

MLADI ZA CELJE

raziskovalna naloga

NARAVNA BARVILA KOT pH INDIKATORJI

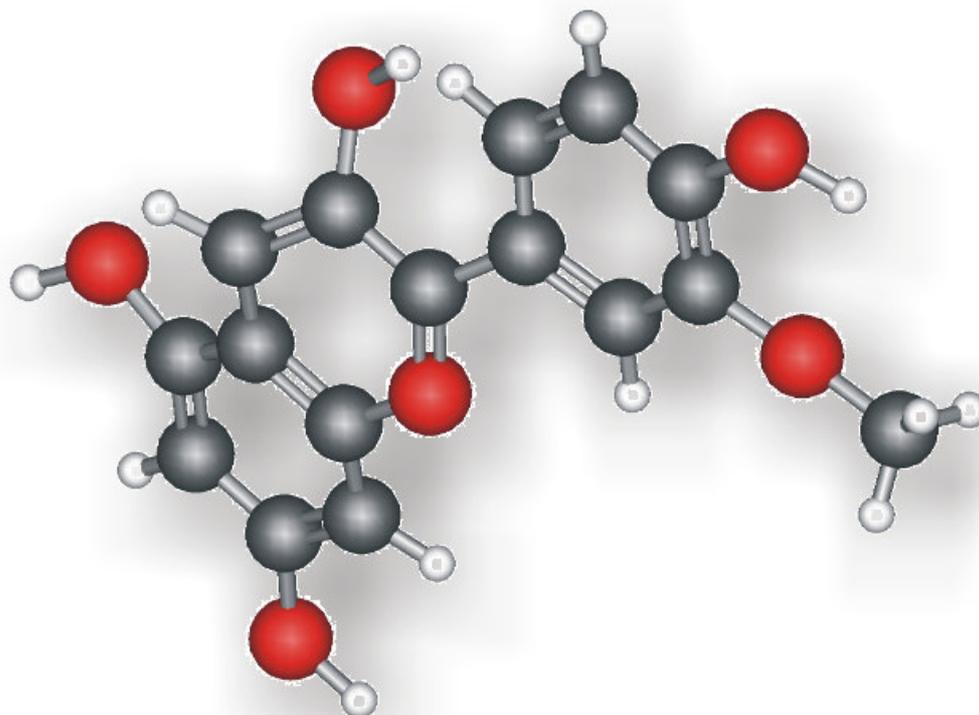
avtorji:

ZVEZDANA GARIĆ
ANJA ROŽANC
MARKO STOJAKOVIĆ

vsi 8. a

mentor:

BOŠTJAN ŠTIH



Osnovna šola Hudinja, marec 2005

POVZETEK

V naši raziskovalni nalogi smo skušali ugotoviti, kako se nekatera naravna barvila obnašajo pri spremembah pH vrednosti. Ugotovili smo, da se barva pri večini spremeni samo pri določeni pH vrednosti, nekaj barvil pa ima več preskokov. Najbolj po teh lastnostih izstopa barvilo iz listov rdečega zelja, ki se že obnaša skoraj kot univerzalni indikator.

Pri delu smo uporabljali eksperimentalne metode, delo z pisnimi viri in internetom. Pisno poročilo pa smo oblikovali z računalnikom.

KAZALO

POVZETEK	2
KAZALO	3
I UVOD	4
1.1 Teoretske osnove	5
1.1.1 Najpogostejša barvila v vzorcih	6
1.1.2 Zastopanost posameznih barvil v vzorcih	10
1.2 Opis raziskovalnega problema	11
1.3 Raziskovalna vprašanja	11
1.4 Hipoteze	11
1.5 Raziskovalne metode	12
1.5.1 Priprava vzorcev barvil	12
1.5.2 Priprava vzorcev z različnimi pH vrednostmi	12
1.5.3 Spremljanje spremembe barve barvila v puferskih raztopinah različnih pH vrednosti	13
1.5.4 Delo z literaturo	13
1.4.5 Oblikovanje pisnega poročila	13
2 OSREDNJI DEL	14
2.1 Predstavitev raziskovalnih rezultatov	14
2.1.1 Vzorci pridobljenih barvil	14
2.1.2 Barvne spremembe vzorcev pri različnih pH vrednostih	15
2.2 Diskusija	19
3 ZAKLJUČEK	20
4 VIRI IN LITERATURA	21
4.1 Literatura	21
4.2 Internetni naslovi	21
4.3 Viri slik	21

I UVOD

Ljudje imamo radi barve. Bolj pisani predmeti nas bolj privlačijo oziroma vzbudijo v nas več zanimanja kot enobarvni. Znano je, da od rojstva slepemu človeku ne moremo z nobenim, še tako živim pripovedovanjem »pričarati« barv. Človeško oko je potrebno, da pretvarja fotone svetlobe v živčno vzbujenje, ki v možganih ustvari sliko. Fotone svetlobe sprejmejo čutnice, ki vsebujejo pigment. Pri tem potečejo kemijske reakcije, ki sprožijo živčni impulz iz očesa do možganov.

V naravi najdemo mnogo barv v stotinah različnih odtenkov. Do konca 19. stoletja so ljudje znali pridobivati barvila iz mnogih rastlin, živali in mineralov. Nekatera barvila kot indigo in škrlat je bilo težko pridobivati, zato sta bila znana kot barvili kraljev.

Nekatera naravna barvila se lahko uporabljajo tudi kot pH indikatorji. Tak je npr. lakmus, ki ga pridobivajo iz nekaterih lišajev. Taki indikatorji spremenijo barvo v rang 2 pH stopenj. Različni indikatorji spremenijo pri različnih pH vrednostih, nekateri v kislem, nekateri pa v bazičnem mediju.¹¹

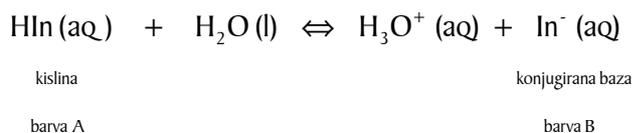
¹¹ Vegetable Dyes as indicators – na naslovu: http://web.centre.edu/beilstein/1311/dye_indicator.pdf

