



Osnovna šola Ivanjkovci

# **RUMENA PALETA BARV V LISTIH OKUŽENIH TRT Z RUMENICO**

Biotehnologija, gozdarstvo, kmetijstvo ali veterina

Raziskovalna naloga

Avtorice: Mija Majhenič, Teja Mar in Julia Gašparič

Mentorica: Zdenka Rakuša

Somentorica: Tanja Zelenik

Ivanjkovci, marec 2025

## ZAHVALA

Rade bi se zahvalile vsem, ki so nam na kakršenkoli način pomagali pri izvedbi našega raziskovanja in končne oblike raziskovalne naloge. Posebna zahvala gre naši mentorici, učiteljici biologije in kemije Zdenki Rakuša, ki nam je dajala predloge, nas vodila po pravi poti in nam razložila vse, česar nismo razumele. Zahvalile bi se rade tudi učiteljici Tanji, ki je dala pobudo da sploh začnemo pisati raziskovalno nalogo in nam pomagala dokončati obliko naše naloge, pri čemer pa so ji pomagali tudi drugi učitelji in ravnateljica naše šole Nada Pignar. Zahvala pa gre tudi našim staršem in ostalim članom družine, ki so nas pri pisanju doma cel čas podpirali in nam prav tako pomagali najti odgovore na določena vprašanja.

## KAZALO

|                                                         |           |
|---------------------------------------------------------|-----------|
| <b>POVZETEK .....</b>                                   | <b>6</b>  |
| <b>1 UVOD .....</b>                                     | <b>8</b>  |
| 1.1 Namen in cilji naloge .....                         | 8         |
| 1.2 Raziskovalna vprašanja in hipoteze.....             | 8         |
| <b>2 TEORETIČNI DEL .....</b>                           | <b>9</b>  |
| 2.1 Sestava in delovanje rastlinske celice .....        | 9         |
| 2.2 Klorofil .....                                      | 9         |
| 2.3 Fotosinteza in njen pomen.....                      | 10        |
| 2.4 Spreminjanje barv listov jeseni .....               | 10        |
| 2.5 Vinska trta .....                                   | 11        |
| 2.6 Zlata trsna rumenica.....                           | 11        |
| <b>3 RAZISKOVALNI DEL.....</b>                          | <b>12</b> |
| 3.1 Potek raziskovanja in postopki.....                 | 12        |
| 3.2 Raziskovalni pristop.....                           | 13        |
| 3.2.1 Metode .....                                      | 13        |
| 3.2.2 Sredstva in pripomočki ter obdelava podatkov..... | 15        |
| <b>4 REZULTATI.....</b>                                 | <b>16</b> |
| 4.1 Renski rizling.....                                 | 16        |
| 4.2 Laški rizling .....                                 | 17        |
| 4.3 Sivi pinot.....                                     | 18        |
| 4.4 Modri pinot.....                                    | 19        |
| 4.5 Sauvignon .....                                     | 20        |
| 4.6 Šipon.....                                          | 21        |
| 4.7 Chardonnay .....                                    | 22        |
| <b>5 RAZPRAVA .....</b>                                 | <b>23</b> |
| 5.1 Ovrednotenje hipotez .....                          | 24        |
| 5.2 Ideje za nadaljnja raziskovanja.....                | 24        |
| <b>6 VIRI IN LITERATURA.....</b>                        | <b>25</b> |

## KAZALO SLIK

|                                                                                                            |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Slika 1: Zgradba rastlinske celice                                                                         | 7  |
| Slika 2: Korenine zdrave vinske trte in korenine vinske trte, ki je okužena z zlato trsno rumenico         | 10 |
| Slika 3: Rezanje listov                                                                                    | 11 |
| Slika 4: Stiskanje listov                                                                                  | 11 |
| Slika 5: Mešanje listov in acetona                                                                         | 11 |
| Slika 6: Mešanje listov in acetona                                                                         | 11 |
| Slika 7: Filtriranje zmesi listov in acetona                                                               | 12 |
| Slika 8: Delo v laboratoriju                                                                               | 12 |
| Slika 9: Potovanje acetona po trakcih                                                                      | 12 |
| Slika 10: Kromatogram                                                                                      | 13 |
| Slika 11: Osnova barvnega kroga                                                                            | 13 |
| Slika 12: Barvni krog, narejen iz kromatogramov zdravih listov trte renski rizling                         | 14 |
| Slika 13: Barvni krog, narejen iz kromatogramov listov trte renski rizling, okužene z zlato trsno rumenico | 14 |
| Slika 14: Kromatogram zdravega zelenega lista renskega rizlinga                                            | 14 |
| Slika 15: Kromatogram zdravega barvnega lista renskega rizlinga                                            | 14 |
| Slika 16: Kromatogram okuženega zelenega lista renskega rizlinga                                           | 14 |
| Slika 17: Kromatogram okuženega barvnega lista renskega rizlinga                                           | 14 |
| Slika 18: Barvni krog, narejen iz kromatogramov zdravih listov trte laški rizling                          | 15 |
| Slika 19: Barvni krog, narejen iz kromatogramov listov trte laški rizling, okuženih z zlato trsno rumenico | 15 |
| Slika 20: Kromatogram zdravega zelenega lista laškega rizlinga                                             | 15 |
| Slika 21: Kromatogram zdravega barvnega lista laškega rizlinga                                             | 15 |
| Slika 22: Kromatogram okuženega zelenega lista laškega rizlinga                                            | 15 |
| Slika 23: Kromatogram okuženega barvnega lista laškega rizlinga                                            | 15 |
| Slika 24: Barvni krog, narejen iz kromatogramov zdravih listov trte sivi pinot                             | 16 |
| Slika 25: Barvni krog, narejen iz kromatogramov listov trte sivi pinot, okuženih z zlato trsno rumenico    | 16 |
| Slika 26: Kromatogram zdravega zelenega lista sivega pinota                                                | 16 |

|                                                                                                          |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Slika 27: Kromatogram zdravega barvnega lista sivega pinota                                              | 16 |
| Slika 28: Kromatogram okuženega zelenega lista sivega pinota                                             | 16 |
| Slika 29: Kromatogram okuženega barvnega lista sivega pinota                                             | 16 |
| Slika 30: Barvni krog, narejen iz kromatogramov zdravih listov trte modri pinot                          | 17 |
| Slika 31: Barvni krog, narejen iz kromatogramov listov trte modri pinot, okuženih z zlato trsno rumenico | 17 |
| Slika 32: Kromatogram zdravega zelenega lista modrega pinota                                             | 17 |
| Slika 33: Kromatogram zdravega barvnega lista modrega pinota                                             | 17 |
| Slika 34: Kromatogram okuženega zelenega lista modrega pinota                                            | 17 |
| Slika 35: Kromatogram okuženega barvnega lista modrega pinota                                            | 17 |
| Slika 36: Barvni krog, narejen iz kromatogramov zdravih listov trte sauvignon                            | 18 |
| Slika 37: Barvni krog, narejen iz kromatogramov listov trte sauvignon, okuženih z zlato trsno rumenico   | 18 |
| Slika 38: Kromatogram zdravega zelenega lista sauvignona                                                 | 18 |
| Slika 39: Kromatogram zdravega barvnega lista sauvignona                                                 | 18 |
| Slika 40: Kromatogram okuženega zelenega lista sauvignona                                                | 18 |
| Slika 41: Kromatogram okuženega barvnega lista sauvignona                                                | 18 |
| Slika 42: Barvni krog, narejen iz kromatogramov zdravih listov trte šipon                                | 18 |
| Slika 43: Barvni krog, narejen iz kromatogramov listov trte šipon, okuženih z zlato trsno rumenico       | 19 |
| Slika 44: Kromatogram zdravega zelenega lista šipona                                                     | 19 |
| Slika 45: Kromatogram zdravega barvnega lista šipona                                                     | 19 |
| Slika 46: Kromatogram okuženega zelenega lista šipona                                                    | 19 |
| Slika 47: Kromatogram okuženega barvnega lista šipona                                                    | 19 |
| Slika 48: Barvni krog, narejen iz kromatogramov zdravih listov trte chardonnay                           | 20 |
| Slika 49: Barvni krog, narejen iz kromatogramov listov trte chardonnay, okuženih z zlato trsno rumenico  | 20 |
| Slika 50: Kromatogram zdravega zelenega lista chardonnaya                                                | 20 |
| Slika 51: Kromatogram zdravega barvnega lista chardonnaya                                                | 20 |
| Slika 52: Kromatogram okuženega zelenega lista chardonnaya                                               | 20 |
| Slika 51: Kromatogram okuženega zelenega lista chardonnaya                                               | 20 |

## POVZETEK

Ob začetku tega šolskega leta, smo se tri učenke 8. razreda is OŠ Ivanjkovci odločile, da bi se rade preizkusile v pisanju raziskovalne naloge. Dlje časa smo razmišljale, kaj bi lahko raziskovale in dobile smo res odlično idejo; glede na to, da sta že lani dve sošolki naredili uspešno raziskavo o barvilih v listih različnih vinskih trt in ker trte v naših krajih pogosto zbolijo za neozdravljivo boleznijo Zlato trsno rumenico, se nam je zdelo uporabno uporabiti lanske rezultate, kjer smo ugotovile, katera barvila se skrivajo v zdravih listih vinskih trt z novimi, kjer bomo ugotovile, katera barvila se skrivajo v listih različnih vinskih trt, ki so zbolele za Zlato trsno rumenico. Kakor nam že ime pove, zlata trsna rumenica izsuši vinsko trto in liste na prvi pogled posvetli ter naredi bolj rumene, smo želele to teorijo dokazati in potrditi. O našem razmišljanju smo se posvetovali z učiteljico kemije in biologije Zdenko Rakuša, ki ji je bila ideja zelo všeč in se je strinjala s tem, da bi bila naša mentorica. Tako smo z njeno pomočjo začele raziskovati; najprej smo si zastavile vprašanja, ki so nam pomagala ostati na pravi poti raziskovanja in dve hipotezi, ki sta se nam ob začetku raziskovanja zdeli smiselni. Nato smo nabrale liste sedmih vinskih sort: chardonnay, sauvignon, šipon, renski rizling, laški rizling, modri pinot in sivi pinot ter iz njih izvedle postopek papirne kromatografije. Ko smo dobile kromatograme vseh sort smo iz njih za lepšo preglednost in lažjo primerjavo izdelale barvne kroge in jih primerjale z lanskimi, naše ugotovitve pa smo zapisale pod rezultate. Vmes smo napisale tudi teoretični del, da smo tudi same bolj izvedele, kaj sploh je Zlata trsna rumenica, da smo ponovile in se kaj novega naučile o fotosintezi, rastlinski celici, klorofilu... Na koncu smo dodale ostale potrebne stvari, dokončale obliko in poslale naši mentorici, da je s pomočjo drugih učiteljev in ravnateljice preverila, če se je v naši raziskovalni nalogi pojavila še kakšna napaka.

