

1. ROSTLINNÁ BARVIVA - ACIDOBAZICKÉ INDIKÁTORY

Zadání: Na základě odlišné reakce následujících červených rostlinných barviv na změnu pH rozdělte trojici vybraných barviv do dvou skupin. Správnost svého rozdělení ověřte na podobnosti/odlišnosti strukturních vzorců barviv.

Chemikálie:

- rostlinný materiál obsahující červená barviva (v závorce uveden český a anglický název)
 - sušené červené růže (kyanidin – *cyanidin*)
 - dříví (pelargonidin – *pelargonidin*)
 - paprika (čerstvá či koření) (kapsanthin – *capsanthin*)
 - červené víno (malvidin – *malvidin*)
 - míšek z šípků (ne sušený) (lykopen – *lycopene*)
 - rybízová marmeláda (delfinidin – *delphinidin*)
 - červená řepa (betanidin – *betanidin*)
 - ibiškový čaj (delfinidin – *delphinidin*)
 - kečup (lykopen – *lycopene*)
 - rajčatová šťáva (lykopen – *lycopene*)
- kyselina sírová 5% (doma: ocet)
- hydroxid sodný 5% (doma: 5% roztok prací sody)

Pomůcky:

- tři zkumavky ve stojánku (doma: ne-hliníkové lžičce, víčka od přesnídávek, kelímky od jogurtu...)
- nůž
- třecí miska s tloučkem (doma: miska a vařečka, vidlička)
- tyčinka (doma: špejle)

Postup:

1. každou surovinu v třecí misce rozmělnit nebo nadrobno nakrájet (pokud nejde o kapalinu)
2. slít šťávu z rozmačkané suroviny, pokud nelze, nechat pokrájenou surovinu louhovat v malém množství teplé vody a výluh slít
3. do tří zkumavek nalít po řadě 3 ml: 5% kyseliny sírové, vody, 5% hydroxidu sodného
4. do každé ze tří zkumavek nalít 1 – 2 ml šťávy/výluhu
5. v každé z nádobek směs zamíchat
6. poznamenat si barvy šťávy v každé z nádobek

Pozorování:

Do následující tabulky запиšte (vybarvěte) barvy každé ze tří použitých surovin v prostředích s odlišným pH:

| <i>surovina</i> | <i>5% H₂SO₄</i> | <i>voda</i> | <i>5% NaOH</i> |
|-----------------|---------------------------------------|-------------|----------------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Úkoly:

1. Určete na základě barevných změn podle pH, které dvě suroviny obsahují červená barviva podobného typu:

.....

2. Vyhledejte strukturní vzorce použitých červených barviv (například vyhledávač Google – obrázky, použijte anglický název barviva) a vyberte ta dvě, která jsou podobného typu:

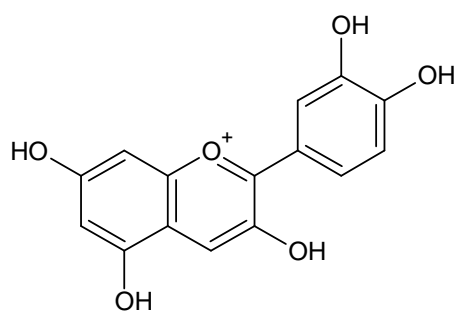
.....

Řešení:

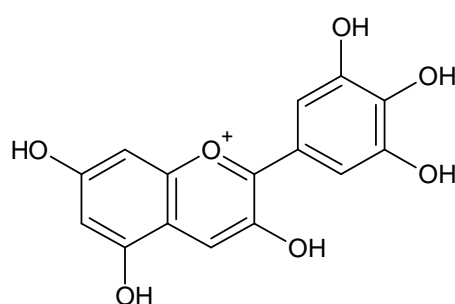
Červená barviva v uvedených surovinách lze na základě jejich struktury rozdělit do tří skupin – anthokyany, karotenoidy a betalainy. Ze všech skupin byla vybrána barviva, která jsou odstínem vzájemně co nejpodobnější, aby zbyl v experimentech prostor pro „moment překvapení“. Proto nebyl použit například oranžový beta karoten, ač je jinak velmi dobře dostupný (mrkev).

1. Anthokyany:

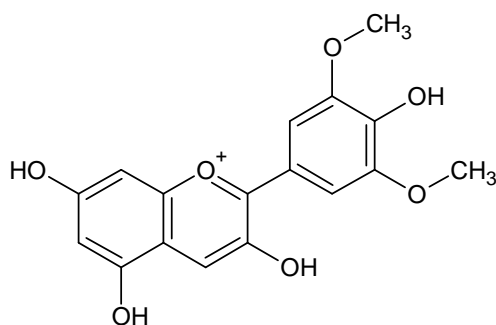
Jsou tvořeny cukernou (například glukosa) a necukernou složkou, tzv. anthokyanidinem, jímž může být například:



