

Raziskovalna naloga s področja kemije

BARVITOST POSUŠENIH LISTOV



Avtorici:

Gaja ŠTIMULAK

Maja ZAKŠEK

Mentor:

Aleš BENKO

Murska Sobota, junij 2020

ZAHVALA

Iskreno se zahvaljujema mentorju Alešu Benku, ki nama je pomagal pri oblikovanju raziskovalne naloge, dajal nasvete ter naju usmerjal.

Posebej se zahvaljujema gospe ravnateljici Tatjani Cesnik za podporo na raziskovalnem področju.

Zahvaljujeve se tudi učiteljici Andreji Ošlaj za lektoriranje ter učitelju Simonu Hauku za prevod povzetka v angleški jezik.

POVZETEK

Z izdelavo raziskovalne naloge sva ob uporabi različnih vrst rastlin kot tudi različnih vrst topil skušali ugotoviti, katere vrste rastlin imajo najbolj izrazita barvila v posušeni listih. Kot primere rastlin sva uporabili posušene liste gerbere, vrtnice, dracene, jelke, pritlikavega rdečega javorja, sivke, smreke, tise, vijolice, ciprese in lovorja, kot topila pa vodo, etanol, aceton, heksan, cikloheksan, bencin za čiščenje in nitro čistilo. Za ekstrakcijo barvil sva uporabili metodo eksperimentalnega dela – krožna kromatografija na papirju.

V teoretičnem delu raziskovalne naloge so opisane metode dela, pripomočki, vrste rastlin in topila, ki smo jih uporabili pri eksperimentalnem delu, pri rezultatih in ugotovitvah pa so predstavljeni rezultati eksperimentalnega dela.

Poleg pravilnega izvajanja eksperimentalnega dela sva se naučili veliko novega s področja iskanja, urejanja in obdelave podatkov. Z eksperimentalnim delom sva dokazali, da:

- so barvila v listih cvetlic bolj izrazita kot barvila v listih ostalih rastlin le v primerih, ko uporabimo kot topilo vodo, etanol ali aceton,
- so barvila različno izrazita v listih listavcev v primerjavi z listi iglavcev in so odvisna od uporabljenih topil,
- so polarna topila primernejša za ekstrakcijo barvil iz listov kot nepolarna in
- velikost listov ne vpliva na količino vsebnosti barvila v posameznih listih.

Ključne besede: *iglavci, listavci, list, topilo, barvilo, eksperimentalno delo, krožna kromatografija*

ABSTRACT

In this research paper we tried to find out which types of plants have the most pronounced colorants in dried leaves, using different types of plants and different types of solvents. Different examples of plants were dried leaves of gerbera, rose, dracena, fir, dwarf red maple, lavender, spruce, yew, violet, cypress and laurel. Different types of solvents were water, ethanol, acetone, hexane, cyclohexane, gasoline for cleaning and nitro cleaner. For the extraction of dyes, we used the method of experimental work - circular chromatography on paper.

The theoretical part of the research paper describes the methods of work, devices, types of plants and solvents used in the experimental work. The results and findings are presented as the results of the experimental work.

In addition to performing the experimental work correctly, we have learned a lot about data retrieval, editing and processing. Experimental work has shown that:

- the colorants in the leaves of the flowers are more pronounced than those in the leaves of other plants only when the solvent used was water, ethanol or acetone,
- the coloring matter is differently expressed in the leaves of the deciduous leaves compared to the leaves of conifers and depends on the solvents used,
- polar solvents better suited for extraction of dyes from leaves than non-polar and
- the size of the leaves does not affect the amount of coloring matter in the individual leaves.

Keywords: *conifers, deciduous trees, leaf, solvent, colorant, experimental work, circular chromatography*

KAZALO VSEBINE

1 UVOD.....	1
2 TEORETSKE OSNOVE.....	2
2.1 Listavci in iglavci.....	2
2.1.1 Listavci.....	2
2.1.2 Iglavci.....	3
2.1.3 Barvila v jesenskih listih.....	3
2.2 Naravna barvila.....	3
2.3 Kromatografija.....	5
2.4 Krožna kromatografija na papirju.....	6
2.5 Vrste uporabljenih rastlin.....	6
2.5.1 Gerbera.....	6
2.5.2 Vrtnica.....	7
2.5.3 Dracena.....	7
2.5.4 Jelka.....	7
2.5.5 Pritlikavi rdeči javor.....	8
2.5.6 Sivka.....	8
2.5.7 Smreka.....	8
2.5.8 Tisa.....	8
2.5.9 Vijolica.....	9
2.5.10 Cipresa.....	9
2.5.11 Lovor.....	9
2.6 Vrste topil.....	10
2.6.1 Voda.....	10
2.6.2 Etanol.....	10
2.6.3 Aceton.....	11
2.6.4 Heksan.....	12
2.6.5 Cikloheksan.....	13
2.6.6 Bencin za čiščenje.....	14
2.6.7 Nitro čistilo.....	14
3 NAMEN IN METODE DE LA.....	15
3.1 Namen dela.....	15
3.2 Metode dela.....	15

3.2.1 Metoda zbiranja in analize podatkov	15
3.2.2 Metoda eksperimentalnega dela	16
3.2.3 Potek eksperimentalnega dela	16
3.2.4 Merjenje polmera vidnih površin na kromatogramih.....	17
3.3 Laboratorijski pribor.....	18
3.3.1 Terilnica in pestilo.....	18
3.3.2 Kapalka.....	19
3.3.3 Petrijevka.....	19
3.3.4 Puhalka	20
3.3.5 Steklena palčka.....	20
4 REZULTATI IN UGOTOVITVE	21
4.1 Krožna kromatografija – voda.....	21
4.2 Krožna kromatografija – etanol	24
4.3 Krožna kromatografija – aceton.....	27
4.4 Krožna kromatografija – heksan	30
4.5 Krožna kromatografija – cikloheksan	33
4.6 Krožna kromatografija – čistilni bencin.....	36
4.7 Krožna kromatografija – nitro čistilo	39
4.8 Krožna kromatografija – primerjava površine vidnih barvil na kromatogramu glede na vrsto topila.....	42
4.9 Krožna kromatografija – primerjava skupne površine vidnih barvil na kromatogramu glede na vrsto topila	47
5 ZAKLJUČEK	49
6 LITERATURA	51

KAZALO SLIK

Slika 1: Krožna kromatografija	6
Slika 2: Voda	10
Slika 3: Etanol	11
Slika 4: Aceton	12
Slika 5: Heksan.....	13
Slika 6: Cikloheksan.....	13
Slika 7: Bencin za čiščenje	14

Slika 8: Nitro čistilo.....	14
Slika 9: Delo z računalnikom	15
Slika 10: Eksperimentalno delo.....	16
Slika 11: Merjenje polmera vidnega barvila na kromatogramu	17
Slika 12: Merjenje polmerov vidnega barvila na kromatogramih.....	18
Slika 13: Terilnica in pestilo.....	18
Slika 14: Kapalka	19
Slika 15: Petrijevka.....	19
Slika 16: Puhalka.....	20
Slika 17: Steklena palčka.....	20
Slika 18: Kromatogram gerbera in voda.....	21
Slika 19: Kromatogram vrtnica in voda	21
Slika 20: Kromatogram dracena in voda	21
Slika 21: Kromatogram jelka in voda.....	22
Slika 22: Kromatogram pritlikavi rdeči javor in voda.....	22
Slika 23: Kromatogram sivka in voda	22
Slika 24: Kromatogram smreka in voda	22
Slika 25: Kromatogram tisa in voda	23
Slika 26: Kromatogram vijolica in voda.....	23
Slika 27: Kromatogram cipresa in voda	23
Slika 28: Kromatogram lovor in voda	23
Slika 29: Kromatogram gerbera in etanol.....	24
Slika 30: Kromatogram vrtnica in etanol	24
Slika 31: Kromatogram dracena in etanol	24
Slika 32: Kromatogram jelka in etanol.....	24
Slika 33: Kromatogram pritlikavi rdeči javor in etanol.....	25
Slika 34: Kromatogram sivka in etanol	25
Slika 35: Kromatogram smreka in etanol	25
Slika 36: Kromatogram tisa in etanol.....	25
Slika 37: Kromatogram vijolica in etanol.....	25
Slika 38: Kromatogram cipresa in etanol	26
Slika 39: Kromatogram lovor in etanol	26
Slika 40: Kromatogram gerbera in aceton.....	27
Slika 41: Kromatogram vrtnica in aceton.....	27

