

ZAJÍMAVÉ REAKCE FENOLICKÝCH LÁTEK

*Alena Krejčíková, PŘF UK v Praze; pracoviště: Katedra chemie, FPE ZČU v Plzni,
Veleslavínova 42, Plzeň 306 14; 725 523 964; krejcika@email.cz*

Abstrakt

Přírodovědné předměty v poslední době zaznamenávají snížený zájem ze strany žáků a studentů. Pomyslnému žebříčku vévodí především matematika, fyzika a chemie.

Pro řadu žáků a studentů jsou chemické vzorce nepochopitelné a složité a pod jednotlivými strukturami si nedokáží představit konkrétní látku, její vlastnosti a využití. Zpřísněním bezpečnostních pravidel při práci s chemickými látkami ve výuce chemie dochází k tomu, že chemický experiment téměř vymizel z výuky chemie, a tím se probíraná látka studentům ještě více zabstrahuje. Snahou bylo navrhnout experimenty tak, aby splňovaly několik hledisek především atraktivnost, jednoduchost a materiální nenáročnost. Důležité je také spojení s každodenním životem. Navržené experimenty se týkají široké skupiny organických látek- fenolů. Pozornost je zaměřena na jejich významné reakce, především na reakce s chloridem železitým. K pokusům byly kromě chemicky čistých fenolů použity také přírodní zdroje těchto látek.

***Klíčová slova:** fenol; fenolické látky; výukový experiment.*

Úvod

Výukový experiment zařazený do výuky posiluje její atraktivitu a tím zvyšuje pozornost a zájem studentů. Chemický experiment zařazený do výuky chemie může mít zjišťující nebo dokládající charakter. Pokusy zjišťující jsou pro žáky a studenty mnohem přínosnější. Před prováděním zjišťujících pokusů nemají žáci a studenti žádné, nebo mají jen velmi mlhavé představy o podstatě zkoumaného jevu a jeho průběhu. Na základě vlastní pozorování a uvažování si žáci a studenti nové informace sami odvodí. Na rozdíl od zjišťujících pokusů, dokládající pokusy mají pro žáky a studenty spíše informativní charakter. Slouží k upevnování a ověřování již nabytých zkušeností. Dokládající pokusy je vhodné použít především při laboratorních cvičeních, mají však opodstatnění i jako pokusy demonstrační [1].

Práce je zaměřena na výukové experimenty týkající se široké skupiny organických látek- fenolů a polyfenolických látek s chloridem železitým. Jedná se o jednoduché reakce využitelné jak na základních, tak středních školách. Navržené experimenty jsou prováděné s chemicky čistými látkami i s materiály, se kterými se setkáváme v běžném životě.

Teoretická část

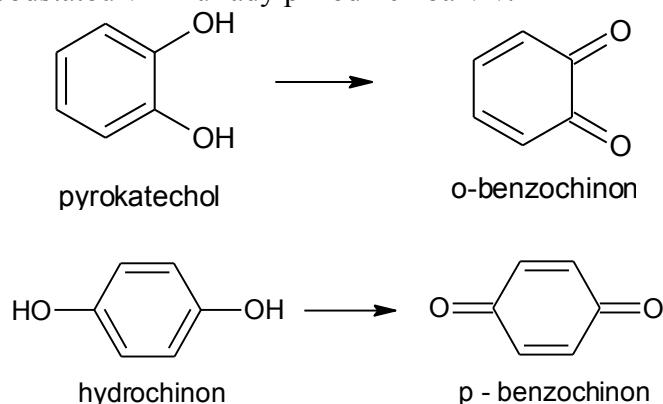
Fenoly jsou organické sloučeniny, které mají hydroxylovou skupinu navázanou na sp^2 -hybridizovaný atom uhlíku aromatického kruhu [2]. Jsou to stálé sloučeniny, které se v mnohém liší od alkoholů.

Fenoly jsou krystalické látky, které obsahují jednu nebo více hydroxylových skupin. Podle toho je dělíme na jednosytné a vícesytné. Přítomnost hydroxylových skupin v molekule zvyšuje polaritu, a proto se jednosytné a vícesytné fenoly, pokud neobsahují dlouhý postranní uhlíkový řetězec, relativně dobře rozpouštějí ve vodě.

Fenoly jsou ve srovnání s alkoholy mnohem kyselejší. To se projevuje jejich schopností reagovat např. s hydroxidem sodným za vzniku fenolátů na rozdíl od alkoholů, které alkoholáty poskytují reakcí s alkalickými kovy.