1.1 TEORETSKE OSNOVE

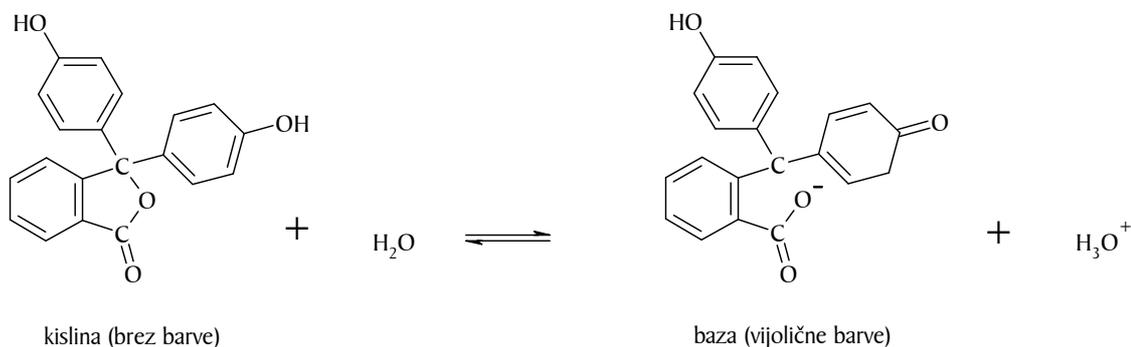
Kemiki uporabljajo indikatorje za razlikovanje med kislimi, bazičnimi in nevtralnimi snovmi. Indikatorji so snovi, ki se različno obarvajo v kisli oziroma v bazični vodni raztopini. Za indikatorje so zlasti primerna barvila, ki so največkrat rastlinskega ali živalskega izvora, lahko pa jih pridobivajo tudi umetno. V vsakdanji rabi največkrat uporabljamo štiri indikatorje: raztopino lakmusa, barvilo iz rdečega zelja, raztopino metiloranža in raztopino fenolftaleina. pH vodne raztopine lahko določimo z univerzalnim indikatorjem. To je zmes barvil, ki jo uporabljamo kot raztopino ali kot univerzalni indikatorski papir. (Zbašnik, 2003)⁸

Kislinsko – bazni indikatorji, imenujemo jih tudi pH indikatorji, so snovi, ki s pH vrednostjo spreminjajo barvo. Običajno so to šibke kisline oz. baze, ki v vodni raztopini delno razpadejo na ione.

Predpostavimo, da je nek indikator šibka kislina s formulo HIn. V ravnotežju je enačba ravnotežja:



Kislina in njena konjugirana baza imata različni barvi. Pri nizkih pH vrednostih je koncentracija oksonijevih ionov visoka in ravnotežje se pomakne v levo. Raztopina ima torej barvo A. Pri visokih pH vrednostih pa je koncentracija oksonijevih ionov nizka in ravnotežje se pomakne v desno. Raztopina ima barvo B. Primer za tak tip indikatorja je fenolftalein:



⁸ Zbašnik, I.: Kemija, učbenik za 9. razred, str. 8 – 9.

Fenolftalein je brezbarvna, šibka kislina ki v vodi disociira. Njena konjugirana baza je anion, ki daje raztopini vijolično barvo. V kislih pogojih je ravnotežje pomaknjeno v levo in koncentracija anionov je premajhna, da bi se videlo vijolično obarvanje. V alkalnih pogojih pa je ravnotežje pomaknjeno v desno in koncentracija anionov se tako poveča, da vijolično obarvanje lahko opazimo.

Različni indikatorji spremenijo barvo pri različnih pH vrednostih. V tabeli so navedeni nekateri najbolj pogosti:

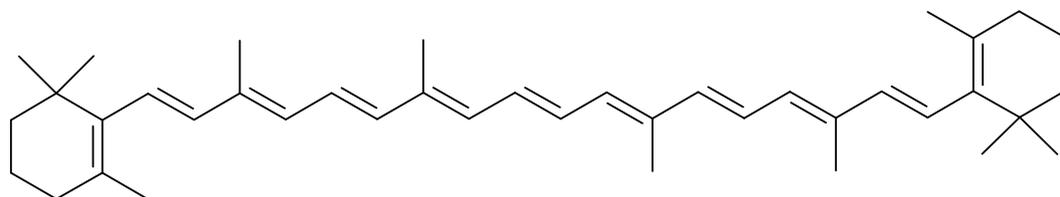
indikator	barva v kislem	barva v bazičnem	pH preskoka
Timol modro (I)	rdeča	rumena	1,2 – 2,8
Metiloranž	rdeč	rumen	3,2 – 4,4
Bromkrezol zeleno	rumena	modra	3,8 – 5,4
Metil rdeče	rumena	rdeča	4,8 – 6,0
Bromtimol modro	rumena	rdeča	6,0 – 7,6
Timol modro (II)	rumena	modra	8,0 – 9,6
Fenolftalein	brezbarve	vijolična	8,2 – 10,0

Univerzalni indikator je zmes različnih indikatorjev, ki daje različne barvne spremembe v širokem pH območju. Tako lahko ob dodatku nekaj kapljic univerzalnega indikatorja v raztopino približno določimo pH te raztopine.¹⁰

1.1.1 NAJPOGOSTEJŠA BARVILA V VZORCIH

β - karoten

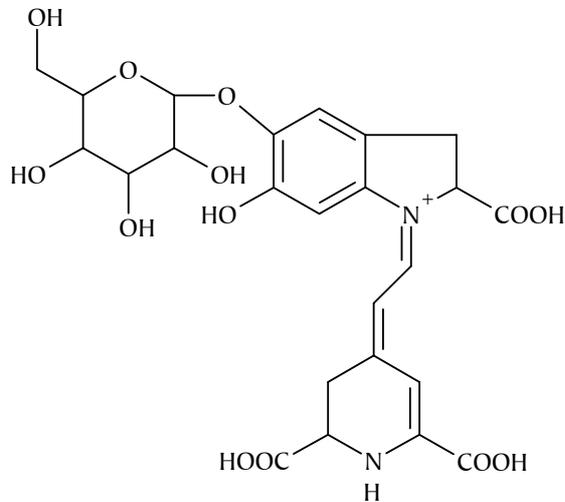
Je rdeče oranžno barvilo. Najdemo ga v koreninah korenja, plodovih paradižnika in rdeče paprike, češnjah, breskvah in lubenicah, pestičih žafrana, ter v zelenih delih višjih rastlin, praproti, mahov in alg.