Ključne besede: Zlata trsna rumenica, vinska trta, fotosinteza, listi, barvila

## **ABSTRACT**

At the beginning of this school year, we, three eighth-grade students from OŠ Ivanjkovci, decided to challenge ourselves by writing a research paper. We spent some time thinking about what we could explore and came up with a great idea. Last year, two of our classmates successfully conducted research on pigments in the leaves of different grapevine varieties. Since grapevines in our region often suffer from the incurable disease *Flavescence dorée*, we found it useful to compare last year's results, which identified the pigments in healthy grapevine leaves, with new findings on the pigments present in the leaves of grapevines affected by *Flavescence dorée*. As the name suggests, *Flavescence dorée* dries out the vine and visibly lightens and yellows its leaves. We wanted to test and confirm this theory. We discussed our idea with our chemistry and biology teacher, Zdenka Rakuša, who found it very interesting and agreed to be our mentor. With her guidance, we started our research. First, we formulated key questions to help us stay on track and developed two hypotheses that seemed reasonable at the beginning of our study. We then collected leaves from seven grapevine varieties: Chardonnay, Sauvignon, Šipon, Rhein Riesling, Welschriesling, Pinot Noir, and Pinot Gris. Using paper chromatography, we analyzed the pigments present in these leaves. Once we obtained the chromatograms for all the varieties, we created color charts for better visualization and easier comparison with last year's results. We recorded our findings in the results section. Along the way, we also wrote the theoretical part to deepen our understanding of *Flavescence dorée*, photosynthesis, plant cells, chlorophyll, and other related topics. Finally, we completed the formatting and sent our research paper to our mentor. With the help of other teachers and the principal, she reviewed it for any remaining errors.

Keywords: *Flavescence dorée*, grapevine, photosynthesis, leaves, pigments

## 1 UVOD

### 1.1 Namen in cilji naloge

Ideja za raziskovalno nalogo se je v bistvu pojavila že lani, ko sta se dve sošolki spraševalo o tem, katera barvila se skrivajo v listju vinske trte. Pristopili sta do njune mentorice učiteljice biologije in kemije ter skupaj naredili lansko raziskovalno nalogo s katero sta osvojili zlato nagrado. Po zaključeni raziskovalni nalogi so se v naših glavah pojavljala nova vprašanja povezana z barvili v vinski trti. Zato smo letos našo raziskovalno ekipo še povečale ter začele raziskovati. Osnovni temelji so zgrajeni na področju biologije in kemije saj iz teh dveh znanosti izhajajo fotosinteza, papirna kromatografija, rastlinske celice, klorofil... Bistvo te raziskovalne naloge je raziskati kakšna je razlika med barvili listov zdrave vinske trte in barvili listov vinske trte okužene z rumenico. To nameravamo ugotoviti s postopkom ločevanja barvil, imenovanim papirna kromatografija. Na koncu tega postopka se bodo na vrhu papirja prikazala barvila iz določenega lista. Ta barvila bomo z vsako vrsto vinske trte posebej primerjale z lanskimi rezultati, iskale razlike in podobnosti. Papirno kromatografijo bomo letos ponovili z listi vseh lani izbranih vrstah vinske trte (Laški rizling, Renski rizling, Chardonnay, Sauvignon, Modri pinot, Sivi pinot in Šipon). Vsi listi so bili nabrani v istem obdobju kot lani, in sicer od oktobra do novembra. Iz papirnih kromatografij bomo vzele barve ter jih sestavile v barvni krog, to nam bo v pomoč pri natančnejšem opazovanju razlik v barvi, v primerjavi z lanskim barvnim krogom. V teoretičnem delu se bomo poglobile in natančneje raziskale kaj je zlata trstna rumenica, kako poteka fotosintezo, sestavo vinske trte, sestavo rastlinske celice, kako klorofil prispeva k fotosintezi ter na splošno kaj je in zakaj listje jeseni spremeni barvo. Pri rezultatih bomo primerjale kromatografije zdravih listov vinske trte z listi vinske trte okužene z zlato trsno rumenico.

### 1.2 Raziskovalna vprašanja in hipoteze

RV1: Kaj se zgodi v listih različnih vinskih trt, ko jih napade zlata trsna rumenica?

RV2: Kako zlata trsna rumenica spremeni barvila v listih različnih vinskih trt?

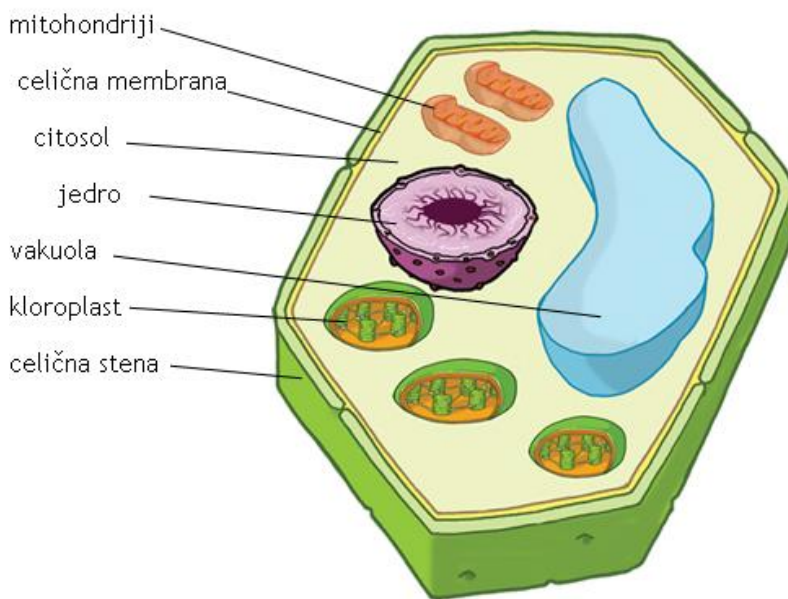
H1: Zlata trsna rumenica povzroči, da se barvila v listih vinskih trt spremenijo, ublažijo in postanejo bolj rumena.

H2: Zlata trsna rumenica enako vpliva na spreminjanje barv pri vseh izbranih sortah vinskih trt

## 2 TEORETIČNI DEL

### 2.1 Sestava in delovanje rastlinske celice

Mitochondriji so glavna funkcija poteka celičnega dihanja. Pri celičnem dihanju se sprošča ogljikov dioksid (CO<sub>2</sub>), voda (H<sub>2</sub>O) in energija, ki jo rastlina porabi za delovanje, razvoj in rast. Seveda rastline uporabljajo tudi hranilne snovi (sladkor) in kisik. Mitochondriji so valjaste oblike, v eni celici jih je lahko več. Celična membrana je polprepustna prepreka za snovi, ki vstopajo ali izstopajo v celico. Določene



snovi lahko prečkajo celično membrano, druge pa ne. Citoplazma je celična tekočina, v njej so organeli (mitohondrij, kloroplast, vakuola in jedro). Najpomembnejši del celice je jedro, saj na nek način nadzoruje delovanje celotne celice. Vakuola predstavlja večinski del celice. V njej so shranjene hranilne snovi, ki jih rastlina pozneje uporabi. V kloroplastih poteka fotosinteza, saj vsebujejo klorofil, ki je vključen v proces fotosinteze. Celična stena pa ščiti notranjost celice pred poškodbami in vstopom tujih snovi. (Dermastia, 2006, str. 20, 24, 34, 39)

Slika 1. Zgradba rastlinske celice. Pridobljeno iz Naravoslovje 6 (str. 100), od G. Godec, S. Glažar, L. Grubelnik, 2015: Zavod RS za šolstvo. Pridobljeno iz [CC BY-NC-SA 2.5 SI Deed | Priznanje avtorstva-Nekomercialno-Deljenje pod enakimi pogoji 2.5 Slovenija | Creative Commons](#). Avtorske pravice 2015 od Creative Commons 2. 5. Pridobljeno z dovoljenjem.

### 2.2 Klorofil

Klorofil je kompleksen pigment, ki ga najdemo v rastlinah, natančneje v kloroplastih, algah in nekaterih bakterijah. Njegova struktura je kompleksno sestavljena iz različnih molekul, ki vsebujejo osredni atom magnezija. Magnezij je zelo pomemben za njihovo funkcijo pri fotosintezi. Obstajata dve glavni vrsti klorofila, ki se nekoliko razlikujeta v svoji kemični strukturi, in sicer klorofil a (modrozelen pigment) in klorofil b (rumenzelen). Molekula klorofila a ima dodano strukturo, imenovano fitol, ki ji pomaga pri pritrditvi na membrano kloroplastov, kjer poteka fotosinteza. Klorofil b ima nekoliko drugačno strukturo, vendar še vedno vsebuje magnezijev atom. Pri fotosintezi zraven klorofila a in klorofila b sodelujejo tudi nekatera druga barvila oz. pigmenti, ki omogočajo vpijanje svetlobe, saj vsako barvilo absorbira svetlobo samo nekaterih valovnih dolžin. Zaradi tega je običajno v rastlini prisotnih več barvil, ki sodelujejo v procesu fotosinteze. Pod fotosintezna barvila spadajo tri glavne skupine, to so karotenoidi (oranžno – rumena barvila), klorofili (zeleno barvila) in fikobilini ali anticiani (rdeča in modro – vijolična barvila). Kemijska zgradba, barvni odtenki in vpijanje svetlobe se med njimi razlikuje.

