

# Vznik kyseliny salicylové v důsledku ozáření

K. Rubišarová, Wichterlovo gymnázium, Ostrava-Poruba,  
rubika815@wigym.cz;

M. Bureš, Gymnázium Děčín, Děčín,  
matej.bures@gymnaziumdc.cz;

T. Motlík, Gymnázium Česká Lípa, Česká Lípa,  
motlikt@student.gym-cl.cz;

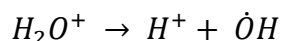
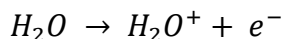
D. Kourková, Střední průmyslová škola Třebíč, Třebíč,  
kourkovad.05@spst.eu

## Abstrakt:

Cílem našeho miniprojektu bylo sledovat vznik OH radikálů ve vodě, která je vystavena ionizujícímu záření. Ozařovali jsme roztok kyseliny benzoové, která sloužila jako senzor vzniku OH radikálů tak, že reagovala na kyselinu salicylovou, kterou jsme detekovali pomocí její vlastnosti luminiscence. Pro srovnání jsme použili roztok kyseliny benzoové s propan-2-olem, vychytávačem OH radikálů. V přítomnosti propan-2-olu nebyla pozorována žádná luminiscence, což dokazuje, že kyselina salicylová nebyla ve vzorku přítomná.

## 1 Úvod

S ionizujícím zářením se každý setkává dennodenně – toto záření může na živé organismy působit škodlivě. Nejpravděpodobnější interakcí je štěpení vody (radiolýza) v buňce a vznik OH radikálů [2]:

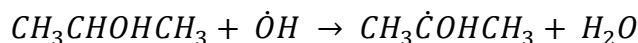


Radikály poté rychle reagují s DNA, organelami a dalšími látkami v buňce, což může mít za následek poškození buňky či její smrt.

V rámci našeho miniprojektu jsme sledovali vznik OH radikálů. Jejich přítomnost byla potvrzena reakcí s kyselinou benzoovou na kyselinu salicylovou. Vznik kyseliny salicylové jsme sledovali díky její vlastnosti luminiscence, jejíž intenzita byla měřena spektrofotometrem.

Kyselina benzoová je slabým luminoforem, zatímco kyselina salicylová je excitovaná při 295 nm a emituje široké a intenzivní emisní spektrum s maximem 410 nm. [1]

Pro porovnání jsme použili roztok kyseliny benzoové s propan-2-olem, vychytávačem OH radikálů, tedy látky, která velmi rychle reaguje s těmito radikály. [3]



## 2 Přístroje, pomůcky a chemikálie

Přístroje: analytické váhy; rentgenový ozařovač SCIOX Beam; spektrofluorimetr FluoroMax; Pomůcky: odměrná baňka; křemenná kyveta se čtyřmi leštěnými stěnami; automatické pipety; parafilm; 15 ml centrifugační zkumavky (polypropylen); reakční zkumavky;

Chemikálie: Kyselina benzoová ( $C_6H_5COOH$ ); voda ( $H_2O$ ); propan-2-ol ( $C_3H_8O$ )