¹⁰ Acid-Base Indicators and Titrations – na naslovu: <http://www.ch.ic.ac.uk/vchemlib/course/indi/indicator.html>

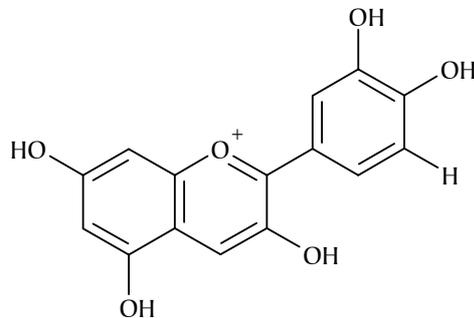
Betainin

Je rdeče barvilo, ki ga najdemo v gomoljih rdeče pese. Absorbira svetlobo valovne dolžine 530 nm.



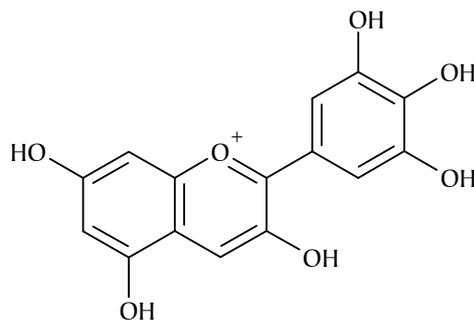
Cianidin

Je temnordeče barvilo, ki absorbira svetlobo valovne dolžine 535 nm. Najdemo ga v plodovih šipka, cvetovih vrtnic in maka, plodovih češenj, brusnic, črnega ribeza, rdečega grozdja, olupkih čebule, listih rdečega zelja, v plodovih sliv, jagod itd.



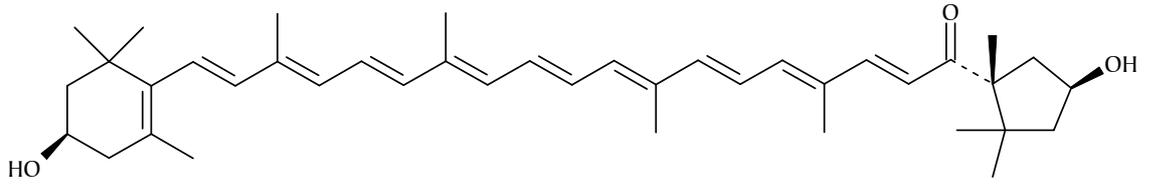
Delfinidin

Je škrlatnomodro barvilo, ki absorbira svetlobo valovne dolžine 546 nm. Nahaja se v plodovih rdečega grozdja, črnega ribeza, borovnic, v cvetovih vijolic itd.



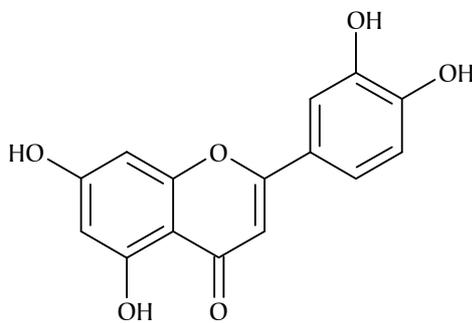
Kapsantin

Je rdeče barvilo, ki ga najdemo v plodovih rdeče paprike.



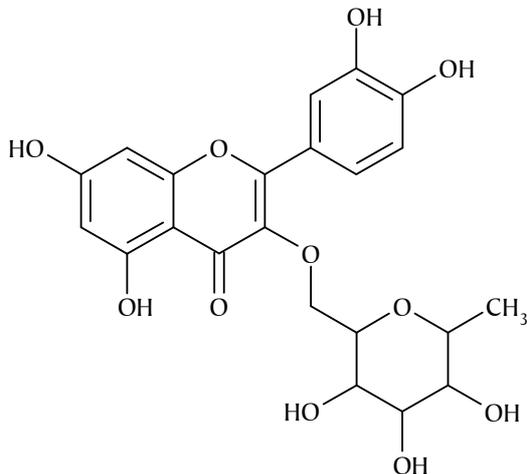
Kvercetin

Je rdeče barvilo, ki ga najdemo v suhih luskolistih čebule, plodovih divjega kostanja, pravem čaju ter hrastovemu lesu.



Kvercitrin

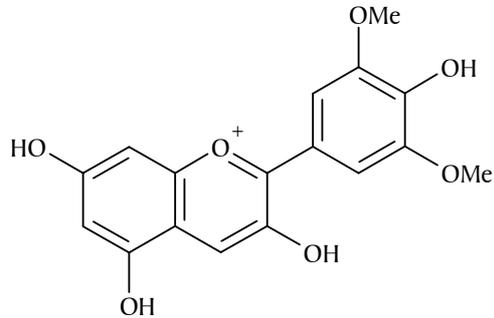
Je rumeno barvilo v suhih luskolistih čebule, plodovih divjega kostanja in pravega čaja



Malvidin

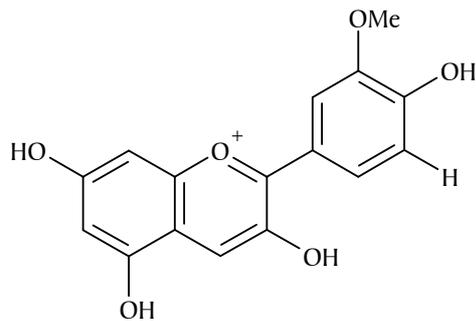
Je škrlatno barvilo v plodovih rdečega grozdja, ter v mnogih rdečih in modrih cvetovih.

Absorbira svetlobo valovne dolžine 542 nm.



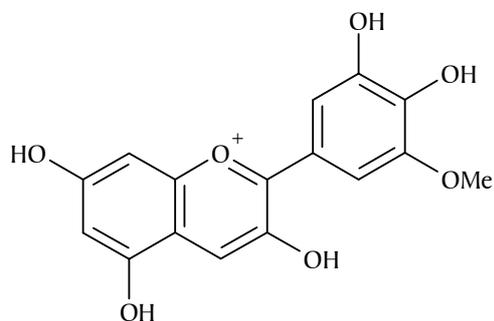
Peonidin

Je rdeče barvilo iz suhih luskolistov čebule, plodov rdečega grozdja, borovnic, češenj ipd. Absorbira svetlobo valovne dolžine 532 nm.