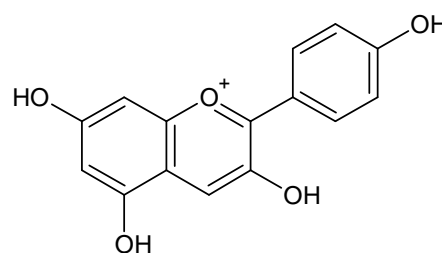
kyanidin



delfinidin



malvidin



pelargonidin

S rostoucím pH mění barvu z červené do modré až zelené (na fotografiích vždy zleva: kyselé prostředí, voda, zásadité prostředí):



ibiškový čaj



dříšťál



rybízová marmeláda



červené víno



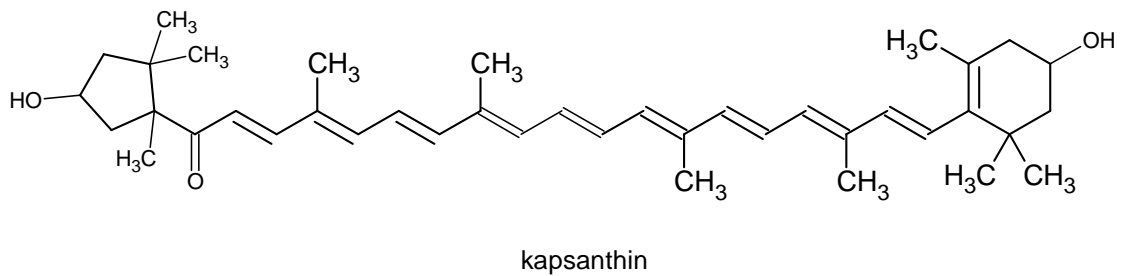
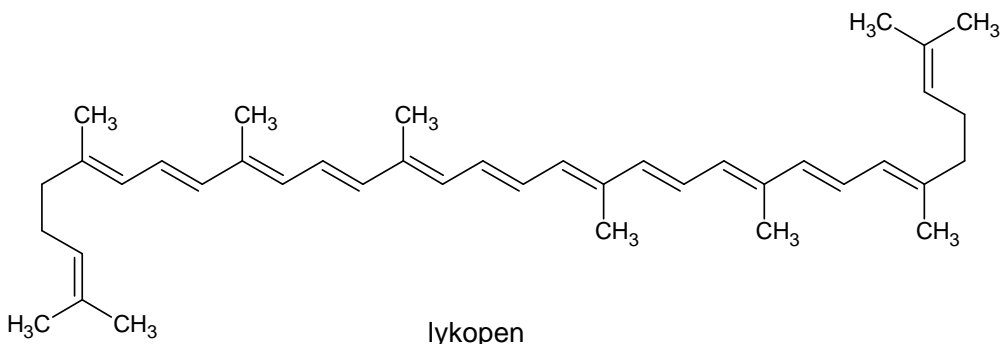
suchá červená růže



kůra svídy krvavé

2. Karotenoidy:

Tato barviva zahrnují jak nenasycené uhlovodíky (karoteny, lykopen), tak jejich kyslíkaté deriváty xanthofyly (červený kapsanthin, žlutý lutein).



Tato barviva nereagují na rostoucí pH barevnými změnami:



rajčatová šťáva



kečup



červená paprika



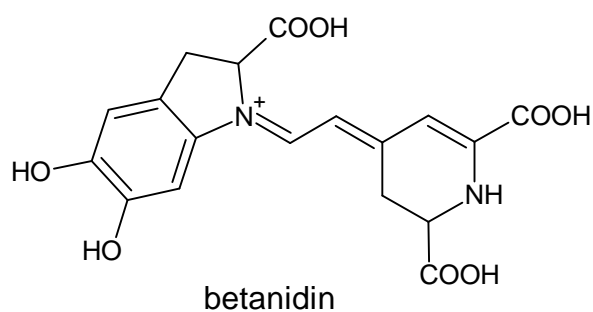
šípky



mletá paprika

3. *Betalainy:*

Barvivo betanidin v červené řepě se liší od obou výše zmíněných skupin. Má sice sytě purpurový odstín (jako anthokyany), je ovšem v širokém rozmezí pH barevně stálý a až v silně zásaditém prostředí mění barvu na žlutou. Strukturální odlišnost je ještě zřejmější – sloučenina obsahuje atomy dusíku.



červená řepa

2. ÚČINKY MOŘIDEL NA ROSTLINNÁ BARVIVA

Zadání: Porovnejte účinky tří tradičně používaných mořidel – měďnaté sloučeniny, železité sloučeniny a kamence hlinito-draselného – na dvě vybraná rostlinná barviva.

Chemikálie:

- pentahydrát síranu měďnatého 5% roztok
- chlorid železitý 5% roztok
- dodekahydrát síranu hlinito-draselného 5% roztok (*doma: malé obdélníčky filtračního papíru předem nasycené roztoky mořidel a usušené, dodá vyučující*)
- rostliny pro barvicí lázeň: (výběr pro zimní období)
 - bobule přísavníku či ptačího zobu (modrá)
(*varianta: do lázně z těchto bobulí kápnout ocet pro zčervenání*)
 - slupky cibule (žlutohnědá)
 - heřmánkový čaj (žlutá světlá)
 - černý čaj (hnědá)
 - nať vlašovičnicku (žlutá tmavá, **JEDOVATÝ!**)
 - nať kopřivy (zelenká)

Pomůcky:

- 8 obdélníčků filtračního či kancelářského papíru (3x5 cm)
- nůž a prkénko
- dvě větší kádinky (*doma: hrnky, sklenice*)
- větší kádinka s vodou (*doma: hrnek, sklenice*)
- rychlovarná konvice nebo kahan
- pinzeta
- čtyři vyšší Petriho misky (*doma: kelímky od jogurtu, sklenice*)
- čistý arch papíru
- dvě tyčinky (*doma: lžice, vidličky*)
- (v případě potřeby kahan – *doma vařič*)

Postup:

1. **příprava mořených papírků:** do roztoků jednotlivých mořidel vložit na 10 minut vždy po dvou papírcích (dva nechat čisté), opatrně vyjmout a nechat volně nebo na radiátoru usušit (*pozor, na radiátoru se papírky zkroutí*)
2. **barvení:** hrst vybrané rostlinné suroviny nadrobno pokrájet
3. v rychlovarné konvici uvařit asi půl hrnku (100 ml) vody
4. ve větší kádince či sklenici zalít surovinu vroucí vodou
5. surovinu v horké vodě rozmělnit, promíchat
6. nechat louhovat 15 minut
7. *pokud je barva lázně nevýrazná, celou směs krátce povařit*
8. do čtyř nádobek nalít vždy tolik barvicí lázně, aby do ní mohl být ponořen papírek