Slika 42: Kromatogram dracena in aceton	27
Slika 43: Kromatogram jelka in aceton	27
Slika 44: Kromatogram pritlikavi rdeči javor in aceton	28
Slika 45: Kromatogram sivka in aceton	28
Slika 46: Kromatogram smreka in aceton	28
Slika 47: Kromatogram tisa in aceton	28
Slika 48: Kromatogram vijolica in aceton	28
Slika 49: Kromatogram cipresa in aceton	29
Slika 50: Kromatogram lovor in aceton	29
Slika 51: Kromatogram gerbera in heksan	30
Slika 52: Kromatogram vrtnica in heksan	30
Slika 53: Kromatogram dracena in heksan	30
Slika 54: Kromatogram jelka in heksan	30
Slika 55: Kromatogram pritlikavi rdeči javor in heksan	31
Slika 56: Kromatogram sivka in heksan	31
Slika 57: Kromatogram smreka in heksan	31
Slika 58: Kromatogram tisa in heksan	31
Slika 59: Kromatogram vijolica in heksan	31
Slika 60: Kromatogram cipresa in heksan	32
Slika 61: Kromatogram lovor in heksan	32
Slika 62: Kromatogram gerbera in cikloheksan	33
Slika 63: Kromatogram vrtnica in cikloheksan	33
Slika 64: Kromatogram dracena in cikloheksan	33
Slika 65: Kromatogram jelka in cikloheksan	33
Slika 66: Kromatogram pritlikavi rdeči javor in cikloheksan	34
Slika 67: Kromatogram sivka in cikloheksan	34
Slika 68: Kromatogram smreka in cikloheksan	34
Slika 69: Kromatogram tisa in cikloheksan	34
Slika 70: Kromatogram vijolica in cikloheksan	35
Slika 71: Kromatogram cipresa in cikloheksan	35
Slika 72: Kromatogram lovor in cikloheksan	35
Slika 73: Kromatogram gerbera in čistilni bencin	36
Slika 74: Kromatogram vrtnica in čistilni bencin	36
Slika 75: Kromatogram dracena in čistilni bencin	36

Slika 76: Kromatogram jelka in čistilni bencin	36
Slika 77: Kromatogram pritlikavi rdeči javor in čistilni bencin	37
Slika 78: Kromatogram sivka in čistilni bencin	37
Slika 79: Kromatogram smreka in čistilni bencin	37
Slika 80: Kromatogram tisa in čistilni bencin	37
Slika 81: Kromatogram vijolica in čistilni bencin	38
Slika 82: Kromatogram cipresa in čistilni bencin	38
Slika 83: Kromatogram lovor in čistilni bencin	38
Slika 84: Kromatogram gerbera in nitro čistilo	39
Slika 85: Kromatogram vrtnica in nitro čistilo	39
Slika 86: Kromatogram dracena in nitro čistilo	39
Slika 87: Kromatogram jelka in nitro čistilo	39
Slika 88: Kromatogram pritlikavi rdeči javor in nitro čistilo	40
Slika 89: Kromatogram sivka in nitro čistilo	40
Slika 90: Kromatogram smreka in nitro čistilo	40
Slika 91: Kromatogram tisa in nitro čistilo	40
Slika 92: Kromatogram vijolica in nitro čistilo	40
Slika 93: Kromatogram cipresa in nitro čistilo	41
Slika 94: Kromatogram lovor in nitro čistilo	41

KAZALO TABEL

Tabela 1: Krožna kromatografija – voda	23
Tabela 2: Krožna kromatografija – etanol	26
Tabela 3: Krožna kromatografija – aceton	29
Tabela 4: Krožna kromatografija – heksan	32
Tabela 5: Krožna kromatografija – cikloheksan	35
Tabela 6: Krožna kromatografija – čistilni bencin	38
Tabela 7: Krožna kromatografija – nitro čistilo	41
Tabela 8: Krožna kromatografija – primerjava površine vidnih barvil na kromatogramu glede na vrsto topila	46
Tabela 9: Krožna kromatografija – primerjava skupne površine vidnih barvil na kromatogramu glede na vrsto topila	47

KAZALO GRAFOV

Graf 1: Skupna površina vidnih barvil na kromatogramih glede na vrsto topila 48

1 UVOD

Zanimivo je, da se malokdo vpraša o tem, kakšna barvila vsebujejo različni listi rastlin v jesenskem času. Zakaj se v jesenskih listih skriva toliko različnih barv? Kam izgine ves klorofil jeseni, ko listje odpade oziroma porumeni? Zaradi vseh teh vprašanj smo se odločili, da na to temo začnemo raziskovati in dobimo zelene odgovore. In tako smo začeli opazovati in raziskovati, kakšna barvila vse se skrivajo v jesenskih listih. Opisali smo naravna barvila in postopke, s katerimi lahko izločimo barvila s pomočjo različnih topil. Naš cilj je bil raziskati, kakšna barvila vsebujejo listi v jesenskem času. Za začetek raziskovalnega dela smo si postavili nekaj hipotez:

H1) Barvila v listih cvetlic bodo bolj izrazita kot barvila v listih dreves.

H2) V listih listavcev bodo barvila bolj izrazita kot v listih iglavcev.

H3) Polarna topila so primernejša za ekstrakcijo barvil iz listov kot nepolarna.

H4) Velikost listov ne vpliva na količino vsebnosti barvila v posameznih listih.

2 TEORETSKE OSNOVE

2.1 Listavci in iglavci

Drevo pomeni v botaniki trajno (večletno) rastlino, z značilnim pokončnim olesenelim deblom. Na spodnji strani debla so korenine, zgoraj pa veje, ki tvorijo krošnjo. Običajno so to dolgo živeče in robustne rastline, prilagojene na velika nihanja življenjskih pogojev, kakršno je menjavanje letnih časov v območjih z zmernim podnebjem. Drevesa pogosto rastejo v sestojih in predstavljajo življenjsko okolje za številne druge organizme. Največjim takim sestojem pravimo gozd, ki je eden najznačilnejših kopenskih ekosistemov na Zemlji. Gozdovi pokrivajo približno četrtno kopnega in vsebujejo ocenjeno 90 % vse svetovne biomase. [1]

Drevesa so olesenele rastline, katerih steblo lahko doseže mogočen obseg in velike višine ter ga imenujemo deblo. Deblo nosi krošnjo, ki jo gradijo veje različnih starosti in debelin. Pri nekaterih drevesih raste deblo vse življenje v višino, pri drugih pa se razveji že kmalu nad tlemi v večje število enakovrednih poganjkov, ki nadomestijo vlogo glavnega debla. [2]

Za iglasta drevesa so značilni listi v obliki iglic. V iglastih gozdovih pa je mračno. Tla pokriva gosta plast iglic. V iglastih gozdovih ni podrasti. [3]

Za listnato drevje so značilni listi v obliki listnih ploskev. V listnatih gozdovih je dovolj svetlobe. V jeseni listnato drevje odvrže liste. Listnati gozdovi so pozimi goli. Zgodaj spomladi je v gozdu svetlo, ker gozdno drevje ozeleni pozno. Posebno svetlo je ob robu gozda in na gozdnih jasih, zato tu uspevajo različne rastline, pravimo jim podrast. [3]

2.1.1 Listavci

List je stranski, navadno sploščen izrastek iz stebela. Listi listavcev imajo veliko listno ploskev in opravljajo fotosintezo. Na steblih ali vejah so razporejeni tako, da ujamejo kar največ svetlobe. Rast listov je omejena, kar pomeni, da zrastejo do določene velikosti. Opravljajo določene naloge, jeseni pa listje propade. [4]

Listavci so listnata drevesa s širokimi listi, za razliko od iglic iglavcev. Večina listavcev pozimi odvrže vse liste (listopadni listavci), vendar pa rastejo tudi zimzeleni ali vednozeleni listavci, kot so na primer kavovec, avokado in navadna bodika. [5]

Najpogosteje srečamo naslednje listavce: bukev, hrast, jesen, brest, javor, hruška, češnja, oreh, jelša, beli in črni gaber, pravi in divji kostanj, lipa, breza, topol ...

V gospodarskem in tehničnem smislu imajo listavci velik pomen. Ravno tako kot iglavce tudi listavce uporabljamo v številne namene. Listavci imajo kot material številne in raznolike lastnosti. Zaradi tega so uporabni za številne izdelke. Uporabljamo jih tako za embalažo kot za izdelke vrhunske kakovosti (glasbila, pohištvo ...) [6]

2.1.2 Iglavci

Iglavce prepoznamo po iglicah, ki imajo isto vlogo kot listi pri listavcih. Rastejo vse od morske gladine (bori) pa do gozdne meje visoko v gorah (macesen, ruševje), kar listavcem ne uspeva. V glavnem so zimzeleni, le macesen pozimi odvrže iglice.

V skupino iglavcev prištevamo mnoge drevesne vrste, kot so: smreka, jelka, več vrst borov, duglazija, macesen, tisa, cedre in še nekatere.

Les iglavcev je v gospodarskem in tehničnem smislu zelo pomemben. Iz njega lahko izdelujemo vse od ostrešij, embalaže pa do pohištva in vrhunskih glasbenih instrumentov ter še česa. S sodobnimi postopki obdelave lesa lahko v dobršnji meri popravimo njegove slabe lastnosti, kot je na primer slabša obstojnost smreke in jelke. [7]

2.1.3 Barvila v jesenskih listih

Listopadna drevesa jeseni odvržejo svoje liste. Le tako lahko preživijo zimski mraz in pomanjkanje vode, ki je zamrznjena v tleh in zato rastlinam nedostopna. Te sicer največ vode oddajajo skozi liste. Odpadanje listov pa za rastline pomeni veliko izgubo biomase. Zato drevesa pozno poleti in v zgodnji jeseni transportirajo dragocena zelena barvila oziroma njihove razgradne produkte iz listov na mesta, kjer jih skladiščijo preko zime, nato pa jih zopet prenesejo v mlade liste. Preostala barvila v jesenskih listih pa poskrbijo za živo obarvano jesensko listje, odeto v rumene, oranžne, rdeče in rjave odtenke. [2]

2.2 Naravna barvila

Naravna barvila so barvilne snovi, ki nastajajo v celicah živega organizma. [8] Razdelimo jih v pet skupin:

- derivati kinona (npr. benzokinoni, naftokinoni, naftacenokinoni, fenantrakinoni,

- antrakinoni, sestavljeni kinoni);
- derivati pirola (delijo se na indole in tetrapirole);
- derivati izoprena (karoteni in ksantofili);
- derivati pirana (dihidropirani, flavonoidi);
- derivati pirimidina (purini in pterini).

