

# **INTENZIVNOST NARAVNIH BARVIL NA ODPADNEM PISARNIŠKEM PAPIRJU**

**RAZISKOVALNA NALOGA  
GOSPODINJSTVO**

Avtorji: Manca Lovšin,  
Kaja Vidic in Lionel Omerzel, 8. razred  
Mentorica: Mojca Vrtič  
Somentorica: Barbara Lapuh

**Šolsko leto: 2023/2024  
OŠ RIHARDA JAKOPIČA, Ljubljana**

OŠ RIHARDA JAKOPIČA

LJUBLJANA

**INTENZIVNOST NARAVNIH BARVIL  
NA ODPADNEM PISARNIŠKEM  
PAPIRJU**

**Raziskovalna naloga**

**Gospodinjstvo**



**Šolsko leto 2023/2024**

## Kazalo vsebine

1 UVOD.....	7
2 METODE DELA.....	8
3 HIPOTEZE .....	9
4 NARAVNA BARVILA.....	10
4.1 DELITEV NARAVNIH BARVIL.....	10
4.2 ZGODOVINA NARAVNIH BARVIL .....	15
5 PAPIR KOT MATERIAL .....	16
6 BARVNA BRALNA RAVNILA.....	17
7 POSTOPEK BARVANJA IN OPIS IZBRANIH ŽIVIL .....	18
BARVANJE PREKUHANEGA PAPIRJA.....	18
7.3 BARVANJE S ČEBULNIMI OLUPKI .....	19
7.3.1 BARVILA V ČEBULI .....	19
7.3.2 BARVANJE PAPIRJA S ČEBULNIMI OLUPKI .....	20
7.3.3 REZULTATI IN OPAŽANJA.....	22
7.4 BARVANJE S KANO .....	23
7.4.1 BARVILA V KANI.....	23
7.4.2 BARVANJE PAPIRJA S KANO .....	23
7.4.3 REZULTATI IN OPAŽANJA.....	24
7.5 BARVANJE Z RDEČO PESO .....	25
7.5.1 BARVILA V RDEČI PESI.....	25
7.5.2 BARVANJE PAPIRJA Z RDEČO PESO .....	26
7.5.3 REZULTATI IN OPAŽANJA.....	27
7.6 BARVANJE S KURKUMO .....	28
7.6.1 BARVILA V KURKUMI.....	28
7.6.3 REZULTATI IN OPAŽANJA.....	29
7.7 BARVANJE Z RDEČIM ZELJEM .....	30
7.7.1 BARVILA V RDEČEM ZELJU.....	30
7.7.2 BARVANJE PAPIRJA Z RDEČIM ZELJEM .....	31
7.7.3 REZULTATI IN OPAŽANJA.....	32
7.8 BARVANJE Z RDEČO PAPRIKO .....	34
7.8.1 BARVILA V RDEČI PAPRIKI .....	34
7.8.2 BARVANJE PAPIRJA Z RDEČO PAPRIKO .....	34
7.8.3 REZULTATI IN OPAŽANJA.....	36

8 IZDELAVA POSODIC .....	39
9 UGOTOVITVE IN OPAŽANJA .....	42
10 ZAKLJUČEK .....	44
11 VIRI SLIK .....	45
12 VIRI BESEDILA.....	47
<b>Kazalo slik</b>	
Slika 1: Derivati kinona.....	10
Slika 2: Derivati pirola.....	11
Slika 3: Derivati izoprena.....	12
Slika 4: Derivati pirana .....	12
Slika 5: Derivati pirimidina .....	13
Slika 6: Adenin .....	13
Slika 7: Gvanin .....	14
Slika 8: Ksantopterin .....	14
Slika 9: Levkopterin.....	14
Slika 10: Bralna ravnila.....	17
Slika 11: Kvercetin.....	19
Slika 12: Kuhanje čebulnih olupkov.....	20
Slika 13: Zmes papirja in čebule .....	21
Slika 14: Neposušen papir, obarvan s čebulo .....	21
Slika 15: Posušen papir, obarvan s čebulo .....	22
Slika 16: Kuhanje kane.....	23
Slika 17: Posušen papir, obarvan s kano .....	24
Slika 18. Molekula betalaina.....	25
Slika 19: Rezanje rdeče pese.....	26
Slika 20: Kuhanje rdeče pese.....	26
Slika 21: Posušen papir, obarvan z rdečo peso .....	27
Slika 22: Formula kurkumina.....	28
Slika 23: Kuhanje kurkume.....	29
Slika 24: Posušen papir, obarvan s kurkumo .....	30
Slika 25: Formula antociana.....	31
Slika 26: Kuhanje rdečega zelja .....	31
Slika 27: Mletje rdečega zelja in papirja .....	32
Slika 28: Posušen papir, obarvan z rdečim zeljem .....	33
Slika 29: Kuhanje rdeče paprike.....	35
Slika 30: Kuhanje papirja v rdeči papriki.....	35
Slika 31: Posušen papir, obarvan z rdečo papriko .....	36
Slika 32: Kuhanje naravnega lepila .....	39
Slika 33: Lepilo in zmes papirja.....	40
Slika 34: Posodice.....	40
Slika 35: Posodica, obarvana s kurkumo .....	41
Slika 36: Posodica, obarvana z rdečim zeljem .....	41
Slika 37: Primerjava bralnih ravnil s papirjem.....	42

## POVZETEK

V vsakdanjem življenju se tako v živi kot neživi naravi srečujemo z različnimi barvami. Od takrat, ko so umetna barvila v veliki meri izpodrinila naravna, se ljudje v razvitem svetu zelo slabo zavedamo uporabnosti naravnih barvil. V nalogi smo se ukvarjali z barvanjem odpadnega pisarniškega papirja z naravnimi barvili in njihovo intenzivnostjo barv. Barvali smo na dva načina. Pri prvem načinu smo uporabili prekuhan in zmlet pisarniški papir, pri drugem papir v kosu, ki smo ga samo namočili v barvilo. Rastline, ki smo jih uporabili za pridobivanje barvil, so bile: rdeča paprika v prahu, sveže rdeče zelje, posušeni čebulni olupki, sveža rdeča pesa, kurkuma v prahu in kana. Ugotovili smo, da lahko iz določenih rastlin pridobimo pastelne barve papirja, ki jih uporabljajo nekateri učenci z določenimi bralnimi težavami. Ugotovili smo tudi, da se intenzivnost barve spremeni glede na način obdelave papirja pri barvanju. V vseh primerih se je namreč bolje obarval prekuhan in zmlet papir. Ker smo vedeli, da je papirna kaša tudi kiparski material, smo iz zmletega obarvanega papirja najintenzivnejših barv izdelali posodice.

Ključne besede: naravna barvila, papir, bralna ravnila, intenzivnost obarvanja

## **ZAHVALA**

Zahvaljujemo se mentorici, ge. Mojci Vrlič, in somentorici, ge. Barbari Lapuh, za njuno pomoč in podporo pri našem delu.

Zahvaljujemo se tudi ge. Neji Lavrič za izposojlo kuharskega pribora in posode.

# 1 UVOD

V vsakdanjem življenju se tako v živi kot neživi naravi srečujemo z različnimi barvami. Večina materialov in snovi je danes obarvana z umetnimi – industrijskimi barvili. Od takrat, ko so umetna barvila v veliki meri izpodrinila naravna, se ljudje v razvitem svetu zelo slabo zavedamo uporabnosti naravnih barvil. Ta so bila v preteklosti edini vir barv za barvanje različnih izdelkov (posoda, preja, blago, usnje, slamniki, cekarji, sita, pirhi). Iz rastlin lahko pridobimo različne odtenke barv.

V svoji nalogi smo se osredotočili na barvanje papirja, saj smo se letos na šoli srečali s primerom učenke, ki zaradi težav z branjem potrebuje rumene zvezke in jih je bilo v začetku šolskega leta v knjigarni težko najti. Želeli smo izvedeti več o lajšanju bralnih težav z uporabo barvnega papirja. Svetovalna delavka nam je razložila, da se iz leta v leto povečuje število učencev, ki so strokovno obravnavani zaradi težav z branjem, pisanjem in pravopisom. Učenci zato uporabljajo različne zvezke s pastelno obarvanimi listi, s čimer si olajšajo svoje težave, povezane s pisavo. Pokazala nam je tudi bralna ravnila različnih barv in razložila njihovo uporabo.

Tako smo prišli do zamisli, da bi s pomočjo naravnih barvil poskusili pridobiti papir ustrezne barve.

Na podlagi barv bralnih ravnil smo iskali ustrezne rastline in z njimi obarvali papir. Odločili smo se, da pri delu uporabimo odpadni pisarniški papir, s čimer smo vsaj malo prispevali k varčnosti z naravnim virom, ki je v primeru papirja les. Odločili smo se, da bomo barvali papir na dva načina, s tem pa primerjali intenzivnost barv iste rastline na različno obdelanem papirju. Pri prvem načinu smo del odpadnega pisarniškega lista pomočili za nekaj časa v pridobljeno barvilo iz ustrezne rastline, pri drugem načinu smo barvali prekuhan papir.