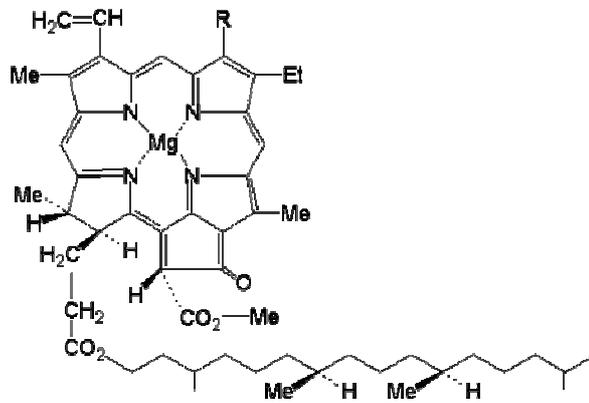
Petunidin

Je škrlatno barvilo iz cvetov petunije, listov rdečega zelja, plodov rdečega grozdja, borovnic itd. Absorbira svetlobo valovne dolžine 543 nm.



Klorofil

Je zeleno barvilo, ki se nahaja v zelenih delih višjih rastlin, mahov, praproti, alg in modrozelenih bakterijah.



- a. R=CH₃
b. R=CHO

vir: <http://www.h.chiba-u.ac.jp/florista/ando/hanron/05/chlorophyll.gif>

1.1.2 ZASTOPANOST POSAMEZNIH BARVIL V VZORCIH

	radič	zelje	rjava čebula	rdeča čebula	rdeče vino	rdeča pesa	hibiskus	pravi čaj	zelena solata	borovnica
β-karoten	X	X							X	
lutein	X	X							X	
klorofil a in b	X	X							X	
betanin						X				
kvercetin			X	X				X		
kvercitrin			X	X				X		
delfinidin					X					X
cianidin	X			X	X		X			
peonidin			X	X	X		X			X
malvidin					X					
petunidin		X			X		X			X

Tabela 1: Prisotnost nekaterih barvil v vzorcih (Boh, 2000)²

² Boh, B., in sod.: Barvila in naravna barvila, CD

1.2 OPIS RAZISKOVALNEGA PROBLEMA

K naši raziskovalni nalogi nas je spodbudil zelo vsakdanji dogodek. Ko smo v hibiskusov čaj dodali limonin sok, se je barva čaja iz temnordeče spremenila v svetlordečo. Iz tega smo sklepali, da snovi, ki so v čaju, spremenijo barvo, ko se ob dodatku limoninega soka zniža pH. Poleg tega smo med iskanjem teme naleteli na raziskovalno nalogo, kjer so učenci z naravnimi barvili barvali tkanine in ugotavljali, ali se barva tkanine spremeni po pranju. Ugotovili so, da se. Iz tega smo pa sklepali, da snovi, s katerimi so barvali, spremenijo barvo pri povišanem pH. V šoli pa smo pri pouku kot indikator uporabljali barvilo iz rdečega zelja, ki je pri različnih pH vrednostih spreminjal barve. Zaradi tega smo sklepali, da se tudi ostala barvila obnašajo podobno.

1.3 RAZISKOVALNA VPRAŠANJA

Zanimali so nas odgovori na naslednja raziskovalna vprašanja:

- Ali imajo snovi iz nekaterih vrst sadja oz. zelenjave različno barvo pri različnih pH vrednostih?
- Ali lahko naravna barvila iz nekaterih sadja oz. zelenjave uporabimo kot alternativo za sintetična pri ugotavljanju pH vrednosti?
- Ali je v primeru podobnih barvnih sprememb različnih snovi mogoče sklepati na prisotnost podobnih barvil v teh snoveh.

1.4 HIPOTEZE

- Snovi iz nekaterih vrst sadja oz. zelenjave imajo različno barvo pri različnih pH vrednostih.
- Snovi iz nekaterih sadja oz. zelenjave lahko uporabimo kot alternativo za ugotavljanje pH vrednosti, če ne potrebujemo natančnih rezultatov.
- Na osnovi podobnih barvnih sprememb je mogoče sklepati na prisotnost podobnih barvil v teh snoveh.

1.5 RAZISKOVALNE METODE

1.5.1 PRIPRAVA VZORCEV BARVIL

Osnovna metoda pridobivanja barvila je bila v večini primerov ekstrakcija z vročo vodo. Rastlinski material smo v čaši prelili s 100 mL vrele vode, čašo prekrili in pustili 10 minut, nato pa ohlajeno zmes filtrirali preko filtrirnega papirja. Uporabili smo naslednji material:

- suhi luskolisti dveh srednjevelikih čebul (rjava oz. rdeča)
- posušeni cvetovi hibiskusa (material iz petih filter vrečic čaja)
- posušeni listi indijskega čaja (material iz petih vrečic čaja)
- narezani sveži listi rdečega zelja, radiča oz. zelene solate (100 g)

Barvilo iz plodov borovnic smo pridobili tako, da smo zamrznjene borovnice najprej odtalili, nato pa prelili s 50 mL tople vode in zmečkali, nastalo kašo pa filtrirali. Barvilo iz rdeče pese smo pridobili tako, da smo 2 sveža korena (približno 100 g) olupili in naribali, dodali 50 mL tople vode in kašo filtrirali. Barvila iz rdečega vina nismo posebej pridobivali, pač pa smo uporabili kar samo vino (Refošk, Vina Koper I. 2003). Barvilo iz svežih listov zelene solate pa smo pridobili z ekstrakcijo z etanolom. Liste smo drobno narezali in jih v terilnici mečkali z absolutnim etanolom in kremenčevim peskom. Za 100 g solate smo porabili približno 100 mL etanola. Nastalo kašo smo filtrirali.