V naših krajih prevladujejo beli, modri in rumeni cvetovi, saj čebele privlačijo zlasti te barve. Dandanes uporabljamo predvsem sintezna barvila, saj so dostopna v večjih količinah, cenejša in bolj obstojna. Imajo pa tudi negativne lastnosti: nekatera so strupena in rakotvorna, pogoste so tudi reakcije nanje.

Pri naravnih barvilih je teh negativnih lastnosti manj, zato se spet vračajo v prehrano, farmacijo in umetniško barvanje tkanin, uporabljajo pa jih tudi v kozmetični industriji. [9]

Kromoplasti so organeli v celicah iz skupine plastidov, v katerih se kopičijo rumena, oranžna ali rdeča hidrofobna (lipofilna) barvila karotenoidi. Notranja membrana kromoplastov je nagubana. Karotenoidi so vezani na membrane ali pa so prosti v stromi, lahko tvorijo tudi večje skupke (kristale). Kromoplasti ne opravljajo fotosinteze. Njihova naloga je dobro opazno obarvanje venčnih listov v cvetovih, kar privablja opraševalce, npr. čebele. V zrelih plodovih privabljajo prenašalce plodov in semen, npr. ptice in sesalce. Poleg karotenoidov v kromoplastih cvetove in plodove rastlin lahko obarvajo tudi barvila v vakuoli, kjer se nahajajo barvila iz skupin antociani in betaciani. [8] Zadnja leta se povečuje tudi zanimanje za naravna barvila, ker so biološko razgradljiva, manj strupena ter bolj redek vzrok alergij. [10]

Za zeleno obarvanje listov so odgovorni klorofili. Kot glavna fotosintezna barvila za absorpcijo svetlobe omogočajo proces fotosinteze. [11] Po razgradnji zelenih klorofilov postanejo vidna druga barvila, ki so bila v listih prisotna ves čas. To so zlasti karotenoidi. Opazimo jih kot oranžne barve karotenov in rumene barve ksantofilov. Tudi dotok vode in hranil v list se upočasnjuje. Celice na meji med listnim pecljem in vejo začnejo oplutenevati in tako prekinejo izmenjavo snovi. Glukoza, ki nastaja med fotosintezo, ostane ujeta v listih. Sprožijo se procesi razgradnje. Pri nekaterih rastlinah se iz glukoze tvorijo antocianidini. Ti prispevajo izrazito rdeče barve jesenskega listja. Količina antocainidinov je odvisna od zaloge glukoze v listih in intenzivnosti svetlobe. Več glukoze in svetli jesenski dnevi ter velike temperaturne razlike med dnevom in nočjo prinesejo bolj intenzivno rdečo barvo.

Zato je listje v suhih in jasnih jesenih bolj živopisano kot v deževnih in meglenih letih. Rjava barvo listja prispevajo tanini, zelo stabilni odpadni obarvani produkti. Rjava barva listov se ohrani najdlje, tudi ko že listje odpade in zapade sneg. [12]

2.3 Kromatografija

S kromatografijo ločujemo in čistimo trdne, tekoče in plinaste spojine. Pri kromatografiji vedno nastopata dve fazi. Ena je stacionarna (mirujoča), druga pa mobilna (gibljiva) faza. Spojine potujejo z mobilno fazo glede na to, kako dobro se v njej raztapljajo. Pri svojem potovanju pa se seveda porazdelijo med obe fazi.

Za uporabo v kemijskih analiznih laboratorijih so razvili veliko število kromatografskih tehnik in inštrumentov. V šoli najpogosteje uporabljamo papirno in tankoplastno kromatografijo. Pri tankoplastni kromatografiji je trdna stacionarna faza (na primer silikagel ali aluminijev oksid) namazana na nosilno ploščo.

Glede na stacionarne faze razlikujemo:

- a) kolonsko kromatografijo, pri kateri je stacionarna faza v koloni primerne oblike in velikosti;
- b) tankoplastno kromatografijo, pri kateri je stacionarna faza nanešena na stekleno, kovinsko ali plastično ploščo;
- c) papirno kromatografijo, pri kateri se zmes ločuje s potovanjem mobilne faze po poroznem papirju.

Kromatografske tehnike uporabljamo za:

- ugotavljanje čistosti in prepoznavanje spojin,
- preverjanje uspešnosti postopkov izolacije in čiščenja spojin,
- ločevanje zmesi, ki jih ni mogoče ločiti z ostalimi metodami, kot so kristalizacija, destilacija, sublimacija in podobno. [10]

2.4 Krožna kromatografija na papirju

Je postopek ločevanja barvil na krožnem filtrirnem papirju. Zelene liste drobno razrežemo, jih damo v terilnico, dodamo malo kremenčevega peska in jih dobro stremo. Strtim listom dodamo topilo (vodo, etanol, aceton, heksan, cikloheksan, bencin za čiščenje ali nitro čistilo) ter pustimo 10 minut. Raztopino večkrat premešamo. Z metodo dekantiranja ločimo tekočo fazo od trdne; iz terilnice dekantiramo topilo z raztopljenimi barvili v petrijevko. Potem potrebujemo krožno izrezan filtrirni papir, v središču katerega naredimo luknjico. Iz filtrirnega papirja naredimo tulec, ga vstavimo v krožni filtrirni papir z luknjico in ga damo v petrijevko. Počakamo toliko časa, da topilo doseže rob kromatografskega papirja. Kromatogram vzamemo iz petrijevke in ga posušimo na zraku. Dobili smo krožni kromatogram. [13]



Slika 1: Krožna kromatografija

(Foto: Gaja Štimulak)

2.5 Vrste uporabljenih rastlin

Za raziskovalno delo sva uporabili različne vrste rastlin, to so: gerbera, vrtnica, dracena, jelka, rdeči javor, sivka, smreka, tisa, vijolica, cipresa in lovor. Na izbiro je vplivala le dostopnost do različnih vrst rastlin.

2.5.1 Gerbera

Gerbera pripada družini astrovye in je trajnica. Listi gerbere so temno zelene barve, oblike pa so podobne križanju med tropine in regrat. Zbirajo se v bazalni rozeti, iz središča katere so goli stebli do višine 65 cm, na vsakem stebelu cveti cvet, katerega premer je odvisen od

sorte in se lahko giblje med 5–15 cm, velike barve do 30 cm. Kamerni gerberi so lahko katere koli barve, razen modro-modre palete. Obstajajo tudi frotirne sorte – značilne so prehodi odtenkov od središča do robov, rože pa so zelo podobne asterjem. [14]

2.5.2 Vrtnica

Vrtnica je majhen bodljikav grm, ki zraste do višine 1,2–2,4 m. Doma je v Evropi in zahodni Aziji, gojijo pa jo po vsem svetu. [15]

Vrtnica je izredno lepa roža zaradi izbranega vonja, barve in oblike cvetov. V številnih kulturah velja za kraljico rož. Po vsem svetu velja za tradicionalni simbol lepote in ljubezni. [16] Dokazano je, da cvetni listi te rastline pridobijo potrebno barvo zaradi kombinacije določenih pigmentov, ki se nagibajo h koncentraciji v celicah samih listov. Tudi barva cvetnega lista vrtnice je pod vplivom njene svetlobne prosojnosti – svetlobni žarki sonca, ki potujejo skozi vrtnico, poudarjajo njegovo strukturo in lahko spremenijo njegov odtenek. [17]

Včasih je bilo le približno 10 sort, rdeče in bele rože. Danes obstaja več kot 20 tisoč sort različnih odtenkov. Večina jih je nastala zaradi križanja prvotnih barv med seboj. [18]

2.5.3 Dracena

Dracena izvira predvsem iz Afrike, nekaj vrst pa je bilo najdenih tudi v južni Aziji in tropski centralni Ameriki. Obstajata dve glavni podvrsti. Manjše dracene so bolj grmičaste in v naravnem okolju rastejo v podrasti tropskih gozdov, izredno pa so priljubljene kot sobne rastline. [19] Listi so pisani ali sivo-zeleni z modrim odtenkom linearne oblike z ostrim koncem. Dolžina listov je lahko 40–50 cm, širina 2–4 cm, na njih pa so žile, ki potekajo vzporedno z listno ploščo. Ena od glavnih značilnosti palme je prisotnost zelenega klobuka iz listov na vrhu poganjkov. Ko se drevo razvije, spodnji listi izginejo, porumenijo in padejo, zaradi česar bo sod na koncu lajal. [20]