9. do každé z nádobky vložit papírek mořený jedním typem mořidla, do poslední nemořený papírek (**zapsat si, kde je které mořidlo!**)
10. papírky nechat 20-60 minut v lázni
11. papírky opatrně vyjmout (*pozor, trhají se!*), propláchnout v kádince s čistou vodou a rozložit na arch čistého papíru
12. zaznamenat si sytost a odstín barvy jednotlivých papírků
13. usušit papírky volně nebo na radiátoru
14. zaznamenat si případnou změnu odstínu během sušení

Pozorování:

Do tabulky vyplňte (popište nebo vybarvěte) odstíny, případně sytosti barev při použití jednotlivých mořidel:

| surovina | bez mořidla | $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ | FeCl_3 | $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ |
|----------|-------------|---|-----------------|--|
| | | | | |
| | | | | |

Úkoly:

1. Zobecněte na základě vlivu mořidla na dvě vybraná rostlinná barviva, jaký je vliv jednotlivých mořidel na **získaný odstín** (pokud nějaký vliv objevíte):

- $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ způsobuje:

.....

- FeCl_3 způsobuje:

.....

- $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ způsobuje:

.....

2. Který další důvod **kromě změny barvy** mohlo mít používání mořidel při barvení látek?

.....

3. Proč je možné při barvení papíru očekávat **podobné výsledky** jako při barvení bavlněných nebo lněných látek, zatímco například u barvení umělých hmot to očekávat nelze?

.....

Řešení:

Pokud obarvujeme látku ve vodě rozpustným barvivem, můžeme očekávat, že výsledek nebude příliš stálý, odolný vůči praní a dalším vlivům. Mořidla se v historii barvířství používala především proto, že schopností tvořit komplexy s rostlinnými barvivy přispívala ke vzniku silnějších interakcí mezi barvivem a obarvovanou tkaninou (vlákny celulózy). Takto bylo možné dosáhnout větší sytosti i stálosti obarvení.

Tradičně připomínaná mořidla mají také vliv na získaný odstín (neplatí všeobecně, záleží samozřejmě na druhu barviva):

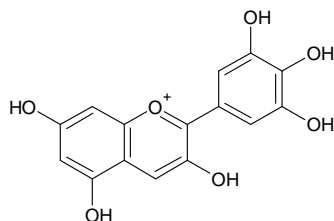
- měďnaté ionty dodávají nazelenalý či namodralý odstín
- železité ionty odstíny ztemňují (tvorba černých komplexů s tříslovinami)
- kamenec nebo cínaté soli prohlubují žlutý odstín

Protože hlavní složkou papíru, stejně jako tkanin rostlinného původu, je celulóza, je možné jím z praktických důvodů při experimentech tkaniny nahradit. Nehodí se naopak umělá vlákna, která se svým složením od celulózy podstatně odlišují a jsou často zcela neobarvitelná (nemohou vytvářet interakce s barvivem).

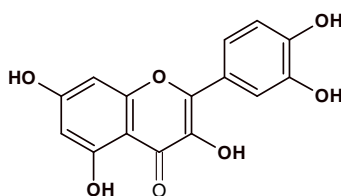
Použitá rostlinná barviva můžeme rozdělit do několika skupin:

Flavonoidy

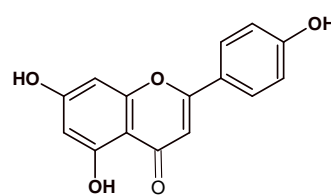
- modré či červené anthokyany (obsahující zejména delphinidin)
- hnědooranžový kvercetin
- žlutý apigenin



delphinidin



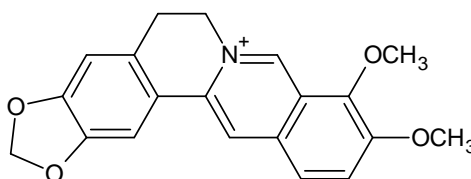
kvercetin



apigenin

Alkaloidy

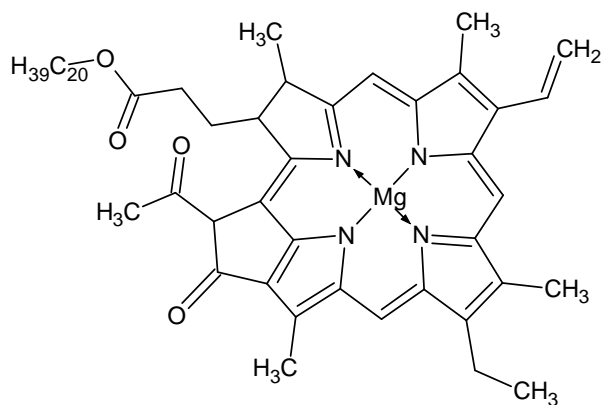
- žlutý berberin



berberin

Pyrrolová barviva

- o zelený chlorofyl



chlorofyl a

Na následujících fotografiích jsou zachyceny usušené obarvené papírky, pořadí mořidel je zleva vždy: kamenec, železitá sůl, měďnatá sůl, bez mořidla:



vlašovičník
(žlutý berberin)



černý čaj
(hnědooranžový kvercetin)



cibule
(hnědooranžový kvercetin)



kopřivy
(zelený chlorofyl)



ptačí zob
(modrý delphinidin)



heřmánek
(žlutý apigenin)



přísavník
(modrý delphinidin)



přísavník v kyselém prostředí
(růžový delphinidin)

3. KATALÁZA V POTRAVINÁCH

Zadání: Porovnejte vybrané suroviny z hlediska obsahu enzymu katalázy, která katalyzuje rozklad peroxidu vodíku. Identifikujte plyn, který tímto rozkladem vzniká.