Skupaj delujejo, da vpijajo svetlobo in nato pretvorijo energijo sončne svetlobe v kemično energijo, ki jo rastline uporabijo za razvoj in rast. Klorofil vpija svetlobno energijo sonca, ki doseže liste rastlin in jo pretvarja v kemično energijo. Energija se uporabi pri fotosintezi, procesu, s katerim rastline pretvarjajo ogljikov dioksid in vodo v glukozo in kisik. Zato je klorofil pomemben za ta proces, saj je odgovoren za zajemanje svetlobne energije. Klorofil lahko s časoma razpade. To se lahko zgodi zaradi različnih dejavnikov, to so okoliški stres, bolezen, pomanjkanje hranil in staranje rastline. Med razpadanjem klorofila se molekule razgradijo in izgubijo svojo funkcionalnost. Lahko se povzroči spreminjanje barv listov, saj se razkrijejo drugi pigmenti, ki so skriti v klorofilu. To so karotenoidi, ki imajo rdečo, rumeno ali oranžno barvo. Klorofil se razgradi v procesu, imenovan klorofiloliza. Razpad klorofila je naraven življenjski cikel rastlin, ki se običajno zgodi jeseni, ko se rastline pripravljajo na zimo. Proces omogoča rastlinam ponovno uporabo hranil iz listov, ki jih shranjujejo za ponovno uporabo in novo rast. (Vrtačnik idr., 2014)

### 2.3 Fotosinteza in njen pomen

Fotosinteza izvira iz starogrške besede »photo« kar pomeni svetloba in »synthesis«, kar pomeni spajanje. Je biokemijski proces, pri katerem rastline in drugi fotosintetski organizmi izrabljajo energijo sončne svetlobe za pridelavo hrane. Pri tem procesu rastlina pretvori sončno energijo v kemično energijo. Ta je običajno shranjena v obliki ogljikovih hidratov, kot so sladkorji. Fotosintetski organizmi so temelj prehranjevalne verige, kar pomeni da smo skoraj vsa živa bitja na Zemlji odvisna od energije, katero proizvedejo s fotosintezo. »Osnovni gradniki, ki jih fotosintetski organizmi porabljajo za izdelavo organskih spojin, so relativno preproste molekule, tj. ogljikov dioksid (CO<sub>2</sub>) ter voda (H<sub>2</sub>O). Pri fotosintezi se sprošča tudi kisik (O<sub>2</sub>) kot stranski produkt in večina kisika v Zemljinem ozračju je nastala pri fotosintezi. Organizmi med procesom celičnega dihanja izrabijo ogljikove hidrate in kisik za tvorbo energije, pri tem pa sprostijo oz. izločijo CO<sub>2</sub> in vodo, ki se vrnete nazaj k rastlinam; tako je kroženje snovi zaključeno.« Ta proces poteka v kloroplastih ki so organeli, prisotni v celicah. Fotosintezo bi lahko razdelili na dve glavni stopnji: svetlobno in temno fazo. Med svetlobno fazo svetlobno energijo zajamejo fotosintetski pigmenti (npr. klorofil) in jo uporabijo za proizvodnjo ATP in NADPH, ki sta energijski molekuli – ti dve molekuli se uporabljata v temni fazi. V temni fazi se ravno omenjeni ATP in NADPH uporabljata za pretvorbo ogljikovega dioksida v glukozo. Klorofil, zeleno obarvana snov v rastlinah, je ključni pigment, ki absorbira svetlobo. Svetlobna energija se nato pretvori v kemično energijo skozi niz kemičnih reakcij. Voda potrebna za fotosintezo se vpija skozi rastlinine korenine ter od tam potuje do listov, kjer se nahajajo kloroplasti. Ogljikov dioksid pa pride v rastlino skozi pore listov, ki so kot majhne odprtine. Ko se sončna svetloba absorbira, se sprožijo kemijske reakcije zaradi katerih se voda razgradi na dva dela: vodik in kisik. Kisik je stranski produkt fotosinteze in se sprosti v zrak. Vodik se združi z ogljikovim dioksidom, skupaj pa tvorita glukozo. Glukoza se pozneje uporabi za gradnjo drugih molekul, za proizvodnjo energije ter še za druge stvari, ki so pomembne za ravnovesje rastline. (ADMIN, 2023; Gimnazija Poljane, 2018; Wikipedija, prosta enciklopedija 2024; Vidal, 2023)

### 2.4 Spreminjanje barv listov jeseni

Jeseni nastanejo v listih tudi rdeča barvila, imenovana antociani. Antociani so topni v vodi, zato jih vidimo v tekočem delu listnih celic. Zaradi tega so na primer plodovi jabolane, jagod in malin rdeči. Ko se prične pomlad oziroma rastna sezona, v listih ves čas na novo nastaja in se razgrajuje klorofil. To je tudi razlog zakaj so listi zelene barve. Ko se prične čas teme oziroma noči podaljševati in temperature počasi pričnejo padati, se nastanek novega klorofila ustavlja. Novi klorofil več ne nastaja, stari pa počasi prične propadat in zato začnejo listi izgubljati zeleno barvo. Takrat postanejo bolj vidni karotenoidi s svojimi rumeno oranžkastimi barvami in antociani s svojimi rdečimi odtenki. Zelene rastline imajo zeleno barvo, zaradi prej omenjenega klorofila. V zelenih listih so prisotni tudi karotenoidi, barvila druge barve, po navadi oranžne, rumeno ali rjave barve. Zaradi karotenoidov je na primer korenje

oranžne barve, cveti vijolic vijolične barve in tako naprej. Temno ali svetla zelena barva listov je predvsem odvisna od količine klorofila, prisotnosti drugih barvil in debeline lista. Ko se jesen prične bližati koncu, se listi posušijo, odmrejo in postanejo rjave barve. V redkih primerih lahko rjavi listi ostanejo čez celo zimo na drevesu (npr. beli gaber), pri večini porjavijo šele po tem, ko odpadejo. Pri različnih vrstah rastlin, zaradi različne količine klorofila, karotenoidov in antocianov, se čas spreminjanja barv in odpada listov zelo razlikuje. Tudi vreme, predvsem pa temperatura in vlaga, vplivajo na čas spreminjanja barv listov. Drevesa se lepše obarvajo, kadar so jesenski dnevi topli, noči pa z nekaj stopinjami nad lediščem, saj se čez dan ustvari več sladkorja. Nočni hlad pa poskrbi, da listne žile ostanejo zaprte in da sladkorji ostanejo v listih. Ti sladkorji spodbujajo nastanek rdečih barvil, zaradi česar se listi lepše rdeče obarvajo. Listi lahko pričnejo odpadat, če je preveč dežja, saj vlaga proizvaja bakterije, plesen in glive. Vendar če je premalo dežja, se listi hitreje posušijo. Najlepše se listi obarvajo takrat, ko so pomladi tople in mokre, poletja sončna vendar brez suš in z zmerno dovolj količine vlage (dežja) in s hladnimi nočmi. (Puschner M., 2016)

## 2.5 Vinska trta

Vinska trta je trajna olesenela rastlina. Po naravi je vzpenjavka, kar pomeni da se opira na drevesa, grmovja ali pa se razrašča ob drugi opori. Vinogradniki s poletno in zimsko rezjo posegajo v trs in s tem uravnavajo njegovo rast, rodnost in kakovost ploda oziroma pridelka. Poznamo več različnih vrst vinskih trt. V Sloveniji imamo uradno priznanih kar 6 avtohotnih vinskih sort in sicer: ranina, klarnica, ranfol, vitovska grganja, zelen in žametovka. Poznamo tudi evropsko žlahtno trto, nastala je s poskusi znanstvenikov kateri so s križanjem evropske in ameriške vinske trte želeli ustvariti proti ušno odporno trto, ki bi naj rodila kakovostno grozdje. Žal pa poskusi niso bili uspešni, saj se je izkazalo, da ta vrsta ni primerna za pridelavo vina. Pod zanimivost bi lahko dodali dejstvo, da vinske trte najdeš skoraj da kjerkoli po Sloveniji, ne samo v obsredozemski in sredozemski pokrajini Slovenije. Vinsko trto bi lahko delili na dva dela: podzemni ter nadzemni del. Podzemni organi vinske trte so korenine in podzemno deblo, nadzemni deli pa so deblo, kraki (stranske vejice, ki rastejo iz debela), listje in plod oziroma grozdje. »Plod trte je grozd. Poznamo različne sorte. Lahko je belo (rumenkaste ali rumeno-zelene barve) ali rdeče (temno modre, rubinasto-vijolične ali rdečkasto-modre barve).« Na mladiceh (zelenih enoletnih poganjkih) pa so poleg listja in grozdja tudi zalistniki (majhni, mladi poganjki), vitice (majhne, tanke vejice, ki se ovijajo okoli debela, krakov, opore itd.) ter rastni vršički (področje tik pri deblu ali vejici, iz kjer rastejo druge vejice ali vitice). (Gaia, b. d., vinska trta, posebnosti; Rastlinstvo Slovenije, 2019)