Postavili smo si naslednje cilje in želeli ugotoviti:

- ali lahko iz določene rastline pridobimo takšno barvo papirja, ki bo ustrezala barvi bralnega ravnila,
- ali lahko s papirjem, obarvanim z naravnimi barvili, pomagamo učencem, ki morajo uporabljati določeno barvo papirja, da jim to olajša razumevanje in branje besedila,
- barvila katerih rastlin bodo najbolj obarvala papir,
- ali se intenzivnost barve spremeni glede na način obdelave papirja pri barvanju,
- ali bi lahko tudi iz prekuhanega obarvanega papirja izdelali uporaben izdelek.

V svoji raziskovalni nalogi smo za barvanje izbrali rdeče zelje, rdečo peso, papriko, čebulo, kurkumo in kano. Zanje smo se odločili, ker smo predvidevali, da bodo barve, ki jih bodo rastline spustile, ustrezale barvam bralnega ravnila in da so najbolj priročne, saj jih uporabljamo v vsakdanjem življenju.

## **2 METODE DELA**

- Pregled literature in člankov,
- praktično delo v gospodinjski in likovni učilnici,
- izdelovanje izdelkov,
- pogovor s svetovalno delavko.



### 3 HIPOTEZE

Med raziskovanjem smo si zastavili naslednje hipoteze.

**Hipoteza 1:** Izbrane rastline bodo papir obarvale v podobnih barvah, kot so barve na bralnem ravnilu.

**Hipoteza 2:** Barvila iz rastlin bodo dala prekuhanim papirjem izrazito barvo.

**Hipoteza 3:** Papir, ki smo ga prekuhali v barvilu, se bo bolje obarval kot papir, ki smo ga le namočili.

**Hipoteza 4:** Iz prekuhanega obarvanega papirja lahko izdelamo uporabne izdelke.

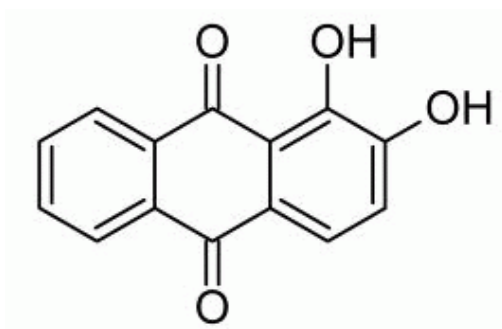
## 4 NARAVNA BARVILA

Že v preteklosti so ljudje v svoje življenje radi vključevali barve. Poslikavali so stene, svoje obraze, tkanine in za vse to so uporabljali barvila živali in rastlin. Z industrijskim razvojem smo ljudje začeli uporabljati umetna barvila, ki so intenzivnejša in obstojnejša. Danes se vse pogosteje vračamo v čase, ko so ljudje barvali z ekološkimi naravnimi barvili.

### 4.1 DELITEV NARAVNIH BARVIL

Naravna barvila delimo na pet velikih skupin. To so derivati kinona, pirola, izoprena, pirana in piramidina.

- **DERIVATI KINONA**



Slika 1: Derivati kinona

Kinon je derivat benzena, ki ima v molekuli na mestih 1 in 4 vezani dve ketonski skupini. Naravna barvila, ki so derivati kinona, delimo v več podskupin. To so **benzokinon**, **naftokinon**, **antrakinon**, **naftacenokinon**, **fenantrakinon** in **sestavljeni kinon**.

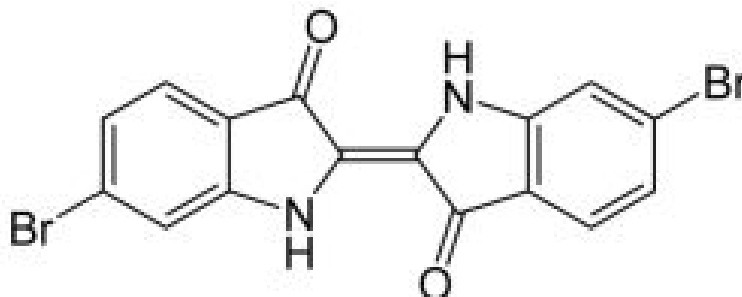
**Benzokinon** je kemična spojina s formulo  $C_6H_4O_2$ . V čistem stanju tvori rumene kristale z značilnim dražečim vonjem, ki spominja na vonj klora. Občutljiv je na močne minerale kisline in alkalije, ki povzročajo kondenzacijo in razgradnjo spojine.

**Naftokinon** je organska spojina, ki ima dva obroča. Med naftokinonskimi derivati zasledimo številna lesna barvila oranžne, rdeče, rjave in vijolične barve. Najbolj sta znana **juglon** in **lawson**. Juglon je rjavo barvilo iz zelenih lupin orehov. Lawson je oranžno rdeče barvilo hene.

**Antrakinon** je sestavljen iz 3 obročev. V antrakinonski skupini je ena zgodovinsko najpomembnejših rdečih naravnih barvil: alizarin, rastlinsko rdeče barvilo iz korenin barvilnega brošča. Uporaben je za barvanje bombaža, svile in volne ter tudi za slikarske namene in kozmetiko.

Pomemben predstavnik **sestavljjenih kinonov** je barvilo hipericin. Najdemo ga v rastlini šentjanževki. V rastlini sicer ni viden, daje pa značilno rdečo barvo šentjanževemu olju, ki ga uporabljamo tudi v medicini za zdravljenje opeklin in kožnih bolezni.

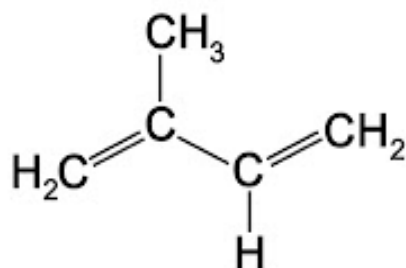
## • DERIVATI PIROLA



Slika 2: Derivati pirola

Naravna barvila iz skupine derivatov pirola lahko razvrstimo v dve podskupini, tetrapirole in indole. Med **tetrapiroli** srečamo porfirine, kamor spadajo tudi klorofili in hem, ter biline, kamor uvrščamo fikobiline in žolčna barvila. V skupini **indolov** so indigoidi z znanima predstavnikoma indigom in škrlatom ter betalaini in melanini.

## • DERIVATI IZOPRENA

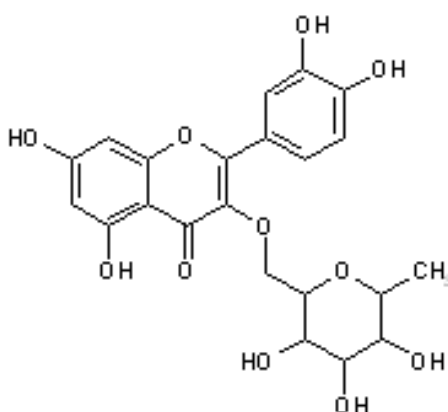


Slika 3: Derivati izoprena

Derivate izoprena med naravnimi barvili predstavljajo **karotenoidi**. Imajo dolge molekule z veliko dvojnimi vezmi, ki si izmenično sledijo. Delimo jih v dve podskupini: **karotene**, ki so sestavljeni le iz atomov ogljika in vodika, ter **ksantofile**, ki vsebujejo tudi atome kisika.

Odgovorni so za rumeno, oranžno in rdečkasto obarvanje korenčka in mnogih sadežev, na primer marelic, rumene melone, buče, paprike, paradižnika in papaje. Kot pomožna fotosintezna barvila so prisotni tudi v vseh zelenih delih rastlin, vendar jih prekriva klorofil.

## • DERIVATI PIRANA

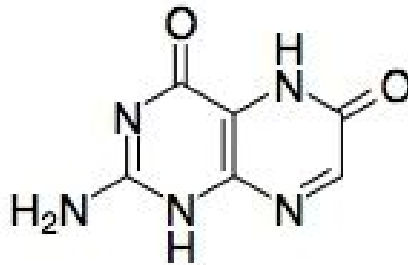


Slika 4: Derivati pirana

**Flavonoidi** so velika podskupina **derivatov pirana**. Kot vodotopna barvila močnih rumenih, rdečih, vijoličnih in modrih barv se pojavljajo zlasti v cvetovih in plodovih

rastlin. Vsebujejo barvilni del in ogljikov hidrat, najpogosteje monosaharid ali disaharid. To jim topnost v vodi še poveča.

- **DERIVATI PIRIMIDINA**

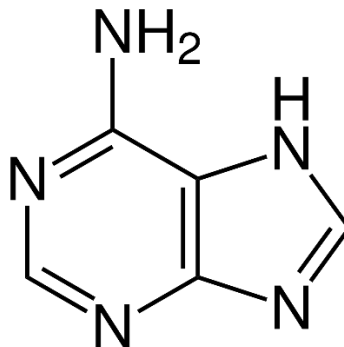


Slika 5: Derivati pirimidina

Pirimidin sodi med heterociklične spojine. Derivati pirimidina so manjša skupina barvil. Delimo jo na **purine** in **pterine**.

