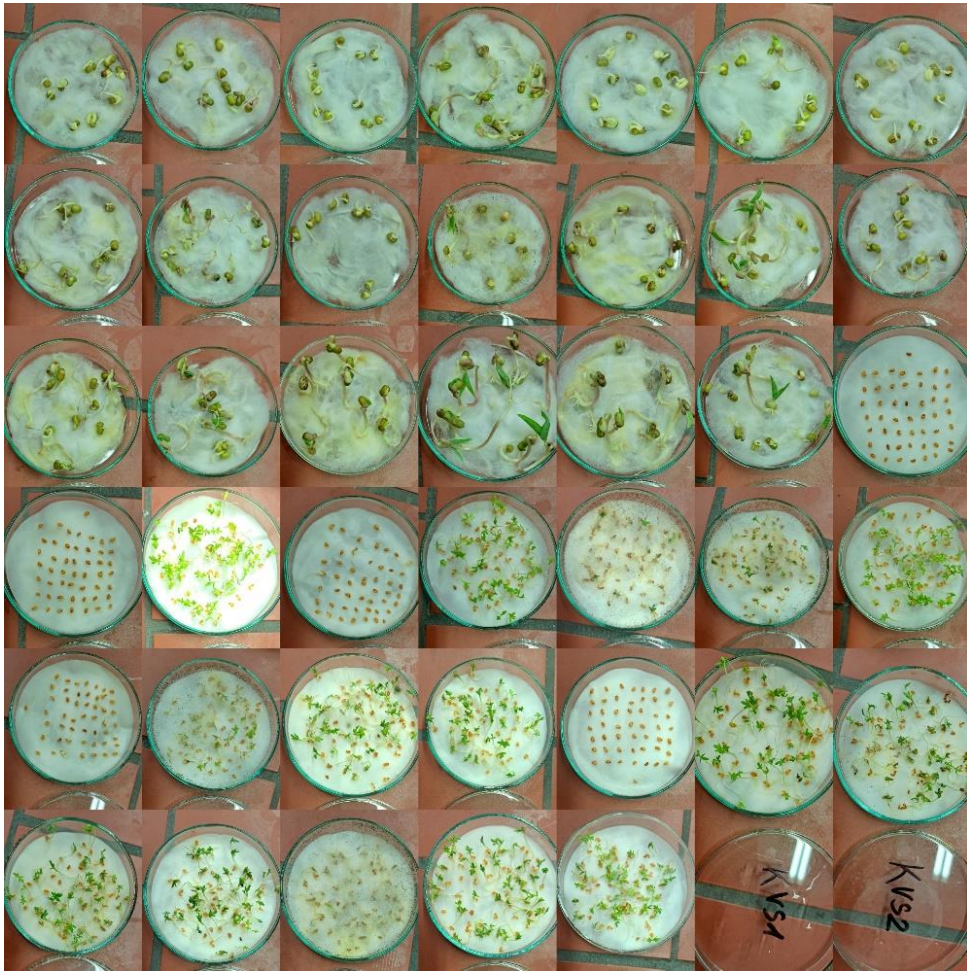
- Kolaž fotografij vzorcev z dne 15.2.



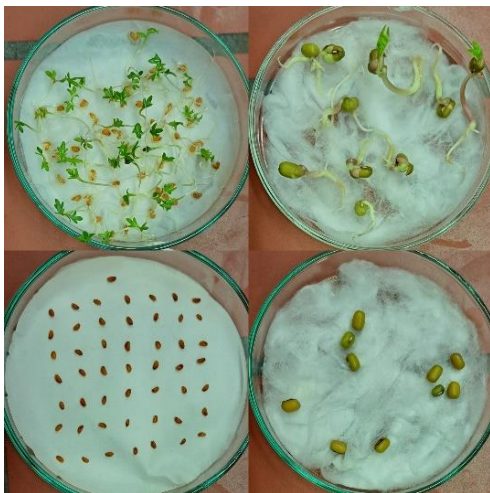
- Kolaž fotografij kontrolnih vzorcev z dne 15.2.



- Kolaž fotografij vzorcev z dne 16.2.