2.5.4 Jelka

Jelka najbolje uspeva na svežih, globokih in s hranili bogatih tleh. Potrebuje dovolj zračne vlage. Zraste do 50 m visoko in doseže prsni premer do 2 m. Skorja je sivo rjava in v mladosti gladka. S starostjo razpoka. Rdečerjavi brsti so dolgi do 0,5 cm. Iglice so ploščate in dolge do 3,5 cm. Spodaj imajo dve značilni beli progji. Vrh iglice je zaobljen, običajno z dvema vršičkoma. Iglice bodejo, če vejo z iglicami primemo v roko. To jo loči od smreke. Iglice so

na vejah od 8 do 12 let, nato odpadejo. Iz ženskih socvetij, ki rastejo v zgornji tretjini krošnje, se v petih mesecih razvijejo 20 cm visoki storži. Usmerjeni so navzgor. Storži razpadejo na drevesu. [21]

2.5.5 Pritlikavi rdeči javor

Acer japonicum »aconitifolium« se razraste v obliki grma ali nizkega drevesa s kratkim deblom in pokončno razprto krošnjo. Večkrpi listi so zelo elegantni. Med letom so zeleni, jeseni pa svetleče oranžno rdeči do ognjeno vinsko rdeči. Drevo zraste 3–5 metrov visoko. Če raste na samem, meri krošnja starega japonskega javorja v širino več kot v višino. [22]

2.5.6 Sivka

Sivka (*lavandula*) je zimzelena polgrmasta rastlina, ki jo vzgajajo kot zdravilne rastline, za okras in še za marsikaj uporabnega. Kot divja rastlina sivka raste v južni Franciji, Španiji, Italiji in severni Afriki. [23]

Oblika listov rastline je odvisna od vrste. Pri pogosto gojenih vrstah sivk so listi preprosti, pri drugih vrstah pa so zobati, z razsekanimi robovi. Nekateri izmed njih so prekriti z dlačicami, ki vsebujejo eterična olja. Oblika listov rastline je odvisna od vrste. Pri pogosto gojenih vrstah sivk so listi preprosti, pri drugih vrstah pa so zobati, z razsekanimi robovi. Nekateri izmed njih so prekriti z dlačicami, ki vsebujejo eterična olja.

Cvetovi sivke so lahko vijolični, modri ali lila, nekatere vrste sivke pa imajo tudi črno-vijolične ali rumenkasto obarvane cvetove. [24]

2.5.7 Smreka

Smreke (približno 40 vrst) so za prepoznavanje precej težavna skupina, saj imajo vse tanko luskasto lubje, bodeče iglice in na rebrastih poganjkih lesnate betičaste izrastke, na katerih se razvijejo iglice. Storži visijo in praviloma ob zrelosti celi padejo z drevesa. [25] Les je rumenkasto bele do rumenkasto rjave barve. [26]

2.5.8 Tisa

Navadna tisa je počasi rastoče drevo, ki v višino doseže med 10 in 15 metrov in ima sprva široko stožčasto, kasneje pa kupolasto krošnjo. Prenese velika temperaturna nihanja in nizke temperature ter močno obrezovanje, zaradi česar je priljubljeno okrasno drevo ter drevo za žive meje. Je izrazito sencovzdržna vrsta. Ima rdečkasto lubje, suličaste, sploščene,

temnozeleno liste dolžine 1–4 centimetrov in širine 2–3 milimetre, spiralno urejene na deblu, baze listov pa so zasukane, tako da se listi na vsaki strani stebela uredijo v vrsto. [27]

2.5.9 Vijolica

Dišeča vijolica zraste od 5 do 15 cm v višino. Iz korenike, ki se razteza nad tlemi, poganjajo dolge podzemne živice, ki se mestoma ukoreninjajo. Rastlina ima gladka stebelca, ki poganjajo v majhnih grmičkih. Listi so dolgi od 2 do 4 cm in srčaste oblike, z rastlino pa so povezani na dolgih, gladkih pecljih. Rob listov je žagasto nazobčan. Listi, ki poženejo kasneje iz živic, so večji in ledvičaste oblike. Dišeča vijolica cveti dvakrat na leto. Njeni prvi cvetovi so vijolične barve in imajo močan vonj, a niso plodni. Drugi cvetovi so majhni in imajo skoraj povsem brezbarvne venčne liste. Ti cvetovi so plodni. Prvič rastlina cveti spomladi, od marca do maja, drugič pa v avgustu. [28]

2.5.10 Cipresa

Odrasla drevesa zrastejo do 35 m visoko in imajo do 1 m debelo deblo ter ozko stebrasto in zašiljeno krošnjo z navzgor usmerjenimi in k deblu tesno prilegajočimi se vejami. Listi so luskasti, dolgi od 2 do 5 mm. Moški cvetovi so podolgovati in tanki. Dosežejo dolžino do 5 mm in so rumene barve. Na koncu lanskih poganjkov se razvijejo že v jeseni. Ženski cvetovi so prav tako majhni, a so manj opazni in bolj okroglasti. Najpogostejši so v zgornjem delu krošnje. Storži so okrogli, precej veliki, sprva zeleni, po 20 do 24 mesecih pa postanejo rjavi. V premeru merijo med 25 in 40 mm, sestavljeni pa so iz 8–14 lusk. Pod vsako lusko je med 8 in 15 ploščatih semen. Vedno zelena cipresa se razmnožuje s semeni ali vegetativno s cepljenjem, potaknjenci in poganjki. Doseže lahko visoko starost, saj naj bi bila najstarejša cipresa, ki se nahaja v Iranu, stara okoli 4.000 let. [29]

2.5.11 Lovor

Lovor je zimzelen grm ali nizko drevo. Ima kratkopeceljate liste, ki so podolgovati, suličasti in priostreni. Listi so usnjati, do 10 cm dolgi. Znotraj so bleščéči, temno zelene barve, na spodnji strani pa svetlejši, brez sijaja. Cveti od marca do maja in iz cvetov razvije plod – temno modro, precej mesnato jagodo. [30]

2.6 Vrste topil

Za raziskovalno delo sva uporabili različne vrste topil, to so: voda, etanol, aceton, heksan, cikloheksan, bencin za čiščenje in nitro čistilo. Večino topil lahko kupimo v prosti prodaji v specializiranih trgovinah, heksan in cikloheksan pa sva imeli na razpolago v šolskem laboratoriju.

2.6.1 Voda

Voda je topilo, ki raztaplja več snovi kot katero koli drugo topilo. Je namreč topilo za trdne, tekoče in plinaste snovi. Je tudi najbolj pogosto topilo. Čiste vode v naravi ne poznamo. Topnost snovi v vodi je odvisna predvsem od vrste snovi in temperature. Ker je voda polarno topilo, se v njej dobro raztapljajo polarne in ionske snovi, npr. kuhinjska sol, slabo topne pa so nepolarne snovi, kot so npr. maščobe in olja. [31] Zaradi svoje zgradbe je voda tudi dobro topilo, nekateri celo pravijo, da je univerzalno topilo. Voda ima vodikove vezi in je močno polarna. To polarnosti omogoča, da ione ločuje v soli in močno veže na druge polarne snovi, kot so alkoholi in kisline, ki jih tako raztapljajo. [32] V njej se raztapljajo trdne snovi (sol, sladkor, minerali ...), tekočine (kis, sok ...) in tudi plini (kisik, ogljikov dioksid ...). V vodi se ne raztapljajo vse snovi. [33]



Slika 2: Voda

(Foto: Gaja Štimulak)

2.6.2 Etanol

Alkohol je eno od najboljših naravnih razkužil, saj v ustreznih koncentracijah uničuje skoraj vsa živa bitja. Zato ga v medicini še vedno uporabljamo kot dobro razkužilo. [34] Alkohole

lahko štejemo med ogljikovodike, pri katerih je eden ali več atomov vodika nadomeščenih s hidroksilno skupino. [35]

Etanol, tudi etilni alkohol, je alkohol s kemijsko formulo C_2H_5OH . Uporaben je kot razkužilo, topilo in kot gorivo. Hkrati je uporaben kot topilo v izdelkih, kot so barve, tinkture, parfumi in deodoranti. [36]



Slika 3: Etanol

(Foto: Gaja Štimulak)

2.6.3 Aceton

Aceton (propan-2-on, dimetil keton) je brezbarvna, gorljiva tekočina z značilnim vonjem. Je uporabno topilo za lake, acetatno svilo, maščobe, olja, voske, smole, gumo, plastiko in v industriji polimerov. V laboratoriju se uporablja kot polarno topilo v raznih organskih reakcijah. Meša se z vodo in skoraj vsemi organskimi topili, zato je pomembno laboratorijsko in industrijsko topilo. Letna svetovna proizvodnja acetona je več kot tri milijone ton, od katerih se večina porabi v industriji polimerov, barvnih premazov in nekaterih razstreliv. V vsakdanji rabi se največ acetona porabi za odstranjevanje laka za nohte. V majhnih količinah nastaja tudi v človeškem organizmu iz aminokislin, maščob in ogljikovih hidratov. [37]



Slika 4: Aceton

(Foto: Gaja Štimulak)