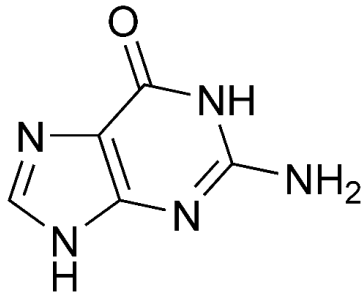
**Purini** se v obliki zrn kopičijo v koži nekaterih rib, kar daje rumenkaste in modrikaste odtenke barvi lusk. Med purine sodita **adenin** in **gvantin**.

ADENIN:



Slika 6: Adenin

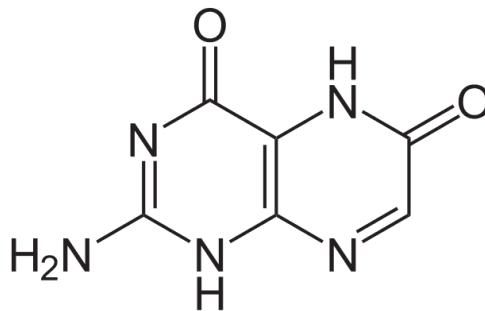
GVANIN:



*Slika 7: Gvanin*

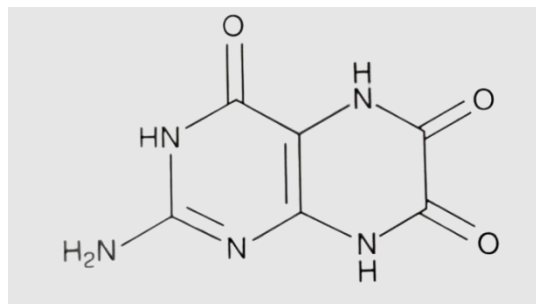
**Pterinska barvila** so značilna za žuželke. **Levkopterin** daje barvo krilom metuljev, kot sta kapusni belin in citronček. **Ksantopterin** pa je značilno živo rumeno barvilo os, čebel in čmrljev.

KSANTOPTERIN:



*Slika 8: Ksantopterin*

LEVKOPTERIN:



*Slika 9: Levkopterin*

## **4.2 ZGODOVINA NARAVNIH BARVIL**

Pred odkritjem sinteznih barvil v 19. stoletju so bili vsi izdelki barvani samo z naravnimi barvili in anorganskimi pigmenti iz naravnih virov. Barvila so imela visoko ceno in so bila pomembna v blagovnem in denarnem trgovanju.

Mnoga naravna barvila so uporabljale že stare civilizacije za barvanje tkanin, posode, v slikarstvu in za ličenje. Ohranjeni stari izdelki so večinoma rumenih, rdečih in rjavih odtenkov v kombinaciji z ogljeno črno. Barvanje z modro je omogočilo šele odkritje indiga. Zeleni toni so v stari umetnosti redki, saj so klorofili kot zelena barvila preslabo obstojni.

## 5 PAPIR KOT MATERIAL

Ob izumu ognja in kolesa je papir eden največjih izumov človeštva. Pojavi se leta 79 pr. n. š., ko je Kitajec Chai Lun opazoval, kako so ose gradile svoje gnezdo, in je na podoben način želel predelati les. Tako je dobil prvi papir. V Evropo je izum prišel v 12. stoletju, v Slovenijo pa v 16. st.. Prva izdelovalnica papirja na Slovenskem je bila v Fužinah pri Ljubljani. Papir je izdelek, pridobljen z zlepljanjem krajših celuloznih vlaken z dodatki sredstev za polnjenje in lepljenje ter barvil, če je to potrebno. Celuloza je najpomembnejša surovina, ki jo s kemikalijami pridobivajo iz lesa. Vsako leto morajo posekati na milijone dreves, da imamo dovolj papirja, na izpraznjenih mestih pa posadijo nova drevesa. Papir delajo tudi iz cunj in starega papirja.

Najpomembnejša surovina za proizvodnjo papirja so vlaknine rastlinskega izvora, katerih glavni sestavni del je celuloza. Od 1200 do 1400 molekul celuloze se med seboj povezuje z vodikovimi vezmi v vlakna – mikrofibrile.

Pri izdelovanju papirja uporabijo tudi NaOH – natrijev hidroksid, bazo, ki daje papirju, obarvanemu z rdečim zeljem, zeleno in ne modro barvo.

Delimo ga lahko glede na vlakninsko sestavo, barvo, gramaturo, površinsko obdelavo, dodelavo ali namen uporabe.

Papir je nepogrešljiv za pisanje knjig, učbenikov, izdelavo dokumentov, bankovcev, vrednostnih papirjev, časopisov, revij, izdelavo embalaže, raznih modelov, okrasja in v poštnih pošiljkah (kot pisma, zavoji in podobno).

Predhodniki papirja so bili papirus, pergament in velum. Pred iznajdbo papirja so različne kulture sveta uporabljale raznovrstne materiale za posredovanje pisnih informacij. Vlogo prenašalca informacij so prevzemali različni materiali, med drugim kamen, les, glinene tablice, papirus in pergament.



## 6 BARVNA BRALNA RAVNILA

Mednarodne raziskave (PISA in PIRLS) in rezultati NPZ kažejo, da slovenski učenci na področju bralne pismenosti dosegajo nizke rezultate. Najštevilčnejša skupina učencev z bralnimi težavami so učenci z disleksijo (oz. s primanjkljaji na področju branja, pisanja in pravopisa). Strokovnjaki skušajo učencem, ki imajo težave pri branju, pomagati na različne načine, tudi tako, da pri branju uporabljajo barvne prosojnice, barvna očala in da uporabljajo zvezke s pastelno obarvanimi listi. Učenci imajo težave z zaznavanjem črnega tiska na beli podlagi in pri branju najpogosteje ne zaznajo presledkov med besedami, črke vidijo megleno in imajo težave s prehajanjem med vrsticami. Simptomi so v literaturi poimenovani z različnimi imeni: vizualni stresni sindrom, skotopični sindrom in sindrom Meares-Irlen. V Sloveniji so bralna ravnila na voljo že desetletje.



Slika 10: Bralna ravnila

## **7 POSTOPEK BARVANJA IN OPIS IZBRANIH ŽIVIL**

Uporabljali smo navaden bel odpadni pisarniški papir, ki smo ga barvali na dva načina, da bi primerjali izrazitost barv. Pri obeh je bil postopek priprave barv enak. Pripravili smo jih tako, da smo različne sestavine, ki vsebujejo naravna barvila, narezali (če je bilo to potrebno), nato smo jih v vreli vodi kuhali pet minut. Mešanico smo precedili in shranili obarvano tekočino.

### **BARVANJE PREKUHANEGA PAPIRJA**

Papir smo natrgali na manjše koščke in ga v obarvani vodi namakali dve minuti. Zmes smo zmleli s paličnim mešalnikom, da smo dobili gosto kašo. Kašo smo precedili in odstranili odvečno tekočino. Odcejeno kašo smo na tanko razporedili na mrežast okvir in z obeh strani prekrili s kuhinjsko krpo. Vse skupaj smo močno stisnili. Mrežo smo previdno odstranili, papir prestavili na suho krpo in ga pustili, da se je posušil.

### **BARVANJE NEPREKUHANEGA PAPIRJA**

Papir smo narezali na približno enako velike pravokotnike (10 x 15 cm) in jih za deset sekund potopili v obarvano tekočino. Moker papir smo položili na suho kuhinjsko krpo, da se je odstranila odvečna tekočina, in ga pustili, da se je posušil.

Pri obeh načinih smo krpe po štirih dneh zamenjali, da bi se papir čim bolje posušil in da ne bi nastajala plesen.

## 7.3 BARVANJE S ČEBULNIMI OLUPKI

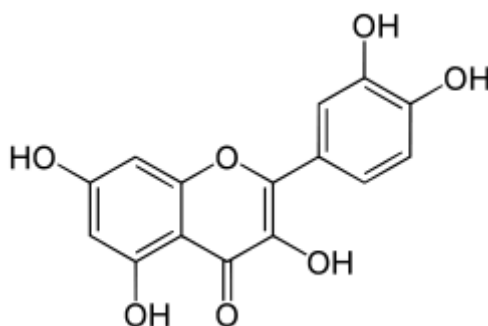
### 7.3.1 BARVILA V ČEBULI

Čebula je rastlina iz družine lukovk, ki se močno pojavlja v prehrani po vsem svetu. Del čebule, ki se uporablja v prehrani, je podzemna čebulica, ki jo gradijo sočni luskolisti – odebeljene listne nožnice, v katerih rastlina hrani založne snovi.

