

# **NARAVNA BARVILA KOT INDIKATORJI**

raziskovalna naloga

Področje:

**Kemija**

Avtor:

**Kasper Pirc, 9. razred**

Mentorica:

**Petra Škofic Valjavec**

2024/2025

Osnovna šola Vižmarje-Brod

## Kazalo

1. Povzetek .....	3
2. Uvod.....	4
2.1. Cilj raziskovalne naloge .....	4
2.2. Hipoteze.....	4
3. Teoretični del.....	5
3.1. Definicija pH.....	5
3.2. Definicija indikatorjev .....	5
3.3. Naravna barvila.....	6
3.4. Klorofil.....	7
3.5. Kvercitrin .....	8
3.6. Betain.....	9
4. Eksperimentalni del.....	10
4.1. Metode dela .....	10
4.2. Pridobivanje ekstraktov .....	11
4.3. Dodajanje kisle in bazične raztopine v ekstrakte.....	12
4.4. Klasifikacija ekstraktov kot indikatorjev .....	15
4.5. Najprimernejši ekstrakti za indikatorje.....	16
5. Rezultati .....	17
6. Razprava.....	18
7. Zaključek.....	18
8. Literatura in viri.....	20

# 1. Povzetek

Namen raziskovalne naloge je ugotoviti, ali bi lahko uporabil naravna barvila kot indikatorje za ugotavljanje pH vrednosti in s tem za razločevanje med kislina in bazami. S poskusi sem želel ugotoviti tudi, kateri ekstrakt je najbolj učinkovit za namen ločevanja kislin in baz. Kasneje me je še zanimalo, ali bi lahko z dodajanjem kisline ali baze posameznim ekstraktom dobil želeno barvo.

Ekstrakte sem pridobil tako, da sem olupil, narezal in stisnil različne vrste zelenjave ali sadja. Tako pridobljeno kašo in izbrane začimbe sem potem namakal v enem izmed dveh topil. Nepolarne sem topil v etanolu (97%) in polarne v vodi. Potem sem pod nadzorom učiteljice s pomočjo natrijevega hidroksida (NaOH) in klorovodikove kisline (HCl) pripravil raztopine s različnimi vrednostmi pH.

Ekstrakte sem pomešal s pripravljenimi kislimi in bazičnimi raztopinami ter spremljal, kako se jim spreminja barva. S tem sem ugotovil, kateri ekstrakti so najbolj primerni za ugotavljanje kislosti oziroma bazičnosti raztopine.

Ugotovil sem, da je najboljši indikator za ugotavljanje, ali je neka raztopina kislina ali bazična, ekstrakt iz rdečega zelja.

Ključne besede: naravna barvila, indikator, kislina raztopina, bazična raztopina

## 2. Uvod

### 2.1. Cilj raziskovalne naloge

Z raziskovalno nalogo bi rad ugotovil, če bi lahko ekstrakte naravnih barvil uspešno uporabil za določanje kislih in bazičnih raztopin, pri čemer bi ekstrakt spreminjal barve. S tem bi tudi ugotovil, če lahko določimo vrednost pH različnih raztopin. Za ekstrakte sem uporabil barvila iz borovnic, korenja, špinače, rdečega zelja, rdeče pese, kurkume, rdeče čebule in prave kave.

V ekstrakte sem dodajal natrijev hidroksid, NaOH, ki ima bazične lastnosti in pH vrednost 13, ter klorovodikovo kislino, HCl, s pH vrednostjo 1. Spremljal sem, kako omenjeni baza in kislina vplivata na barvo posameznega ekstrakta. Tako sem raziskoval, kateri ekstrakti so primerni za ugotavljanje kislosti oz. bazičnosti raztopine.