2.6.4 Heksan

Primer nepolarnega topila je heksan. Heksan je ogljikovodik z molekulsko formulo C_6H_{14} in je pri sobni temperaturi brezbarvna tekočina, brez vonja, s temperaturo vrelišča $68,7\text{ }^{\circ}C$ (podatek velja za n-heksan). Njegova gostota znaša $0,66\text{ g/mL}$. Tako heksan kot vsi njegovi izomeri so pomembne sestavine bencina in se pogosto uporabljajo kot poceni, relativno varna, reaktivna in enostavno uparljiva nepolarna topila. Pridobiva se predvsem z rafiniranjem iz surove nafte. V industriji se uporablja pri pripravi lepil za čevlje, pri proizvodnji jedilnega olja (repično, sojino olje) iz semen, za čiščenje in razmaščevanje. Laboratorijska uporaba heksana je precej obširna, uporablja se kot ekstrakcijsko sredstvo za oljne in mastne kontaminante voda in prsti za analize. Uporablja se pri reakcijah z zelo močnimi bazami, kot je priprava organolitijevega reagenta. V kromatografskih metodah se uporablja kot nepolarno topilo, v farmaciji pa se njegova uporaba opušča zaradi dolgotrajne toksičnosti in tvorjenja metabolizmu strupenega heksan-2,5-diona. [38]

Heksan je trgovski izdelek, sestavljen v glavnem iz necikličnih nasičenih ogljikovodikov s šestimi ogljikovimi atomi, pridobljen z destilacijo pri temperaturi med $64\text{ }^{\circ}C$ in $70\text{ }^{\circ}C$. Prepovedana je sočasna uporaba heksana in etilmetilketona. [39]



Slika 5: Heksan

(Foto: Gaja Štimulak)

2.6.5 Cikloheksan

Cikloheksan je ciklični alkan z molekulsko formulo C_6H_{12} . Je brezbarvna, lahko gorljiva tekočina z značilnim vonjem. Vrelišče ima pri $81^{\circ}C$. Nahaja se predvsem v galicijskih in kavkaških naftah. Večinoma se uporablja kot topilo v lepilih. To so v glavnem lepila na osnovi neoprena (polikloroprena), ki se uporabljajo v usnjarski industriji (čevlji), gradbeni industriji (talni premazi) in industriji avtomobilske opreme. Cikloheksan je kot nepolarni hidrofobni ogljikovodik sam po sebi precej nereaktiven. Lahko reagira z zelo močnimi kisljinami, kar povzroči prisilno protonacijo in »pokanje ogljikovodika«. Je zelo vnetljiv. [40]



Slika 6: Cikloheksan

(Foto: Aleš Benko)

2.6.6 Bencin za čiščenje

Bencin za čiščenje spada med organska topila. Je brezbarven in zelo hlapen. Prepoznamo ga po njegovem značilnem vonju, odličen pa je za čiščenje. Uporablja se za čiščenje tiskarskih plošč, za razmaščevanje kovin, odstranjevanje madežev iz tkanin ... Po čiščenju ne pušča nobenih sledi. [41]



Slika 7: Bencin za čiščenje

(Foto: Gaja Štimulak)

2.6.7 Nitro čistilo

Uporablja se za čiščenje orodja in površin pred barvanjem. [42] Sestavljeno je iz organskih topil. Je zelo močno topilo, ki odlično čisti orodje, ima večstransko uporabo in je enostaven za uporabo. [43]



Slika 8: Nitro čistilo

(Foto: Aleš Benko)

3 NAMEN IN METODE DELA

3.1 Namen dela

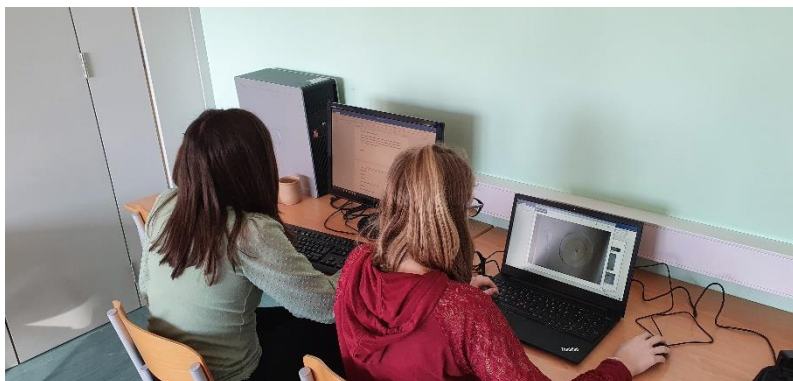
Namen najine raziskovalne naloge je bil ugotoviti, ali so barvila, ki so prisotna v posušenih listih 11 različnih rastlin, enaka ali se razlikujejo. To sva skušali dokazati s krožno kromatografijo, kjer sva uporabili različne vrste topil: vodo, etanol, aceton, heksan, cikloheksan, bencin za čiščenje in nitro čistilo.

3.2 Metode dela

3.2.1 Metoda zbiranja in analize podatkov

Problem sva obravnavali z naslednjimi metodami:

- iskanje podatkov v literaturi,
- iskanje podatkov preko spleta/interneta in
- delo z računalnikom.



Slika 9: Delo z računalnikom

(Foto: Aleš Benko)

3.2.2 Metoda eksperimentalnega dela

Svoje hipoteze sva preverjali z eksperimentalnim delom v šolskem laboratoriju. S pomočjo laboratorijskega pribora in pripomočkov sva izvedli poskuse s posušenimi listi različnih vrst rastlin ter različnimi topili. Pri izvedbi eksperimentov sva se zaščitili s haljo, zaščitnimi očali ter lateks rokavicami.



Slika 10: Eksperimentalno delo

(Foto: Aleš Benko)

3.2.3 Potek eksperimentalnega dela

- 1) Zelene liste sva drobno razrezali, jih dali v terilnico, dodali malo kremenčevega peska in jih dobro strli.
- 2) Strtim listom sva dodali topilo (vodo, etanol, aceton, heksan, cikloheksan, bencin za čiščenje ali nitro čistilo) ter pustili 10 minut. Raztopino sva večkrat premešali.
- 3) Z metodo dekantiranja sva ločili tekočo fazo od trdne; iz terilnice sva topilo z raztopljenimi barvili dekantirali v petrijevko.
- 4) Iz kromatografskega papirja sva izrezali krog, ki je bil malo večji od pokrova petrijevke. V sredini kroga sva naredili luknjico in vanjo vložili zvitek iz kromatografskega papirja. Kromatografski papir sva na petrijevko položili tako, da je bil zvitek iz papirja v topilu z barvili.
- 5) Počakali sva toliko časa, da je topilo doseglo rob kromatografskega papirja.
- 6) Kromatogram sva vzeli iz petrijevke in ga posušili na zraku.

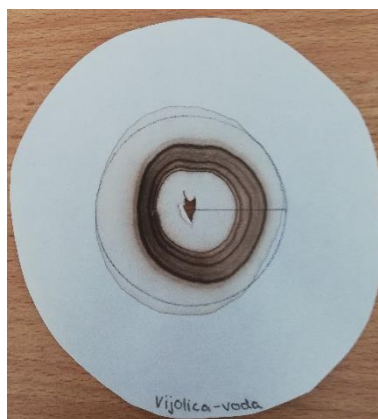
3.2.4 Merjenje polmera vidnih površin na kromatogramih

Po končanem eksperimentalnem delu sva pregledali vse kromatograme; večina jih je imela obarvane površine, ki so se razlikovali po velikosti. Odločili sva se, da jim določiva ploščino obarvanega območja in izračunava skupno ploščino obarvanih površin glede na vrsto topila.

Proces meritve in izračunov posameznih obarvanih kromatogramov sva naredili tako, da sva:

- očrtali krog s šestilom in izmerili polmer in
- izračunali ploščino kroga z določenim polmerom z enačbo $p = \pi \cdot r^2$.

Skupno ploščino vidnih barvil na kromatogramih glede na vrsto topila sva izračunali tako, da sva sešteli vse ploščine vidnih barvil na kromatogramih določenega topila.



Slika 11: Merjenje polmera vidnega barvila na kromatogramu

(Foto: Maja Zakšek)



Slika 12: Merjenje polmerov vidnega barvila na kromatogramih

(Foto: Maja Zakšek)

3.3 Laboratorijski pribor

Pri izvedbi laboratorijskega dela sva potrebovali: terilnico in pestilo, kapalke, petrijevke, puhalko in steklene palčke.