1.5.2 PRIPRAVA VZORCEV Z RAZLIČNIMI pH VREDNOSTMI

Ker vzorci barvil niso imeli vedno nevtralne pH vrednosti, smo želeli preprečiti preveliko spremembo pH vrednosti vzorca ob dodatku barvila, zato smo uporabili standardne puferske raztopine in sicer: (podajamo sestavo iz dokumentacije proizvajalca)⁹:

⁹ Laboratory chemicals, Katalog 2001/2002, Fluka Chemie GmbH, str. 272 - 273

pH 1:	HCl / KCl	pH 8:	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ / HCl
pH 2:	citronska kislina / HCl / NaCl	pH 9:	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ / HCl
pH 3:	citronska kislina / NaOH / NaCl	pH 10:	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ / NaOH
pH 4:	citronska kislina / NaOH / NaCl	pH 11:	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ / NaOH / KCl
pH 5:	citronska kislina / NaOH	pH 12:	NaH_2PO_4 / NaOH
pH 6:	citronska kislina / NaOH	pH 13:	$\text{C}_2\text{H}_3\text{NO}_2$ / NaCl
pH 7:	KH_2PO_4		

1.5.3 SPREMLJANJE SPREMEMBE BARVE BARVILA V PUFERSKIH RAZTOPINAH RAZLIČNIH pH VREDNOSTI

V 14 epruвет smo nalili po 10 mL puferske raztopine posamezne pH vrednosti. V vsako smo dodali 5 mL vzorca barvila in opazovali barvo raztopine. V 14. epruветo smo dali raztopino NaOH v destilirani vodi, ki je imela pH približno 14. To smo ugotavljali z indikatorskimi lističi, saj ima elektronski pH meter, ki smo ga uporabljali, merilno območje od 1 do 13.

1.5.4 DELO Z LITERATURO

V knjižnici in na internetu smo poiskali informacijo o našem raziskovalnem problemu. Informacij je kar precej, saj je tema kar precej raziskana, problem je bil, ker je večina literature zelo zahtevne.

1.5.5 OBLIKOVANJE PISNEGA POROČILA

Pisno poročilo smo oblikovali s programom MS Word 2003. Slikovni material smo obdelali s programom Adobe Photoshop Elements 2.0. Epruветe z vzorci barvil v različnih puferskih raztopinah smo fotografirali z digitalnim fotoaparatom Canon EOS 300D. Epruветe smo postavili pred belo ozadje. Fotografirali smo pri dnevni svetlobi, brez uporabe dodatnih virov svetlobe. Digitalne fotografije smo kasneje obdelovali z računalnikom.

Pri tem opozarjamo, da zaradi tehnologije izpisa barve na papirju niso popolnoma identične barvam vzorcev.

2 OSREDNJI DEL

2.1 PREDSTAVITEV RAZISKOVALNIH REZULTATOV

2.1.1 VZORCI PRIDOBLJENIH BARVIL

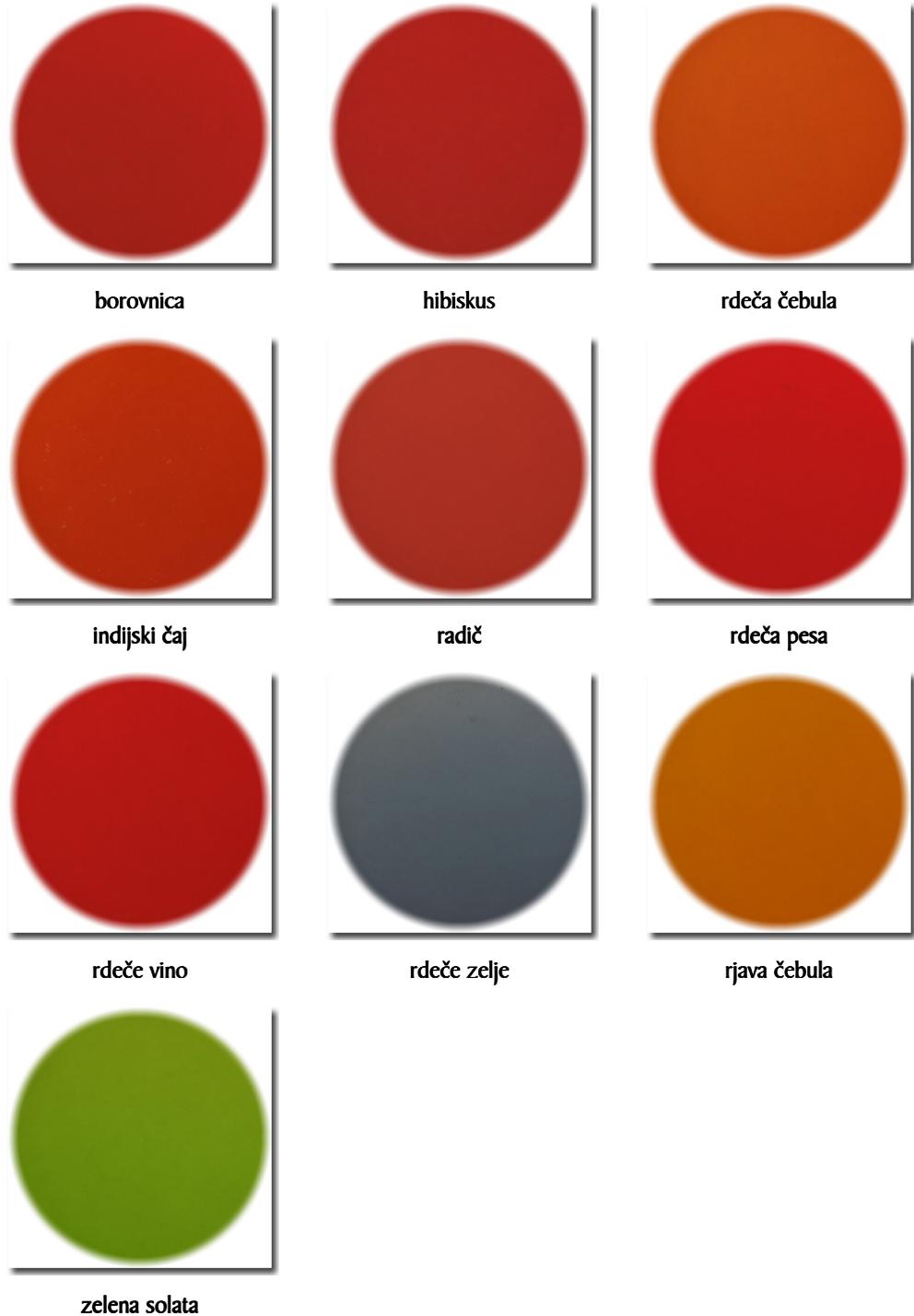


Tabela 2: Barvni toni barvil iz nekaterih vrst sadja oz. zelenjave

2.1.2 BARVNE SPREMEMBE POSAMEZNIH BARVIL PRI RAZLIČNIH pH VREDNOSTIH



Diagram 1: Barvna lestvica odtenkov barvil iz plodov borovnice med pH 1 in 14

Iz diagrama sta razvidna dva barvna preskoka. Prvi med pH 7 in pH 8 ni izrazit in kot tak nezanesljiv za kakršnekoli eksperimentalno uporabo. Bolj izrazit je preskok barve med pH 11 in pH 12. Ta preskok je dobro opazen, kar pomeni, da bi lahko to barvilo iz plodov borovnice uporabili kot potencialni indikator za titracijo, kjer bi nas zanimal omenjen preskok.