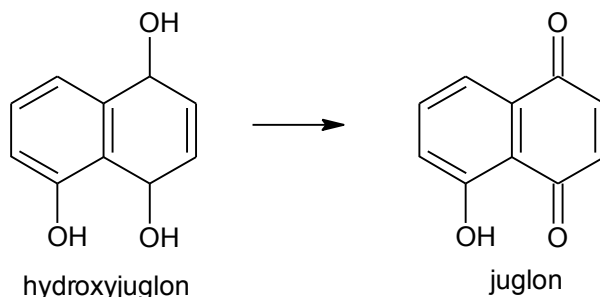
Fenoly poskytují s chloridem železitým charakteristické zbarvení. Podobně reagují i některé jejich deriváty. Oxidací některých fenolů vznikají barevné nenasycené konjugované

ketony, nazývané chinony [3]. Příkladem je oxidace hydrochinonu a pyrokatecholu (obrázek 1). Reakce tohoto typu jsou podstatou vzniku řady přírodních barviv.



Obrázek 1: Reakční schéma oxidace pyrokatecholu a hydrochinonu.

Velmi známým a rozšířeným přírodním barvivem je juglon (5-hydroxy-1,4-naftochinon) izolovaný ze slupek vlašského ořechu (*Juglans regia*). V zelených slupkách se nachází v redukované bezbarvé formě (hydroxyjuglon), která po oxidaci vzdušným kyslíkem hnědne. Schéma oxidační reakce juglonu je na obrázku 2. Izomerem juglonu je lawson, účinná složka barvicího prostředku připravovaného z henny (*Lawsonia alba*), který se po staletí užívá k barvení vlasů [3].



Obrázek 2: Reakční schéma oxidace hydroxyjuglonu na juglon.

V přírodě je rozšířeno více než 8000 fenolických látek. Fenoly se v přírodě vyskytují od jednodušších nízkomolekulárních molekul až po složité vysokomolekulární sloučeniny. V přírodě běžně se vyskytující fenoly a jejich deriváty mohou být modifikovány oxidací, methylací, etherifikací a esterifikací. Mohou se také podílet na tvorbě složitějších látek. Mnoho fenolických sloučenin se uplatňuje při biosyntéze zvířecích či rostlinných pigmentů (např. melaninů, anthokyanů), nebo se vyskytují ve stěnách rostlinných buněk (např. lignin, suberin). Fenoly a jejich deriváty dodávají ovoci a zelenině charakteristickou chuť a vůni a jsou také příčinou charakteristické květinové vůně. Mnoho fenolů a jejich derivátů jsou významnou složkou hormonů, antioxidantů a jsou součástí antimikrobiálních a protirakovinných léků [4].

Mezi nejznámější fenolické látky získávané z rostlin patří kyseliny salicylová, kyselina skořicová, kyselina gallová a její deriváty a další látky odvozené od fenolu. Nejčastěji se vyskytující polyfenolické látky jsou flavonoidy. Mezi hlavní skupiny flavonoidů patří flavanoly, flavanony, flavony, flavonoly, kyanidiny a izoflavonoidy [5].

Nejvýznamnější flavonoid ve výživě člověka je flavonol kvercetin, který se nachází ve vysokých koncentracích např. v cibuli, jablkách, červeném víně, zeleném a černém čaji. V těchto zdrojích se nachází jednak ve formě volné, jednak vázán s cukernými jednotkami.

Hlavními flavanoly jsou katechiny. Mezi zástupce patří katechin, epikatechin, epigallokatechin a jejich estery s kyselinou gallovou. Flavonoly se vyskytují ve velké míře v červeném víně, čokoládě a především v čaji. V zeleném čaji jsou obsaženy ve větším množství než v černém čaji. Během fermentace černého čaje je obsah flavonolů redukován na komplexnější polyfenolické látky.

Experimentální část

V této části je navrženo několik experimentů, které vycházejí nejen z chemicky čistých fenolů, ale jsou využity i přírodní zdroje, na které je kladen zvýšený důraz. Navržené experimenty vycházejí ze základních vlastností fenolů, které jsou vyučovány na středních školách.

Některé pokusy lze zařadit do výuky jako demonstrační, jiné jako samostatnou práci či práci ve dvojicích při laboratorním cvičení. Reakce fenolických látek s chloridem železitým lze zařadit do výuky jako experiment demonstrační, skupinovou práci či v širším pojetí začlenit do projektové výuky. Z tohoto důvodu je jim věnována větší pozornost.

- Rozpustnost fenolů ve vodě, příprava fenolátů a reakce fenolátů s oxidem uhličitým [6].

Tyto tři reakce lze využít při laboratorním cvičení současně, neboť jedna reakce je přípravou pro reakci další. Tyto reakce vycházejí ze základních vlastností fenolů, které byly popsány výše. Protože fenoly nereagují s kyselými uhličitany alkalických kovů, lze je pomocí těchto činidel odlišit od karboxylových kyselin, které z hydrogenuhličitanu sodného uvolňují oxid uhličitý, ale fenoly nikoli [3]. Této reakce lze využít při rozlišování neznámých vzorků studenty, či jako demonstrační experiment.