3.3.1 Terilnica in pestilo

Terilnica je porcelanasta posoda. Uporabljamo jo za drobljenje trdnih snovi s pestilom. [44]



Slika 13: Terilnica in pestilo

(Foto: Maja Zakšek)

3.3.2 Kapalka

Za dodajanje manjših količin tekočin uporabljamo različne izvedbe kapalk.[44]



Slika 14: Kapalka

(Foto: Maja Zakšek)

3.3.3 Petrijevka

Petrijevka je okrogla, nizka, steklena ali plastična laboratorijska posoda s pokrovom, ki se navadno uporablja za gojenje bakterij in za nekatere imunske teste. [45]



Slika 15: Petrijevka

(Foto: Maja Zakšek)

3.3.4 Puhalka

Puhalka se uporablja za dodajanje manjših količin tekočin. [44]



Slika 16: Puhalka

(Foto: Maja Zakšek)

3.3.5 Steklena palčka

Steklene palčke v laboratoriju uporabljamo za mešanje reakcijskih zmesi . [44]







Slika 17: Steklena palčka

(Foto: Aleš Benko)

4 REZULTATI IN UGOTOVITVE

4.1 Krožna kromatografija – voda

Vrsta rastline	Topilo	Slika	Polmer barvila na kromatogramu
gerbera	voda	 <p>Slika 18: Kromatogram gerbera in voda</p>	3,2 cm
vrtnica	voda	 <p>Slika 19: Kromatogram vrtnica in voda</p>	3,5 cm
dracena	voda	 <p>Slika 20: Kromatogram dracena in voda</p>	4,0 cm

jelka	voda	 <p>Slika 21: Kromatogram jelka in voda</p>	5,0 cm
pritlikavi rdeči javor	voda	 <p>Slika 22: Kromatogram pritlikavi rdeči javor in voda</p>	5,5 cm
sivka	voda	 <p>Slika 23: Kromatogram sivka in voda</p>	5,2 cm
smreka	voda	 <p>Slika 24: Kromatogram smreka in voda</p>	3,7 cm




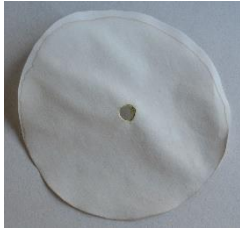



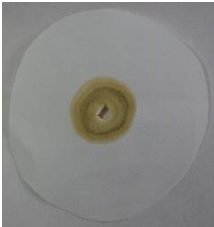
tisa	voda	 <p>Slika 25: Kromatogram tisa in voda</p>	2,5 cm
vijolica	voda	 <p>Slika 26: Kromatogram vijolica in voda</p>	2,8 cm
cipresa	voda	 <p>Slika 27: Kromatogram cipresa in voda</p>	6,0 cm
lovor	voda	 <p>Slika 28: Kromatogram lovor in voda</p>	6,2 cm

Tabela 1: Krožna kromatografija – voda

Kot prvo topilo smo uporabili vodo. Pri gerberi, pritlikavem rdečem javorju, sivki, smreki, tisi in vijolici smo dobili rjavo oziroma rumeno barvilo, le pri vrtnici je nekoliko bolj izrazito modro barvilo. Pri draceni, jelki, cipresi in lovorju se ni obarvalo skoraj nič.

4.2 Krožna kromatografija – etanol

Vrsta rastline	Topilo	Slika	Polmer barvila na kromatogramu
gerbera	etanol	 <p>Slika 29: Kromatogram gerbera in etanol</p>	4,6 cm
vrtnica	etanol	 <p>Slika 30: Kromatogram vrtnica in etanol</p>	1,1 cm
dracena	etanol	 <p>Slika 31: Kromatogram dracena in etanol</p>	4,5 cm
jelka	etanol	 <p>Slika 32: Kromatogram jelka in etanol</p>	2,0 cm

<p>pritlikavi rdeči javor</p>	<p>etanol</p>	 <p>Slika 33: Kromatogram pritlikavi rdeči javor in etanol</p>	<p>2,8 cm</p>
<p>sivka</p>	<p>etanol</p>	 <p>Slika 34: Kromatogram sivka in etanol</p>	<p>2,1 cm</p>
<p>smreka</p>	<p>etanol</p>	 <p>Slika 35: Kromatogram smreka in etanol</p>	<p>1,7 cm</p>
<p>tisa</p>	<p>etanol</p>	 <p>Slika 36: Kromatogram tisa in etanol</p>	<p>3,0 cm</p>
<p>vijolica</p>	<p>etanol</p>	 <p>Slika 37: Kromatogram vijolica in etanol</p>	<p>1,7 cm</p>



cipresa	etanol	 Slika 38: Kromatogram cipresa in etanol	1,8 cm
lovor	etanol	 Slika 39: Kromatogram lovor in etanol	1,1 cm

Tabela 2: Krožna kromatografija – etanol

Kot topilo smo uporabili etanol. V tem primeru so se barvila pri gerberi, draceni, jelki, rdečem javoru, sivki in smreki lepo obarvala, najlepše pa so vidna pri vijolici in vrtnici.

4.3 Krožna kromatografija – aceton

Vrsta rastline	Topilo	Slika	Polmer barvila na kromatogramu
gerbera	aceton	 <p>Slika 40: Kromatogram gerbera in aceton</p>	3,9 cm
vrtnica	aceton	 <p>Slika 41: Kromatogram vrtnica in aceton</p>	1,3 cm
dracena	aceton	 <p>Slika 42: Kromatogram dracena in aceton</p>	2,6 cm
jelka	aceton	 <p>Slika 43: Kromatogram jelka in aceton</p>	1,6 cm

<p>pritlikavi rdeči javor</p>	<p>aceton</p>	 <p>Slika 44: Kromatogram pritlikavi rdeči javor in aceton</p>	<p>2,2 cm</p>
<p>sivka</p>	<p>aceton</p>	 <p>Slika 45: Kromatogram sivka in aceton</p>	<p>1,8 cm</p>
<p>smreka</p>	<p>aceton</p>	 <p>Slika 46: Kromatogram smreka in aceton</p>	<p>2,3 cm</p>
<p>tisa</p>	<p>aceton</p>	 <p>Slika 47: Kromatogram tisa in aceton</p>	<p>2,5 cm</p>
<p>vijolica</p>	<p>aceton</p>	 <p>Slika 48: Kromatogram vijolica in aceton</p>	<p>3,3 cm</p>





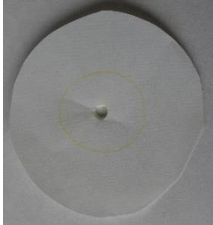

cipresa	aceton	 <p data-bbox="600 472 1139 506">Slika 49: Kromatogram cipresa in aceton</p>	2,9 cm
lovor	aceton	 <p data-bbox="612 813 1126 846">Slika 50: Kromatogram lovor in aceton</p>	1,1 cm

Tabela 3: Krožna kromatografija – aceton

Kot topilo smo uporabili aceton. Najbolj izrazita in najlepša barvila so se pokazala v primeru vijolice, vrtnice in gerbere. Pri draceni, jelki, sivki, smreki, cipresi in tisi smo dobili malo manj izrazita barvila, pri rdečem javoru in lovorju pa se skoraj ne vidijo.

4.4 Krožna kromatografija – heksan

Vrsta rastline	Topilo	Slika	Polmer barvila na kromatogramu
gerbera	heksan	 <p>Slika 51: Kromatogram gerbera in heksan</p>	1,1 cm
vrtnica	heksan	 <p>Slika 52: Kromatogram vrtnica in heksan</p>	1,9 cm
dracena	heksan	 <p>Slika 53: Kromatogram dracena in heksan</p>	2,4 cm
jelka	heksan	 <p>Slika 54: Kromatogram jelka in heksan</p>	2,5 cm

<p>prilikavi rdeči javor</p>	<p>heksan</p>	 <p>Slika 55: Kromatogram prilikavi rdeči javor in heksan</p>	<p>3,1 cm</p>
<p>sivka</p>	<p>heksan</p>	 <p>Slika 56: Kromatogram sivka in heksan</p>	<p>1,9 cm</p>
<p>smreka</p>	<p>heksan</p>	 <p>Slika 57: Kromatogram smreka in heksan</p>	<p>1,8 cm</p>
<p>tisa</p>	<p>heksan</p>	 <p>Slika 58: Kromatogram tisa in heksan</p>	<p>1,7 cm</p>
<p>vijolica</p>	<p>heksan</p>	 <p>Slika 59: Kromatogram vijolica in heksan</p>	<p>1,7 cm</p>


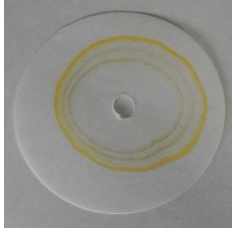







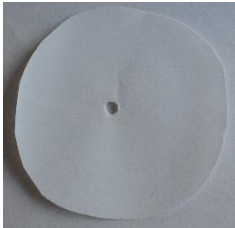
cipresa	heksan	 Slika 60: Kromatogram cipresa in heksan	1,6 cm
lovor	heksan	 Slika 61: Kromatogram lovor in heksan	3,2 cm

Tabela 4: Krožna kromatografija – heksan

Kot topilo smo uporabili heksan. Pri njem so vsa barvila vidna v rumeni barvi (pri gerberi, draceni, jelki, sivki, smreki, tisi in lovoru), le pri vrtnici, rdečem javoru in vijolici se ne vidi skoraj nič.