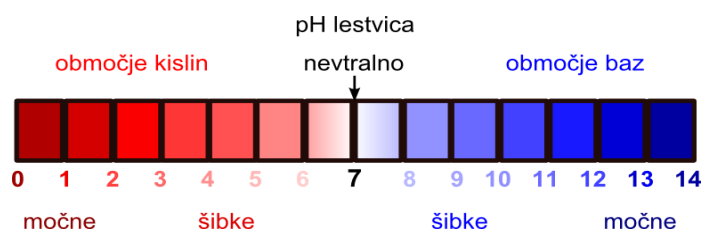
### 2.2. Hipoteze

1. Barva ekstrakta iz špinače se ne bo spremenila, ker klorofil ne spremeni barve ne v bazični ne v kisli raztopini.
2. Barva ekstrakta iz korenja se ne bo spremenila, ker beta-karoten ne spremeni barve ne v bazični ne v kisli raztopini.
3. Ekstrakta borovnic in rdečega zelja bosta najboljša indikatorja kislosti oziroma bazičnosti, ker vsebujeta antociane, ki spremenijo barvo, če jim dodamo bazično ali kislo raztopino.
4. Tisti ekstrakti, ki se bodo v bazični ali kisli raztopini obarvali v rumeno, bodo najbolj primerni za ugotavljanje kislosti oziroma bazičnosti, saj ljudje rumeno barvo najbolj opazimo.

## 3. Teoretični del

### 3.1. Definicija pH

pH vrednost je lestvica, s katero pokažemo koncentracijo vodikovih ionov v raztopini in s tem določamo kislost in bazičnost. Lestvica ima 14 stopenj, stopnja 7 pa predstavlja nevtralno raztopino. Vse, kar ima pH nižji od 7, je kislo, in vse, kar ima pH višji od 7, je bazično. Na skrajnih vrednostih lestvice so jedke raztopine. Za delo z njimi potrebujemo zaščitne rokavice, haljo in zaščitna očala. Kisline nastanejo iz nekovinskih oksidov, ki reagirajo z vodo in pri tem oddajo vodikov proton vodi, zato nastane oksonijev ion,  $\text{H}_3\text{O}^+$ . Baze nastanejo iz kovinskih oksidov, ki reagirajo z vodo in nastanejo hidroksidni ioni,  $\text{OH}^-$ .

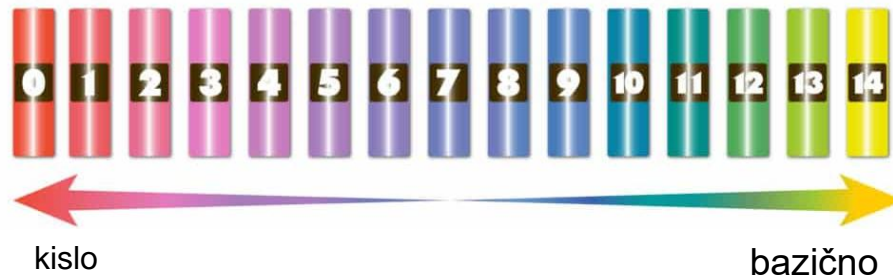


Slika 1: pH lestvica

### 3.2. Definicija indikatorjev

Indikatorji so snovi, ki nam pokažejo ali je snov bazična, kislina ali nevtralna. Poznamo dve vrsti indikatorjev, univerzalne in ne-univerzalne. Univerzalni nam pokažejo ali je snov kislina ali bazična in nakažejo tudi stopnjo kislosti oziroma bazičnosti. Ekstrakt iz rdečega zelja, ki vsebuje barvilo antocian, je univerzalni indikator, saj nam pove tudi, koliko je raztopina bazična ali kislina. Primeri indikatorjev, ki jih najpogosteje uporabljamo, so fenolftalein, lakmusovi papirčki ali lakmusova raztopina in metiloranž. Fenolftalein ni univerzalni indikator, saj se obarva vijolično samo v bazičnih raztopinah, v kislinskih in nevtralnih pa ne.

