

56. SREČANJE MLADIH RAZISKOVALCEV SLOVENIJE 2022

RDEČE ZELJE V SVETU INDIKATORJEV

Aplikativni inovacijski predlogi in projekti

OŠ Prežihovega Voranca Maribor

Mentorica:
Darinka Muraus

Avtorica:
Maša Muhič

Maribor, 2022

RDEČE ZELJE V SVETU INDIKATORJEV

Aplikativni inovacijski predlogi in projekti

OŠ Prežihovega Voranca Maribor

Mentorica:
Darinka Muraus

Avtorica:
Maša Muhič

Maribor, 2022

Kazalo vsebine

POVZETEK	5
ZAHVALA	5
1 UVOD	6
1.1 Raziskovalna vprašanja in hipoteze	6
2 INDIKATORJI IN pH-VREDNOST	7
2.1 pH-lestvica	8
3 LAKMUS	9
3.1 Lakmusov papir	9
3.2 Postopek izdelave modrega lakmusovega papirja	10
4 FENOLFTALEIN	11
4.1 Karbonizacija betona	13
5 ANTOCIANIDINI	14
5.1 Antociani	16
6 POSKUS 1: RDEČE ZELJE KOT INDIKATOR	17
6.1 Uvod v poskus	17
6.2 Potrebščine, pripomočki in kemikalije	17
6.3 Cilji	17
6.4 Izvedba poskusa	18
6.5 Sprememba barve ekstrakta rdečega zelja v vodnih raztopinah	20
6.6 Ugotovitve	20
7 POSKUS 2: Izdelava indikatorskega papirja	21
7.2 Cilji	21
7.3 Postopek izdelave	21
7.4 Izvedba poskusa	23
7.5 Ugotovitve	23
8 STROŠKOVNIK INOVACIJSKEGA PREDLOGA	24
Tabela 1 (Lastni vir)	24
Tabela 2 (Lastni vir)	24
Tabela 3 (Lastni vir)	24
8.1 Stroškovnik industrijsko pridobljenih indikatorjev	24
Tabela 4 (Lastni vir)	24
9 ANALIZA REZULTATOV	25

10 DRUŽBENA ODGOVORNOST	26
11 PRILOGE	27
11.1 Priloga 1: Učni list za učence prve triade.....	27
11.2 Priloga 2: Vprašalnik o delu za učence prve triade	29
11.3 Viri slik.....	30
11 VIRI IN LITERATURA.....	31
11.1 Knjižni viri.....	31
11.2 Spletni viri.....	31

POVZETEK

V raziskovalni nalogi oz. inovacijskem predlogu bo predstavljena konzervacija rdečega zelja kot indikator v tekoči obliki in na papirju. Raziskovan bo pomen indikatorjev v današnjem svetu, njihova uporaba ter postopek konzervacije shranjevanja. Cilj je ugotoviti, ali lahko izdelamo trajno barvilo iz rdečega zelja ob upoštevanju zmanjšanja onesnaževanja in manjši porabi sredstev za delo v šoli. Prav tako bodo predstavljeni določeni indikatorji, ki so pogosto uporabljeni. Čeprav rdečega zelja večinoma ne uporabljamo kot indikator, kvečjemu le za poskuse, bo predstavljeno vprašanje, kakšna bi bila njegova uporaba v vsakdanjem življenju.

ZAHVALA

Iskreno se zahvaljujem svoji mentorici, ki me je spodbujala k pisanju inovacijskega predloga, mi ponudila veliko koristnih nasvetov ter mi bila zmeraj na voljo. Prav tako se zahvaljujem svojim staršem, da so mi omogočili nabavo vseh sredstev, ki sem jih potrebovala.

1 UVOD

Ljudje že stoletja uporabljamo raznovrstne indikatorje, ki so ključni za preverjanje kislosti oz. bazičnosti snovi. Eden prvih je bil lakmus, pridobljen iz lišajev, ki je bil prvič uporabljen leta 1300. Pridobivanje omenjenega barvila se je začelo razvijati šele v 16. stoletju, kljub zgodnjemu odkritju. Med indikatorje spadajo tudi raznovrstna barvila, pridobljena iz rdečega zelja, ki se danes uporabljajo zgolj za poskuse. Z ekonomskega vidika je gojenje rdečega zelja in pridobivanje naravnega indikatorja ugodnejše kot proizvodnja umetnih indikatorjev, ki imajo določene slabe lastnosti.

1.1 Raziskovalna vprašanja in hipoteze

Raziskovalno vprašanje:

- ❖ Kako pripraviti obstojno barvilo iz rdečega zelja?

HIPOTEZA 1: S trajnim indikatorjem iz rdečega zelja dobimo enake rezultate kot pri svežem pripravku.

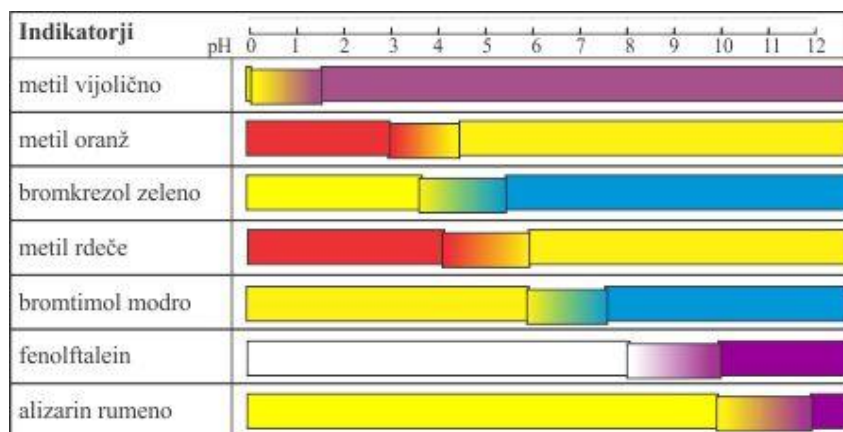
HIPOTEZA 2: Indikator iz rdečega zelja bi lahko popolnoma nadomestil univerzalni indikator.

HIPOTEZA 3: Izdelava indikatorskega papirja iz rdečega zelja je stroškovno ugodnejša kot nabava nekaterih industrijsko proizvedenih indikatorjev.