Chemikálie:

- peroxid vodíku 10% (*je možné použít i 5% či 3% roztok*)
- ovoce: kiwi, jablko, citron
- zelenina: mrkev, brambora, cibule
- sušené nebo čerstvé droždí
- sacharóza (řepný cukr)

Pomůcky:

- 7 zkumavek ve stojánku
- nůž a prkénko
- menší kádinka (*doma: mistička nebo hrnek*)
- zápalky
- špejle

Postup:

1. v menší kádince připravit asi 20 ml 10% vlažného roztoku sacharózy
2. do roztoku sacharózy vsypat asi čtvrt lžičky droždí
3. nechat droždí 10 minut vzejít
4. do všech sedmi zkumavek nalít vždy 5 ml 10% roztoku H_2O_2
5. z uvedeného ovoce a zeleniny odkrojit vždy přibližně stejně velký kousek tvaru hranolku (přizpůsobit velikosti použitých zkumavek)
6. do prvních šesti zkumavek vhodit hranolek příslušného ovoce či zeleniny
7. do sedmé zkumavky vlít asi 2 ml suspenze droždí
8. po 2-5 minutách porovnat a zapsat intenzitu reakcí v jednotlivých zkumavkách
9. do zkumavky z nejintenzivnější reakcí vsunout doutnající špejli
10. poznamenat si chování doutnající špejle

Pozorování:

Do tabulky poznamenejte intenzitu vzniku bublinek (malá – střední – vysoká) pro každou použitou surovinu:

| surovina: | kiwi | jablko | citron | mrkev | brambora | cibule | droždí |
|----------------------------|-------------|---------------|---------------|--------------|-----------------|---------------|---------------|
| intenzita rozkladu: | | | | | | | |

Chování doutnající špejle po vložení do zkumavky:

Úkoly:

1. Které z vybraných surovin mají vysoký obsah katalázy?

.....

2. Znáte nějaký další zdroj katalázy? Jaký?

.....

3. Který plyn jste identifikovali jako produkt rozkladu peroxidu vodíku?
Vysvětlete svou odpověď.

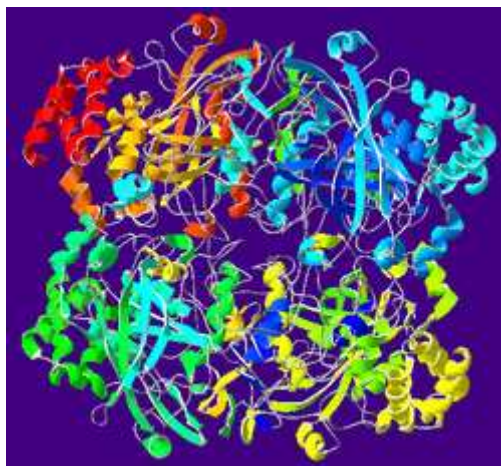
.....

4. Doplňte a vyčíslete rovnici rozkladu peroxidu vodíku:



Řešení:

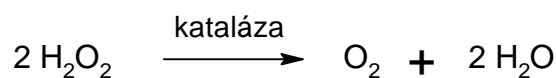
Kataláza je velmi rozšířený enzym, který v organismech „zneškodňuje“ reaktivní peroxidy a brání tak především membrány před oxidativním poškozením.



terciární struktura katalázy

(obrázek z: <http://en.wikipedia.org/wiki/Catalase>)

Tento enzym katalyzuje rozklad peroxidu vodíku podle rovnice:



Vznikající plynný kyslík lze snadno identifikovat díky jeho schopnosti podporovat hoření – doutnající špejle při dostatečné koncentraci kyslíku nad hladinou zkumavky jasně vzplane.



Z běžného života je znám výskyt katalázy v krvi (použití peroxidu vodíku jako dezinfekčního činidla – při styku s krví „bublá“), pro experimenty lze využít například syrová kuřecí játra nebo jiné prokrvené tkáně.

Kataláza se dále hojně vyskytuje v bramborách, kiwi a droždí.



jablko, cibule, česnek, paprika, mrkev, celer, brambora
reakce s H_2O_2



brambora, kiwi, citron
reakce s H_2O_2

Další fotografie (játra, droždí) jsou uvedeny v řešení následující úlohy.

4. ÚČINNOST ENZYMU KATALÁZY V ZÁVISLOSTI NA pH

Zadání: Enzym kataláza katalyzuje rozklad peroxidu vodíku. Určete pH, při němž je katalytická účinnost tohoto enzymu nejvyšší.

Chemikálie:

- peroxid vodíku 10% (je možné použít i 5% či 3% roztok)
- kyselina sírová 5% (doma: ocet)
- hydroxid sodný 5% (doma: 5% roztok prací sody)
- čerstvá neoloupaná brambora

Pomůcky:

- 5 zkumavek ve stojánku
- nůž
- univerzální indikátorové papírky 5 ks

Postup:

1. do pěti zkumavek nalít postupně:
 - a. 5 ml 5% kyseliny sírové
 - b. 0,5 ml 5% kyseliny sírové
 - c. nic
 - d. 0,5 ml 5% hydroxidu sodného
 - e. 5 ml 5% hydroxidu sodného
2. ve všech zkumavkách doplnit do 5 ml vodou
3. ve všech zkumavkách změřit pH, zapsat
4. do všech zkumavek přilít další 3 ml roztoku peroxidu vodíku
5. ukrojit z omyté brambory plátek silný 0,5 cm a oloupat
6. z plátku nakrájet 5 stejných hranolků
7. do každé zkumavky vhodit jeden hranolek
8. po 2-4 minutách porovnat a zapsat intenzitu reakcí v jednotlivých zkumavkách

Pozorování:

Do tabulky vyplňte změřená pH a popište intenzitu rozkladné reakce:

| | 5% H ₂ SO ₄ | 0,5% H ₂ SO ₄ | voda | 0,5% NaOH | 5%NaOH |
|--------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|------|-----------|--------|
| pH | | | | | |
| intenzita rozkladu | | | | | |

Úkoly:

1. Při kterém pH jste pozorovali nejvyšší účinnost katalázy?

.....