## INDIKATOR RDEČEGA ZELJA

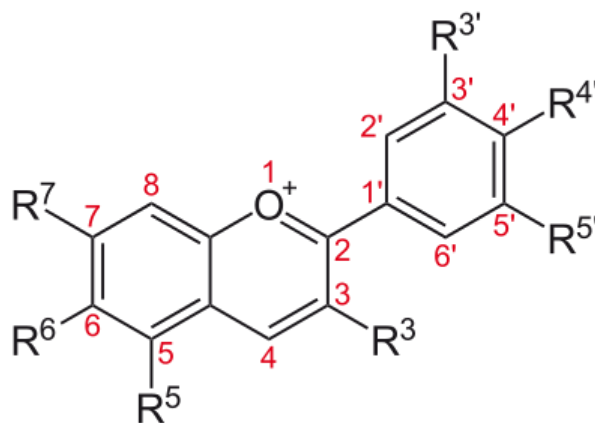


Slika 2: Antociani iz rdečega zelja se obarvajo glede na pH vrednost raztopine

### 3.3. Naravna barvila

#### 3.3.1. Antociani

Antociani so vodotopna naravna barvila, ki dajejo značilno modro vijoličasto barvo. Antociani so organske spojine, ki spremenijo barvo tako v kislini kot v bazi.

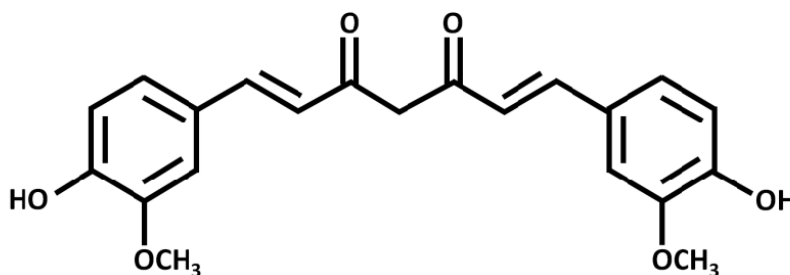


### 3.3.2. Kurkumin

Kurkumin je rumeno oranžno barvilo, ki se topi samo v nepolarnih spojilih.

Značilnosti kurkuminov so, da imajo dva benzenova obroča.

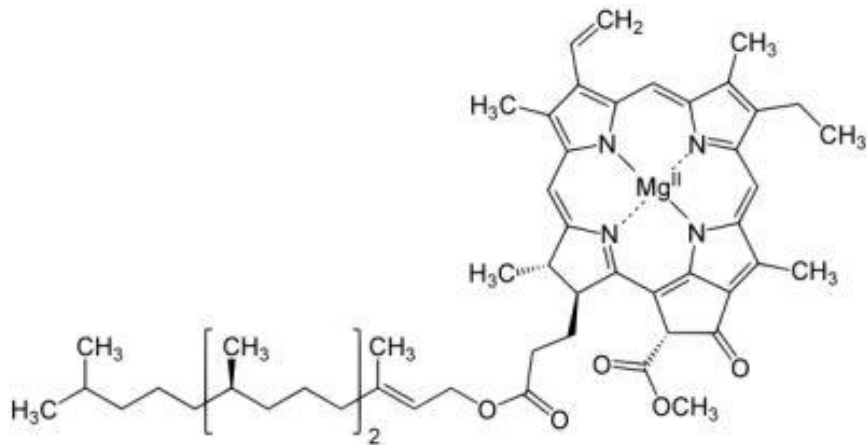
Ima številne koristne lastnosti za zdravje. Deluje kot močan antioksidant, podpira delovanje možganov in izboljšuje kognitivne funkcije. Prav tako je znano, da pomaga krepiti imunski sistem in s tem izboljšati odpornost proti okužbam.



### 3.4. Klorofil

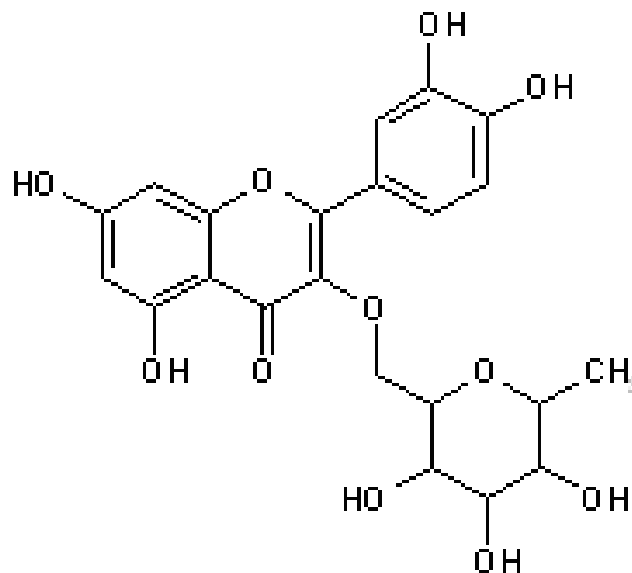
Klorofil je zeleno barvilo, ki se nahaja v rastlinah, in jim daje zeleno barvo. Nastaja v kloroplastih rastlinskih celic. Omogoča, da listi iz sončne svetlobe absorbirajo energijo, da poteka proces fotosinteze, pri kateri iz vode in ogljikovega dioksida s pomočjo sončne svetlobe nastaja glukoza in kisik. Za zdravje človeka je pomemben, saj pomaga pri zaščiti celic pred poškodbami, jih povzročajo prosti radikali. V pomoč je tudi pri razstrupljanju telesa.