2 INDIKATORJI IN pH-VREDNOST

Indikatorji so snovi, ki v stiku z raztopinami kislín in baz raztopino obarvajo ter nam na ta način pomagajo ugotoviti, ali je raztopina kislá ali bazična. Pri tem se kot indikatorji uporabljajo sintezne šibke organske kisline ali baze, kot so lakmus, fenolftalein, metil-oranž, metil-rumena, alizarin rumena itd. Vsak indikator raztopino obarva z različno barvo pri določeni pH-vrednosti, zato lahko s kombinacijo različnih indikatorjev dobimo tako imenovani univerzalni indikator, s pomočjo katerega lahko natančneje razberemo pH-vrednost določene snovi oz. raztopine.

Sprememba barve je posledica oddanega ali sprejetega protona, kar spremeni energijske nivoje v molekuli. Protonirano obliko indikatorja označimo z HIn, neprotonirano pa z In⁻. Šibka kislina HIn je tako v ravnotežju s konjugirano bazo In⁻.

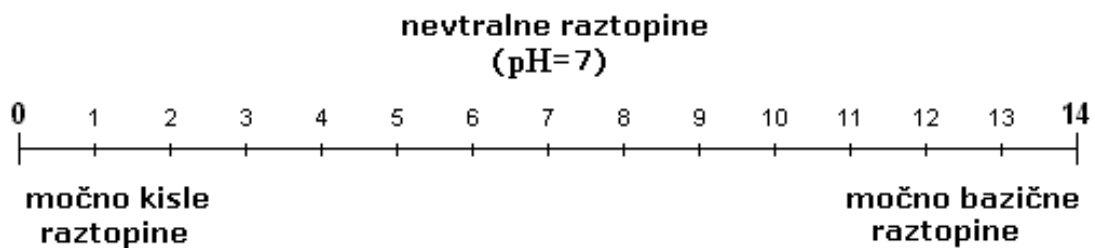


Slika 1: Graf spremembe barve navedenih indikatorjev (Vir: Eučbeniki: Kemija 2/606)

Točno območje, v katerem indikator preide iz ene oblike v drugo, je odvisno od območja pH, v katerem določen indikator spremeni barvo. To moramo upoštevati pri določanju ekvivalentne točke pri različnih vrstah kislinsko-bazne titracije. Titracija je volumetrična kvantitativna metoda kemijske analize. Z njo določamo koncentracijo določene snovi. Pri kislinsko-bazni titraciji oz. nevtralizacijski titraciji določamo koncentracijo kislín in baz. Pri titraciji močne kisline s šibko bazo je zaradi hidrolize ekvivalentna točka v kislem območju. V tem primeru je potreben indikator, ki spremeni barvo pri približno pH = 4. Pri titraciji šibke kisline z močno bazo pa je potreben indikator, ki spremeni barvo pri približno pH = 9. Z barvami različnih indikatorjev se srečujemo v vsakdanjem življenju. Nekateri se lahko uporabljajo kot živilska barvila.

2.1 pH-lestvica

Iz pH-lestvice razberemo pH-vrednost raztopine, ki se razteza od števila 1 do 14. Če je pH raztopine nižji od 7, pomeni, da je snov kislá. Nižji kot je pH, večja je kislost raztopine, ki je odvisna od oksonijevih ionov. Pri bazah je ravno obratno, in sicer višji kot je pH, večja je bazičnost, ki je na pH-lestvici označena od 7 do 14. Kadar je pH določene raztopine natanko 7, pomeni, da je snov nevtralna.



Slika 2: pH-lestvica (Vir: Eučbeniki: Kemija 8/1230)

Izraz pH-vrednost izhaja iz latinske oznake »pondus hydrogenii«, kar pomeni teža vodika ter iz latinskega izraza »potentia hydrogenii«, kar pomeni učinkovitost vodika. Na začetku so pisali H kot indeks črke p, torej p_H , danes pa se je uveljavil tehnično mnogo manj zahteven način pisanja pH.

V vsakdanjem življenju indikatorje uporabljamo za merjenje pH-vrednosti vode v bazenih ter pitne vode. Ne ena ne druga ne sme biti prekisla ali preveč bazična. Idealna pH-vrednost vode v bazenih meri med 7 in 7,4. Če je nižja od 7, je voda kislá, kar povzroči korozijo kovinskih delov na napeljavah, toplotnem izmenjevalcu ter filtru. Kadar pa naraste nad 7,4 pride do izločanja mineralnih snovi, ki povzročijo zmanjšanje moči dezinfekcijskih sredstev, kot je klor, kar privede do težav pri vzdrževanju higiensko neoporečne vode.

Izredno pomemben je pH tudi za zdravje živih bitij, ki lahko preživijo le pri določenih pH-vrednostih. Že majhna sprememba pH-vrednosti v krvi lahko ima precej zaskrbljujoče posledice, še posebej, če sprememba ni opažena takoj.

3 LAKMUS

Lakmus je rastlinsko vodotopno barvilo, ki je absorbirano v lakmusovem papirju ter ga uporabljamo kot indikator ali naravno barvilo v pijačah. Pridobivamo ga iz različnih vrst lišajev, najpogosteje iz lišajev vrste *Rocella tinctoria - orsellii*. Da proizvedejo lakmus, lišaje obdelajo z amonijakom, kalijevim karbonatom in apnom ob prisotnosti zračnih plinov. Med njegove glavne sestavine spadajo azolitmin, eritrolitmin, lekanorična kislina, orcein ter eritrolein. Lakmus je eden najstarejših indikatorskih barvil v zgodovini, ki je bilo prvič uporabljeno v 14. stoletju.