2. Při jakém pH byste očekávali nejvyšší účinnost katalázy vzhledem k jejímu přirozenému výskytu?

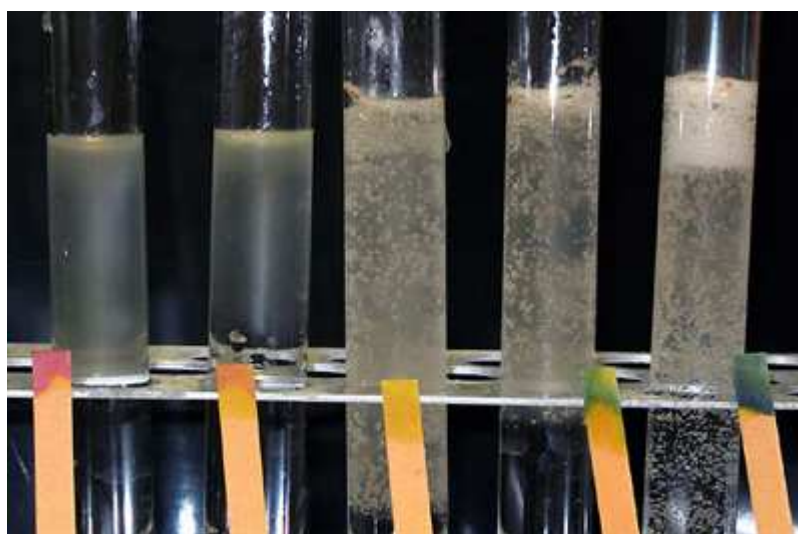
.....

Řešení:

Kataláza je enzym s nejvyšší známou katalytickou účinností. Tato veličina závisí na několika faktorech (pH, teplota, přítomnost inhibitorů...) – sestavit experiment na pozorování vlivu teploty nebo přítomnosti inhibitorů (ionty těžkých kovů, malé organické molekuly...) je podobně nenáročné jako u prováděného experimentu.

Dalo by se očekávat, že pH optimum – pH, při němž je katalytická účinnost nejvyšší – bude odpovídat pH v buňkách, tj. zhruba neutrálnímu. Podle některých experimentů tomu tak však není – pH optimum leží v zásadité oblasti. Jeho hodnota se samozřejmě může lišit v závislosti na zdroji katalázy a dalších okolnostech.

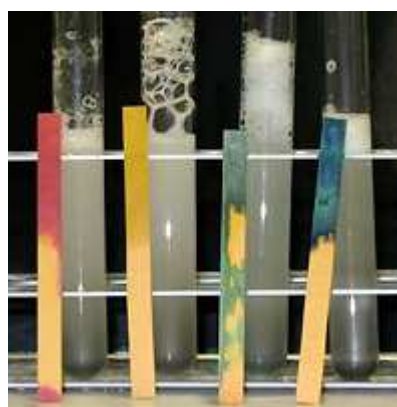
Na následujících fotografiích je zachycen stav v reakčních nádobách po zhruba dvou minutách od začátku experimentu:



kataláza z kuřecích jater
pH optimum: zásadité prostředí (pH asi 9)



kataláza z brambor
pH optimum: neutrální až zásadité prostředí



kataláza z kvasnic
pH optimum: neutrální až zásadité prostředí

5. OBSAH REDUKUJÍCÍCH SACHARIDŮ V POTRAVINÁCH

Zadání: Seřadte trojici vybraných surovin podle obsahu redukujících sacharidů. Zhodnoťte specifičnost této důkazové reakce redukujících sacharidů.

Chemikálie:

- pentahydrát síranu měďnatého 5% roztok
- hydroxid sodný 10% roztok (*doma: 10% roztok prací sody, lze také použít Fehlingovo činidlo, ale toto provedení je dostačující*)
- potraviny:
 - rozinky, sušené datle
 - citron, mandarinka, jablko, banán, hrozny, „citronka“
 - mrkev, celer, cibule, paprika
 - droždí, mléko, med
 - vařené fazole, rýže
 - cukrová voda
- Celaskon (1 tableta)

Pomůcky:

- 4 zkumavky ve stojánku (*doma: průhledné nádobky*)
- nůž a prkénko
- 3 skleněné tyčinky (*doma: špejle*)
- tři malé kádinky (*doma: hrnečky, mističky*)
- rychlovarná konvice nebo kahan
- velká kádinka 500 ml (*doma: široký hrnek*)
- univerzální indikátorové papírky

Postup:

1. do každé kádinky nakrájet přibližně stejné množství vybrané suroviny na maličké kousky (měkké rozmačkat)
2. v kádinkách zalít suroviny 50 ml horké vody, louhovat 10 minut
3. do každé zkumavky odlít vždy 7 ml „výluhu“ z dané suroviny (*mléko netřeba louhovat*) – **označit či zapamatovat si, co kde je!**
4. do zkumavek přidat vždy 2 ml 10% roztoku NaOH, zamíchat
5. v každé zkumavce změřit pH, není-li silně zásadité (papírek modrý), přidat znovu roztok NaOH
6. v rychlovarné konvici uvařit 400 ml vody
7. do velké kádinky nalít asi 300 ml vroucí vody a do lázně vložit 3 zkumavky s reakční směsí (*zapamatovat si pořadí!*) tak, aby vroucí voda nenatekla dovnitř zkumavek
8. do každé zkumavky nalít 1 ml 5% roztoku CuSO₄, zamíchat (*musí vzniknout modrá sraženina*)
9. nechat zkumavky v horké lázni 5 – 10 minut
10. porovnat intenzitu barevných změn v jednotlivých zkumavkách
11. ve čtvrté zkumavce rozpustit půl tablety Celaskonu v 10 ml vody (není nutné, aby se rozpustila celá půlka tablety)
12. přidat asi 2 ml 10% NaOH, zamíchat

13. ověřit pH, není-li silně zásadité, přidat znovu roztok NaOH
14. přidat 1 ml 5% roztoku CuSO₄
15. pozorovat barevné změny, po dvou minutách případně zahřát v horké vodě z vodovodu

Pozorování:

Do tabulky vyplňte změnu barvy a intenzitu (tj. například „nafialovělá“, „tmavě fialová“, nezměněná...) oproti původní modré:

| | | | | |
|--------------------------|--|--|--|-----------------|
| surovina: | | | | Celaskon |
| barva po zahřátí: | | | | |

Úkoly:

1. Důkazem přítomnosti redukujících sacharidů je vznik červenooranžové (méně často i žluté či nahnědlé) sraženiny. Seřadte použité suroviny podle obsahu redukujících sacharidů:

.....

2. Jak je patrné z názvu, redukující sacharidy v použitých surovinách vystupují v této reakci jako redukční činidlo. Která ze zbylých výchozích látek je tedy redukována a na co?

.....

3. Které redukující sacharidy (mono- či di-) jsou obsaženy v použitých surovinách?

.....

4. Na základě výsledků reakce s Celaskonem posuďte specifičnost této reakce jako důkazu redukujících sacharidů.

.....

Řešení:

Reakcí s měďnatými ionty v zásaditém prostředí dokazujeme v použitých surovinách přítomnost redukujících sacharidů, tedy především glukózy (med, rozinky), fruktózy (ovoce) a laktózy (mléko).

Negativní výsledek pozorujeme u cukrového roztoku (obsahuje neredukující sacharózu), v „citronce“ a v dalších „neovocných“ plodinách – houbách, fazolích, bramborách, rýži atd. Některá zelenina má vyšší, a tedy dokazatelný obsah sacharidů – cibule, paprika, mrkev – což se projevuje i její nasládlou chutí.



šťáva z citronu, „citronka“, jablko,
datle, cibule



žampion, mrkev, hrozny, brambory,
Celaskon



med, rozinky



glukóza, sacharóza

Reakcí s poloacetalovým hydroxylem redukujícího mono- nebo disacharidu vzniká ze síranu měďnatého žlutý až červený oxid měďný. Je zřejmé, že tuto redukci může způsobit i jiné vhodné redukční činidlo. Tuto hypotézu snadno ověříme na reakci Celaskonu (který neobsahuje žádné redukující sacharidy, zato vysokou koncentrací kyseliny askorbové – redukčního činidla): při dostatečné koncentraci kyseliny askorbové dochází k okamžité redukci měďnatých iontů, není ani třeba směs zahřívat (viz výše, na druhé fotografii zcela vpravo).

U fazolí, mléka nebo droždí se místo červenooranžové sraženiny objevuje fialové zbarvení komplexu měďnatých iontů s atomy peptidové vazby – důkaz přítomnosti bílkovin. Po zahřátí se u mléka projeví i žlutooranžová sraženina, tedy výsledek přítomnosti laktózy – ovšem díky přetrvávajícímu fialovému zbarvení je barva sraženiny hůře patrná a mísením s fialovou se zdá spíše hnědá.



mléko, banán



fazole

6. REAKCE PŘÍRODNÍCH FENOLŮ

Zadání: Pozorujte reakce přírodních fenolů s hydroxidovými a železitými ionty a rozhodněte, které z pěti rostlinných materiálů mají vyšší obsah tříslovin (taninů).

Chemikálie:

- chlorid železitý 5% roztok (*doma: 5% roztok zelené skalice zoxidovaný na vzduchu do rezavé barvy*)
- hydroxid sodný 5% roztok (*doma: 5% roztok prací sody*)
- rostlinný materiál
 - citronová nebo mandarinková kůra
 - ovocný čaj
 - černý čaj
 - „citronka“
 - žaludy nebo kaštiny
 - duběnky
 - vlašské ořechy
 - cibule
 - cibulové slupky
 - kůra svídy krvavé
 - dubová kůra
 - kůra trnky
 - kůra olše
- *gallotanin jako srovnávací vzorek (doma není nutné)*

Pomůcky:

- 5 zkumavek ve stojánku (*doma: průhledné nebo široké nádoby*)
- nůž a prkénko
- 5 malých kádinek (*doma: hrnečky, mističky*)
- rychlovarná konvice nebo kahan
- 2 kapátka

Postup:

1. pevné suroviny nakrájet na malé kousky, kůru ostroihat nožem z větviček
2. v rychlovarné konvici uvařit vodu
3. v pěti kádinkách zalít vždy lžící suroviny 50 ml vroucí vody
4. louhovat 10 minut
5. do každé zkumavky nalít 5 ml příslušného „výluhu“
6. do každé zkumavky kápnout 3 kapky roztoku chloridu železitého
7. poznamenat si barevné změny
8. zkumavky vylít a vypláchnout
9. do každé zkumavky znovu nalít 5 ml příslušného „výluhu“
10. do každé zkumavky kápnout 5 kapek roztoku hydroxidu sodného
11. poznamenat si barevné změny

Pozorování:

Do tabulky vyplňte barevné změny jednotlivých rostlinných materiálů:

| | | | | | | |
|---------------------------------|--|--|--|--|--|--------------|
| Surovina: | | | | | | tanin |
| Původní barva | | | | | | |
| Po přidání železité soli | | | | | | |
| Po přidání hydroxidu | | | | | | |

Úkoly:

1. Které z použitých materiálů obsahují taniny?

.....