## 2.6 Zlata trsna rumenica

Zlata trsna rumenica je bolezen vinske trte, katero povzroča fitoplazma. Ta sodi med bakterije brez celične stene, naseli pa se izključno na predele rastline, kjer poteka transport proizvodov fotosinteze. Pridetek v okuženih vinogradih je slabši po kakovosti in količini, okužene trte lahko v nekaj letih propadejo. Bolezen se v vinogradih običajno zelo hitro širi s pomočjo prenašalca ameriškega škržatka, ki prenaša fitoplazmo z okuženih na zdrave trte. Ta dejstva zlato trstno rumenico hitro uvrstijo med eno najnevarnejših boleznih vinske trte, samo zanjo so predpisani strogi ukrepi za zatiranje in preprečevanje širjenja, saj za to bolezen še ne poznamo zdravila. Na kmetijskem ministrstvu pa že nekaj časa opozarjajo, da je treba okužene trse čim prej odstraniti in s tem preprečiti nadaljnjo širjenje. »Najlažje jih prepoznamo v poletnem času. Odstranjevanje je lažje, če se trs s simptomi takrat samo odreže na primerni višini od tal. Odrezani del se hitro posuši, zato s posušenih poganjkov ameriški škržatek ne more več prenesti okužbe na zdrave trse. Paziti je treba tudi na sprotno in dosledno odstranjevanje vseh novih poganjkov, ki odženejo iz preostanka trsa, saj so okuženi, četudi še ne kažejo simptomov. Preostanek trsa je treba **odstraniti s koreninami vred**, da iz ostankov korenin in debela ne

bi odganjali novi okuženi poganjki. To lahko storimo jeseni ali preko zime, vendar še preden trsi začnejo ponovno poganjati.« Prepoznamo jo po sušičih se in porumenelih listih, listni robovi pa se začnejo zvijati navznoter, pojavi se venenje in sušenje grozdov. V naših domačih vinogradih pa smo opazile



tudi, da se z razvijanjem bolezni tudi korenine začnejo uničevati (kot je prikazano na fotografiji) in ne dovajajo dovolj vode celi rastlini, kar je tudi razlog, da se vinska trta, okužena z zlato trsno rumenico posledično izsuši. (GOV.si, 2024)

Slika 2: Korenine zdrave vinske trte (levo) in korenine vinske trte, ki je okužena z zlato trsno rumenico (na sredini in desno), 2025

### 3 RAZISKOVALNI DEL

#### 3.1 Potek raziskovanja in postopki

Ideja za to raziskovalno nalogo se nam je porodila, ko smo opazile, da trte v naših krajih, v Prlekiji na Jeruzalemu, pogosto zbolijo za zelo škodljivo boleznijo vinskih trt: zlato trsno rumenico. Takoj so se nam začela porajati vprašanja: Kaj sploh je trsna rumenica in kako škoduje vinskim trtam? Ali zlata trsna rumenica vpliva na barvila v listih različnih vinskih trt in kako to vpliva nanje? Kaj se začne dogajati in do kakšnih sprememb pride, ko ta bolezen enkrat napade vinski trto? Kmalu smo se spomnile na lansko raziskovalno nalogo in zelo dobra ideja se nam je zdela, da naredimo kromatografije listov z rumenico in jih primerjamo s kromatogrami zdravih listov, ki jih imamo že od lanske raziskovalne naloge, kar se nam je zdelo zelo uporabno. Ko smo se res dokončno odločile, da nas to res zanima in bi rade same poiskale odgovore na svoja vprašanja, smo se posvetovali z učiteljico kemije in biologije, ki je bila takoj za stvar in se ji je ideja zdela res super in že kar takoj smo se lotile dela:

-1. oktobra (ko so bili listi še bolj zeleni in se zlata trsna rumenica ni uspela zelo razviti) smo se odpravile v vinograd in nabrale po 10 listov večine vinskih sort, ki smo jih uporabili že v lanski raziskovalni nalogi.

-Sprehod in nabiranje listov smo ponovile 1. novembra z istimi sortami, saj se je do takrat bolezen uspela že bolje razviti in je tudi na listih bila vidna razlika; bili so bolj rumeni, izsušeni in v sebi niso več imeli veliko življenja.

-Do opravljanja postopka papirne kromatografije smo liste vakumsko zapakirale in jih hranile v zamrzovalniku, do so ostali sveži in se niso še bolj izsušili, kot so že bili zaradi zlato trsne rumenice in so ohranili čim več sokov. V šoli smo v prostih urah delale papirno kromatografijo in že kar kmalu smo opazile nekaj razlik od lani: liste je bilo težje iztisniti, saj niso imeli veliko soka, posledično so dali tudi manj barvil, zato pa tudi kromatogrami letos nimajo tako izrazitih barv kot lani. Vesele pa smo, da so se barvila vseeno vidno razklonila in smo lahko opazovale razlike. Med postopkom papirne kromatografije smo tudi večkrat kaj fotografirale in posnele, da smo lahko fotografije uporabile tudi v raziskovalni nalogi v dokaz in pa tudi za spomin. Ko smo naredile vse kromatograme smo jih v 3D slikarju spremenile v barvne kroge (za lažjo primerjavo in vidnost barv) in se nato najprej lotile pisanja teoretičnega dela, kasneje pa še raziskovalnega dela, rezultatov in na koncu so nam ostali le še popravki in raziskovalna je bila končana.

## 3.2 Raziskovalni pristop

### 3.2.1 Metode

Med raziskovanjem smo za odkritje barv v posameznih listih uporabile laboratorijsko metodo ločevanja barvil, imenovano papirna kromatografija, ki jo naredimo z naslednjimi koraki:

- Najprej nabereemo sveže liste izbrane rastline (v našem primeru vinske trte).

- Liste močno zvijemo in jih narežemo na majhne koščke.



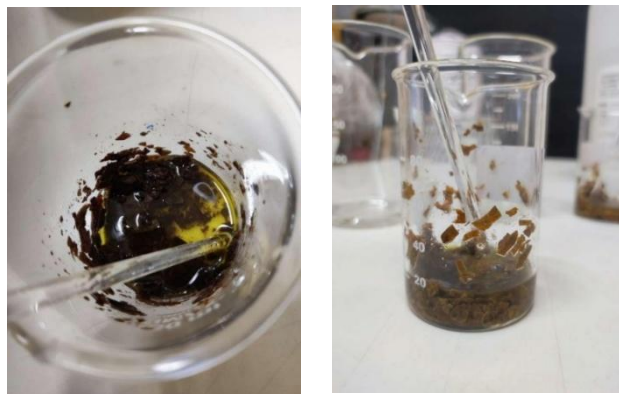
Slika 3: Rezanje listov, 2024

- Nato narezane liste stisnemo v možnarju, po potrebi pa lahko dodamo tudi pesek za lažje stiskanje in posledično tudi pridobljeno večjo količino soka.



Slika 4: Stiskanje listov, 2024

- Iztisnjene liste s pomočjo steklene palčke zmešamo z acetonom (približno 20 ml) in počakamo, da ti izpustijo čim več soka ter obarvajo aceton.



Sliki 5 in 6: Mešanje listov in acetona, 2024

- Zmes listov in acetona nato ločimo s filtracijo (filtrirni papir damo na lij in aceton spustimo čez njega, medtem ko listi ostanejo na vrhu).



Slika 7: Filtriranje zmesi listov in acetona, 2024

- Ko imamo prefiltriran obarvan aceton, si pripravimo trakce filtrirnega papirja, ki bodo pri postopku kromatografije statična faza. Trakci naj bodo široki nekje 2 – 3 cm in malo daljši od višine čaše, v kateri bo potekala kromatografija (v našem primeru je to bilo nekje 15 cm). Trakcem s svinčnikom označimo točko, ki je 1 cm oddaljena od spodnjega roba in točko, pri kateri želimo, da se barvilo ustavi (malo pod spodnjim vrhom trakca). Nato jih prepognemo po dolžini tako, da bodo za nekaj milimetrov krajši od višine čaše. Prepognjene trakce nato po prepogibu obesimo na lesene palčke in jih lahko zavarujemo z lepilnim trakom.

- Pripravimo si visoke, najbolje steklene čaše, v katerih bomo izvedli papirno kromatografijo. V vsako čašo nalijemo nekje 20 ml novega, čistega acetona (ali toliko, da dobro pokrije dno čaše).

- Na mestu, označenem malo nad spodnjim robom trakca, s kapalko naneseemo kapljico zmesi acetona in barvila listov, počakamo da se posuši in to ponovimo 10 – 12 krat, da je barvilo res čim bolj koncentrirano in se bodo barve lepše videle.

- Nato palčke postavimo na čašo s čistim acetonom tako, da trakec filtrirnega papirja visi v čašo, spodnji rob se namaka v aceton, ampak se trakec ne dotika sten ali dna čaše. Aceton, ki se dotika filtrirnega papirja začne počasi lesti gor po trakcu, s seboj pa nese barvila (to je mobilna faza). Barvila, ki so bolj topljiva v acetonu bodo potovala dlje, ostala pa se bodo ustavila prej. Tako nastane razklon barv, imenovan kromatogram.



Slika 8: Delo v laboratoriju, 2024



Slika 9: Potovanje acetona po trakcih, 2024

- Ko se aceton dotakne točke, označene pod zgornjim robom trakca, takrat ga odstranimo iz čaše in počakamo, da se kromatogram posuši.

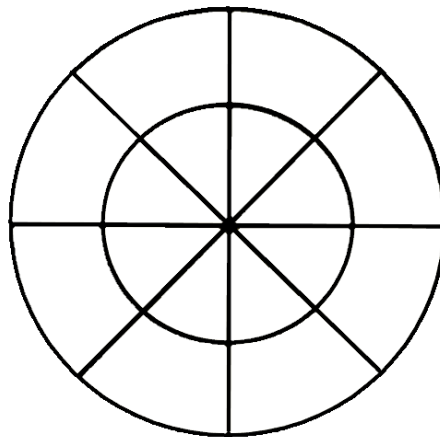
Ko smo imele vse kromatograme nared, smo se odločile, da jih bomo za lažje razločevanje barv in primerjanje s pomočjo 3D slikarja spremenile v barvne kroge po naslednjem postopku:

- Najprej smo vse kromatograme skenirale s skenerjem, da smo jih imele shranjene še digitalno in smo jih lahko obdelovale računalniško.