Zaradi svoje nepolarne zgradbe je topen v nepolarnih topilih.



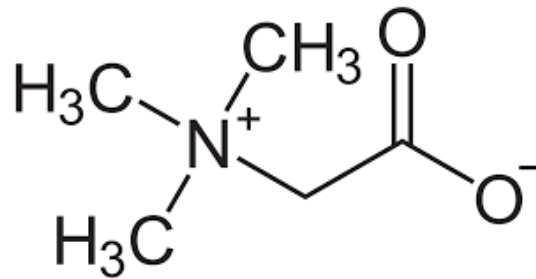
### 3.5. Kvercitrin

Kvercitrin je naravno rastlinsko barvilo, ki ga najdemo v številnih rastlinah, kot so čebula, jabolka in vrste jagodičja. Znan je po svojih antioksidativnih in protivnetnih lastnostih. Pomaga pri krepitvi imunskega sistema in zmanjševanju vnetij v telesu. Torej pomaga pri lajšanju težav z alergijo, kot so kihanje, srbenje in izcedek iz nosu. Hkrati krepi imunski sistem in ščiti pred okužbami.



### 3.6. Betain

Betain je barvilo, ki je v rdeči pesi, in daje rdeče vijoličasto barvo. Velikokrat ga uporabljajo v prehranskih dopolnilih za podporo zdravju srca in jeter. Dodaja se lahko tudi v hrano za izboljšanje okusa, barve in kot dodatek živalski krmi. Zaradi svoje zgradbe je topen v vodi.



## 4. Eksperimentalni del

### 4.1. Metode dela

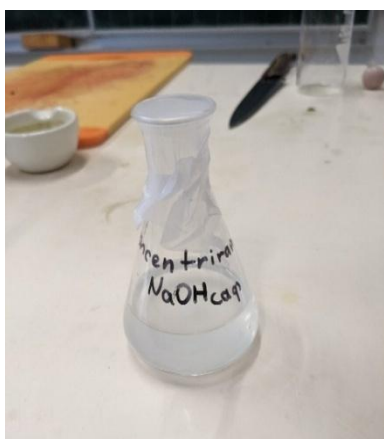
Izvedel sem ekstrakcijo naravnih barvil iz različnih rastlin, tudi iz različnih rastlinskih organov: korenin, listov in plodov. Glede na polarnost ali nepolarnost naravnega barvila, sem izbral dve topili, polarno vodo in manj polaren alkohol etanol. Namenoma sem izbral topili, ki sta dostopni vsakemu uporabniku in nepolarnih topil, ki so zdravju škodljiva.

Kaj potrebujemo:

- različne vrste sadja in zelenjave
- kurkuma
- destilirana voda
- 98% alkohol etanol (tehnični etanol)
- HCl(aq)
- NaOH(aq)
- elektronski pH meter in pH lističe
- filtrirni papir
- lij in steklena palčka
- termometer
- čaše
- epruvete
- kapalke



Slika 3: Epruvete



Slika 4: vodna raztopina natrijevega hidroksida, NaOH(aq)



Slika 5: vodna raztopina vodikovega klorida, HCl(aq)