3.1 Lakmusov papir

Lakmus ima ključno vlogo pri izdelavi lakmusovega papirja, ki je ena izmed vrst pH-papirja, s pomočjo katerega ugotavljamo pH-vrednost določene raztopine na podlagi koncentracije vodikovih ionov. (Ion je atom, ki ima pozitiven ali negativen naboj, zaradi česar reagira s snovmi iz okolja. Kisline oddajo en vodikov proton s pozitivnim nabojem, ki se zaradi prvotne nestabilne zgradbe stabilizira z negativno nabitim ionom določene snovi. Ravno obratno je pri bazah. Te tvorijo hidroksidne ione, ki dosežejo stabilno zgradbo s sprejetjem vodikovega protona.) Narejen je iz filtrirnega papirja, prepojenega z raznimi barvili, ki jih vsebuje lakmus. Obstaja v modri ter rdeči barvi. Rdeč lakmusov papir se v bazičnih vodnih raztopinah obarva modro, moder lakmusov papir pa se obarva rdeče v kislinskih vodnih raztopinah. Sprememba barve je posledica reakcije vodikovih ionov z dodano bazo oziroma kislino, pri čemer iz lakmusove kisline nastane konjugirana baza z določeno barvo. Prav tako pa se rdeč ter moder lakmusov papir lahko uporabljata za testiranje plinov, če sta pred izpostavitvijo plinu navlažena z destilirano vodo. Pokaže nam, če je raztopina kislina ali bazična, a nam ne more pokazati točne pH-vrednosti. Za natančno ugotavljanje pH je potreben univerzalni indikator, ki je sestavljen iz različnih indikatorjev, kot je fenolftalein.

O iznajdbi lakmusa nimamo na voljo veliko podatkov, večina pa kaže na to, da ga je prvič uporabil Španec Araldus de Villa Nova okoli leta 1300. Sam lakmusov papir je razvil francoski kemik Joseph Louis Gay-Lussac v začetku 19. stoletja.

3.2 Postopek izdelave modrega lakmusovega papirja

1. Les se seseklja in zmeša s topilom ter vodo pod pritiskom pare. Pri tem nastane gosta lesna kaša, ki se razprostere po žičnatem traku ter prevleče preko valjev. Tako nastane tanek sloj, ki se kasneje posuši.
2. Za pospešitev procesa sušenja se uporabljajo črpalke za sesanje zraka, ki osušijo narejen papir. Ko se papir premika vzdolž pasu, preide pod mrežast ali žični valj, ki da papirju vodni žig. Žig označuje razred papirja in proizvajalca. Nato papir nadaljuje pot po tekočem traku, kjer je stisnjen med dvema valjema s klobučevino, ki prisilita vlakna, da se vežejo skupaj, tako da iztisnejo odvečno vodo.
3. Iz valjev je papir potisnjen skozi dva niza gladkih kovinskih zvitkov, da ostane papir gladek. Za tem ga izpostavimo segretim valjčkom. Nato ga z vrtljivimi rezili narežejo ter navijejo okoli kolutov.
4. Da lakmusov papir dobi svojo lastnost spremembe barve glede na pH-vrednost raztopine, papir dajo v tako imenovano kopel z raztopino, ki vsebuje lišaje. Raztopina fermentira, se absorbira v papir ter se posuši.
5. Lišaji v raztopini fermentirajo v prisotnosti kalijevega karbonata (K_2CO_3) in amonijaka (NH_3). Po poteku fermentacije ter pomešanjem s kredo dobi raztopina značilno modro barvo. Omenjen postopek izdelave je ključen za izdelavo modrega lakmusovega papirja. Izdelava rdečega lakmusovega papirja ima zelo podoben postopek, le da se k raztopini, ki se absorbira v papir, doda majhen odstotek žveplove ali klorovodikove kisline, da papir dobi rdečo barvo.
6. Dokončno izdelan bodisi moder ali rdeč lakmusov papir se pošlje na postajo za končno pakiranje, kjer ga narezanega na trakove proizvajalci shranijo v plastične vrečke. Zelo pomembno je, da embalaža preprečuje izpostavljenost vlagi, saj lahko vsaka snov, ki nenačrtovano pride v stik z lakmusovim papirjem, povzroči spremembo barve.

4 FENOLFTALEIN

Fenolftalein je kemična spojina s formulo $C_{20}H_{14}O_4$, ki jo uvrščamo med organske kisikove spojine. Je šibka kislina, ki lahko odda en vodikov proton. Uporablja se kot indikator pri kislinsko-bazičnih titracijah ter v zdravstvene namene. Prav tako spada tudi med sestavne dele univerzalnega indikatorja. V prisotnosti bazičnih raztopin se obarva rožnato, v prisotnosti kislih raztopin pa se ne obarva. Fenolftalein je slabše topen v vodi, zato je običajno raztopljen v alkoholih za uporabo pri poskusih. Zelo dobro je topen v etanolu in etru, kar pomeni, da je polarna snov, ki ni topna v bencinu in heksanu. Ima kar precej visoko vrelišče, ki znaša $557,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ ter tališče pri $260\text{ }^{\circ}\text{C}$.

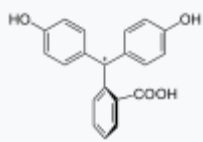
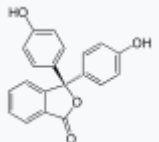
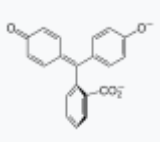
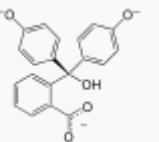
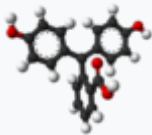
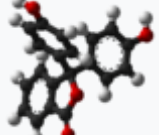
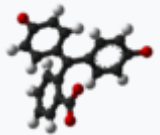
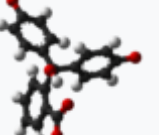


Slika 4: Obarvanje fenolftaleina v kisli bazični raztopini (Vir: Sciencephoto: Phenolphthalein-indicator)



Slika 5: Fenolftalein v obliki praška (Vir: Wikipedia: Phenolphthalein)

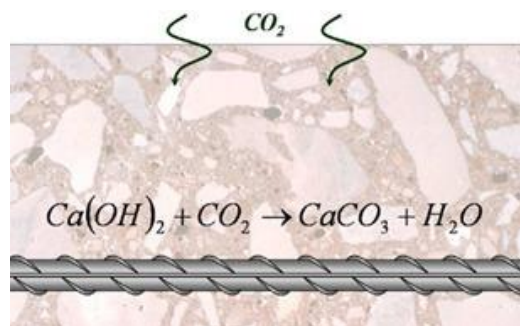
V vodni raztopini ima vsaj štiri različna stanja (H_3In^+ , H_2In , In^{2-} , $\text{In}(\text{OH})^{3-}$), ki so posledica spremembe pH. V močno kislih pogojih ($\text{pH} < -1$) je v protonirani obliki (HIn^+), kar povzroči oranžno obarvanje. Med kislimi in rahlo bazičnimi pogoji ($\text{pH} 0\text{--}8.3$) je fenolftalein brezbarven, pri pH od 8.3 do 10.0 pa je rahlo rožnate barve. Prav tako je brezbarven tudi v močno bazičnih pogojih ($\text{pH} > 10.0$).