- Reakce fenolů s chloridem železitým [6, 7].

Fenoly poskytují s chloridem železitým charakteristické zbarvení. Tyto barevné reakce jsou pro studenty atraktivní, neboť při reakci dochází k barevným změnám. Barevné změny jsou uvedeny v tabulce 1. Pro rychlejší rozpuštění malých množství pevných fenolů je vhodné nejdříve přikápnout malé množství ethylalkoholu a následně dodat vodu. V případě intenzivního zbarvení, např. pro důrazné odlišení fenolu a kyseliny salicylové, je nutné provést následné zředění zbarveného roztoku vodou.

Tabulka 1. Barevné změny fenolů při reakci s chloridem železitým

Název	Barva	
	bez chloridu železitého	s chloridem železitým
fenol	světle růžová	tmavě fialová
kresol	bezbarvá	šedo-černá
pyrokatechol	světle hnědá	tmavě zelená
kyselina salicylová	bezbarvá	tmavě červená

- Reakce polyfenolických látek s chloridem železitým [8].

V každodenním životě se setkáváme se spoustou polyfenolických látek např. v čaji, kávě, čokoládě, červeném víně a koření. Důkazní reakce těchto látek byly prováděny s běžně dostupným kořením (muškátový oříšek, bazalka, tymián, nové koření, majoránka a skořice).

Reakcí ethanolických extraktů koření s chloridem železitým docházelo k velice efektivním barevným změnám.

Reakcí chloridu železitého s černým či zeleným čajem [8], lze získat nejen důkaz, že čaj polyfenolické látky obsahuje, ale také závislost obsahu polyfenolických látek v čaji na době louhování (extrakce).

Důkaz polyfenolických látek chloridem železitým a jejich výskyt v potravinách je vhodným tématem do projektového vyučování. Široké využití a význam v běžném životě, mezipředmětové vztahy k tomuto zpracování vybízí. Výhodou těchto experimentů je materiálová a finanční nenáročnost.

Poznámka: Barevné reakce fenolů s chloridem železitým je možné modifikovat i pro demonstraci fotometrického stanovení těchto látek

Závěr

Tento článek je věnován problematice fenolů a polyfenolických látek. Navržené experimenty jsou zaměřeny na základní chemické vlastnosti této skupiny látek. Uvedené pokusy spojují suchou vědu s reálným životem a poukazují i na to, kde všude se s fenoly a polyfenolickými látkami setkáváme v běžném životě. Tyto experimenty jsou časově, finančně a materiálně nenáročné.

Děkuji panu docentu Richtrovi za vstřícnost a odbornou konzultaci a zaměstnancům katedry chemie FPE ZČU v Plzni za podporu při práci.

Literatura

- [1.] PACHMANN, E., HOFFMANN, V. *Obecná didaktika chemie*. SPN, Praha 1981.
- [2.] McMURY, J. *Organická chemie*. Vutium, Brno 2007.
- [3.] PACÁK, J. *Stručné základy organické chemie*. SNTL, Praha 1978.
- [4.] VELÍŠEK, J., CEJPEK, K. *Biosynthesis of Food Components*. Osis, Tábor 2008.
- [5.] TRNA, J., TÁBORSKÁ, E. *Přírodní polyfenolové antioxidanty*. [cit. 21.3.2012] Dospitné na World Wide Web: <http://www.med.muni.cz/biochem/seminare/prirantiox.rtf>
- [6.] JANEČKOVÁ, A., FIALOVÁ, A., ŠIMA, M. *Chemická laboratorní cvičení II*. Pavel Klouda, Ostrava 2004.
- [7.] ČTRNÁCTOVÁ, H., HALBYCH, J., HUDEČEK, J., ŠÍMOVÁ, J. *Chemické pokusy pro školu a zájmovou činnost*. Prospektum, Praha 2000.
- [8.] KREJČÍKOVÁ, A. *Optimalizace výukového experimentu z organické chemie*. Diplomová práce FPE ZČU, Plzeň 2010.

Abstract

Natural sciences have a reduced interest of pupils and students in this time. Imaginary scale is dominated by mathematic, physic and chemistry. For many students don't understand chemical formulas. They don't imagine chemical substance, its properties and uses.

Tightening of safety rules when working with chemicals and in the teaching of chemistry is reason that teachers don't carry out almost chemical experiments in teaching chemistry. And that is reason, why chemistry is more and more abstract science for students. The aim was to suggest experiments that would be attractive, simple, material and financial modesty. Experiments were inspired by and connected to with everyday life. The proposed experiments deal with large group of organic compounds, phenols. Attention is focused on the important reactions, particularly the reaction with ferric chloride. For the experiments in addition to the chemically pure phenol used the natural resources of these substances.