## 3 Praktická část – postup práce

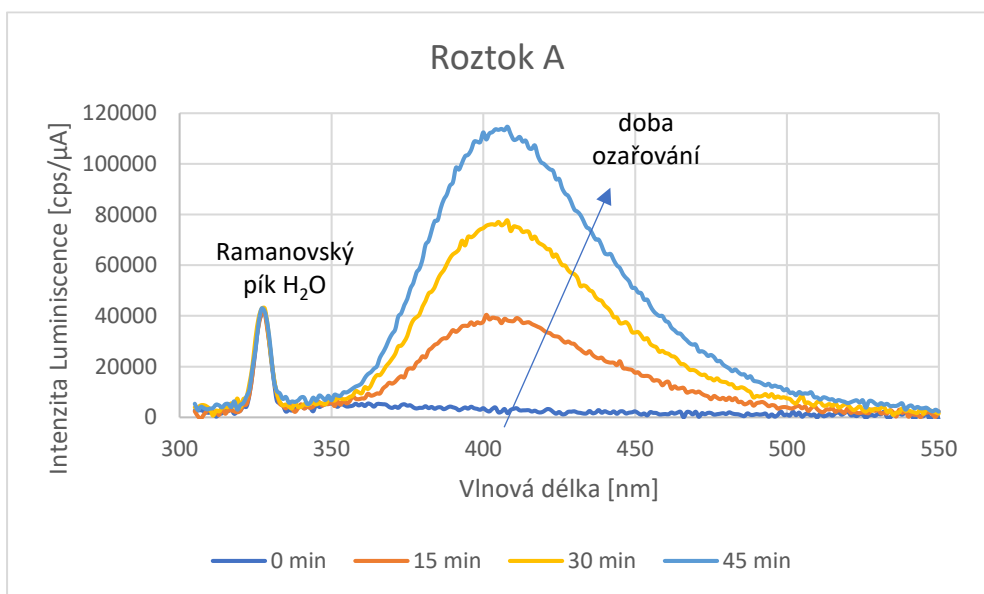
Úkoly:

1. Přípravení roztoku kyseliny benzoové (A) a kyseliny benzoové s vychytávačem OH radikálů propan-2-olem (B)
2. Ozařování roztoků rentgenovým zářením a odběr vzorků
3. Měření a analýza luminiscenčních vlastností vzorků

Na analytických vahách jsme navážili 0,122 g kyseliny benzoové do 500 ml odměrné baňky a rozpuštěním ve vodě jsme připravili roztok o molární koncentraci  $2 \times 10^{-3}$  mol/l. S pomocí automatických pipet jsme odměřili 7,5 ml roztoku kyseliny benzoové, doplnili na 15 ml vodou a tím připravili roztok A. Roztok B jsme připravili z 7,5 ml kyseliny benzoové, 1,5 ml propan-2-olu a doplnili na 15 ml vodou (koncentrace propan-2-olu: 1,3 mol/l).

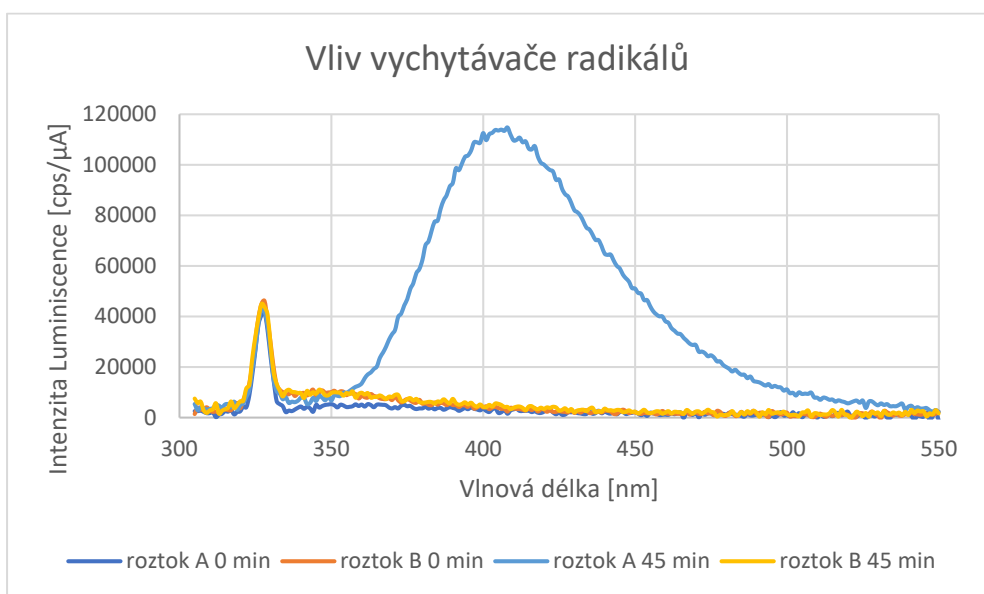
Roztoky A i B jsme vložili na orbitální třepačku do komory rentgenového ozařovače, ve kterém jsme roztoky po uzavření dveří ozařovali rentgenovým zářením (wolframová anoda, napětí 150 kV, proud 13,5 mA) po dobu 15 min. Z roztoků jsme odebírali vzorky, první před ozařováním a další vždy po určitém intervalu ozařování (15, 30 a 45 min). Odebrané vzorky o objemu 0,2 ml jsme dále naředili vodou 15krát, tj. na celkový objem 3 ml.