Barvila, ki jih najdemo v čebuli in čebulnih olupkih, so sestavljena iz kvercitrina. **Kvercitrin** je glikozid, ki ga tvorita flavonoidni kvercetin in deoksi-monosaharidna ramnoza. Kvercetin je pigment, ki spada v skupino rastlinskih spojin, imenovanih flavonoidi. Flavonoidi so podskupina **derivatov pirana**. Flavonoidi so prisotni v zelenjavi, sadju, zrnih, čaju, vinu. Povezani so z več koristmi za zdravje, vključno z zmanjšanim tveganjem za bolezni srca, raka in degenerativnih možganskih motenj. Koristni učinki flavonoidov, kot je kvercetin, izvirajo iz njihove sposobnosti, da v telesu delujejo kot **antioksidanti**.

Molekulska formula kvercetina:  $C_{15}H_{10}O_7$

MOLEKULA:



Slika 11: Kvercetin

Čebula vsebuje veliko koristnih snovi, kot so različni antioksidanti, beljakovine, flavonoidi in flavonoidni kvercetin. Kvercetin se v naravi pojavlja predvsem vezan na določene sladkorje kot glikozid.

V številnih študijah se je **kvercetin** izkazal za najaktivnejšega od večine bioflavonoidov. Številne zdravilne rastline svojo aktivnost dolgujejo prav kvercetinu. Kvercetin se je izkazal za dobro protivnetno sredstvo, ker neposredno blokira več začetnih stopenj vnetnega procesa.

### 7.3.2 BARVANJE PAPIRJA S ČEBULNIMI OLUPKI

Za barvanje smo uporabili posušene čebulne olupke in jih v vreli vodi kuhali pet minut. Po eni minuti smo opazili, da se je voda obarvala rjavkasto rdeče.



*Slika 12: Kuhanje čebulnih olupkov*

Vodo smo precedili in s tem odstranili čebulne olupke. Medtem smo pisarniški papir natrgali na majhne koščke.

Dve pesti natrganega papirja smo namakali v vreli vodi dve minuti. Vse skupaj smo nato mešali s paličnim mešalnikom, dokler ni nastala kaša.



*Slika 13: Zmes papirja in čebule*

Tekočino smo precedili v drugo posodo in papir nanесли na krpo v obliki pravokotnika debeline dveh milimetrov. V obarvano tekočino smo namočili drug, nenarezan papir v obliki pravokotnika in ga prav tako zavili v krpo.



*Slika 14: Neposušен papir, obarvan s čebulo*

### 7.3.3 REZULTATI IN OPAŽANJA

Po desetih dneh smo obe krpi odvili in opazili veliko razliko. Čeprav smo imeli dva enaka materiala, se je intenzivnost med njima močno razlikovala. Papir, ki smo ga zmleli, je imel intenzivno rjavo in rahlo rdečo barvo, medtem ko se je papir, ki smo ga samo pomočili, obarval z rahlo svetlo rjavo barvo.

Postopek smo morali ponoviti še enkrat, saj se nam je papir, ki smo ga zmleli, uničil in ni bil trden.



*Slika 15: Posušen papir, obarvan s čebulo*



## 7.4 BARVANJE S KANO

### 7.4.1 BARVILA V KANI

Hena, tudi kana, je grm iz družine vrbe, visok od 2 do 6 metrov. Raste v suhih tropskih in subtropskih območjih in se večinoma goji v Egiptu (egiptovska kana). Iz njenih listov pridobivajo rumenkasto zelen prah, ki se uporablja za barvanje las, brade in nohtov.

Hena obarva lase rjavo s kovinskim sijajem. Za druge odtenke rastlini dodajajo še druge rastline in rastlinske izvlečke, na primer rabarbaro in kamilico. Kana vsebuje pigment lawson, ki spada v veliko skupino derivatov kinona.

### 7.4.2 BARVANJE PAPIRJA S KANO

Uporabili smo kano v prahu, ki smo jo v vreli vodi kuhali pet minut. Po eni minuti smo opazili zeleno tekočino, ki je postajala vedno bolj intenzivna.



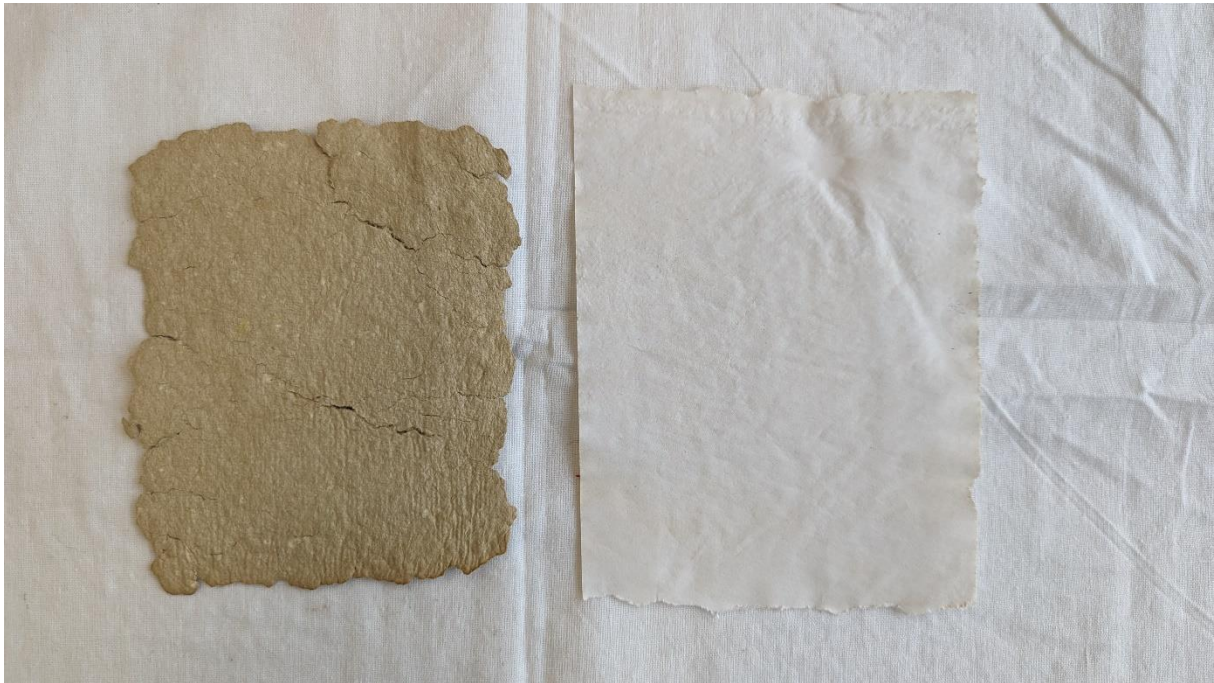
*Slika 16: Kuhanje kane*

Dve pesti papirja smo pustili namakati dve minuti. Po petih minutah smo to s paličnim mešalnikom dobro premešali, tako da je nastala kaša. Kašo smo dali v temno nepredušno posodo, v kateri je počivala 12 ur. Tako mora počivati tudi, ko jo

uporabljajo za barvanje las. Naslednji dan smo posodo odprli in opazili, da se je barva iz zelene spremenila v rjavkasto rdečo. Kašo smo precedili in papir tanko nanegli na suho krpo v obliki pravokotnika. V posodo, kjer je ostala tekočina, smo potopili pravokoten list in ga prav tako dali sušiti v krpo.

### 7.4.3 REZULTATI IN OPAŽANJA

Po desetih dneh sušenja smo krpi odvili in (med pravokotnikoma) opazili bistveno razliko. Nemleti list papirja je imel blago rjavo barvo, medtem ko je imel mleti papir močno in intenzivno rjavo barvo.



*Slika 17: Posušen papir, obarvan s kano*



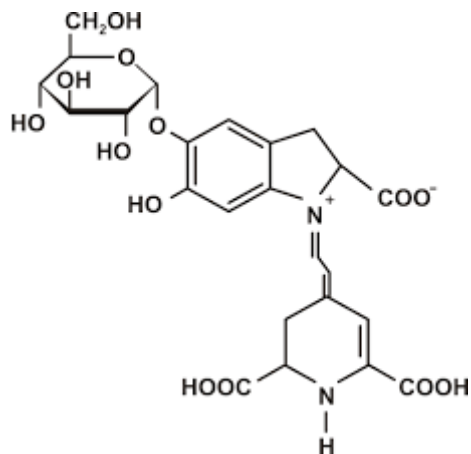
## 7.5 BARVANJE Z RDEČO PESO

### 7.5.1 BARVILA V RDEČI PESI

V prehrani se uporabljata tako listje kot koren. Koren vsebuje veliko barvil, predvsem betalain, ki je značilno rdeče barve. Spada v večjo nadskupino derivatov pirola. Toplotna obdelava uniči precejšnji del barvil, zato je priporočljivo predvsem kuhanje rdeče pese na pari ali skupaj z olupkom.