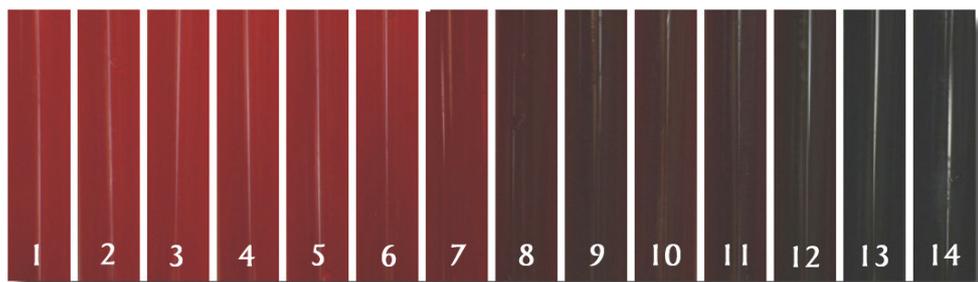


Diagram 2: Barvna lestvica odtenkov barvil iz posušenih cvetov hibiskusa med pH 1 in 14

Na diagramu se dobro vidi, da je barvilo iz posušenih cvetov hibiskusa v alkalnem okolju drugače obarvano kot v kislem. Vendar sam barvni preskok med pH 7 in pH 8 po našem mnenju ni preveč izrazit tako, da barvila iz posušenih cvetov hibiskusa ne bi mogli uporabiti kot indikator pri npr. kislinsko bazni titraciji, bi pa bilo dovolj dobro za ugotavljanje, ali je neka raztopina kislila ali bazična.

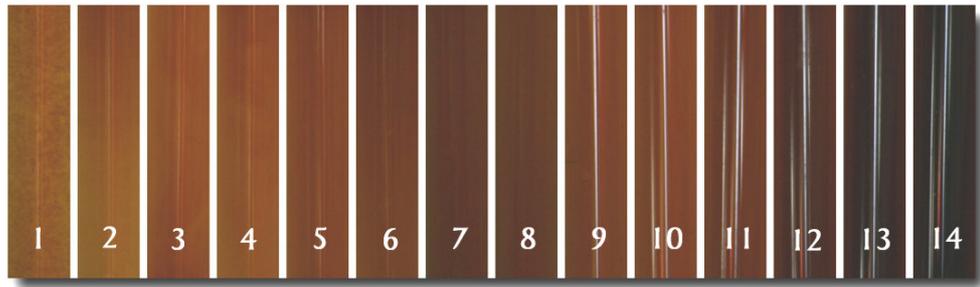


Diagram 3: Barvna lestvica odtenkov barvil iz indijskega čaja med pH 1 in 14

Iz rezultatov poskusa, ki jih prikazuje diagram 3, je razvidno, da se barvila iz indijskega čaja ne spreminjajo veliko s pH vrednostjo. Takega barvila ne moremo uporabiti v kakršne koli eksperimentalne namene.

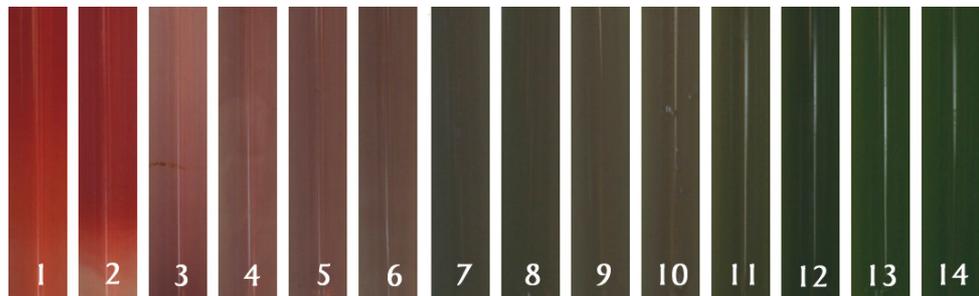


Diagram 4: Barvna lestvica odtenkov barvil iz listov svežega rdečega radiča med pH 1 in 14

Najbolj izrazit preskok, ki se ga da razbrati iz diagrama 4, je med pH 2 in pH 3. Preskok med pH 6 in pH 7 pa ni izrazit. To barvilo bi pogojno lahko uporabili za ugotavljanje, ali imamo v neki raztopini močno kislino ali močno bazo, saj je razlika v barvi med visokim in nizkim pH kar opazna. Za kakršno koli drugo resno delo, pa to barvilo kot indikator ni primerno.

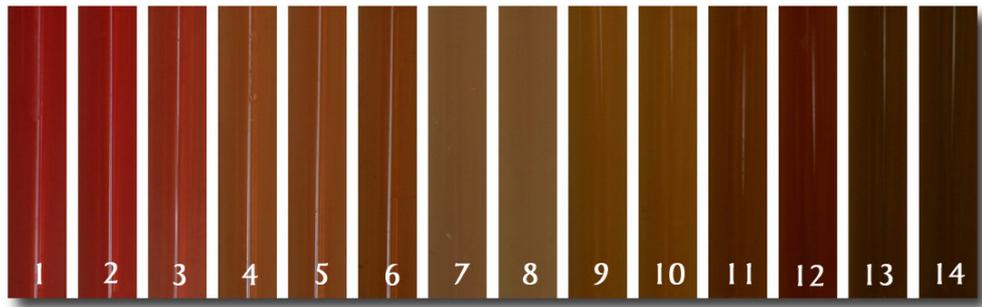


Diagram 5: Barvna lestvica odtenkov barvil iz suhih luskolistov rdeče čebule med pH 1 in 14

Barvilo rdeče čebule kot indikator ni primerno, saj med različnimi pH vrednostmi ni opaznih razlik v barvi. Opazna je samo razlika v barvi med zelo nizkimi in zelo visokimi pH vrednostmi.