Vrsta	H_3In^+	H_2In	In^{2-}	$\text{In}(\text{OH})^{3-}$
Struktura				
Model				
pH	< -1 ^[3]	0–8.3	8.3–10.0 ^[4]	> 10.0
Pogoji	močno kisl	kisl ali nevtralni	bazični	močno bazični
Barva	oranžno	brezbarvno	rožnato	brezbarvno

Razpredelnica 1: Fenolftalein v različnih stanjih (Vir: Wikipedia: Phenolphthalein)

4.1 Karbonizacija betona

Fenolftalein ima visoko občutljivost na pH, zato ni uporaben le kot indikator pri kislinskih ali bazičnih titracijah, temveč tudi v medicini ter na določenih industrijskih področjih. Uporablja se pri ugotavljanju karbonizacije betona skupno z drugimi določenimi kemijsko-fizikalnimi metodami. Karbonizacija betona je kemična reakcija med ogljikovim dioksidom (CO_2) ter kalcijevim hidroksidom $\text{Ca}(\text{OH})_2$, ki povzroči zmanjšanje bazičnosti, zaradi česar se betonu zniža pH-vrednost. Pomembno je, da ima beton visok pH zaradi zaščitenosti pred korozijo.



Slika 6: Enačba kemijske reakcije med CO_2 in $\text{Ca}(\text{OH})_2$

(Vir: **The Constructor: Carbonation of concrete structures**)

Če na beton, ki je karboniziral, nanese rahlo raztopino fenolftaleina, se beton ne obarva. Beton, ki ni karboniziral, pa se obarva svetlo rožnato. Karbonizacija betona ni nevarna le zaradi uničenja zunanjih zaščitnih plasti betonskih konstrukcij, temveč tudi zaradi povzročitve globokih deformacijskih procesov, ki so odvisni predvsem od vlage. Povzroča pikanje, luščenje betona ter prav tako ustvarjanje pogojev za nastanek korozije. Zaradi nastajanja razpok začne v notranjost prodirati voda, ki je ključna za razpad betona.

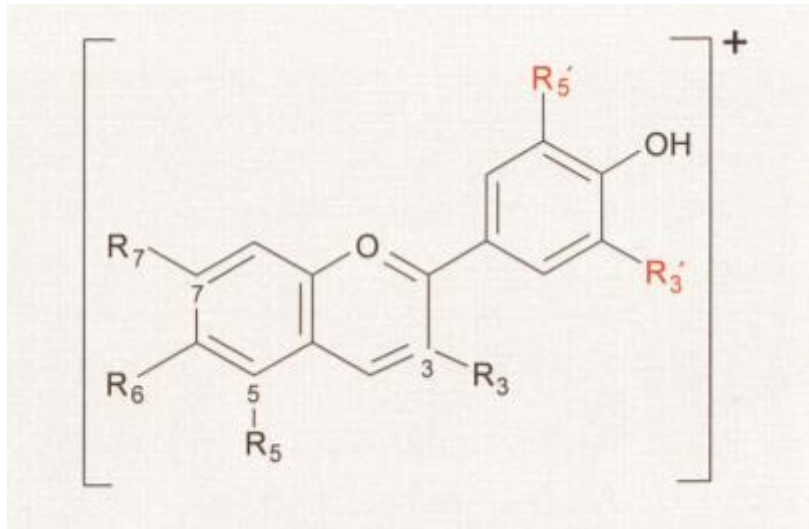


Slika 7: Karboniziran in nekarboniziran del betona

(Vir: **Structural Guide: Carbonation of concrete**)

5 ANTOCIANIDINI

Antocianidini so najboljšežnejša skupina flavonoidov. Spadajo med barvila, ki so v mnogih cvetovih, plodovih ter jesenskem listju. Zaradi vezanosti na sladkorje v naravi tvorijo glikozide antocianine. Izraz antocianin je grškega izvora ter pomeni cvet in modro. Začel se je uporabljati za poimenovanje modrih barvil v cvetlicah okoli leta 1835.



Slika 8: Skeletna formula antocianidina (Vir: B. Boh, T. Cvirn, V. Ferk, Barvila in naravna barvila, str. 38)

»Antocianidini močno absorbirajo svetlobo v vidnem delu spektra. Različne barve posameznih antocianidinskih barvil so posledica zamenjav dvojnih vezi in skupin –OH na osnovnem skeletu. Zaradi velikega števila možnosti kombiniranja antocianidinov s sladkorji in kislinami je v naravi odkritih že okrog 300 antocianinov, vendar je zelo pogostih le nekaj med njimi.

Antocianidini prispevajo tudi k čudovitim barvam cvetov. Mnoge med njimi so poimenovali po okrasnih rastlinah, iz katerih so jih izolirali, na primer **pelargonidin** iz pelargonije, **peonidin** iz peonije, **rozidin** iz vrtnice (*Rosa*), **petunidin** iz petunije, **maldivin** iz sleza (*Malva*). Prisotni so tudi v cvetovih ter v listih rdečega zelja.« (Vir: Boh, B., Cvirn T., Ferk V., 2000, Barvila in naravna barvila-Učbenik za izbirne vsebine kemije za osnovne šole in gimnazije ter srednje strokovne šole, Ljubljana: Tehniška založba Slovenije)

Izolirani antocianidini so najbolj stabilni pri nizkih temperaturah, čim manjši osvetljenosti ter v kislih pogojih. Pri pogojih, ki so drugačni od naštetih, se pogosto razgradijo. Na stabilnost vpliva tudi prisotnost kisika, kovinskih ionov in encimov. So znani naravni indikatorji, ki spreminjajo barvo v odvisnosti od pH.