Betalaini so močno rdeče barve, prisotni so v rdeči pesi in ščiru. Njihove vodne raztopine ob spremembi pH-vrednosti spreminjajo barvo, zato jih lahko uporabljamo kot naravne pH-indikatorje.

MOLEKULA BETALAINA:



Slika 18. Molekula betalaina

## 7.5.2 BARVANJE PAPIRJA Z RDEČO PESO

Uporabljali smo svežo rdečo peso, ki smo jo najprej narezali na majhne koščke.



*Slika 19: Rezanje rdeče pese*

Nato smo jo v vreli vodi kuhali pet minut. Rdeča pesa je po eni minuti kuhanja začela spuščati rdeče rožnato barvo.

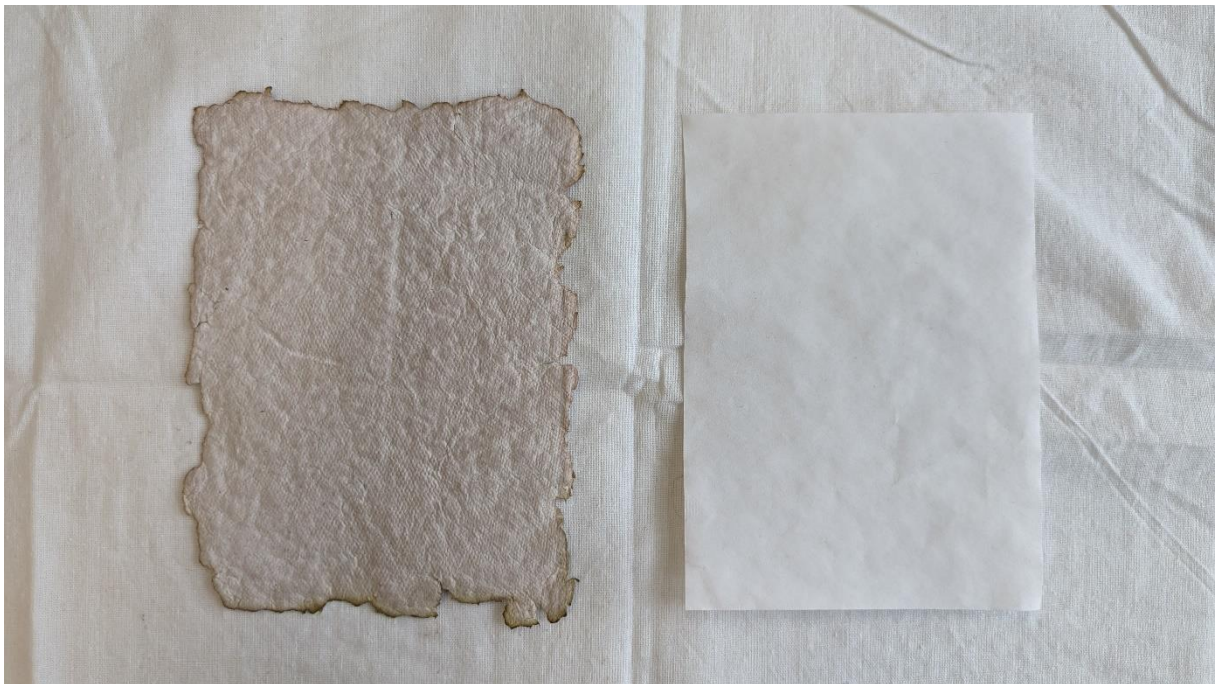


*Slika 20: Kuhanje rdeče pese*

Mešanico smo precedili in shranili obarvano tekočino, v kateri smo nato namakali dve pesti natrganega papirja. Zmes smo zmleli s paličnim mešalnikom in jo precedili. Zmletemu papirju smo odstranili odvečno tekočino ter ga razporedili po suhi krpi v obliki pravokotnika debeline dveh milimetrov. Ko je bil papir še vlažen, je bila rožnata barva zelo vidna. Drugi, nenarezani pravokotni list papirja smo le pomočili v obarvano tekočino in ga zavili v krpo.

### 7.5.3 REZULTATI IN OPAŽANJA

Po desetih dneh smo obe krpi odvili in opazili veliko razliko. Čeprav smo uporabljali enak material za oba načina, je bila intenzivnost barv zelo različna. Pri papirju, ki smo ga zmleli, je barva precej zbledela in ostala je zelo svetla rožnata barva. Drugi papir, ki smo ga samo pomočili v obarvano tekočino, je ostal bele barve.



*Slika 21: Posušen papir, obarvan z rdečo peso*

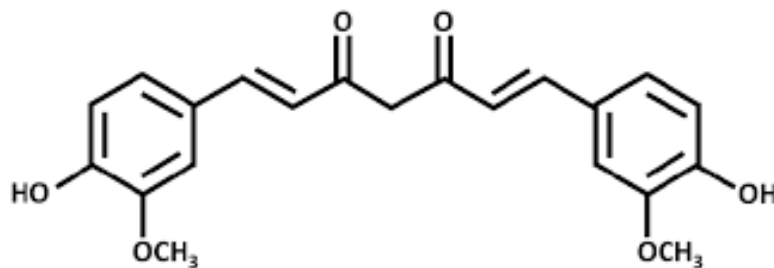
## 7.6 BARVANJE S KURKUMO

### 7.6.1 BARVILA V KURKUMI

Kurkuma je indijska rastlina, ki izvira iz tropskih gozdov jugovzhodne Azije. Je zlata začimba in zaradi svoje intenzivne rumene barve jo mnogi uporabljajo kot barvilo za najrazličnejše stvari. Sodi v družino ingverjevkv in ima zelo zanimivo koreniko. Kurkuma vsebuje spojine, ki se imenujejo kurkuminoidi, med katerimi je najpomembnejši kurkumin.

Molekulska formula kurkumina:  $C_{21}H_{20}O_6$

Strukturna formula kurkumina:



Slika 22: Formula kurkumina

Kurkumin je glavna aktivna sestavina kurkume z močnim protivnetnim učinkom. Ima tudi antioksidativne lastnosti zaradi svoje kemijske strukture. Deluje kot močan antioksidant, ki lahko nevtralizira proste radikale. Poleg tega lahko kurkumin spodbuja delovanje drugih antioksidantov.

## 7.6.2 BARVANJE PAPIRJA S KURKUMO

Uporabljali smo kurkumo v prahu. Kurkumo smo najprej v vreli vodi kuhali pet minut. Opazili smo, da se je voda ob stiku s kurkumo takoj obarvala oranžno rumeno.



Slika 23: Kuhanje kurkume

Nato smo dodali dve pesti natrganega papirja in zmes premešali, tako da se je papir obarval z naravnim barvilom. Zmes smo nato s paličnim mešalnikom zmleli. Dobljeno kašo smo precedili in tako odstranili odvečno vodo. Nato smo jo enakomerno razporedili po krpi in jo s krpo prekrili še z druge strani. Vse skupaj smo s pladnjem stisnili skupaj in tako izločili preostalo vodo. Dobljeni papir je bil oranžne barve. Drugi papir, ki smo ga namakali v obarvani tekočini, pa je bil svetlo rumene barve.

## 7.6.3 REZULTATI IN OPAŽANJA

Po desetih dneh smo obe krpi odvili in opazili, da je bila razlika v barvi dobro vidna. Papir, ki smo ga zmleli, je bil oranžne barve, medtem ko je papir, ki smo ga le pomočili v obarvano tekočino, ostal svetlo rumene barve.





*Slika 24: Posušen papir, obarvan s kurkumo*

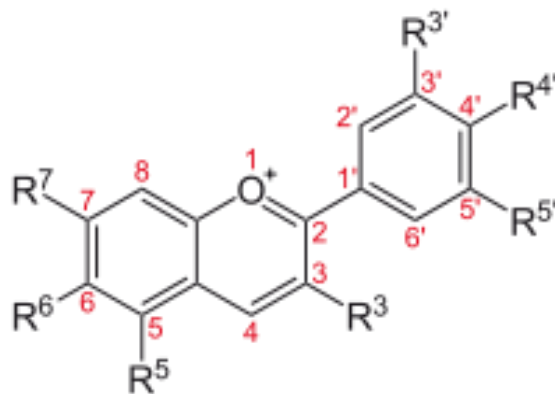
## **7.7 BARVANJE Z RDEČIM ZELJEM**

### **7.7.1 BARVILA V RDEČEM ZELJU**

Rdeče zelje je sezonska rastlina, ki jo sadimo spomladi, pobiramo pa pozno jeseni. Najdemo ga po skoraj celotnem svetu: v Evropi, Ameriki, na Kitajskem in predvsem v Afriki.