4.5 Krožna kromatografija – cikloheksan

Vrsta rastline	Topilo	Slika	Polmer barvila na kromatogramu
gerbera	cikloheksan	 <p>Slika 62: Kromatogram gerbera in cikloheksan</p>	1,5 cm
vrtnica	cikloheksan	 <p>Slika 63: Kromatogram vrtnica in cikloheksan</p>	0 cm
dracena	cikloheksan	 <p>Slika 64: Kromatogram dracena in cikloheksan</p>	1,8 cm
jelka	cikloheksan	 <p>Slika 65: Kromatogram jelka in cikloheksan</p>	2,0 cm

<p>prilikavi rdeči javor</p>	<p>cikloheksan</p>	 <p>Slika 66: Kromatogram prilikavi rdeči javor in cikloheksan</p>	<p>1,9 cm</p>
<p>sivka</p>	<p>cikloheksan</p>	 <p>Slika 67: Kromatogram sivka in cikloheksan</p>	<p>1,8 cm</p>
<p>smreka</p>	<p>cikloheksan</p>	 <p>Slika 68: Kromatogram smreka in cikloheksan</p>	<p>1,9 cm</p>
<p>tisa</p>	<p>cikloheksan</p>	 <p>Slika 69: Kromatogram tisa in cikloheksan</p>	<p>0 cm</p>

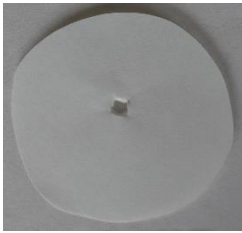



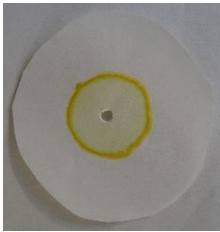


vijolica	cikloheksan	 <p>Slika 70: Kromatogram vijolica in cikloheksan</p>	0 cm
cipresa	cikloheksan	 <p>Slika 71: Kromatogram cipresa in cikloheksan</p>	2,0 cm
lovor	cikloheksan	 <p>Slika 72: Kromatogram lovor in cikloheksan</p>	2,0 cm

Tabela 5: Krožna kromatografija – cikloheksan

Pri cikloheksanu je barvilo vidno le pri gerberi in sivki. Pri jelki, rdečem javoru, smreki, cipresi in lovorju je viden le obroč rumene barve, pri draceni, tisi in vijolici pa se barvil ne vidi.

4.6 Krožna kromatografija – čistilni bencin

Vrsta rastline	Topilo	Slika	Polmer barvila na kromatogramu
gerbera	čistilni bencin	 <p>Slika 73: Kromatogram gerbera in čistilni bencin</p>	4,2 cm
vrtnica	čistilni bencin	 <p>Slika 74: Kromatogram vrtnica in čistilni bencin</p>	2,3 cm
dracena	čistilni bencin	 <p>Slika 75: Kromatogram dracena in čistilni bencin</p>	2,7 cm
jelka	čistilni bencin	 <p>Slika 76: Kromatogram jelka in čistilni bencin</p>	2,3 cm

<p>pritlikavi rdeči javor</p>	<p>čistilni bencin</p>	 <p>Slika 77: Kromatogram pritlikavi rdeči javor in čistilni bencin</p>	<p>2,6 cm</p>
<p>sivka</p>	<p>čistilni bencin</p>	 <p>Slika 78: Kromatogram sivka in čistilni bencin</p>	<p>2,4 cm</p>
<p>smreka</p>	<p>čistilni bencin</p>	 <p>Slika 79: Kromatogram smreka in čistilni bencin</p>	<p>0 cm</p>
<p>tisa</p>	<p>čistilni bencin</p>	 <p>Slika 80: Kromatogram tisa in čistilni bencin</p>	<p>0 cm</p>

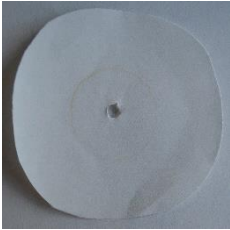

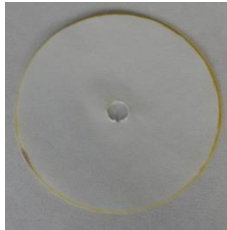



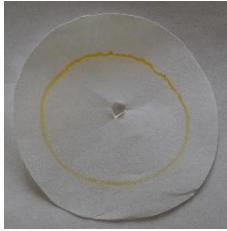
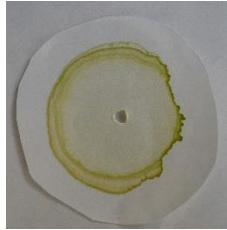
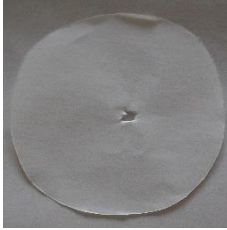


vijolica	čistilni bencin	 <p>Slika 81: Kromatogram vijolica in čistilni bencin</p>	2,4 cm
cipresa	čistilni bencin	 <p>Slika 82: Kromatogram cipresa in čistilni bencin</p>	2,5 cm
lovor	čistilni bencin	 <p>Slika 83: Kromatogram lovor in čistilni bencin</p>	1,5 cm

Tabela 6: Krožna kromatografija – čistilni bencin

Pri čistilnem bencinu je pri gerberi, sivki in lovorju vidnega le nekaj barvila. Pri ostalih (vrtnica, dracena, jelka, rdeči javor, smreka, tisa, vijolica, cipresa) pa barvila ni vidnega, oziroma se vidi le tanek rob.

4.7 Krožna kromatografija – nitro čistilo

Vrsta rastline	Topilo	Slika	Polmer barvila na kromatogramu
gerbera	nitro čistilo	 <p>Slika 84: Kromatogram gerbera in nitro čistilo</p>	0 cm
vrtnica	nitro čistilo	 <p>Slika 85: Kromatogram vrtnica in nitro čistilo</p>	0 cm
dracena	nitro čistilo	 <p>Slika 86: Kromatogram dracena in nitro čistilo</p>	4,2 cm
jelka	nitro čistilo	 <p>Slika 87: Kromatogram jelka in nitro čistilo</p>	4,3 cm

pritlikavi rdeči javor	nitro čistilo	 <p>Slika 88: Kromatogram pritlikavi rdeči javor in nitro čistilo</p>	4,1 cm
sivka	nitro čistilo	 <p>Slika 89: Kromatogram sivka in nitro čistilo</p>	4,1 cm
smreka	nitro čistilo	 <p>Slika 90: Kromatogram smreka in nitro čistilo</p>	0 cm
tisa	nitro čistilo	 <p>Slika 91: Kromatogram tisa in nitro čistilo</p>	0 cm
vijolica	nitro čistilo	 <p>Slika 92: Kromatogram vijolica in nitro čistilo</p>	0 cm



cipresa	nitro čistilo	 <p data-bbox="528 468 1129 504">Slika 93: Kromatogram cipresa in nitro čistilo</p>	4,0 cm
lovor	nitro čistilo	 <p data-bbox="541 808 1117 844">Slika 94: Kromatogram lovor in nitro čistilo</p>	2,2 cm

Tabela 7: Krožna kromatografija – nitro čistilo

Nitro čistilo je topilo, pri katerem se je najbolj obarvalo topilo pri draceni, lovorju, sivki in rdečem javorju. Manj vidna so pri jelki in cipresi. Barvila pa niso vidna pri gerberi, vrtnici, smreki, tisi in vijolici.

4.8 Krožna kromatografija – primerjava površine vidnih barvil na kromatogramu glede na vrsto topila

Topilo	Vrsta rastline	Polmer barvila na kromatogramu [cm]	Površina vidnih barvil na kromatogramu [cm²]	Skupna površina vidnih barvil na kromatogramih glede na vrsto topila [cm²]
voda	gerbera	3,2	32,2	700,2
	vrtnica	3,5	38,5	
	dracena	4,0	50,2	
	jelka	5,0	78,5	
	pritlikavi rdeči javor	5,5	95,0	
	sivka	5,2	84,9	
	smreka	3,7	43,0	
	tisa	2,5	19,6	
	vijolica	2,8	24,6	
	cipresa	6,0	113,0	
	lovor	6,2	120,7	
etanol	gerbera	4,6	66,4	245,3
	vrtnica	1,1	3,8	
	dracena	4,5	63,6	

	jelka	2,0	12,6	
	pritlikavi rdeči javor	2,8	24,6	
	sivka	2,1	13,8	
	smreka	1,7	9,1	
	tisa	3,0	28,3	
	vijolica	1,7	9,1	
	cipresa	1,8	10,2	
	lovor	1,1	3,8	
aceton	gerbera	3,9	47,8	208,3
	vrtnica	1,3	5,3	
	dracena	2,6	21,2	
	jelka	1,6	8,0	
	pritlikavi rdeči javor	2,2	15,2	
	sivka	1,8	10,2	
	smreka	2,3	16,6	
	tisa	2,5	19,6	
	vijolica	3,3	34,2	
	cipresa	2,9	26,4	
	lovor	1,1	3,8	

heksan	gerbera	1,1	3,8	135,8
	vrtnica	1,9	11,3	
	dracena	2,4	18,1	
	jelka	2,5	19,6	
	prtljikavi rdeči javor	1,0	3,1	
	sivka	1,9	11,3	
	smreka	1,8	10,2	
	tisa	1,7	9,1	
	vijolica	1,7	9,1	
	cipresa	1,6	8,0	
	lovor	3,2	32,2	
cikloheksan	gerbera	1,5	7,1	87,9
	vrtnica	0	/	
	dracena	1,8	10,2	
	jelka	2,0	12,6	
	prtljikavi rdeči javor	1,9	11,3	
	sivka	1,8	10,2	
	smreka	1,9	11,3	
	tisa	0	/	

	vijolica	0	/	
	cipresa	2,0	12,6	
	lovor	2,0	12,6	
bencin za čiščenje	gerbera	4,2	55,4	195,6
	vrtnica	2,3	16,6	
	dracena	2,7	22,9	
	jelka	2,3	16,6	
	pritlikavi rdeči javor	2,6	21,2	
	sivka	2,4	18,1	
	smreka	0	/	
	tisa	0	/	
	vijolica	2,4	18,1	
	cipresa	2,5	19,6	
	lovor	1,5	7,1	
	nitro čistilo	gerbera	0	
vrtnica		0	/	
dracena		4,2	55,4	
jelka		4,3	58,1	
pritlikavi rdeči javor		4,1	52,8	

	sivka	4,1	52,8	
	smreka	0	/	
	tisa	0	/	
	vijolica	0	/	
	cipresa	4,0	50,2	
	lovor	2,2	15,2	

Tabela 8: Krožna kromatografija – primerjava površine vidnih barvil na kromatogramu glede na vrsto topila

Pri merjenju polmerov sva ugotovili, da smo največjo površino barvila ($120,7 \text{ cm}^2$) lahko opazili pri kromatogramu lovorja (uporabljeno topilo voda), sledi ji cipresa (uporabljeno topilo voda) z $113,0 \text{ cm}^2$, najmanjšo površino pa pri kromatogramu pritlikavega rdečega javorja (uporabljeno topilo heksan) z $3,1 \text{ cm}^2$.