»Na spremembo barve antocianidinov vplivajo tudi nekateri kovinski ioni. Zaradi njih se v pločevinkah slabše kakovosti razbarva sadje, na primer jagode. Rožnate

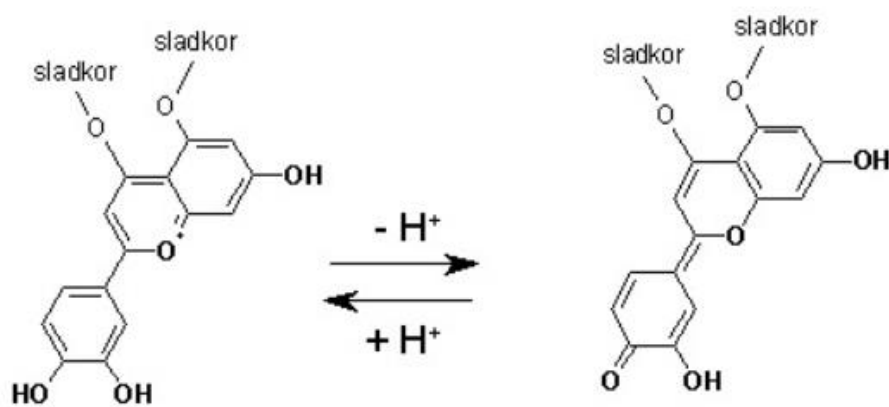
hortenzije ob prisotnosti kovinskih ionov v zemlji spremenijo barvo cvetov v modro.«
(Vir: Boh, B., Cvirn T., Ferk V., 2000, Barvila in naravna barvila-Učbenik za izbirne vsebine kemije za osnovne šole in gimnazije ter srednje strokovne šole, Ljubljana: Tehniška založba Slovenije)



Slika 9: Rožnate in modre hortenzije (Vir: Lasten)

5.1 Antociani

Antociani so vodotopna barvila, ki se nahajajo v vseh tkivih oziroma organih višjih rastlin, med drugim tudi v listih, koreninah, cvetovih, steblih ter sadežih. V celicah se nahajajo v vakuolah. Sestavljajo jih obarvane aromatske spojine antocianidini s številnimi hidroksilnimi skupinami, na katere se vežejo sladkorji ter druge spojine. So derivati antocianidinov. V kislem okolju so protonirani in rdeče barve, z zviševanjem pH-vrednosti pa se njihove hidroksilne skupine ($-OH$) deprotonirajo, čemur sledi sprememba barve do vijolične, modre, rdeče ter rožnate. Rdeče zelje vsebuje okoli 15 različnih antocianov, najpogosteje cianidin.



Slika 10: Protoniran in deprotoniran primer antociana (Vir: Botanika Kladnik)

Ena izmed njihovih glavnih funkcij je privabljanje žuželk za oprašitev ter drugih živalskih vrst za raznašanje semena. Izjemno pomembna funkcija, ki jo opravljajo, je tudi obramba fotosintetskega sistema ter obramba celice pred ultravijoličnim valovanjem, svetlobo ter prostimi radikali. Kar precej so občutljivi na temperaturo in svetlobo. Najpogosteje so uporabljeni kot prehranska barvila, dodana hrani. Imajo tudi velik potencial na področju medicine v zvezi z boleznimi srca in ožilja ter rakastimi obolenji. Prav tako delujejo kot močni antioksidanti, ki nevtralizirajo kisikove ter dušikove reaktivne spojine.

Prisotni so le v rastlinah zaradi potrebne fotosinteze. Izjema so vodne rastline, ki ne prejemajo dovolj svetlobe, ki je nujno potrebna za fotosintezo, posledica je nezadostno nastajanje sladkorjev ter njihovih derivatov, iz katerih nastanejo antociani. Med najpogostejše antociane v naravi spadajo glukozidi cianidina, delfinidina, pelargonidina, peonidina, malvidina in petunidina.

6 POSKUS 1: RDEČE ZELJE KOT INDIKATOR

6.1 Uvod v poskus

Rdeče zelje uporabljamo v vsakdanjem življenju za solato ali sestavino nekaterih jedi. Prav tako bi ga lahko uporabljali kot indikator, ki ima okolju prijaznejši postopek izdelave kot večina drugih indikatorjev. Pri reakciji barvil rdečega zelja se lahko raztopina različno obarva, podobno kot univerzalni indikator. Ta lastnost je ključna za preverjanje bazičnosti oziroma kislosti raztopine. Vsebuje velike količine barvil tako imenovanih antocianov, omenjenih v prejšnjem poglavju. Rdeče zelje vsebuje okoli 15 različnih antocianov, najpogosteje cianidin.

6.2 Potrebščine, pripomočki in kemikalije

- ❖ rdeče zelje
- ❖ filtrirni papir
- ❖ 70-odstotni etanol
- ❖ destilirana voda
- ❖ sekljalnik
- ❖ kapalka
- ❖ čaše
- ❖ citronska kislina
- ❖ kis
- ❖ natrijev hidrogenkarbonat
- ❖ pecilni prašek
- ❖ čistilo za kopalnico
- ❖ mleko
- ❖ cedilka

6.3 Cilji

Cilji poskusa so dokazati učinkovitost barvila iz rdečega zelja, predstaviti pH-lestvico in spremembe barve, narediti obstojen ekstrakt indikatorja v etanolu, izdelati indikatorski papir ter utemeljiti, zakaj bi bila proizvodnja indikatorja iz rdečega zelja prijaznejša za okolje in ekonomsko upravičena.

6.4 Izvedba poskusa

1. 150 g rdečega zelja narežemo na drobne kose in ga z ročnim sekljalnikom zmeljemo na drobne koščke.



Slika 11: Nasekljano rdeče zelje (Vir: Lasten)

2. Zmleto rdeče zelje nato damo v čašo ter mu dolijemo 200 ml destilirane vode. Zmleto kašo v destilirani vodi pustimo, da se nekaj ur namaka in jo občasno premešamo. Takoj lahko opazimo temno vijolično obarvanje, ki je značilno za indikator iz rdečega zelja.