- Pri vsaki od sort smo barvila tistega kromatograma, katerega listi so bili nabrani prej, so bolj zeleni in se zlata trsna rumenica pri njih še ni zelo razvila, dale v notranji krog osnove barvnega kroga po vrsti od sredine zgoraj v smeri urinega kazalca. Barvila tistega kromatograma, katerega listi so bili nabrani kasneje, so bolj pisani ampak se je zlata trsna rumenica pri njih že bolj razvila, pa smo po istem načinu dale v zunanji krog osnove barvnega kroga.



Slika 10:  
Kromatogram, 2024



Slika 11: Osnova barvnega kroga

### 3.2.2 Sredstva in pripomočki ter obdelava podatkov

Najpomembnejše sredstvo, ki temelji našo raziskovalno nalogo so listi sedmih vinskih trt, okuženih s kronsko trsno boleznijo zlato rumenico, nabrani 1. oktobra in 1. novembra. Uporabile smo tudi rezultate lanske raziskovalne naloge z naslovom Paleta barv v listih vinske trte, da smo lahko primerjale rezultate.

Pri tej raziskovalni nalogi smo uporabile naslednje pripomočke:

- Pri postopku papirne kromatografije smo uporabile naslednje pripomočke: lesena deska za rezanje in nož, keramičen možnar, visoka steklena laboratorijska čaša, steklena palčka, lesena palčka, lij, filtrirni papir ter navaden svinčnik

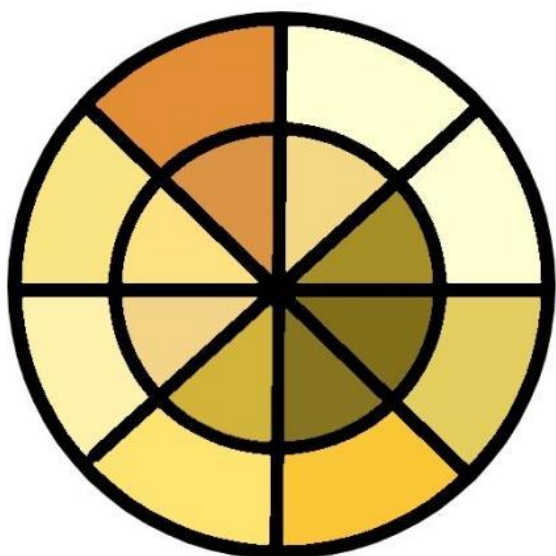
- Za posnete fotografije smo uporabile telefon, kasneje pa še računalnik za obdelavo fotografij in ostalih podatkov

- Podatke za teoretičen del smo pridobivale na spletu in v knjigah, pomagal pa nam je tudi priročnik za pisanje raziskovalnih nalog, da je vse izpisano, zapisano in navedeno, tako kot mora biti.

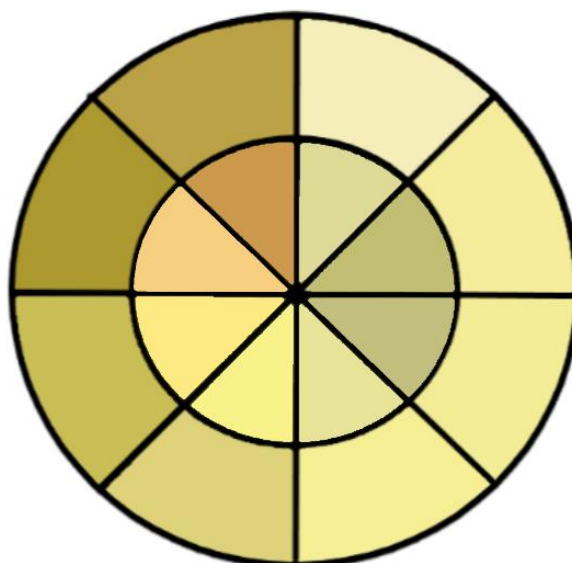
Pridobljene podatke smo obdelovale v dveh aplikacijah, in sicer: 3D slikar, s pomočjo katerega smo izdelale barvne kroge ter Word, v katerem smo obdelale vse podatke in sestavile ter uredile celo raziskovalno nalogo.

## 4 REZULTATI

### 4.1 Renski rizling



Slika 12: Barvni krog, narejen iz kromatogramov zdravih listov trte renski rizling



Slika 13: Barvni krog, narejen iz kromatogramov listov trte renski rizling, okuženih z zlato trsno rumenico

Na prvem barvnem krogu, izdelanem iz kromatogramov zdravih listov vinske trte renski rizling lahko vidimo, da so zraven osnovnih zelenih barvil prisotna tudi razna rumena ter rjava barvila, torej je paleta barvil pri zdravih listih precej raznolika in polna različnih barv. Če pa pogledamo drugi barvni krog, ki je narejen iz kromatogramov listov vinske trte renski rizling, okužene z zlato trsno rumenico pa vidimo, da barvila niso tako vpadajoča in živahna. Prevladujejo umirjena zelena in blago rumena barvila. Če ju primerjamo med seboj opazimo, da imajo zdravi listi precej več raznolikih in živahnih barvil, ki se z boleznijo ublažijo in ostanejo le še različni zeleni odtenki z dodatkom rumene in rjave. Vidimo tudi, da so rumena barvila zbledela, zelena barvila so se okrepila, rjava pa so postala vojaško zelena. Torej lahko sklepamo, da zlata trsna rumenica uničuje barvila listov oziroma jih spremeni v zeleno-rumena blede barvila.



Slika 14: Kromatogram zdravega zelenega lista renskega rizlinga



Slika 15: Kromatogram zdravega barvnega lista renskega rizlinga

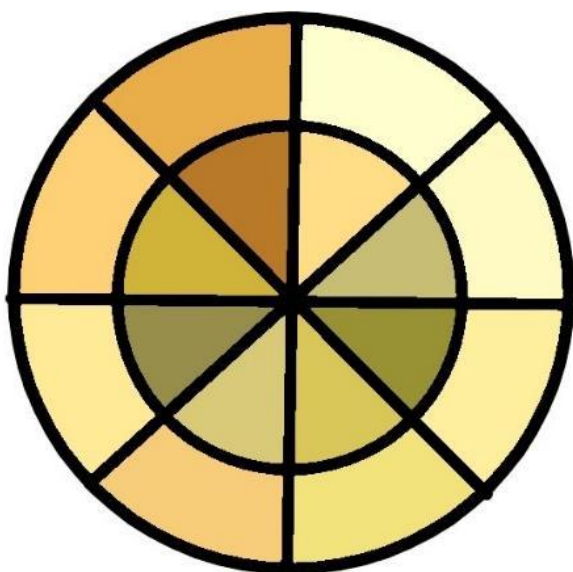


Slika 16: Kromatogram okuženega zelenega lista renskega rizlinga

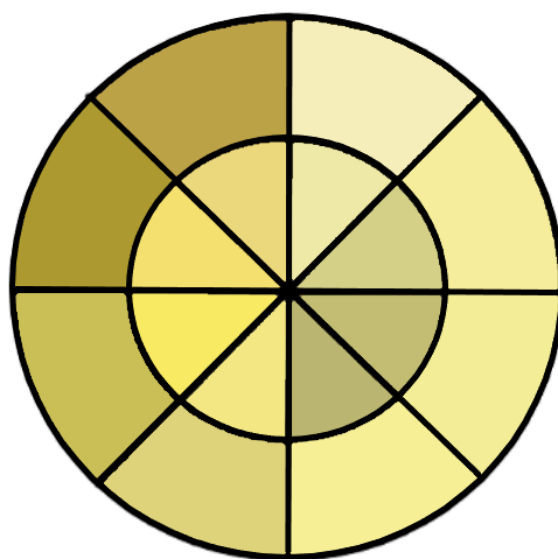


Slika 17: Kromatogram okuženega barvnega lista renskega rizlinga

## 4.2 Laški rizling



Slika 18: Barvni krog, narejen iz kromatogramov zdravih listov trte laški rizling



Slika 19: Barvni krog, narejen iz kromatogramov listov trte laški rizling, okuženih z zlato trsno rumenico

Prvi barvni krog, ki smo ga dobili z obdelavo kromatogramov zdravih listov vinske trte laški rizling ima seveda zelena barvila, zraven njih pa so pogosta tudi razna rjavo-oranžna barvila. Paleta barv pri tem krogu je prav tako precej živahna in raznolika ter se veliko dogaja. Na drugem barvnem krogu, izdelanem iz kromatogramov listov okuženih z zlato trsno rumenico pa vidimo nekoliko bolj umirjena, blaga in tako rečeno pusta barvila. Vidimo le odtenke zelene in blede rumene barve. Ko ju primerjamo opazimo, da imajo tudi pri laškem rizlingu zdravi listi bolj živahna in raznovrstna barvila, kakor listi, ki so zboleli za zlato trsno rumenico. Po primerjanju opazimo tudi, da so rumena barvila večinoma ostala enaka, tudi zelena barvila se niso zelo spremenila, rjava barvila pa so postala umazano zelena. Tudi tukaj torej lahko potrdimo naš sklep, da zlata trsna rumenica uničuje barvila zdravih listov ter jih spreminja v blede zelena in rumena barvila.