4.9 Krožna kromatografija – primerjava skupne površine vidnih barvil na kromatogramu glede na vrsto topila

Topilo	Skupna površina vidnih barvil na kromatogramih glede na vrsto topila [cm ²]
	700,2
etanol	245,3
aceton	208,3
heksan	135,8
cikloheksan	87,9
bencin za čiščenje	195,6
nitro čistilo	284,5

Tabela 9: Krožna kromatografija – primerjava skupne površine vidnih barvil na kromatogramu glede na vrsto topila

Skupna površina vidnega barvila pri topilu voda znaša 700,2 cm², kar je največ izmed vseh izmerjenih površin glede na vrsto topila. Sledi topilo nitro čistilo s skupno površino 284,5 cm², etanol z 245,3 cm², najmanjša skupna površina vidnega barvila pa je bila pri topilu cikloheksan z 87,9 cm².



Graf 1: Skupna površina vidnih barvil na kromatogramih glede na vrsto topila

5 ZAKLJUČEK

Za raziskovalno nalogo na temo barvil, ki so prisotna v posušenih listih, sva se odločili zato, ker sva vedeli, da bo veliko eksperimentalnega dela. Poleg tega pa vseh informacij, ki so naju zanimala o barvilih v posušenih listih, kot tudi različnih topilih, ne najdemo v dostopnih virih in v tolikšnem obsegu.

Pri izvedbi eksperimentalnega dela sva uporabili posušene liste različnih vrst rastlin: gerbere, vrtnice, dracene, jelke, pritlikavega rdečega javora, sivke, smreke, tise, vijolice, ciprese in lovorja, kot topila za ekstrakcijo barvil v listih pa sva uporabili vodo, etanol, aceton, heksan, cikloheksan, bencin za čiščenje in nitro čistilo.

Prišli sva do raznovrstnih ugotovitev, s katerimi sva lahko zastavljene hipoteze potrdili, delno potrdili ali ovrgli.

H1) Barvila v listih cvetlic bodo bolj izrazita kot barvila v listih dreves.

Barve v listih cvetlic so bile izrazitejšje od listov dreves le treh primerih, ko smo kot topilo uporabili vodo, etanol in aceton, pri drugih poskusih pa so bila barvila podobna kot pri listih ostalih rastlin oziroma barve niso bile vidne, zato lahko to hipotezo le delno potrdiva.

H2) V listih listavcev bodo barvila bolj izrazita kot v listih iglavcev.

Barvila v listih listavcev v primerjavi z listi iglavcev so v različnih topilih dajali zelo različne rezultate; nekateri listavci so imeli bolj izrazito obarvanje v enih oziroma iglavci v drugih topilih. Iz dobljenih rezultatov lahko sklepamo, da so barvila različno izrazita v odvisnosti od uporabljenih topil in ne samo od vrste listov, zato lahko hipotezo v celoti ovrževa.

H3) Polarna topila so primernejša za ekstrakcijo barvil iz listov kot nepolarna.

Barvila so bila najbolj vidna pri poskusih, kjer sva kot topilo uporabili vodo, etanol in aceton, katera spadajo med polarna topila. To sva tudi dokazali tudi z izračuni ploščin obarvanih kromatogramov. Pri drugih topilih so bili rezultati manj razvidni oziroma obarvanja kromatogramov pri nekaterih poskusih ni bilo. Na podlagi rezultatov lahko trdimo, da so za ekstrakcijo barvil iz listov primernejša polarna topila, zato lahko hipotezo v celoti potrdimo.

H4) Velikost listov ne vpliva na količino vsebnosti barvila v posameznih listih.

Ugotovili sva, da vsebnost barvil nima nobene povezave z velikostjo listov, saj so bila obarvanja kromatogramov zelo različna. Glede na dobljene rezultate lahko hipotezo v celoti ovrževa.

Poleg pravilnega izvajanja eksperimentalnega dela sva se naučili veliko novega s področja iskanja, urejanja in obdelave podatkov.

Glede na dostopnost raznolikosti vrst rastlin v naši okolici bi lahko raziskovalno nalogo dopolnili z več vrstami rastlin kot tudi uporabili več različnih vrst topil.

6 LITERATURA

KNJIŽNI VIRI:

[2] DREVESA in grmi: enostavno in zanesljivo določanje. 2005. Kranj: Založba Narava. Str. 2, 10.

[25] Johnson, O., 2010. Drevesa, najpopolnejši vodnik za prepoznavanje naravnih in gojenih dreves v Evropi. Kranj: Založba Narava. Str. 100.

INTERNETNI VIRI:

[1] <https://sl.wikipedia.org/wiki/Drevo>

[3] <http://www.o-4os.ce.edus.si/razno/2001/gozdovi/index.htm>

[4] http://pefprints.pef.uni-lj.si/728/1/Diplomska_naloga_Kon%C4%8Dna_01.pdf

[5] <https://sl.wikipedia.org/wiki/Listavec>

[6] <http://www2.arnes.si/~evelik1/les/listavci.htm>

[7] <http://www2.arnes.si/~evelik1/les/iglavci.htm>

[8] <https://www.knjiznica-celje.si/raziskovalne/4201702758.pdf>

[9] https://www.mb.sik.si/datoteke/Knji%C5%BEnica%20s%20kav%C4%8Da/Raziskovalne_naloge/Barvila.pdf

[10] https://sc-s.si/projekti/rastlinska_barvila.pdf

[11] http://www.kii3.ntf.uni-lj.si/e-kemija/file.php/1/output/pomen_barvil/index.html

[12] <https://eucbeniki.sio.si/kemija3/1283/index5.html>

[13] <https://eucbeniki.sio.si/nar7/1286/index2.html>

[14] <https://sl.medicalgradeconsulting.com/cvety-gerbery-kartinki.html>

- [15] <https://www.essentiq.si/sestavine/vrtnica/>
- [16] <https://www.slonep.net/vrt-in-okolica/roze/vodic/simbolika-vrtnic>
- [17] <https://sl.medicalgradeconsulting.com/rozy-vse-cveta.html>
- [18] <https://declic13.org/4223-what-color-are-roses-description-and-photo-of-flower.html>
- [19] <https://www.vrtnicenter.si/ponudba/sobne-rastline/zelene-sobne-rastline/dracena>
- [20] <https://ekobutik.si/house/dracena-oskrba-na-domu-osnovne-faze-gojenja-obdelave-in-nadzora-skodljivcev>
- [21] <https://www.gozd-les.com/slovenski-gozdovi/drevesa/jelka>
- [22] <https://www.kalia.si/Okrasne-rastline/Barviti-javorji/>
- [23] <https://www.bodieko.si/sivka>
- [24] <https://www.bioforma.si/sivka>
- [26] https://hrovat.net/dslc_templates/smreka
- [27] https://sl.wikipedia.org/wiki/Navadna_tisa
- [28] https://sl.wikipedia.org/wiki/Di%C5%A1e%C4%8Da_vijolica
- [29] https://sl.wikipedia.org/wiki/Vednozelenena_cipresa
- [30] https://www.histriabotanica.si/?page_id=243
- [31] <http://www.primavoda.si/vse-o-vodi/voda-kot-topilo>
- [32] https://sl.wikipedia.org/wiki/Lastnosti_vode
- [33] <https://eucbeniki.sio.si/nit5/1328/index4.html>
- [34] <https://www.nalijem.si/vprasanja-odgovori-1/kaj-je-alkohol>
- [35] https://studentski.net/gradivo/ulj_fkt_kt1_ok1_sno_alkoholi_01
- [36] <https://sl.wikipedia.org/wiki/Etanol>

[37] <https://sl.wikipedia.org/wiki/Aceton>

[38] <https://www.knjiznica-celje.si/raziskovalne/4201604201.pdf>

[39] https://www.uradni-list.si/files/RS_-2011-023-00970-OB~P001-0000.PDF

[40] <https://sl.wikipedia.org/wiki/Cikloheksan>

[41] <https://www.chemcolor.si/bencin-za-ciscenje.html>

[42] <https://www.helios-deco.com/sl/izdelki/premazi-za-kovine/osnovna-obdelava-kovinskih-predmetov/nitro-cistilo/>

[43] <https://www.merkur.si/razredcilo-chemcolor-nitro-1-l/>

[44] <https://eucbeniki.sio.si/kemija1/478/index2.html>

[45] <https://sl.wikipedia.org/wiki/Petrijevka>