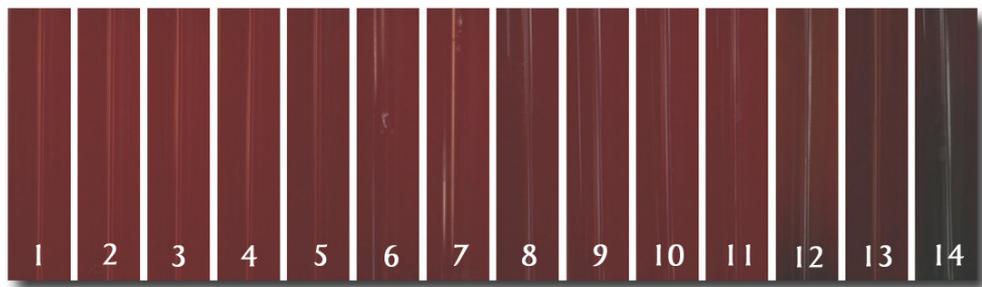


Diagram 6: Barvna lestvica odtenkov barvil iz korenine rdeče pese med pH 1 in 14

Barvilo iz korenin rdeče pese prav tako ni primerno za uporabo kot indikator, ker ni nobenih večjih razlik v barvi med posameznimi pH vrednostmi.

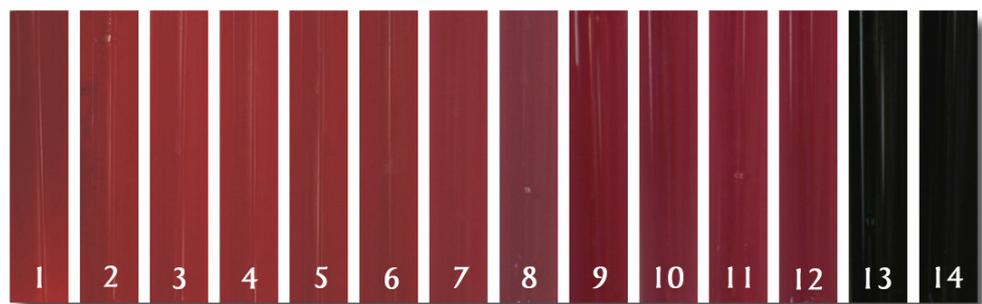


Diagram 7: Barvna lestvica odtenkov barvil iz rdečega vina med pH 1 in 14

Barvilo iz rdečega vina ima lep preskok med pH 12 in pH 13. Če potrebujemo tak preskok pri titraciji, bi bilo barvilo iz rdečega vina dober indikator.

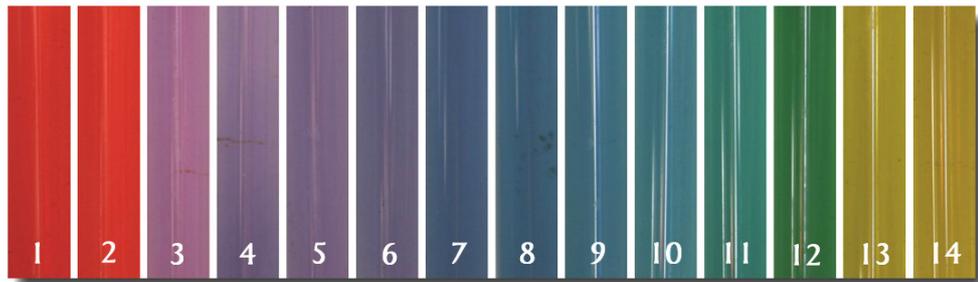


Diagram 8: Barvna lestvica odtenkov barvil iz listov svežega rdečega zelja med pH 1 in 14

Barvilo iz rdečega zelja ima 4 izrazite barvne preskoke in kot takega bi ga lahko pogojno uporabili kot alternativo za univerzalni indikator, pod pogojem seveda, da ne potrebujemo neke velike natančnosti, pač pa samo zelo približno pH vrednost neke raztopine.



Diagram 9: Barvna lestvica odtenkov barvil iz suhih luskolistov rjave čebule med pH 1 in 14

Barvilo iz suhih luskolistov rjave čebule ima neizrazit preskok med pH 11 in pH 12. V nobenem primeru, ga ne moremo uporabiti kot indikator.

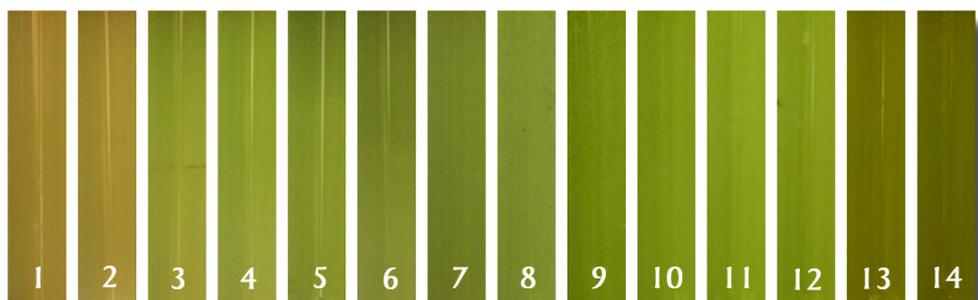


Diagram 10: Barvna lestvica odtenkov barvil iz svežih listov zelene solate med pH 1 in 14

Barvilo iz listov zelene solate ima dva preskoka in sicer med pH 2 in 3 ter med pH 12 in 13. Vendar sta oba prehoda preveč neizrazita, da bi tako barvilo lahko uporabili kot indikator.

2.2 DISKUSIJA

Na začetku raziskovalne naloge smo postavili 3 hipoteze in jih z eksperimentalnimi podatki poskušali potrditi.