Slika 12, Slika 13: Dodajanje destilirane vode nasekljanemu rdečemu zelju (Vir: Lasten)

3. Raztopino ločimo od kaše rdečega zelja s pomočjo cedilke.
4. V stekleno čašo nalijemo 50 ml 70-odstotnega etanola ter 100 ml raztopine destilirane vode in rdečega zelja, ki smo jo dobili pri prejšnjem koraku.
5. Za pričetek poskusa si moramo pripraviti vodne raztopine snovi z različnimi pH-vrednostmi, kot so citronska kislina, kis, mleko, voda, soda bikarbona oz. natrijev hidrogenkarbonat, pecilni prašek ter razna mila in čistila. V vsako čašo je potrebno naliti približno 50 ml destilirane vode ter majhno količino snovi, ki jo bomo raztopili.



Slika 14: Vodne raztopine snovi z različnimi pH-vrednostmi (Vir: Lasten)

Čaša št. 1: Vodna raztopina citronske kisline

Čaša št. 2: Vodna raztopina kisa

Čaša št. 3: Vodna raztopina mleka

Čaša št. 4: Pitna voda

Čaša št. 5: Vodna raztopina natrijevega hidrogenkarbonata

Čaša št. 6: Vodna raztopina čistila za kopalnico

6. Nastali vodni raztopini dodamo približno 1 ml ekstrakta. Opazujte barvo.

6.5 Sprememba barve ekstrakta rdečega zelja v vodnih raztopinah



Slika 15: Različno obarvanje rdečega zelja v vodnih raztopinah (Vir: Lasten)

- Čaša št. 1: pH 1 – rdečkasto obarvanje
- Čaša št. 2: pH 3 – roza obarvanje
- Čaša št. 3: pH 6 – vijolično obarvanje
- Čaša št. 4: pH 7 – modro obarvanje
- Čaša št. 5: pH 8 – temno modrozeleno obarvanje
- Čaša št. 6: pH 10 – temno modro obarvanje

6.6 Ugotovitve

Rdeče zelje je možno uporabljati kot indikator za ugotavljanje bazičnosti oz. kislosti snovi. Ekstrakt je učinkovit, kljub temu pa ga ne bi bilo možno uporabljati tako kot univerzalni indikator. Ne glede na to v veliki meri pokaže razlike med določenimi pH-vrednostmi. Sprememba barve je razvidna takoj po stiku ekstrakta z vodno raztopino snovi, s katero reagira. Ta vrsta indikatorja bi zagotovo ustrezala šolski uporabi. Pri visoki koncentraciji oksonijevih ionov v vodni raztopini je razvidno rdečkasto (pH 1) ali roza obarvanje (pH 3) zaradi prisotnosti molekule antociana v obliki flavinijevega iona. Pri prisotnosti hidroksidnih ionov pa temno modrozeleno (pH 8) ali temno modro (pH 10) obarvanje. V nevtralnih vodnih raztopinah se ekstrakt obarva modro, le da svetleje kot pri pH-vrednosti 10. Dokaz o izidu poskusa prikazuje Slika 15, na kateri so razvidni končni rezultati.

Pridobivanje tega indikatorja bi bilo okolju prijaznejše zaradi uporabe snovi, ki ne škodujejo zdravju in niso strupene. Dodan je le etanol, ki je nevaren v primeru zaužitja ter vnetljiv.

7 POSKUS 2: Izdelava indikatorskega papirja

7.1 Potrebščine in pripomočki

- ❖ steklene čaše, erlenmajerica, lij
- ❖ ekstrakt rdečega zelja z destilirano vodo (postopek izdelave je že podan pri prejšnjem poskusu)
- ❖ filtrirni papir
- ❖ kovinska škatlica
- ❖ univerzalni indikator
- ❖ pladenj
- ❖ citronska kislina, kis, mleko, natrijev hidrogenkarbonat, pecilni prašek
- ❖ destilirana voda, pitna voda, čistilo za kopalnico
- ❖ črna folija

7.2 Cilji

Cilj poskusa je ugotoviti ali se sprememba barve indikatorskega papirja ujema z rezultati iz poskusa 1.

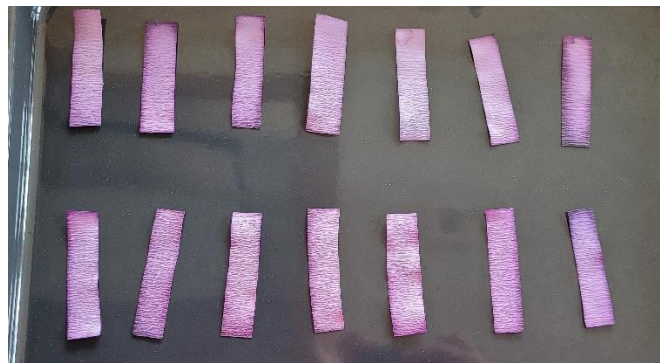
7.3 Postopek izdelave

1. Potrebujemo pripravljen ekstrakt rdečega zelja. Ekstrakt pripravimo po postopku, ki je pojasnjen pri prejšnjem poskusu. Nastalo raztopino prefiltriramo.



Slika 16: Filtriranje ekstrakta rdečega zelja (Vir: Lasten)

2. Med filtriranjem ekstrakta lahko že pričnemo z izdelavo indikatorskega papirja. Filtrirni papir narežemo na trakove širine 2 cm in dolžine 7 cm.
3. Pri filtriranju dobljeno snov segrevamo, da koncentriramo raztopino.
4. Papirnate trakove, ki smo jih naredili pri 2. koraku, namočimo v koncentriran ekstrakt. Razporedimo jih na pladenj in nanje še dodatno naneseemo ekstrakt z žličko ali s čopičem.
5. Pladenj pokrijemo s črno folijo, ki prepreči izpostavljenost svetlobi. S tem preprečimo, da bi barva zbledela. Indikatorski papir se je sušil dva dni.