## 4.2. Pridobivanje ekstraktov

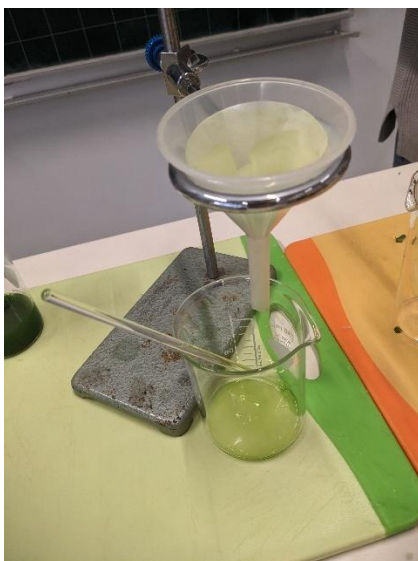
S pestilom sem v terilnici zdrobil borovnice in zelenjavo (npr. špinačo ali rdečo peso). Pomagal sem si s kremenčevo mivko, da so se celične stene in membrane celic prej razbile. Rdečo peso sem sesekljal in jo pustil stati na zraku v vodi en dan. Borovnice sem 10 minut segrel v vodi na 100 °C. Enako kot z borovnicami sem naredil z rdečim zeljem. Špinačo, korenje in kurkumo sem moral topiti v etilnem alkoholu etanolu, saj klorofil, kurkumin in karoten niso polarni in niso topni v vodi. Korenje sem pustil v etanolu cel dan. Rdečo čebulo sem olupil in olupke topil v vodi ves dan. Vse ekstrakte sem prefiltriral in uporabil v eksperimentu.



Slika 6: Zdrobljena špinača



Slika 7: Čebula v vodi



Slika 8: Filtriranje špinače

### 4.3. Dodajanje kisle in bazične raztopine v ekstrakte

Začel sem z določanjem, kako se ekstrakt naravnega barvila obarva v kislem in kako v bazičnem. Raztopino natrijevega hidroksida in klorovodikove kisline sem želel redčiti, da bi lahko kasneje ugotavljal točno vrednost kislosti ali bazičnosti, a sem ugotovil, da bi za razredčevanje porabil zelo veliko vode, saj sem potreboval 500 ml, da bi spremenil (zvišal pri kislinah in znižal pri bazah) pH komaj za eno vrednost. Odločil sem se, da bom uporabil samo vodno raztopino natrijevega klorida, NaOH(aq) in vodno raztopino vodikovega klorida, HCl(aq), saj sta bila gleda na pH vrednost na najbolj skrajnih delih pH lestvice. Tako je bilo spremembo barve naravnega barvila ob dodatku kisline ali baze lažje razločiti. Nisem pa se odločil, da bi za merjenje pH uporabil snovi iz okolja, ki so manj jedke in imajo vrednosti pH v območju, ki je bližje nevtralnim raztopinam.

Na fotografijah je bazična raztopina NaOH(aq) na levi strani slike oziroma v levi epruveti, kislina raztopina pa na desni strani. Izjema sta sliki indikatorja iz borovnice in kurkume, saj sem ju po pomoti zamenjal.



Slika 9: Indikator iz borovnic



Slika 10: Indikator iz špinače



Slika 11: Indikator iz kurkume



Slika 12: Indikator iz rdečega zelja



Slika 13: Indikator iz rdeče pese



Slika 14: Indikator iz korenja



Slika 15: Indikator iz rdeće čebule

#### 4.4. Klasifikacija ekstraktov kot indikatorjev

Ekstrakt	Indikator	Univerzalni
Borovnice	✓	✓
Kurkuma	✓	✓
Rdeče zelje	✓	✓
Rdeča čebula	✓	✓
Korenje	✗	✗
Rdeča pesa	✓	✗?
Špinača	✗	✗

Zgornja tabela prikazuje, če je bilo naravno barvilo iz sadja ali zelenjave primerno za uporabo kot indikator. Hkrati prikazuje, katero od naravnih barvil se obarva hkrati v kisljih in bazičnih raztopinah in ga zato lahko uvrstimo med univerzalne indikatorje.