V prvi hipotezi trdimo, da imajo snovi iz nekaterih vrst sadja oz. zelenjave različno barvo pri različnih pH vrednostih. Te hipoteze ne moremo docela potrditi, najbolj velja za barvilo iz listov rdečega zelja, kjer smo dobili pet različnih odtenkov. Sicer pa pri barvilu iz plodov borovnice v osnovi dobimo tri različne odtenke, prav tako tudi barvilo iz suhih listov rdeče čebule, ter zelenih listov solate. Štiri odtenke smo dobili pri barvilu iz listov rdečega radiča. Barvila iz rdečega vina, suhih luskolistov rjave čebule, posušenih listov indijskega čaja ter posušenih cvetov hibiskusa dajejo dva barvna odtenka, medtem ko pri barvilu iz korenin rdeče pese ni razvidnih nekih bistvenih sprememb.

Druga hipoteza trdi, da lahko, za določanje pH vrednosti, snovi iz nekaterih vrst sadja in zelenjave uporabimo kot alternativo nasproti sintetičnim indikatorjem, če ne potrebujemo natančnih rezultatov. Te hipoteze ne moremo potrditi za nobeno od testiranih snovi, razen za barvilo iz listov rdečega zelja, s katerim bi morda lahko merili pH vrednost z natančnostjo 2 stopenj.

Potrdimo pa lahko tretjo hipotezo, ki pravi, da lahko na osnovi podobnih barvnih sprememb sklepamo na prisotnost podobnih barvil v rastlini. Lep primer sta vzorca iz rdečega radiča in rdečega zelja. Kot navaja Boh (2000)² v obeh rastlinah med ostalim najdemo β -karoten, ksantofil-lutein, klorofil a in b. Pri obeh pa zaznamo preskok barve v približno istem pH območju, kar je razvidno iz diagramov 4 in 8. Podoben rezultat dobimo ob primerjavi rezultatov testiranja barvil iz svežih plodov borovnice in rdečega vina. Oba vzorca med drugim vsebujeta delfinidin, peonidin ter petunidin in pri obeh pride do podobnega preskoka pri pH 12 oz. 13. Pri barvilu iz svežih plodov borovnice smo zaznali tudi neizrazit preskok pri pH 8, v bistvu enak preskok pa tudi pri barvilu iz posušenih cvetov hibiskusa. Če primerjamo sestavo vzorca vidimo, da oba poleg ostalih barvil vsebujeta peonidin in petunidin. Primerjamo lahko tudi vzorca iz posušenih luskolistov rdeče in rjave čebule, pri katerih zaznamo neizrazit preskok pri pH 12.

² Boh, B., in sod.: Barvila in naravna barvila, CD

3 ZAKLJUČEK

Rezultati, do katerih smo prišli pri naši raziskovalni nalogi, nas niso bistveno presenetili. Morda smo pričakovali malo več barvnih odtenkov. Zagotovo pa se je pokazalo, da je barvilo iz listov rdečega zelja kljub temu najbolj primerno kot alternativni kislinsko-bazni indikator. Le tega uporabljamo tudi v šoli. Vsekakor pa ni primeren za resnejše eksperimentiranje. Ostala barvila pa so še manj primerna.

Kljub temu smo dokazali, da so barvila v rastlinah tista, ki lahko v kislem okolju odbijajo svetlobo drugačne valovne dolžine kot v bazičnem okolju. Navsezadnje lahko ta pojav v naravi opazujemo pri hortenzijah, ki bodo spremenile barvo cvetov, če bomo prst v kateri raste potrosili z apnom. (Zbašnik, 2003)⁸

Pri samem delu nismo imeli večjih težav, predvsem smo morali paziti, da nismo pomešali vzorcev, ki jih je bilo kar precej.

Naši rezultati so rezultat lastnega eksperimentalnega dela. Pri delu smo se trudili, da smo bili čimbolj natančni, zato smo kak test tudi ponovili. Vseeno pa se ne morejo primerjati s kakšno resnejšo raziskavo, saj se nismo spuščali v kemijsko sestavo snovi niti v mehanizme reakcij, ki so potekale med testiranjem. Potrebno je omeniti tudi, da je bila večina literature na preveč zahtevni ravni, zato smo uporabili bolj ali manj razne učbenike in priročnike za osnovne in srednje šole.

Kljub temu, pa smo se kar nekaj naučili, najzanimivejši del izdelave raziskovalne naloge je bil seveda eksperimentiranje. Prvič pa smo se srečali tudi z računalniškimi programi za risanje kemijskih formul.

⁸ Zbašnik, I.: Kemija, učbenik za 9. razred, str. 8 – 9.

4 VIRI IN LITERATURA

4.1 LITERATURA

1. Atkins, P. W. in sod.: Kemija, zakonitosti in uporaba, Tehniška založba Slovenije, Ljubljana 1995.
2. Boh, B., in sod.: Barvila in naravna barvila, CD in delovni zvezek, Tehniška založba Slovenije, Ljubljana 2000.
3. Holman, J.: Svet snovi, Založba Obzorja, Maribor 1998.
4. Kobal, E.: Kemija za vedoželjne, DZS, Ljubljana 1994.
5. Kopitar, K. in sod.: Barvanje tkanin z naravnimi barvili, raziskovalna naloga, OŠ Hudinja, Celje 2002.
6. Lazarini, F., Brenčič, J.: Splošna in anorganska kemija, DZS, Ljubljana 1989.
7. Ryan, L.: Kemija, Preproste razlage kemijskih pojavov, Tehniška založba Slovenije, Ljubljana 2000.
8. Zbašnik, I. in sod.: Kemija, Učbenik za 9. razred, Tehniška založba Slovenije, Ljubljana 2003.
9. Laboratory chemicals, Katalog 2001/2002, Fluka Chemie GmbH.

4.2 INTERNETNI NASLOVI

10. Acid-Base Indicators and Titrations – na naslovu:

<http://www.ch.ic.ac.uk/vchemlib/course/indi/indicator.html>

11. Vegetable Dyes as indicators – na naslovu:

http://web.centre.edu/beilstein/131L/dye_indicator.pdf

12. Cabbage Juice – pH indicator

<http://www.madsci.org/experiments/archive/859332497.Ch.html>

4.3 VIRI SLIK

Vse slike so avtorske razen formula klorofila, ki se nahaja na spletnem naslovu;

<http://www.h.chiba-u.ac.jp/florista/ando/hanron/05/chlorophyll.gif>