Rdeče zelje vsebuje velike količine različnih barvil, ki jih imenujemo antociani. Antociani so vodotopni in se kopičijo v vakuoli. Antocian sestavlja obarvana aromatska spojina antocianidin s številnimi hidroksilnimi skupinami, na katero so vezani sladkorji in druge spojine. V kislem okolju so antociani protonirani in rdeče barve. Z zviševanjem pH se njihove -OH skupine postopoma deprotonirajo, kar se odraža v spremembi barve od vijolične, modre, zelene vse do rumene. Rdeče zelje vsebuje okoli 15 različnih antocianov. Večinoma vsebujejo kot obarvano komponento spojino cianidin. Sok rdečega zelja se uporablja tudi kot pH-indikator, saj se v različnih raztopinah obarva v različne barve: rdeče, ko dodamo kislino, in zeleno, ko dodamo bazično.

Strukturna formula antociana:



Slika 25: Formula antociana

### 7.7.2 BARVANJE PAPIRJA Z RDEČIM ZELJEM

Uporabili smo sveže rdeče zelje, ki smo ga narezali. Zelje smo v vreli vodi kuhali pet minut. Po eni minuti smo opazili, da je rdeče zelje že začelo spuščati modrikasto barvo. Kmalu zatem je bila voda v posodi že čisto modra.



Slika 26: Kuhanje rdečega zelja

Po petih minutah vrenja smo koščke rdečega zelja odstranili, tako da je v posodi ostala le še zeljna tekočina. V to tekočino smo nato stresli dve pesti papirja in ga dve minuti mešali v vreli tekočini.



*Slika 27: Mletje rdečega zelja in papirja*

Celotno vsebino smo zmleli s paličnim mešalnikom, dokler ni bil papir temeljito zmlet. Tekočino smo odcedili v drugo posodo in na krpo nanесли tanko plast zmlatega papirja v obliki pravokotnika. Barva je bila svetlo modra. Papir smo zavili v krpo in obtežili s knjigami. Drugi list nenarezanega, enako velikega pisarniškega papirja smo le pomočili v barvno tekočino rdečega zelja in ga prav tako zavili v krpo.

### **7.7.3 REZULTATI IN OPAŽANJA**

Vprašali smo se, zakaj je voda postala modra, če smo v posodo stresli rdeče zelje. Ugotovili smo, da je to zaradi barvila antociana, zaradi katerega je rastlina različnih barv: zelenkasto rumena je, če rastlina raste v alkalni prsti, rdečkasta, če raste v kisljih tleh, in vijolična, če raste v nevtralnih tleh.



Po desetih dneh smo obe krpi odvili in opazili srednje veliko razliko. Intenzivnost med dvema popolnoma enakima materialoma se je močno razlikovala. Rdeče zelje, ki smo ga zmleli in iz njega naredili kašo, je bilo intenzivno modre barve, papir, ki smo ga le pomočili, je imel manj izrazito barvo. Papir, ki smo ga le pomočili, se je na robu po desetih dneh navzel zelenkaste barve. Ugotovili smo, da uporabljajo pri izdelavi papirja bazične snovi, kar je posledica zelenega obarvanja papirja. Pri prekuhanem papirju se bazične snovi najverjetneje raztopijo, zato nismo zaznali zelenega obarvanja.



*Slika 28: Posušen papir, obarvan z rdečim zeljem*

## 7.8 BARVANJE Z RDEČO PAPRIKO

### 7.8.1 BARVILA V RDEČI PAPRIKI

Rdeča paprika vsebuje rastlinski pigment, imenovan karotenoid. Ta spada v veliko skupino naravnih barvil, imenovano **derivati izoprena**. Paprika je enoletnica iz družine razhudnikovk. Izvira iz Južne Amerike in zaradi aromatičnih in užitnih plodov jo gojijo kot zelenjadnico.

Derivate izoprena med naravnimi barvili predstavljajo **karotenoidi**. Imajo dolge molekule z veliko dvojnimi vezmi, ki si izmenično sledijo. Delimo jih v dve podskupini: **karotene**, ki so sestavljeni le iz atomov ogljika in vodika, ter **ksantofile**, ki vsebujejo tudi atome kisika.

Odgovorni so za rumeno, oranžno in rdečkasto obarvanje korenčka in mnogih sadežev, na primer marelic, rumene melone, buče, paprike, paradižnika in papaje. Kot pomožna fotosintezna barvila so prisotni tudi v vseh zelenih delih rastlin, vendar jih prekriva klorofil. V živalskem svetu so prisotni na primer v jajčnem rumenjaku, morski vetrnici, koralih in perju plamenca.

Rdeča začimbna paprika (prah) se pridobiva z mletjem posušenih plodov rdeče paprike *Capsicum annum*. Paprika je mehiško-ameriškega izvora.

FORMULA KAPSANTINA:  $C_{40}H_{56}O_3$

FORMULA KAPSORUBINA:  $C_{40}H_{56}O_4$

### 7.8.2 BARVANJE PAPIRJA Z RDEČO PAPRIKO

Za barvanje papirja smo uporabili rdečo papriko v prahu, ki smo jo kuhali v vreli vodi pet minut. Voda se je po eni minuti začela barvati oranžno. Kmalu zatem pa je bila voda že čisto rdeča.



*Slika 29: Kuhanje rdeče paprike*

Rdečo papriko smo ves čas enakomerno mešali. V posodo smo po petih minutah vrgli dve pesti narezanega papirja in ga kuhali dve minuti. Vse skupaj smo mešali s paličnim mešalnikom toliko časa, dokler ni bil papir temeljito zmlet.



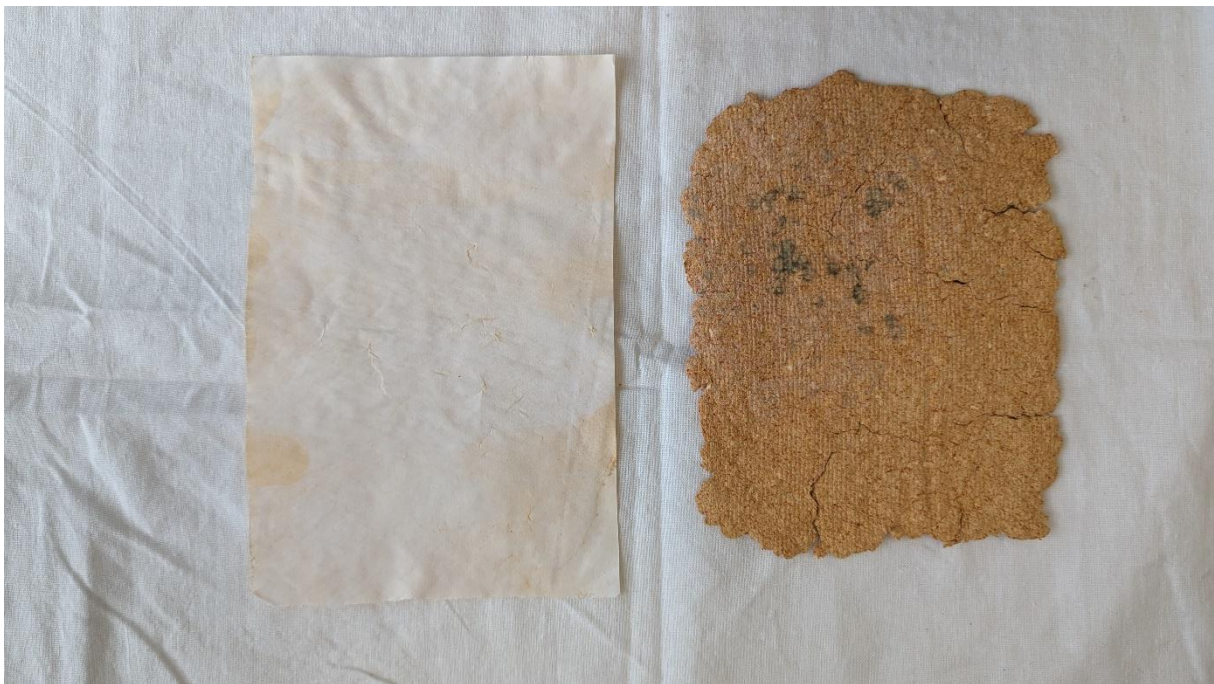
*Slika 30: Kuhanje papirja v rdeči papriki*

Tekočino smo nato odcedili v drugo posodo in na krpo nanesli tanko plast zmletega papirja v obliki pravokotnika debeline dveh milimetrov. Barva je bila oranžna. Papir smo zavili v krpo in obtežili s knjigami. List nenarezanega, enako velikega pisarniškega papirja smo le pomočili v barvno tekočino rdeče paprike in ga prav tako zavili v krpo.

### 7.8.3 REZULTATI IN OPAŽANJA

Po desetih dneh smo obe krpi odvili in opazili veliko razliko. Intenzivnost in izrazitost barv na papirju se je med njima zelo razlikovala, čeprav smo imeli dva popolnoma enaka materiala. Papir, ki smo ga zmleli, je imel intenzivno oranžno barvo, medtem ko je imel papir, ki je bil le položen v tekočino, zelo slabo vidno oranžno rumeno barvo.