Slika 17: Posušeni indikatorski papir (Vir: Lasten)

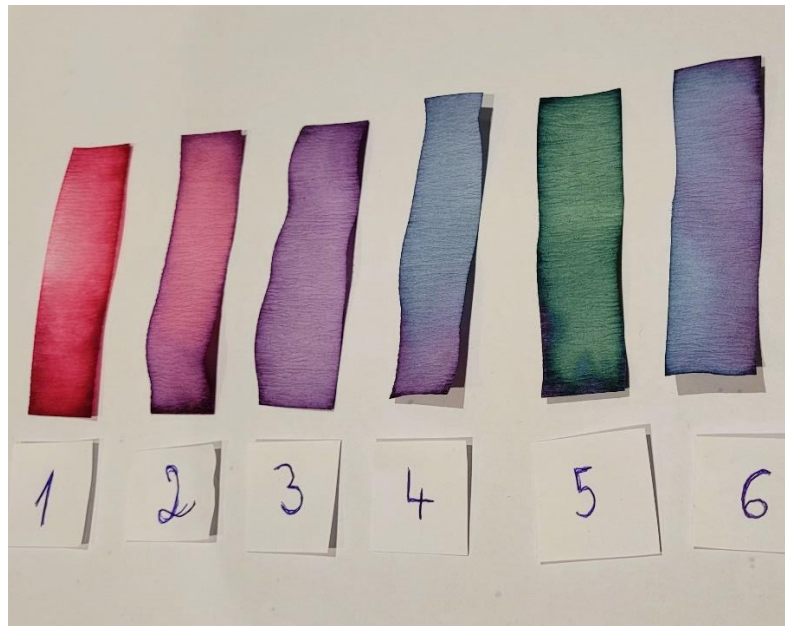
6. Posušeni indikatorski papir shranimo v kovinsko škatlico, ki ne prepušča svetlobe. V primeru, da takšne škatlice nimamo, ga lahko shranimo v katero koli drugo, ki jo ovijemo v črno folijo. V škatlico lahko damo sušilno sredstvo, kot je silica gel.



Slika 18: Shranjen indikatorski papir (Vir: Lasten)

7.4 Izvedba poskusa

1. Za izvedbo poskusa je potrebno pripraviti vodne raztopine citronske kisline, kisa, mleka, natrijevega hidrogenkarbonata, čistila za kopalnico ter pitne vode. Raztopine pripravimo v steklenih čašah.
2. V vsako vodno raztopino pomočimo indikatorski papir in počakamo na rezultate.



Slika 19: Obarvani trakovi indikatorskega papirja (Vir: Lasten)

7.5 Ugotovitve

Primerjava rezultatov na papirčkih nam da enak rezultat kot v raztopinah. Razlika je le pri rezultatu obarvanosti vodne raztopine natrijevega hidrogenkarbonata pri poskusu 1 in poskusu 2. Pri pH-vrednosti 8 se je indikatorski papir obarval zelenkasto. Razlika je morda posledica manjše količine ekstrakta, ki ga je filtrirni papir absorbiral.

8 STROŠKOVNIK INOVACIJSKEGA PREDLOGA

Tabela 1 (Lastni vir)

Izdelek	Količina izdelka	Cena
70-odstotni etanol	200 ml	9 €
destilirana voda	1,5 l	1 €
filtrirni papir	58 x 58 cm	0,65 €
rdeče zelje	2 kg	3 €
		13,65 €

Indikatorski papir (100 lističev: 5 x 2 cm)

Tabela 2 (Lastni vir)

Material	Količina materiala	Cena
filtrirni papir	10 dm ²	0,19 €
rdeče zelje	150 g	0,23 €
destilirana voda	200 ml	0,13 €
		0,55 €

Ekstrakt iz rdečega zelja (100 ml)

Tabela 3 (Lastni vir)

Material	Količina materiala	Cena
70-odstotni etanol	50 ml	2,25 €
rdeče zelje	150 g	0,23 €
destilirana voda	200 ml	0,13 €
		2,61 €

8.1 Stroškovnik industrijsko pridobljenih indikatorjev

Tabela 4 (Lastni vir)

Umetni indikatorji	Količina	Cena
lakmusov papir	100 lističev	6,36 €
fenolftalein	100 ml	5,53 €
metiloranž	25 g	17,18 €

9 ANALIZA REZULTATOV

Ovreči moram svojo drugo hipotezo, saj se je izkazalo, da univerzalnega indikatorja ne bi bilo možno popolnoma nadomestiti z indikatorjem iz rdečega zelja. Za ta indikator ni uveljavljene barvne pH lestvice, zato ga ne bi mogli uporabljati v medicini.

Rezultati pri poskusih z indikatorskim papirjem ter obstojnim ekstraktom se skoraj popolnoma ujemajo, zato svojo prvo hipotezo potrjujem. Majhna razlika se je pojavila le pri vodni raztopini natrijevega hidrogenkarbonata. Pokaže se zeleno obarvanje, pri poskusu z obstojnim indikatorjem pa je zelenomodro obarvanje. Ta ugotovitev me je presenetila, saj sem pričakovala, da bodo rezultati pri obeh poskusih enaki. Morebiten vzrok za to majhno razliko je manjša koncentracija barvila, ki jo je absorbiral filtrirni papir. Zaradi tega so morda odtenki barv svetlejši kot raztopine, obarvane z obstojnim ekstraktom.

Izdelava indikatorskega papirja in obstojnega indikatorja iz soka rdečega zelja je cenejša od nakupa lakmusovega papirja ali ostalih umetno pridobljenih indikatorjev, kot sta na primer fenolftalein in metiloranž. Za proizvodnjo fenolftaleina uporabljajo fenol, ki je nevarna kemikalija. Hipotezo potrjuje primerjava stroškovnika inovacijskega predloga in stroškovnika navedenih industrijsko pridobljenih indikatorjev. Če uporabljamo na ta način pridobljena barvila v šoli, s tem varujemo okolje ter prihranimo nekaj sredstev za nabavo. Otroci v vrtcu ter učenci prve in druge triade lahko preizkušajo indikatorski papir iz rdečega zelja, ki je zdravju neškodljiv. Pri uporabi obstojnega indikatorja iz rdečega zelja, ki vsebuje alkohol, moramo upoštevati zaščito pri delu, saj je barvilo vnetljivo – primerno za učence zadnje triade.

10 DRUŽBENA ODGOVORNOST

Poznamo različna načela družbene odgovornosti, po katerih bi se naj ravnali. Vrednost naloge vidim v tem, da so pripravljene indikator, raztopina in papirčki bolj obstojni in takoj uporabni. Edini večji strošek je uporaba 70-odstotnega etanola. Če indikatorja ustrezno hranimo, sta dolgo obstojna in ne predstavljata grožnje za okolje.