2. Znáte nějaké fenolické látky, které tvoří s železitými ionty barevné produkty? Uveďte konkrétní příklad včetně barvy.

.....

3. Znáte nějaké fenolické látky, které mění barvu v závislosti na pH? Uveďte konkrétní příklad včetně barvy.

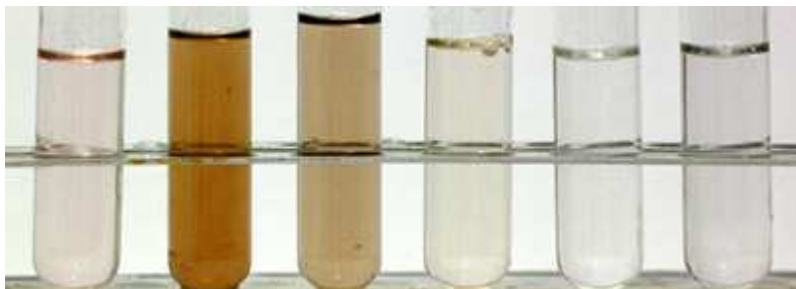
.....

4. Vyhledejte vzorec gallotaninu (angl. *gallotannin*) a označte v něm fenolickou část.

5. Vyhledejte vzorec některého z flavonoidů (různé druhy těchto látek jsou obsaženy například v citrusech, v čaji a v červeném ovoci) a označte v něm fenolickou část.

Řešení:

V organické chemii se setkáváme s barevnými produkty reakce fenolů s železitými ionty. Zbarvení vznikajících komplexů se liší podle druhu fenolu od červenofialové až po tmavě zelenou. Barevné produkty poskytují všechny látky obsahující fenolické hydroxyly, bez ohledu na to, jak je aromatické jádro dále substituováno – tedy například i kyselina salicylová a další deriváty fenolů.



některé vybrané fenoly
fenol – pyrokatechin – pyrogallol – floroglucinol – hydrochinon – resorcin

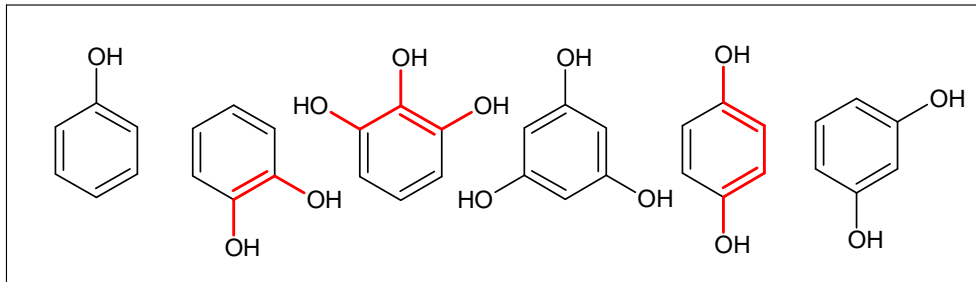


po reakci s železitými ionty
fenol – pyrokatechin – pyrogallol – floroglucinol – hydrochinon – resorcin

Dále je známa schopnost některých fenolických sloučenin reagovat barevně na zvýšení koncentrace OH^- iontů – acidobazický indikátor fenolftalein je v zásaditém prostředí červenofialový. Barevné změny v zásaditém prostředí pozorujeme i u nejjednodušších fenolů: povšimněme si, že jde o fenoly, které mají hydroxyly v ortho a para poloze.

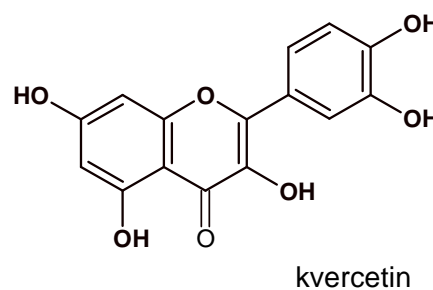
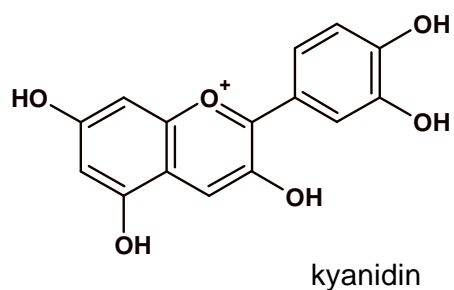


v zásaditém prostředí
fenol – **pyrokatechin** – **pyrogallol** – floroglucinol – **hydrochinon** – resorcin