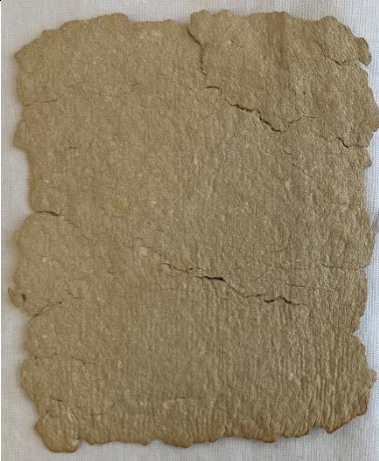
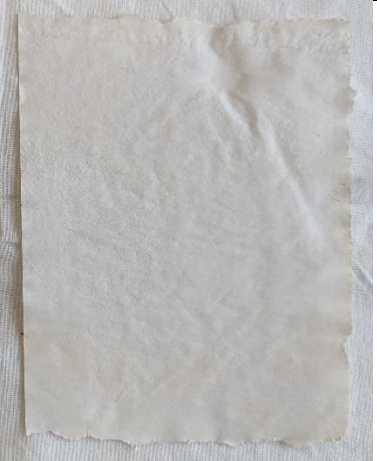
V mletem papirju je tudi mleta paprika in ta daje intenzivno oranžno barvo.



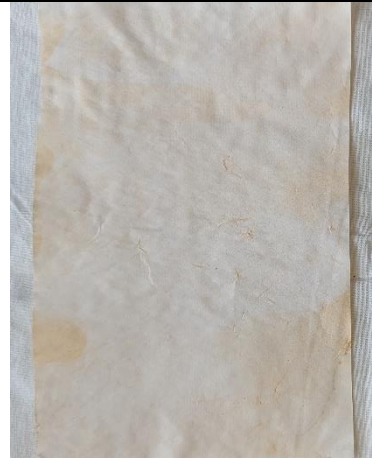
*Slika 31: Posušen papir, obarvan z rdečo papriko*



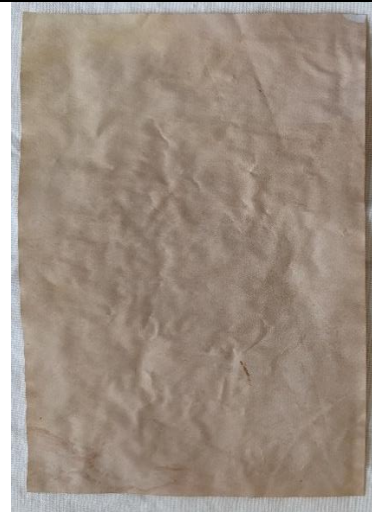
V spodnjo tabelo smo vstavili slike različno obarvanih papirjev:

	ZMLETI PAPIR	POMOČENI PAPIR
KURKUMA		
RDEČE ZELJE		
KANA		

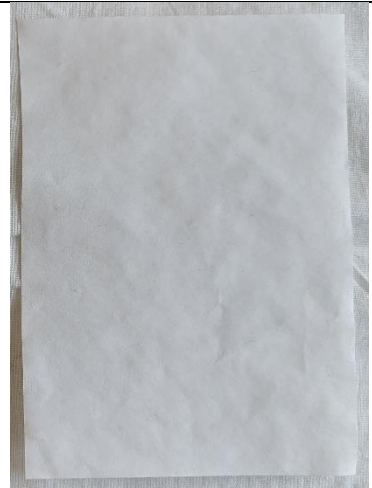
RDEČA PAPRIKA



ČEBULA



RDEČA PESA



## 8 IZDELAVA POSODIC

Ker smo vedeli, da je papirna kaša tudi kiparski material, smo razmišljali, kako bi iz nje lahko izdelali uporaben izdelek. Odločili smo se, da iz zmletega obarvanega papirja najintenzivnejših barv izdelamo posodice.

Želeli smo, da je naša raziskovalna naloga uporabna, zato smo iz zmletega obarvanega papirja z najintenzivnejših barv izdelali posodice. Pri izdelavi posodic smo naleteli na nekaj težav: lepilo je bilo preveč tekoče, zato zmes papirja ni stala na posodici. Posodico smo obložili z odpadnim papirjem, da bi bila lepše oblike in opore. Vse težave smo uspešno rešili. Za barvanje posodic smo uporabili zmes papirja z rdečim zeljem, papriko v prahu in kurkumo. Barve, ki smo jih izbrali, so bile zelo močne in intenzivne.

Barvanje papirja je bilo enako kot takrat, ko smo ga obarvali z mletjem. Nato smo papir zmešali s tekočim lepilom, narejenim iz moke in vode.



Slika 32: Kuhanje naravnega lepila



Zmes smo najprej pet minut mešali nad ognjem, nato pa smo jo mešali še pet minut, medtem ko se je hladila. Na obarvani zmleti papir smo nanесли pet žlic lepila in ga dobro vmešali v papir.



Slika 33: Lepilo in zmes papirja

Zmes smo nato nanесли na plastično posodico, prekrito s plastično folijo in odpadnim papirjem, jo razmazali in dali sušiti. Po enem dnevu je bila zmes že skoraj popolnoma suha. Posodice so bile trdne in uporabne.



Slika 34: Posodice





*Slika 35: Posodica, obarvana s kurkumo*



*Slika 36: Posodica, obarvana z rdečim zeljem*

## 9 UGOTOVITVE IN OPAŽANJA

Ugotovili smo, da je pridobljen papir, ki smo ga zmleli, manj uporaben, a intenzivneje obarvan kot papir, ki smo ga le pomočili, saj se ob prevelikem pregibu razlomi. Predvidevamo, da prav zaradi tega uporabljamo barvanje z umetnimi barvili, ki se dobro nanesejo, tudi če papir ni prekuhan. Zaradi tega je papir tak, kot ga poznamo, in se ob močnem pregibu ne razlomi.

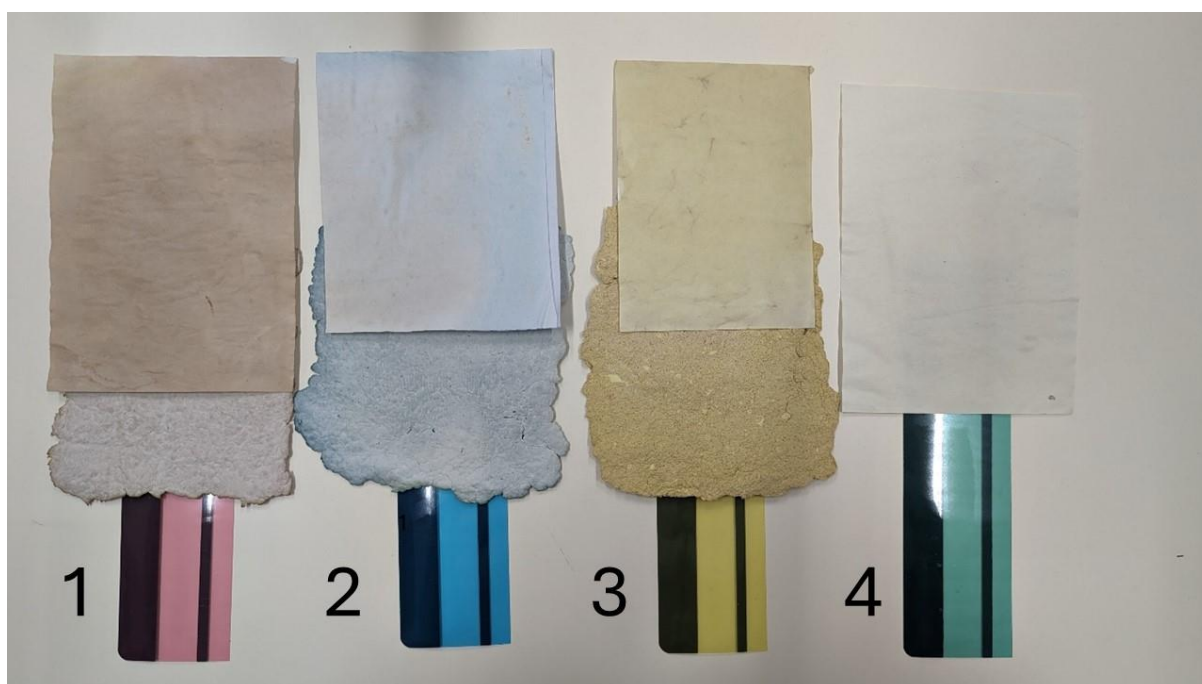
Na podlagi rezultatov preizkusov smo ovrgli ali potrdili hipoteze.

### HIPOTEZA 1

Izbrane rastline bodo papir obarvale v enakih barvah kot bralno ravnilo.

Iz rastlinskih barvil, ki smo jih izbrali, se je večina papirjev obarvala z ustrezno barvo bralnih ravnil.