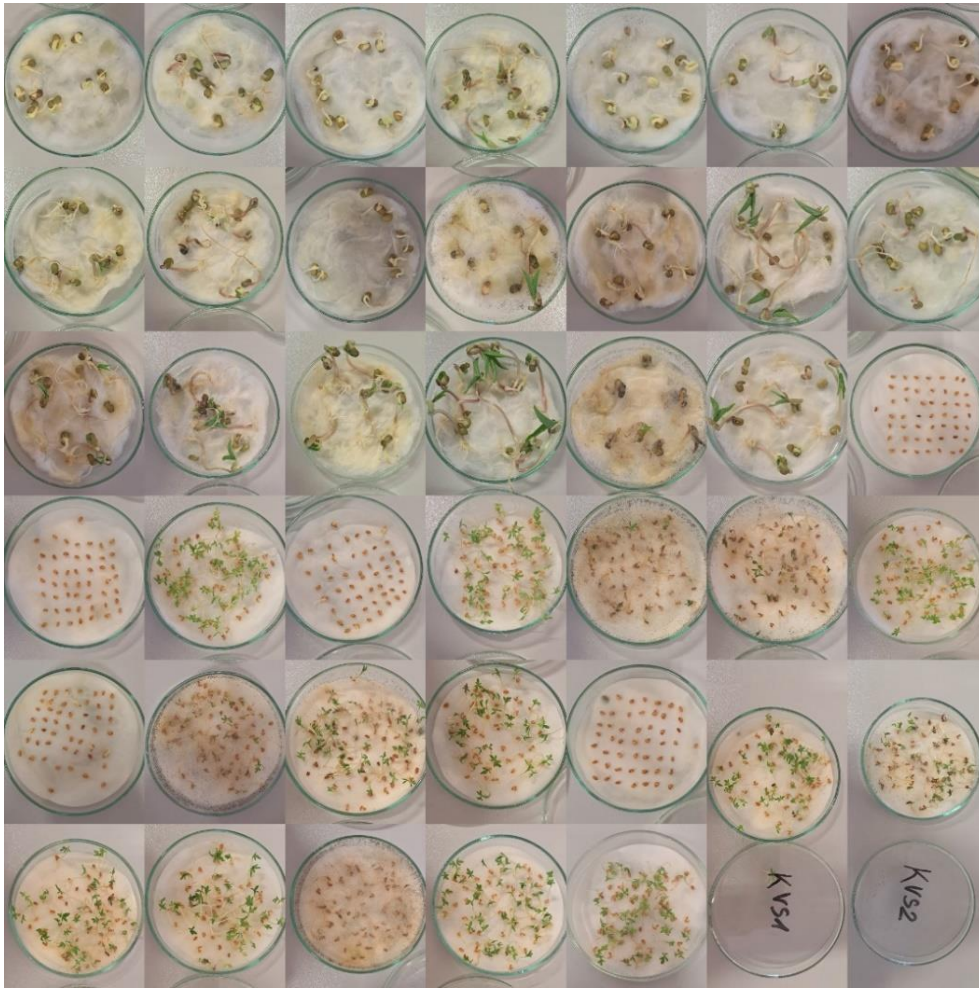


- Kolaž fotografij kontrolnih vzorcev z dne 16.2.

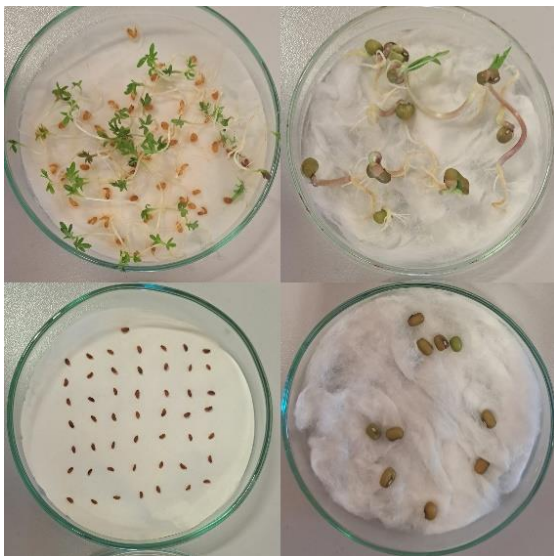




- Kolaž fotografij vzorcev z dne 17.2.



- Kolaž fotografij kontrolnih vzorcev z dne 17.2.



- Legenda za razporeditev vzorcev v kolažih testnih vzorcev

MEPS1	MEPS2	MEC1	MEC2	MES1	MES2	MEPO1
MVC1	MVC	MEL1	MEL2	MVPS1	MVPS2	MEPO2
MVS1	MVS2	MVL1	MVL2	MVPO1	MVPO2	KEC1
KES1	KES2	KEPS1	KEPS2	KVC1	KVC2	KEC2
KEL1	KEL2	KVPO1	KVPO2	KEPO1	KVS1	KVS2
KVL1	KVL2	KVPS1	KVPS2	KEPO2		

Številke 1 in 2 se nanašajo na razredčitev.