## 4.5. Najprimernejši ekstrakti za indikatorje

Eksperimenti so pokazali, da so za indikatorje najbolj primerni ekstrakti iz borovnic, kurkume, rdeče čebule in rdečega zelja. Spremembo barve pri teh ekstraktih izmed vseh najlažje opazimo. Rdeča pesa, v katerem je naravno barvilo betain, se ni pokazala kot najboljši univerzalen indikator in bi jo težko uporabili v primerih določanja nevtralnih, kislih ali bazičnih raztopin. Lahko bi določili bazičnost, kislost pa slabše. Ekstrakt kurkume oziroma njen kurkumin deluje kot naravni indikator, saj se nevtralnem obarva rumeno, v kislem oranžno, v bazičnem okolju pa rdečkastorjavo. Ekstrakt iz rdeče pese bi lahko uporabili kot specifičen indikator, ker spremeni barvo le v enem območju. Ekstrakt iz rdeče čebule je univerzalni indikator, ki se obarva z močnimi barvami, v kislem rdeče in v bazičnem temno rjavo. Borovnice ne vsebujejo samo antocianov, ampak tudi druga barvila, zato se sprememba barve slabše opazi. Glede na vse povedano, menim, da je najboljši indikator ekstrakt iz rdečega zelja, ki vsebuje antociane, naslednji po vrsti je kurkumin iz kurkume, sledijo borovnice z antociani in rdeča čebula s kvercitrinom. Korenje, ki vsebuje karotene, in špinača z zelenim barvilom klorofilom pa sta neprimerna za določanje kislosti ali bazičnosti raztopin, saj ne premenita barve, če se spremeni pH vrednost.

## 5. Rezultati

Prvi del eksperimenta je šel brez težav. Vse ekstrakte sem zlahka dobil in jih uporabil. Ekstrakt, ki ga je bilo najtežje pridobiti, je bil ekstrakt iz korenja. Kljub nekaj težavam sem ga na koncu uspel pridobiti. Med ekstrakcijo sem ugotovil tudi, da je najbolj potratno pridobiti ekstrakt iz borovnic. Uporabil sem ameriška borovnice, ki so gojena vrsta in ne gozdnih borovnic. Da sem pridobil dovolj ekstrakta, sem potreboval kar cel paket borovnic.

Za drugi del eksperimenta sem potreboval veliko potrpežljivosti, saj sem moral po vsakem merjenju pH vrednosti, elektronski merilec pH oprati z destilirano vodo. Med merjenjem sem ugotovil, da je z redčenjem raztopine z vodo zelo težko dobiti zelen pH. Poizkusil sem spreminjati pH tudi z mešanje različnih baz in kislin, a sem ugotovil, da bo težko doseči zeleno pH vrednost, saj sem imel samo dve bazi in veliko kislin. Odločil sem se, da bom v nadaljevanju eksperimenta uporabljal samo močno kislino,  $\text{HCl(aq)}$  in močno bazo,  $\text{NaOH(aq)}$ .

Zadnji del eksperimenta je šel brez težav. Zlahka sem ugotovil ali lahko izbrani ekstrakt uporabljamo za indikator ali ne. Na nekaterih fotografijah se to sicer slabše vidi, saj je bila osvetljava za slikanje slaba. Za prikaz sem uporabil slike, ki so se mi zdele najbolj primerne.

V sklepnem delu eksperimenta sem posamezne ekstrakte v tabeli klasificiral in zapisal, kateri ekstrakti so najboljši za uporabo kot indikatorji kislinskih in bazičnih raztopin.

## 6. Razprava

Hipoteza 1: V celoti potrjena, saj klorofil ne spremeni barve oziroma je sprememba barve neopazna.

Hipoteza 2: V celoti potrjena, saj ima korenje največ beta-karotena, ta pa v kisli ali bazični raztopini ne spremeni barve.

Hipoteza 3: Delno potrjena. Ekstrakt iz borovnic je sicer univerzalni indikator, a manj primeren za uporabo od rdečega zelja. Je namreč manj intenzivne barve in so zato spremembe tudi manj opazne. Poleg tega je pridobivanje ekstrakta iz borovnic težje kot pridobivanje antocianov iz rdečega zelja.

Hipoteza 4: Ni v celoti potrjena. Ekstrakt iz rdeče pese, ki vsebuje naravno barvilo betain, se obarva v bazičnem rumeno, in s tem zelo opazno spremeni barvo, a so spremembe v kislem okolju manj opazne, zato ga sam ne bi uvrstil med univerzalne indikatorje. Bi pa ekstrakt iz rdeče pese priporočil za ugotavljanje bazičnosti.