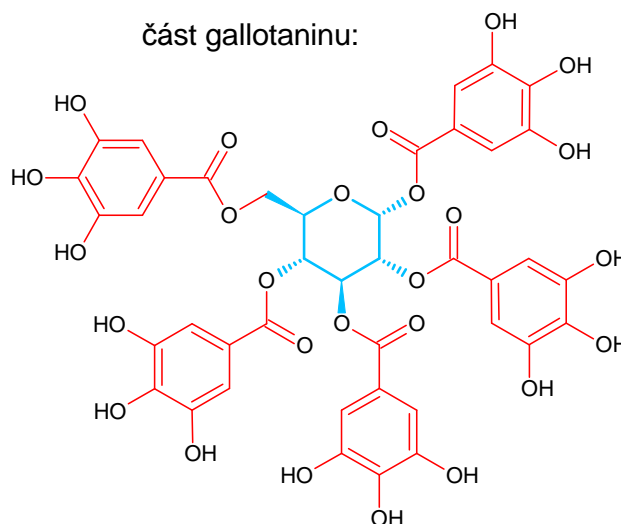
fenol – **pyrokatechin** – **pyrogallol** – floroglucinol – **hydrochinon** – resorcin

Fenolické látky se hojně vyskytují v přírodě – zmíníme například flavonoidy a třísloviny. Mezi flavonoidy patří červenofialové anthokyanidiny („indikátorová“ barviva v červeném zelí, borůvkách a dalším ovoci, například kyanidin), žluté flavony (v citrusech hesperidin, čaji, cibulových slupkách kvercetin) a další příbuzné látky.



Z tříslovin (taninů) jsou v použitých surovinách zastoupeny především gallotanniny, estery kyseliny gallové (na obrázku červeně) a monosacharidu, obvykle glukózy (na obrázku modře). Díky velkému množství fenolických hydroxylů jsou všechny třísloviny schopné srážet bílkoviny, což se projevuje jejich svíravou, trpkou chutí a využívá se v lékařství a při vydělávání kožešin. Vyskytují se hojně v duběnkách (až 70% suché hmotnosti, „galla“ je latinský název duběnky), žaludech, ořeších, čaji.

část gallotanninu:



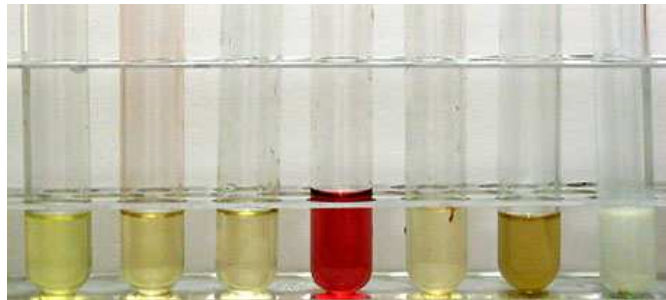
Jiný druh tříslovin – oligomery některých flavonoidů zmíněných výše – je zase zodpovědný za hořkou chuť kakaa nebo zrníček hroznového vína.



některé přírodní fenolické látky
 cibule, jablečná šťáva, cibulové slupky, hroznové slupky, hroznová semínka



duběnka, kůra svídy, vrby, trnky, dubu, olše, tanin



mandarinková a citronová kůra, heřmánkový a ibiškový čaj, žaludy (2 druhy), vlašské ořechy

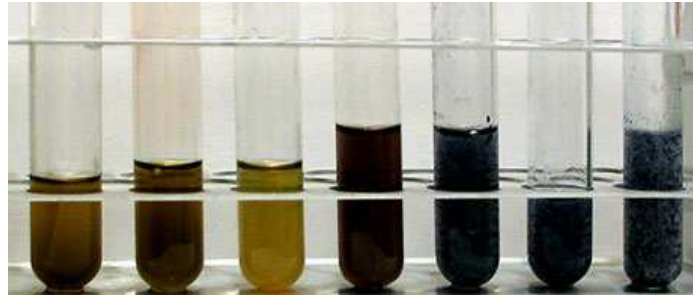
I přírodní fenolické látky tvoří komplexy s železitými ionty, obvykle tmavšího zbarvení – u flavonoidů hnědé, u taninů modročerné, čehož se v minulosti využívalo k výrobě duběnkového inkoustu. U snadno oxidovatelných fenolů může působením železitých iontů dojít ke vzniku příslušných chinonů, které též mívají tmavé zbarvení.



reakce s železitými ionty
 cibule, jablečná šťáva, cibulové slupky, hroznové slupky, hroznová semínka



reakce s železitými ionty
duběnka, kůra svídy, vrby, trnky, dubu, olše, tanin



reakce s železitými ionty
mandarinková a citronová kůra, heřmánkový a ibiškový čaj, žaludy (2 druhy), vlašské ořechy

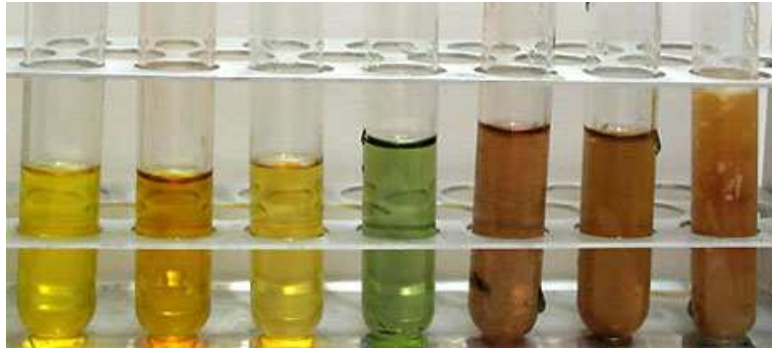
Stejně tak pozorujeme barevné změny v zásaditém prostředí – u flavonů do intenzivně žluté, u anthokyanidinů známý přechod do modré/zelené, u taninů do hnědočervené.



v zásaditém prostředí
cibule, jablečná šťáva, cibulové slupky, hroznové slupky, hroznová semínka



v zásaditém prostředí
duběnka, kůra svídy, vrby, trnky, dubu, olše, tanin



v zásaditém prostředí
mandarinková a citronová kůra, heřmánkový a ibiškový čaj, žaludy (2 druhy), vlašské ořechy