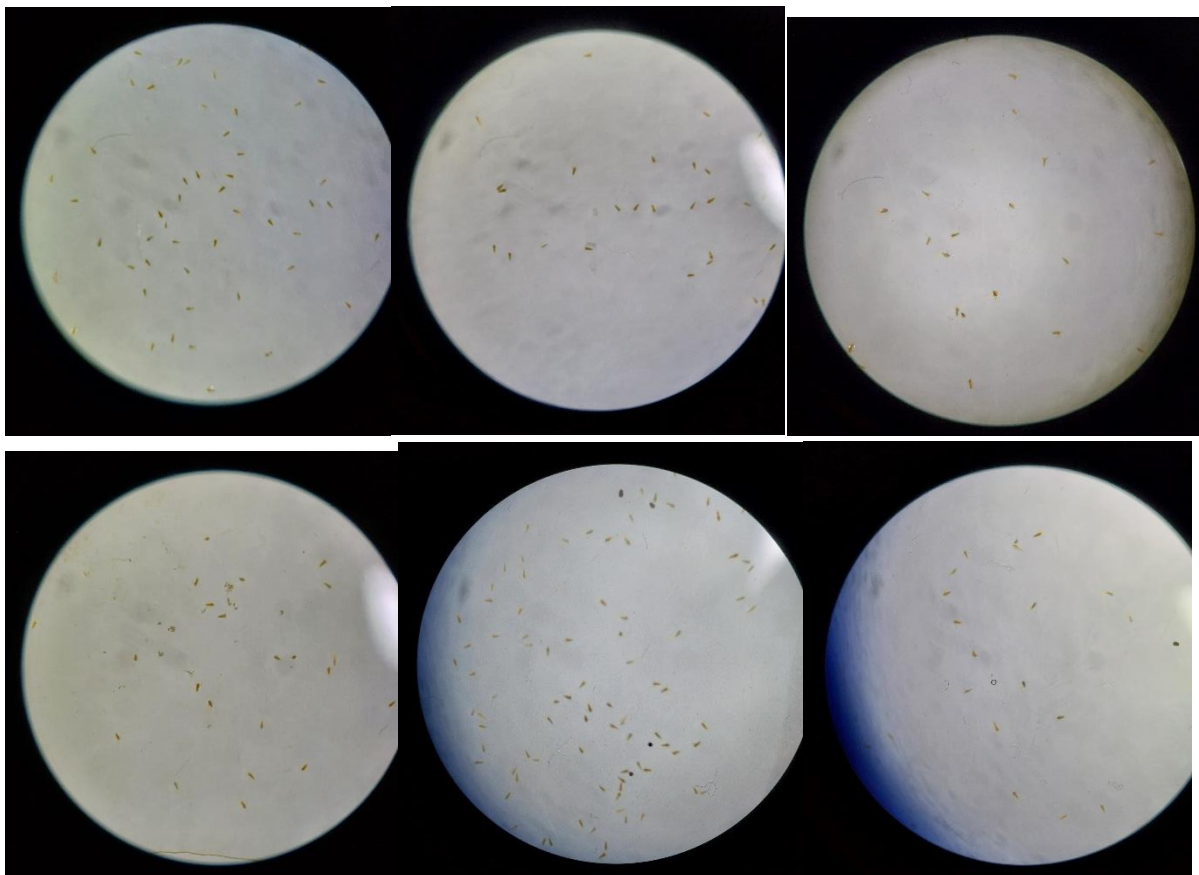
1 – 10-kratna razredčitev ekstrakta

2 – 100-kratna razredčitev ekstrakta

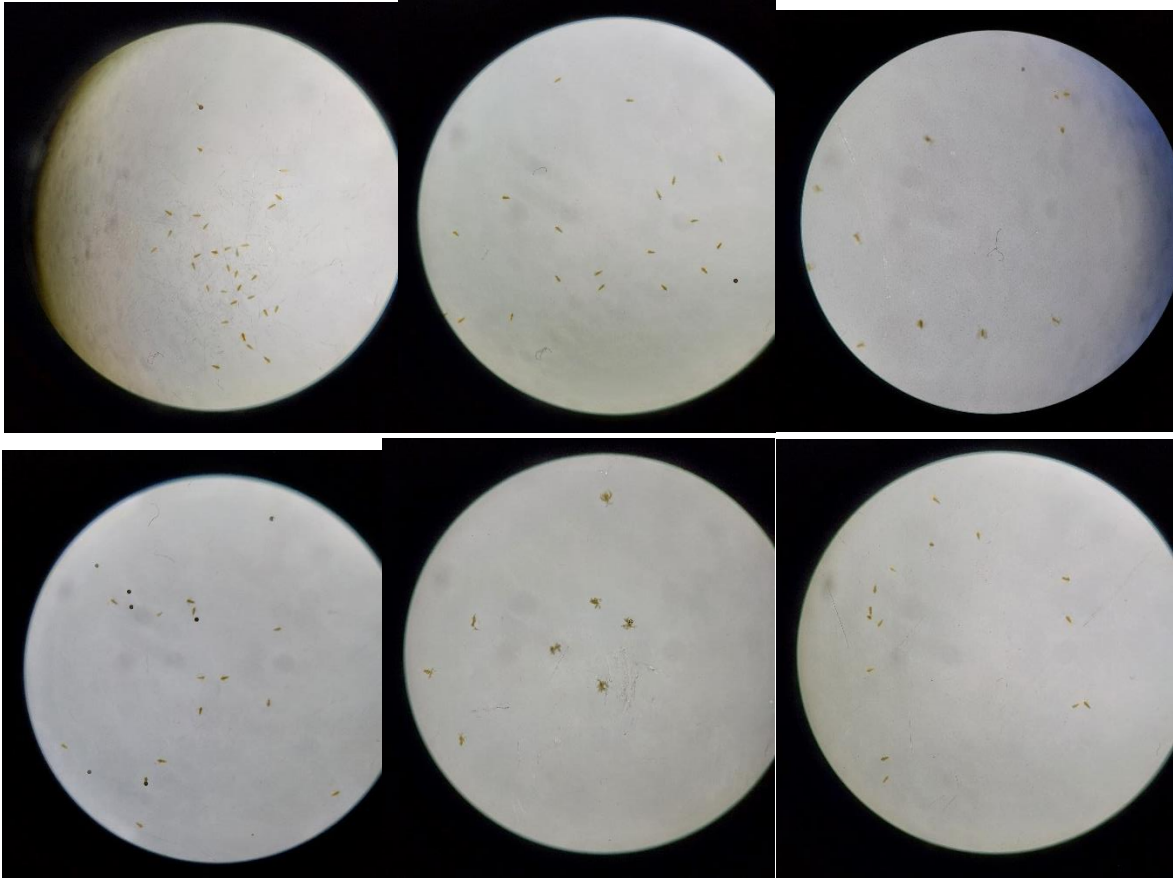
- Legenda za razporeditev vzorcev v kolažih kontrolnih vzorcev

KV	MV
KE	ME

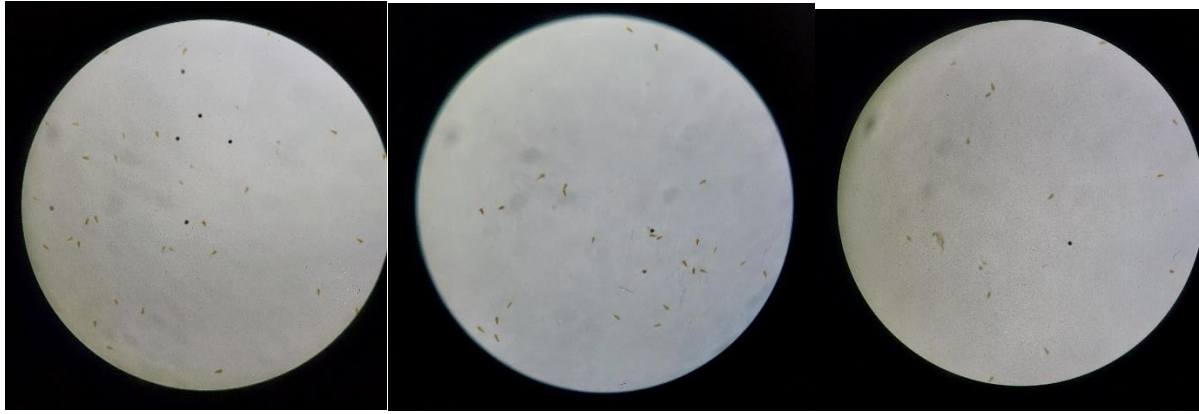
- Slike poskusov na solinskih rakcih v razmerju 1:1 skozi lupo (prva vrsta od leve proti desni V – kontrolni eksperiment, VC, VPO; druga vrsta od leve proti desni VL, VS in VPS)



- Slike poskusov na solinskih rakcih v razmerju 1:1 skozi lupo (prva vrsta od leve proti desni E – kontrolni eksperiment, EC, EPO; druga vrsta od leve proti desni EL, ES in EPS)



- Slike poskusov na solinskih rakcih v razmerju 1:2 skozi lupo (prva vrsta od leve proti desni V – kontrolni eksperiment, VC, VPO; druga vrsta od leve proti desni VL, VS in VPS)



- Slike poskusov na solinskih rakcih v razmerju 1:2 skozi lupo (prva vrsta od leve proti desni E – kontrolni eksperiment, EC, EPO; druga vrsta od leve proti desni EL, ES in EPS)