## 7. Zaključek

Eksperimenti so pokazali, da je najboljši indikator za ugotavljanje, ali je neka raztopina kislina ali bazična, ekstrakt iz rdečega zelja. V posameznih primerih so lahko uporabni tudi drugi ekstrakti. Namesto fenolftaleina, ki ga uporabljamo za odkrivanje baz, bi lahko uporabili ekstrakt rdeče pese. Lakmusove papirčke, pa bi lahko nadomestili z ekstraktom iz rdeče čebule ali kurkume.

Ugotovitve moje naloge so lahko uporabne za vse, ki doma nimajo indikatorjev ali merilnika pH, in bi radi indikatorje, ki jih je potrebno kupiti v specializiranih trgovinah, nadomestili z indikatorji iz naravnih barvil. Ta so dostopna v vsaki trgovini z živili. Tudi ekstrakcija je preprost postopek, ki jo lahko izvedemo v vsaki domači kuhinji. Poleg tega pa imajo naravna barvila iz rastlin še druge prednosti. Niso strupena, niso jedka, v prehrani imajo celo varovalno nalogo, saj ščitijo pred pojavom različnih bolezni. Lahko pa nam preprosto obarvajo jedi glede na njihovo kislost ali bazičnost.

Prav tako nam naravni indikatorji, kot so ekstrakti iz rdečega zelja, kurkume in drugih, predstavljajo ekološko in trajnostno zamenjavo kemičnim indikatorjem pri določanju kislosti in bazičnosti raztopin. Njihova uporaba prispeva k zmanjšanju negativnega vpliva na okolje, saj ne zahtevajo proizvodnje sintetičnih kemikalij, ki lahko obremenjujejo okolje z odpadki. Poleg tega je pridobivanje naravnih barvil enostavno, kar sem pokazal v nalogi, saj lahko uporabimo lokalno dostopne materiale, kot so rastline in zelenjava, kar zmanjša ogljični odtis in podpira lokalne proizvajalce.

Zelena kemija spodbuja uporabo okolju prijaznih metod ter obnovljivih virov. Naravni indikatorji so zato dober primer zelene kemije in trajnosti, saj omogočajo učinkovito uporabo naravnih materialov ter zmanjšanje škodljivih snovi. Hkrati spodbujajo ozaveščanje o varstvu okolja ter iskanje inovativnih, trajnostnih rešitev v znanosti in vsakdanjem življenju.

## 8. Literatura in viri

1. Wertheim, Jane. 1991. Kemija: slikovni pojmovnik. Tehniška založba Slovenije. Ljubljana.
2. pH. [online]. [citirano 5. 3. 2025]. Dostopno na URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/PH>
3. pH indicator. [online]. [citirano 5. 3. 2025]. Dostopno na URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/PH\\_indicator](https://en.wikipedia.org/wiki/PH_indicator)
4. Anthocyanin. [online]. [citirano 5. 3. 2025]. Dostopno na URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/Anthocyanin>
5. UMETNA IN NARAVNA BARVILA V ŽIVILIH. [online]. [citirano 5. 3. 2025]. Dostopno na URL: [https://zbirke.zotks.si/resources/Bronasto\\_OS\\_Kemija\\_ali\\_kemijska\\_tehnologija\\_584577.pdf](https://zbirke.zotks.si/resources/Bronasto_OS_Kemija_ali_kemijska_tehnologija_584577.pdf)
6. KEMIJA 3. [online]. [citirano 5. 3. 2025]. Dostopno na URL: <https://eucbeniki.sio.si/kemija3/1283/index1.html>
7. BARVANJE NARAVNIH IN UMETNIH TKANIN Z NARAVNIMI BARVILI. [online]. [citirano 5. 3. 2025]. Dostopno na URL: [https://bistra.si/images/raziskovalne-naloge/Barvanje\\_naravnih\\_in\\_umetnih\\_tkanin\\_z\\_naravnimi\\_barvili.pdf](https://bistra.si/images/raziskovalne-naloge/Barvanje_naravnih_in_umetnih_tkanin_z_naravnimi_barvili.pdf)