Slika 20: Kromatogram zdravega zelenega lista laškega rizlinga



Slika 21: Kromatogram zdravega barvnega lista laškega rizlinga

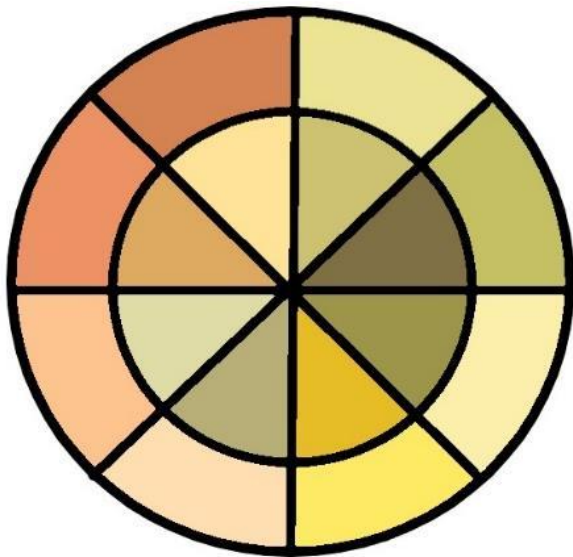


Slika 22: Kromatogram okuženega zelenega lista laškega rizlinga

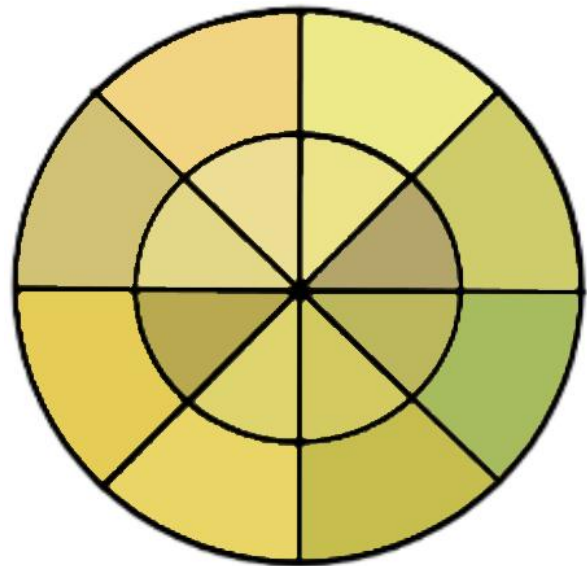


Slika 23: Kromatogram okuženega barvnega lista laškega rizlinga

### 4.3 Sivi pinot



Slika 24: Barvni krog, narejen iz kromatogramov zdravih listov trte sivi pinot



Slika 25: Barvni krog, narejen iz kromatogramov listov trte sivi pinot, okuženih z zlato trsno rumenico

Če pogledamo prvi barvni krog, narejen iz kromatogramov neokuženih listov sivega pinota vidimo, da je zraven večine zelenih barvil tudi veliko rdečo-rjavkastih barvil, kar je logično, saj je sivi pinot rdeča sorta grozdja, vidimo pa tudi malo rumene barve, torej je barvna paleta pri neokuženih listih bila precej obširna in je imela veliko živih barv. Če pa pogledamo drugi barvni krog, narejen iz kromatogramov listov trte sivi pinot, z zlato trsno rumenico, pa vidimo veliko manj živih barv, saj se vidijo res le zelena in blaga rumenkasta barvila. Če ju primerjamo opazimo, da so neokuženi listi mnogo bolj polni z raznolikimi živimi barvami kot pa okuženi listi, ki so zaradi rumenice izgubili oziroma spremenili svoja barvila; zelena barvila so ostala zelena, živahna rumena barvila so se nekoliko umirila, rdeče-rjavkasta barvila pa so izginila oziroma se spremenila v svetlejša, rumenkasto zelena barvila. Torej se nam tudi pri listih vinske trte sivega pinota potrди sklep, da zlata trsna rumenica uničuje barvila oziroma jih prevzame z rumeno-zelenimi odtenki.



Slika 26: Kromatogram zdravega zelenega lista sivega pinota



Slika 27: Kromatogram zdravega barvnega lista sivega pinota

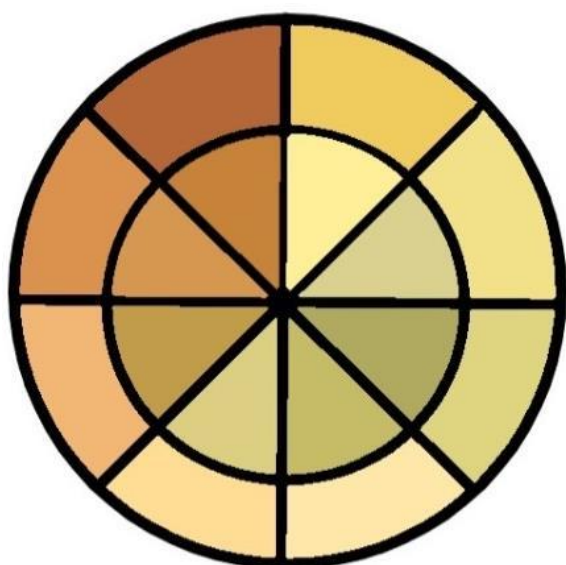


Slika 28: Kromatogram okuženega zelenega lista sivega pinota

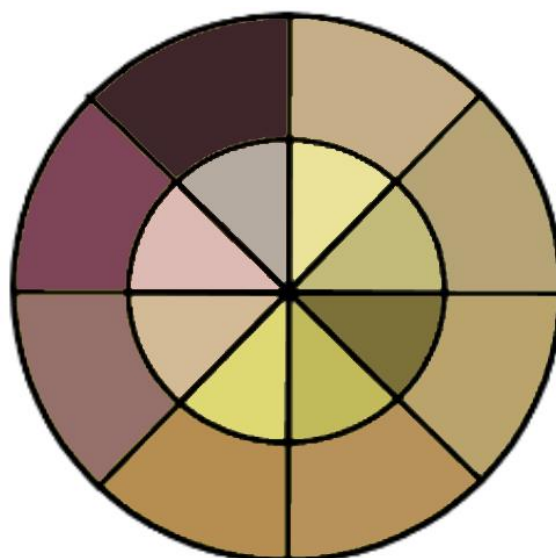


Slika 29: Kromatogram okuženega barvnega lista sivega pinota

#### 4.4 Modri pinot



Slika 30: Barvni krog, narejen iz kromatogramov zdravih listov trte modri pinot



Slika 31: Barvni krog, narejen iz kromatogramov listov trte modri pinot, okuženih z zlato trsno rumenico

Na prvem barvnem krogu, narejenim iz kromatografije zdravih listov trte modri pinot lahko vidimo zraven osnovne zelene barve še rdečo-rjava barvila, kar pa ni čudno, saj je tudi modri pinot rdeča vrsta grozdja, vidimo pa tudi nekaj rumenih odtenkov. Opazimo tudi, da so barve precej raznolike in živahne. Če pogledamo drugi barvni krog, ki je sestavljen iz barvil kromatograma listov trte modri pinot, okužene z zlato trsno rumenico prav tako opazimo presenetljivo raznovrstna barvila, a tokrat v hladnejših odtenkih. Veliko je zelenih in rjavih barvil, nekaj pa tudi umazano vijoličnih. Če ju med seboj primerjamo vidimo, da so barve pri obeh precej raznolike, le da so pri prvem krogu te toplejše in bolj žive, pri drugem pa hladnejše. Rumena barvila so se pojavila, rdečo-oranžna barvila so se spremenila v bolj vijolične odtenke, zelena barvila pa so ostala podobna. Pri modrem pinotu lahko delno potrdimo sklep, da zlata trsna rumenica spremeni barvila v bolj rumena in zelena, saj so se barvila vidno ublažila in spremenila v hladnejše odtenke, ampak tokrat odtenki pri drugem krogu niso postali bolj rumeni ali zeleni ampak predvsem rjavi.



Slika 32: Kromatogram zdravega zelenega lista modrega pinota



Slika 33: Kromatogram zdravega barvnega lista modrega pinota

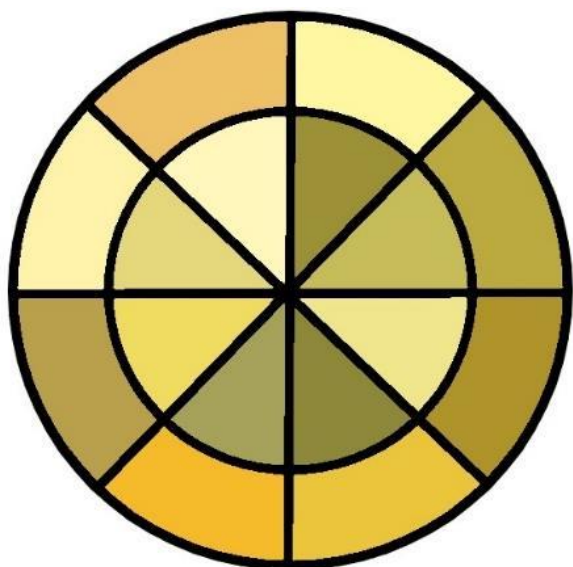


Slika 34: Kromatogram okuženega zelenega lista modrega pinota

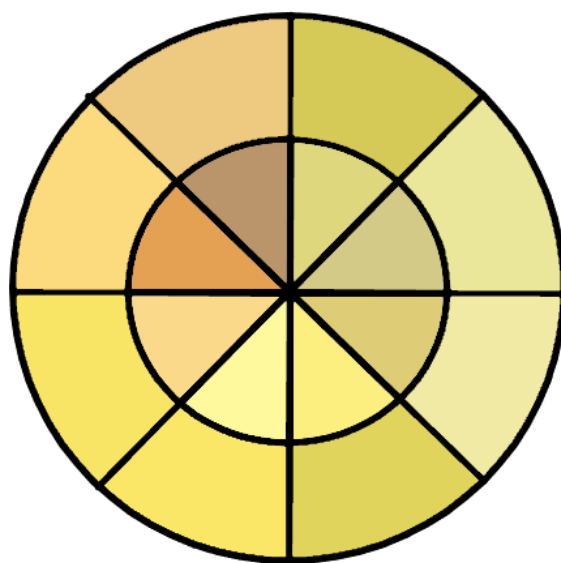


Slika 35: Kromatogram okuženega barvnega lista modrega pinota

#### 4.5 Sauvignon



Slika 36: Barvni krog, narejen iz kromatogramov zdravih listov trte sauvignon



Slika 37: Barvni krog, narejen iz kromatogramov listov trte sauvignon, okuženih z zlato trsno rumenico

Prvi barvni krog, izdelan iz kromatogramov neokuženih listov vinske trte sorte sauvignon ima prav tako zelo raznolike in žive barve, predvsem zelena in različni odtenki rumene, torej je paleta barv pri prvem krogu tako kot pri ostalih zelo raznovrstna. Na drugem krogu, narejenem iz kromatogramov listov trte sauvignon z zlato trsno rumenico pa vidimo bolj umirjene in svetlejše barve kot na prejšnjem. Čeprav sta tudi tukaj prevladujoči zelena in rumena barva z dodatki blage rjave in oranžne barve je vseeno vidna razlika, saj so te svetlejše in bolj blage. Po primerjavi tudi pri sauvignonu opazimo isto, kot pri večini ostalih sort; zdravi listi imajo močnejša, bolj živa in raznovrstnejša barvila, kakor listi z zlato trsno rumenico, tako da lahko tudi pri tej sorti potrdimo domnevo, da zlata trsna rumenica uničuje barvila v listih vinskih trt in jih spreminja v bolj rumeno-zelena.