Vrednost vidim tudi v tem, da imajo učitelji/učiteljice in vzgojitelji/vzgojiteljice pripravljene pripomočke za motivacijo otrok in kvalitetno delo pri pouku. Glede na ponujene preproste postopke lahko učitelji sami pripravijo barvila v različnih oblikah. Naloga učiteljev je, da otroke v vrtcih in učence že zgodaj navdušujejo za razumevanje procesov v naravi in njeno delovanje.

Prav tako želim navdušiti učence prve in druge triade za naravoslovje, zato bomo skupaj izvedli poskuse.

11 PRILOGE

11.1 Priloga 1: Učni list za učence prve triade

BARVILO IZ RDEČEGA ZELJA LAHKO SPREMENI BARVO

Ali ste vedeli, da lahko barvilo iz rdečega zelja spremeni barvo? Da bomo to dokazali, bomo skupaj naredili nekaj poskusov.



Zakaj rdeče zelje spremeni barvo v stiku z nekaterimi snovmi?

Rdeče zelje vsebuje barvila zaradi katerih spremeni barvo v stiku s snovmi iz našega gospodinjstva. To lastnost lahko dokažemo tako, da v raztopine pomočimo obarvan papir iz rdečega zelja.

POSKUS

Čaša 1: limonin sok in voda – kisl raztopina



Slika 1: Limonin sok

Čaša 2: milo in voda – bazična raztopina






Slika 2: Trdo milo

Čaša 3: mleko in voda – kisl raztopina



Slika 3: mleko

POSKUS	ŠT. 1	ŠT. 2	ŠT. 3
NAVODILO	V čašo 1 pomoči indikatorski papirček iz rdečega zelja in opazuj kako se bo obarval.	V čašo 2 pomoči indikatorski papirček iz rdečega zelja in opazuj kako se bo obarval.	V čašo 3 pomoči indikatorski papirček iz rdečega zelja in opazuj kako se bo obarval.
Pobarvaj slikanico z barvo, ki jo po opravljenem poskusu opaziš na papirju.			

Slika 4: Slikanica zajca in zelja

Slika 5: Slikanica zajca in zelja

Slika 6: Slikanica zajca in zelja

11.2 Priloga 2: Vprašalnik o delu za učence prve triade

ODGOVORI NA VPRAŠANJA

Ali so ti bili poskusi zanimivi? Zakaj?



Kako si se pri tem počutil/a?

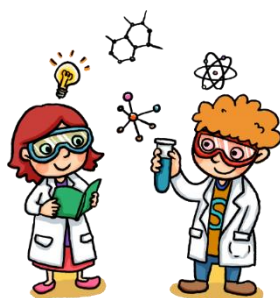
Slika 7: Prikaz razpoloženja

Kaj si se naučil/a?



Slika 8: Učenec

Ali bi rad/a izvedel/a več o predmetu kemija?



Slika 9: Učenca kemije

11.3 Viri slik

Slika 1: **Vizita.si: Pijte limonin sok, če se spopadate s temi težavami**

Slika 2: **PLANET lepote: Neprimernost trdih mil**

Slika 3: **Viva: Je mleko res dobro za kosti?**

Slika 4, Slika 5, Slika 6: **Dreamstime: Cartoon**

Slika 7: **Quizizz: Feeling in Thai**

Slika 8: **Fakulteta za ekonomijo in informatiko: Delavnica KC »Uspešno učenje«**

Slika 9: **osmkj.si: Državno tekmovanje iz znanja kemije**

12 VIRI IN LITERATURA

12.1 Knjižni viri

Atkins P. W., Frazer M. J., Clugston M. J., Jones R. A. Y., KEMIJA-Zakoničnosti in uporaba, Ljubljana: Tehniška založba Slovenije, 1995

Boh, B., Cvirn T., Ferk V., 2000, Barvila in naravna barvila-Učbenik za izbirne vsebine kemije za osnovne šole in gimnazije ter srednje strokovne šole, Ljubljana: Tehniška založba Slovenije

12.2 Spletni viri

Stotinka: pH vrednost vode (elektronski vir) dostopna na URL naslovu:
<https://www.bazenistotinka.si/ph-vrednost-vode> (2. 10. 2021)

Eučbeniki: Kemija2 (elektronski vir) dostopni na URL naslovu:
<https://eucbeniki.sio.si/kemija2/606/index4.html> (3. 10. 2021)

Eučbeniki (elektronski vir) dostopni na URL naslovu:
<https://eucbeniki.sio.si/kemija2/609/index4.html> (3. 10. 2021)

Wikipedia-Litmus paper (elektronski vir) dostopna na URL naslovu:
<https://en.wikipedia.org/wiki/Litmus> (13. 10. 2021)

Wikipedia-Phenolphthalein (elektronski vir) dostopna na URL naslovu:
<https://en.wikipedia.org/wiki/Phenolphthalein> (23. 10. 2021)

Sodium media-Carbonization of concrete (elektronski vir) dostopna na URL naslovu:
<https://sl.sodiummedia.com/3933789-carbonization-of-concrete-what-is-it>
(26. 10. 2021)

Madehow-Litmus Paper (elektronski vir) dostopno na URL naslovu:
<http://www.madehow.com/Volume-6/Litmus-Paper.html> (11. 10. 2021)

Eučbeniki: Kemija8 (elektronski vir) dostopni na URL naslovu:
<https://eucbeniki.sio.si/kemija8/1228/index1.html> (7. 10. 2021)

Wikipedia: Antocijan (elektronski vir) dostopna na URL naslovu:
<https://sl.wikipedia.org/wiki/Antocijan> (14. 12. 2021)

Slovarček (elektronski vir) dostopen na URL naslovu: <https://kemija.net/slovarcek/2621>
(29. 11. 2021)

Kladnik botanika: Rdeče zelje (elektronski vir) dostopna na URL povezavi:
http://botanika.kladnik.xyz/zeleni-skrat/poskusi_sam/rdece_zelje.htm (3. 12. 2021)

Eučbeniki: Kemija 2 (elektronski vir) dostopni na URL naslovu:
<https://eucbeniki.sio.si/kemija2/606/index2.html> (5. 10. 2021)

Mikro Polo (elektronski vir) dostopen na URL naslovu:
<https://market.mikro-polo.si/index.aspx> (3. 3. 2022)