### DELNO POTRJENA



Slika 37: Primerjava bralnih ravnil s papirjem

Zmleti papir, obarvan z rdečo peso, in pomočeni papir čebule se je obarval rožnato ter ustrežal rožnatemu bralnemu ravnilu. Oba papirja, obarvana z rdečim zeljem, sta se obarvala z modro barvo in ustrezala 2. bralnemu ravnilu. Zmleti papir kurkume in pomočeni papir kane sta se obarvala rumeno in sta ustrezala 3. bralnemu ravnilu. Zelenemu bralnemu ravnilu je ustrezal le papir, pomočen v naravno barvo kurkume,

zaradi slabe obstojnosti klorofilov. Zato tudi pri naravnem barvanju ne uporabljajo zelene barve, ker postopoma popolnoma zbledi. Pri barvanju se v večini pojavljajo in uporabljajo rdeče, oranžne in rumene barve.

## **HIPOTEZA 2**

Barvila iz rastlin bodo dala prekuhanim papirjem izrazito barvo.

Rdeče zelje in rdeča paprika sta se obarvali najbolj. Ko pa smo papir obarvali z rdečo peso, se papir ni obarval skoraj nič, ostala je osnovna barva – bela.

**OVRŽENA**

## **HIPOTEZA 3**

Papir, ki smo ga prekuhali v barvilu, se bo bolje obarval kot papir, ki smo ga le namočili.

Papir, ki smo ga prekuhali v barvilu, se je bolje obarval, saj je papir v vodi razpadel na vlakna. Tako so se barvila bolje vsrkala kot pri papirju, ki smo ga samo potopili v vodo.

**POTRJENA**

## **HIPOTEZA 4**

Tudi iz prekuhanega obarvanega papirja lahko izdelamo uporabne izdelke.

Na koncu smo iz prekuhanega izdelanega obarvanega papirja naredili posodice, ki so lahko zelo vsestransko uporabne.

**POTRJENA**

## 10 ZAKLJUČEK

Z rezultati svojega raziskovanja smo zelo zadovoljni, saj smo s praktičnim preizkušanjem dokazali, da lahko že z živili iz domače shrambe pridobimo barvila, ki obarvajo papir v barvnih odtenkih. Nekateri barvni odtenki so zelo podobni barvam bralnih ravnil. Da bi se o tem res prepričali, smo se obrnili na učenca, ki uporablja papir rumene barve. Pokazali smo mu vzorce svojih rumenih odtenkov in povedal nam je, da bi njemu osebno najbolj ustrezala rumena barva zmletega papirja, obarvanega s kurkumo. Povedal je, da bi mu ta barva papirja olajšala težave, s katerimi se srečuje pri branju.

Ob pisanju raziskovalne naloge smo se tudi naučili veliko novega, saj smo se podrobneje seznanili z bralno težavo, ki jo ima kar precej učencev. Izvedeli smo tudi, na kakšen način je to težavo mogoče ublažiti.

Navdušeni smo nad tem, v kako lepe barve se je obarval papir – zmleti papir v intenzivne zemeljske barve, listi pisarniškega papirja pa v nežne prelivajoče se odtenke. Ob tem smo se začeli spraševati, iz katerih rastlin bi še lahko pridobili barvila za barvanje papirja. Ker so ljudje v preteklosti to znanje že imeli, smo hitro ugotovili, da bi to lahko bile zelene orehove lupine, razno lubje, korenine češmina, koprive, tujerodne rastline in invazivne rastline, npr. japonski dresnik, octovec, zlata rozga ... Naše mnenje je, da bi z uporabo naravnih barvil manj obremenjevali naš planet v primerjavi z izdelavo in uporabo umetnih barvil.

Ekološka plat naše raziskovalne naloge je tudi uporaba odpadnega pisarniškega papirja, iz katerega smo ponovno pridobili papir, tokrat obarvanega. Iz njega smo izdelali uporabne in hkrati lepe posodice, lahko pa bi izdelali še kakšen uporaben izdelek, npr. pisemski papir, čestitke, zvezke ali beležnice iz ročno izdelanega in obarvanega papirja.

Glede na rezultate našega dela bi bilo smiselno nadaljevati raziskave na področju barvanja papirja in ponovne uporabe odpadnega pisarniškega papirja.

## 11 VIRI SLIK

Slika 1:

<https://eucbeniki.sio.si/kemija3/1284/alizarin.gif>

Slika 2:

<https://eucbeniki.sio.si/kemija3/1284/skrlat.jpg>

Slika 3: Učbenik: Naravna barvila

Slika 4:

<https://eucbeniki.sio.si/kemija3/1284/kvercitrin.gif>

Slika 5:

<https://eucbeniki.sio.si/kemija3/1284/Ksantopterin.jpg>

Slika 6:

[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/f/f9/Adenin\\_%28chemical\\_structure%29.svg/1200px-Adenin\\_%28chemical\\_structure%29.svg.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/f/f9/Adenin_%28chemical_structure%29.svg/1200px-Adenin_%28chemical_structure%29.svg.png)

Slika 7:

[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/0d/Guanine\\_chemical\\_structure.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/0d/Guanine_chemical_structure.png)

Slika 8:

<https://wikiwandv2-19431.kxcdn.com/next/image?url=https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/e/e9/Xanthopterin.svg/langsh-640px-Xanthopterin.svg.png&w=640&q=50>

Slika 9: Učbenik: Naravna barvila

Slika 10:

<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/8/81/Quercetin.svg/250px-Quercetin.svg.png>

Slika 11: Lasten vir

Slika 12: Lasten vir

Slika 13: Lasten vir

Slika 14: Lasten vir

Slika 15: Lasten vir

Slika 16: Lasten vir

Slika 17:

<https://www.tehnologijahrane.com/wp-content/uploads/2009/03/strukturna-formula-betanina.jpg>

Slika 18: Lasten vir

Slika 19: Lasten vir

Slika 20: Lasten vir

Slika 21:

<https://www.researchgate.net/publication/344808208/figure/fig1/AS:949399580581893@1603365907564/Chemical-structure-of-curcumin-a-polyphenolic-chemical-constituent-of-turmeric-with.png>

Slika 22: Lasten vir

Slika 23: Lasten vir

Slika 24:

<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/c/cd/Anthocyanidine.svg/200px-Anthocyanidine.svg.png>

Slika 25: Lasten vir

Slika 26: Lasten vir

Slika 27: Lasten vir

Slika 28: Lasten vir

Slika 29: Lasten vir

Slika 30: Lasten vir

Slika 31: Lasten vir

Slika 32: Lasten vir

Slika 33: Lasten vir

Slika 34: Lasten vir

Slika 35: Lasten vir

Slika 36: Lasten vir

Slika 37: Lasten vir

## 12 VIRI BESEDILA

- [Derivati izoprena \(sio.si\)](#) (pridobljeno 20. 1. 2024)
- [Kana – naravna rastlinska barva za lase | Bodi eko](#) (pridobljeno 4. 2. 2024)
- [10 dokazanih zdravstvenih koristi kurkume in kurkumina \(adiva.hr\)](#) (pridobljeno 4. 2. 2024)
- [https://zacimbe.si/novice/kurkuma-\(zacimba\)-uporaba](https://zacimbe.si/novice/kurkuma-(zacimba)-uporaba) (pridobljeno 5. 2. 2024)
- Bojana Boh, Tanja Cvirn, Vesna Ferk: Barvila in naravna barvila, Tehniška založba Slovenije, 2000
- <https://eucbeniki.sio.si/kemija3/1285/index1.html> (pridobljeno 17. 12. 2023)
- [https://cpi.si/wp-content/uploads/2020/07/Ucbenik\\_Priprava-snovi\\_web0.pdf](https://cpi.si/wp-content/uploads/2020/07/Ucbenik_Priprava-snovi_web0.pdf) (pridobljeno 19. 12. 2023)
- [https://dijaski.net/gradivo/kem\\_ref\\_barvila\\_01](https://dijaski.net/gradivo/kem_ref_barvila_01) (pridobljeno 16. 12. 2023)
- <https://sl.wikipedia.org/wiki/Kurkuma> (pridobljeno 4. 2. 2024)
- [https://specialtyproduce.com/produce/Red\\_Cabbage\\_948.php](https://specialtyproduce.com/produce/Red_Cabbage_948.php) (pridobljeno 4. 2. 2024)
- <https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/curcuma> (pridobljeno 4. 2. 2024)
- <https://www.britannica.com/plant/bell-pepper> (pridobljeno 4. 2. 2024)
- [chromeextension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://ucilnice.arnes.si/pluginfile.php/1792631/mod\\_resource/content/1/150-2018-04-delovni-TIT-06-resitve.pdf](chromeextension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://ucilnice.arnes.si/pluginfile.php/1792631/mod_resource/content/1/150-2018-04-delovni-TIT-06-resitve.pdf) (pridobljeno 18. 1. 2024)
- <http://pefprints.pef.uni-lj.si/4259/> (pridobljeno 21. 1. 2024)
- <https://pogledkrozprozor.wordpress.com/2018/01/31/obravnavava-otrok-z-vizualnim-stresom/> (pridobljeno 8. 1. 2024)