Slika 38: Kromatogram zdravega zelenega lista sauvignona



Slika 39: Kromatogram zdravega barvnega lista sauvignona

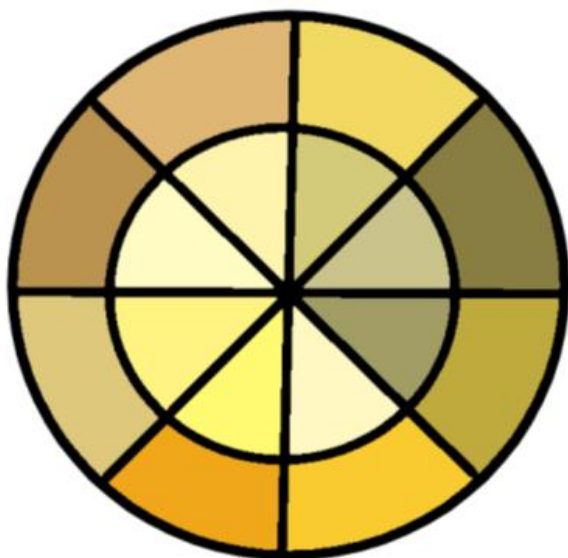


Slika 40: Kromatogram okuženega zelenega lista sauvignona

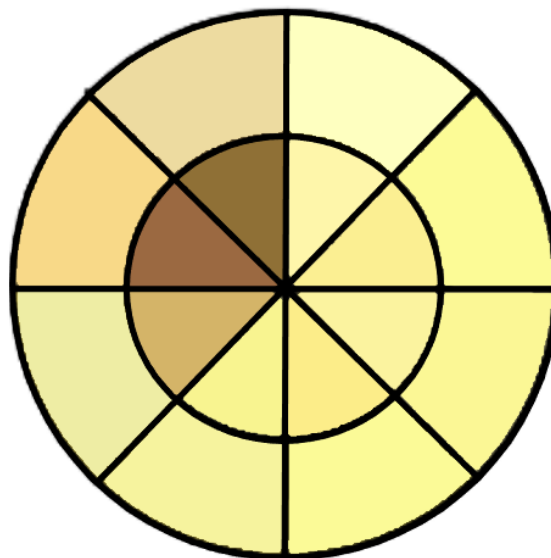


Slika 41: Kromatogram okuženega barvnega lista sauvignona

#### 4.6 Šipon



Slika 42: Barvni krog, narejen iz kromatogramov zdravih listov trte šipon



Slika 43: Barvni krog, narejen iz kromatogramov listov trte šipon, okuženih z zlato trsno rumenico

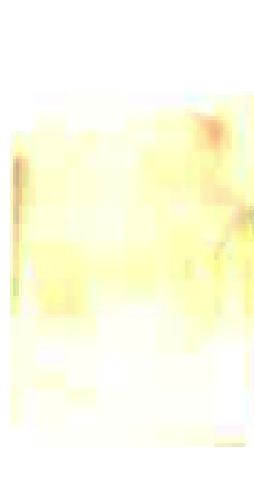
Če pogledamo prvi barvni krog, ki je narejen iz zdravih listov vinske trte šipon opazimo veliko zelenih, in rumenih barvil, prisotna pa so tudi oranžna in rjava barvila. Paleta barv pri tem barvnem krogu je res zelo raznovrstna in ima zelo živahne barve. Pri drugem barvnem krogu, izdelanem iz kromatogramov listov vinske trte šipona ki imajo zlato trsno rumenico pa opazimo, da je barvil res zelo malo, kar lahko vidimo tudi na spodnjem kromatogramu. Vidimo res zelo blaga rumena in svetlo zelena barvila ter nekaj rjavih odtenkov. Če ju premerjamo med seboj opazimo, da se res močno razlikujeta; prvi krog ima res močne, žive in raznovrstne odtenke, medtem ko ima drugi barvni krog komaj kaj barve. Zelena barvila so se močno posvetlila in se spremenila v bolj rumene odtenke, oranžna je prav tako zbledela, rjava pa se posvetlila in se približala rumeni barvi. Torej imamo še en primer pri katerem lahko potrdimo sklep, da zlata trsna rumenica uničuje barve zdravih listov ter jih spreminja v rumene.



Slika 44: Kromatogram zdravega zelenega lista šipona



Slika 45: Kromatogram zdravega barvnega lista šipona

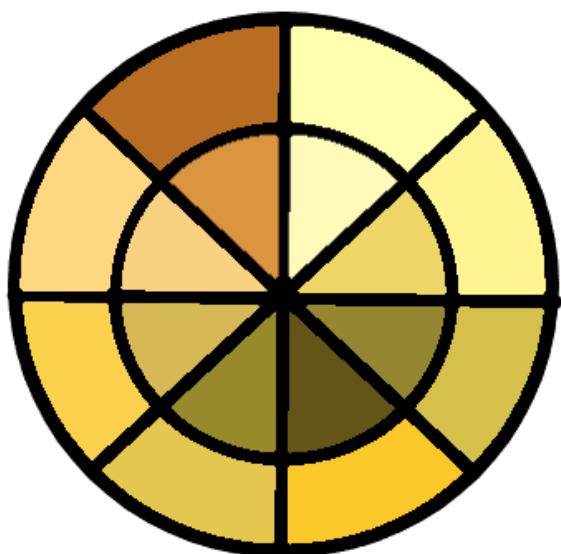


Slika 46: Kromatogram okuženega zelenega lista šipona

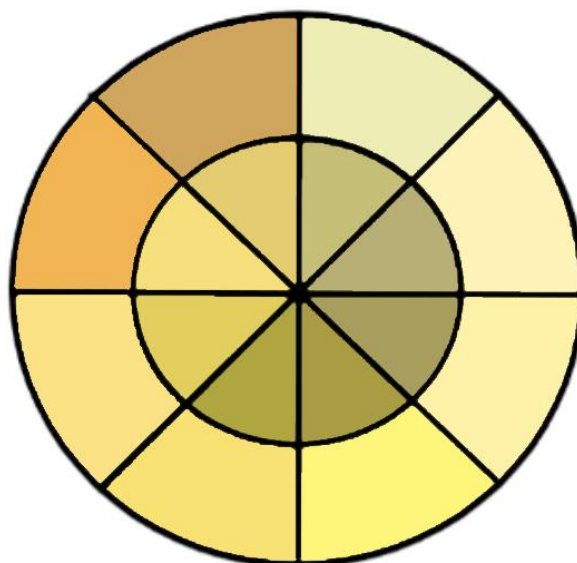


Slika 47: Kromatogram okuženega barvnega lista šipona

#### 4.7 Chardonnay



Slika 48: Barvni krog, narejen iz kromatogramov zdravih listov trte chardonnay



Slika 49: Barvni krog, narejen iz kromatogramov listov trte chardonnay, okuženih z zlato trsno rumenico

Na prvem barvnem krogu, izdelanim iz kromatogramov neokuženih listov vinske trte chardonnay je prav tako vidnih kar nekaj močnih in toplih barv. Zraven zelene vidimo tudi močno rumeno in rjavo barvo. Tudi paleta barv prvega kroga pri tej sorti je zelo živahna, močna in raznovrstna. Na drugem krogu lahko spet vidimo rjavo, rumeno in zeleno barvo, ampak tokrat v manj živahnih in svetlejših odtenkih. Tudi pri chardonnayevem drugem krogu je paleta barv v hladnejših in blagih barvah. Če oba kroga primerjamo opazimo podobno, kot pri vseh ostalih sortah; barve so zbledle, niso več tako živahne in vidne so v bolj rumenih odtenkih. Tako lahko tudi tukaj potrdimo domnevo, da zlata trsna rumenica res uničuje barvila zdravih listov vinskih trt in jih prevzema s svojimi rumenimi barvili.



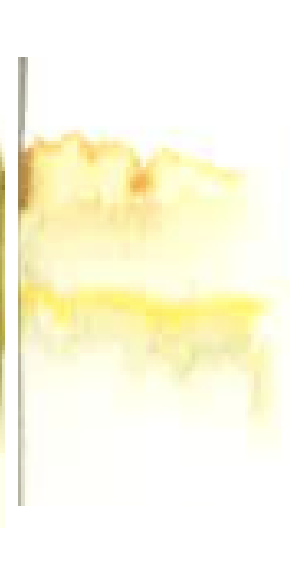
Slika 50: Kromatogram zdravega zelenega chardonnaya



Slika 51: Kromatogram zdravega barvnega lista chardonnaya



Slika 52: Kromatogram okuženega zelenega lista chardonnaya



Slika 53: Kromatogram okuženega barvnega lista chardonnaya

## 5 RAZPRAVA

Pri prvem raziskovalnem vprašanju smo se vprašale, kaj se zgodi v listih različnih vinskih trt, ko jih napade zlata trsna rumenica. Odgovor na to vprašanje smo dobile delno že pri pisanju teoretičnega dela, kjer smo ugotovile, da to bolezen prenaša bakterija imenovana fitoplazma. Prenaša se zelo hitro in na žalost ni ozdravljiva, tako da je okuženo trto najbolje odstraniti s koreninami vred, da zaščitimo preostali del vinograda. Ugotovile smo tudi, da zlata trsna rumenica povzroči propad in izsuševanje trte, kar pa posledično vpliva tudi na kvaliteto in količino pridelka. Kot smo pa tudi same ugotovile, ta bolezen napade predvsem dele rastlin kjer poteka fotosinteza (listi, manj tudi plodovi in steblo) in z našim raziskovanjem dokazano to zelo vpliva tudi na barvila v listih.