Každý vzorek jsme postupně přelili do vymyté a vyleštěné křemenné kyvety a vložili do spektrofluorimetru. Změřili jsme emisní spektra vzorků pro excitační vlnovou délku 295 nm, tzn. vzorek byl ozařován UV zářením a v důsledku fluorescence látek ve vzorku obsažených (kyselina salicylová) vyzářil světlo ve viditelné oblasti. Vlnová délka 295 nm byla zvolena proto, že je nejúčinnější v buzení emisního spektra kyseliny salicylové. [1] Na základě změřených dat jsme sestrojili grafy vývoje emisního spektra vzorků s dobou ozařování.



Obrázek 1 - emisní spektra ozářených roztoků kyseliny benzoové

Na Obr. 1 je zobrazena závislost intenzity detekovaných fotonů vyzářených ze vzorků na jejich vlnové délce, tj. emisní spektrum. Při přibližně 320 nm můžeme vidět pík symbolizující Ramanovský rozptyl vody<sup>1</sup>, zatímco široké maximum kolem 410 nm představuje emisi kyseliny salicylové. Na grafu vidíme čtyři emisní spektra každá pro jiný vzorek s jinou dobou ozařování – v neozářeném roztoku (0 min) není kyselina salicylová přítomná, zatímco v ostatních vzorcích roste její koncentrace, a tedy intenzita emise, přibližně lineárně.



Obrázek 2 - srovnání emisních spekter roztoku A a B (roztok B obsahuje vychytávač OH)

Obr. 2 zobrazuje srovnání emisních spekter ozářených a neozářených roztoků A a B, kdy v roztoku B (obsahujícím propan-2-ol) můžeme vidět před i po ozáření podobný tvar křivky – žádná kyselina salicylová nevznikla, všechny OH radikály zreagovaly s propan-2-olem.

<sup>1</sup> Ramanovský rozptyl vody je vzdálený  $3500\text{ cm}^{-1}$  od excitačního záření (295 nm).

## 4 Závěr

Pozorovali jsme vznik OH radikálů po ozáření roztoku kyseliny benzoové rentgenovým zářením s pomocí měření luminiscence vznikající kyseliny salicylové. V naměřených emisních spekter vzorků jsme pozorovali intenzivní emisní maximum při 410 nm (odpovídající kyselině salicylové). Intenzita tohoto maxima s dobou ozařování přibližně lineárně rostla.

Ve vzorku s propan-2-olem nebyla pozorována kyselina salicylová, což dokazuje absenci OH radikálů, z důvodu rychlé reakce propan-2-olu s OH radikály.

## Poděkování

Děkujeme FJFI ČVUT za možnost si vyzkoušet práci ve vědecké laboratoři, ozařování vzorků v rentgenovém ozařovači a měření emisních spekter ve spektrofotometru v rámci Týdne vědy. Za pomoc a cenné rady při vypracování tohoto miniprojektu děkujeme Ing. Janu Bártovi, Ph.D.

## Reference

- [1] Jankowski Joseph, Kieber David, Mopper Kenneth. Nitrate and Nitrite Ultraviolet Actinometers, Photochem. Photobiol., 70, 319-328, 1999.
- [2] Ferradini Christiane, Jay-Gerin Jean-Paul. The effect of pH on water radiolysis: a still open question – a minireview, Res. Chem. Intermed., 26 549-565, 2000.
- [3] NDRL/NIST Solution Kinetics Database [<https://kinetics.nist.gov/solution/>]