Drugo vprašanje, ki se nam je zastavilo se glasi: kako zlata trsna rumenica spremeni barvila v listih različnih vinskih trt. Na podlagi primerjanja barvil v lanskim, zdravih listih in letošnjih listih, ki so zboleli za zlato trsno rumenico smo lahko čisto pri vseh sortah opazile vidno razliko, saj so vsi kromatogrami okuženih listov imeli bistveno manj barvil, ki niso bila tako koncentrirana kot lani. So tudi veliko bolj bleda in svetla ter imajo hladnejše odtenke, torej bi lahko rekli, da nimajo toliko življenja ter so bolj brezvezna in pusta. Pri večini sort so se zelena barvila posvetlila ali postala bolj rumena, živo-rumena barvila so postala bolj bleda, oranžkasta barvila so postala bolj rumena ali rjava, pri modrem pinotu pa so postala rdeča barvila vijolično-rjava. Torej lahko rečemo, da je paleta barv pri okuženih listih hladnejša, manj živahna in v njej prevladujejo odtenki rumenih barv.

Prva trditev, ki smo si jo zastavile je: zlata trsna rumenica povzroči, da se barvila v listih vinskih spremenijo, oblažijo in postanejo bolj rumena. To smo sumile že od samega začetka in izkazalo se je, da smo imele popolnoma prav, saj smo že pri delanju papirne kromatografije opazile, da listi dajejo manj barvil, ki niso zelo koncentrirana in imajo res bolj blage barve. Z vsakim novim dobljenim kromatogramom smo bile bolj presenečene in osuple, kako zelo vidna je razlika v barvilih, če smo jih primerjale z lanskimi. Ko smo naredile barvne kroge in jih postavile zraven lanskim, je bila razlika pri vseh sortah zelo očitna: vsa barvila letošnjih okuženih listov so bila hladnejša, bolj blaga in v večini rumena.

Druga trditev, ki se nam je že od začetka porajala se glasi: Zlata trsna rumenica enako vpliva na spreminjanje barv pri vseh izbranih sortah vinskih trt. Zdelo se nam je, da bo zlata trsna rumenica verjetno pustila čisto enake posledice pri vseh vinskih trtah in jih spremenila v le enaka rumena barvila, kar pa ni popolnoma res. Že drži, da so se vsa barvila spremenila v bolj rumena, blaga in svetlejša barvila, vseeno pa lahko pri različnih okuženih sortah vidimo različna barvila; pri modrem pinotu so barvila v večini vijolična in rjava, pri šiponu so vidna tudi kar močna rjava barvila, pri renškem rizlingu, laškem rizlingu in sivem pinotu je še vedno vidnih kar nekaj zelenih barvil, šipon, sauvignon in chardonnay pa imajo zraven rumenih še svetlo rjave odtenke. Verjetno je vse skupaj odvisno tudi od lege trte (dostopa do sonca, količine vode, mineralnih snovi v zemlji ipd.), od faze, do katere je zlata trsna rumenica prišla ter tudi barvil v listih posamezne sorte, ko je bila še zdrava. Torej čeprav so se barvila v listih različnih vinskih trt zaradi boleznih spreminjala na zelo podoben način se med različnimi sortami še vedno opazijo precejšnje razlike.

## ZAKLJUČEK

### 5.1 Ovrednotenje hipotez

Hipoteza 1: Zlata trsna rumenica povzroči, da se barvila v listih vinskih trt spremenijo, ublažijo in postanejo bolj rumena.

Ugotovile smo, da hipoteza 1 drži, saj smo s kromatogrami in barvnimi krogi pri čisto vsaki od sedmih sort lahko opazile vidno razliko in s tem dokazale, da se z zlato trsno rumenico barvila v listih vinskih trt res oblažijo, spremenijo v bolj rumene odtenke, postanejo bolj hladnih barv in več niso tako živahna kot pri zdravih listih.

Hipoteza 2: Zlata trsna rumenica enako vpliva na spreminjanje barv pri vseh izbranih sortah vinskih trt.

Hipotezo 2 lahko potrdimo le delno. Čeprav so se barvila v listih vseh sort spreminjala na podoben način, rezultati pri vseh niso bili popolnoma enaki; pri nekaterih okuženih sortah lahko opazimo le rumene in svetli zelene odtenke, pri nekaterih so zraven teh pristna še rjava barvila, pri modrem pinotu pa lahko vidimo tudi zelo izrazita vijolična barvila. Čeprav so vsi ti odtenki blagi, v večini rumeni, hladni in ne preveč živahni se od sorte do sorte barvila še vedno razlikujejo.

### 5.2 Ideje za nadaljnja raziskovanja

Med raziskovanjem smo ugotovile, da bi lahko na podlagi naše raziskovalne naloge raziskali še mnogo drugih zanimivih stvari, na primer:

- Kako vplivajo ostale bolezni na barvila v listih vinskih trt?
- Kako se barvila v listih pri različnih boleznih razlikujejo?
- Kako zlata trsna rumenica vpliva na barvila v grozdju?
- Kako to vpliva posledični tudi na barvila v vinu, njegov okus in kvaliteto?
- Raziskali bi lahko tudi, kateri način ustavljanja in iztrebljevanja okuženih trt je najbolj učinkovit?
- V katerih razmerah se zlata trsna rumenica najprej pojavi?
- Kako hitro se zlata trsna rumenica širi pri različnih sortah vinskih trt?
- Kako zlata rumenica vpliva na ostale rastline, ki se je lahko nalezejo?

Idej za nadaljnja raziskovanja je še in še, tako da je najbolje, da se vsega, kar nas zanima čimprej lotimo raziskovat, da si lahko sami najdemo in dokažemo odgovore na svoja zastavljena vprašanja in z našimi raziskovanji nadaljevale: lani barvila v listih vinske trte, letos barvila v listih trte, ki imajo Zlato trsno rumenico, naslednje leto pa še kaj novega in bolj zanimivega, da bomo imele raziskovanje in vinsko trto res že v malem prstu.

## 6 VIRI IN LITERATURA

- STUDIO MARDEN. (2024). Kaj je klorofil? Pridobljeno 25. 2. 2025 s <https://www.zeleni-klorofil.si/kaj-je-klorofil/>
- Gimnazija Poljane. (21.12.2018). Gradivo: Fotosinteza. Pridobljeno 25. 2. 2025 s [https://dijaski.net/gradivo/bio\\_vaj\\_fotosinteza\\_18](https://dijaski.net/gradivo/bio_vaj_fotosinteza_18)
- Puschner M. (15.1.2016) Zakaj jeseni listje spremeni barvo? Pridobljeno 25. 2. 2025 s <https://www.gozd-les.com/novice/2016/zakaj-jeseni-listje-spremeni-barvo>
- Instrukcije blog. (11.5.2023). Vse o fotosintezi, zelenemu motorju, ki poganja rast rastlin. Pridobljeno 25. 2. 2025 s <https://www.instrukcije-blog.si/vse-o-fotosintezi-zelenemu-motorju-ki-poganja-rast-rastlin/>
- Vrtačnik, M., Zmazek, B., Boh, B. (2014). Kemija 3: Pomen naravnih barvil v fizioloških procesih. Pridobljeno 25. 2. 2025 s [Pomen naravnih barvil v fizioloških procesih \(sio.si\)](#)
- Tišler M. (1982). ORGANSKA KEMIJA. Ljubljana: Državna založba Slovenije.
- Gaia. (b. d.). Vinska trta. Pridobljeno 25. 2. 2025 s [Vinska trta - Klub Gaia](#)
- Žigon, P. (2022). Odiji vinske trte. Pridobljeno 25. 2. 2025 s [Oidij vinske trte - IVR](#)
- Barvila v zelenih listih. (2014). Naravoslovje.sers.si. Pridobljeno 25. 2. 2025 s [BARVILA-V-ZELENIH-LISTIHI-.pdf \(sers.si\)](#)
- Godec, G., Glažar, S., Grubelnik, L. (2015). Naravoslovje 6: Podobnosti in razlike med živalsko in rastlinsko celico. Pridobljeno 25. 2. 2025 s [Podobnosti in razlike med živalsko in rastlinsko celico \(sio.si\)](#)
- Wikipedija, prosta enciklopedija. (2024). Fotosinteza. Pridobljeno 25. 2. 2025 s <https://sl.wikipedia.org/wiki/Fotosinteza>
- Vidal S. (2023). Fotosinteza: kaj je povzetek postopka in korakov. Pridobljeno 25. 2. 2025 s <https://tecnobits.com/sl/fotosinteza%2C-ki-je-povzetek-procesa-in-korakov/>
- Rastlinstvo Slovenije. (2019). Rastlinstvo Slovenije: primorski svet-vinska trta. Pridobljeno 25. 2. 2025 s <https://rastlinstvoslovenije.splet.arnes.si/rastlinstvo-slovenije/primorski-svet/rastlinstvo-primorskega-sveta/>
- GOV.si. (2024). Zlata trsna rumenica . Pridobljeno 25. 2. 2025 s <https://www.gov.si/podrocja/kmetijstvo-gozdarstvo-in-prehrana/varstvo-rastlin/zdravje-rastlin/bolezni-in-skodljivci-rastlin/zlata-trsna-rumenica/>