

Chemické změny v důsledku ozáření - radiační chemie a fotochemie

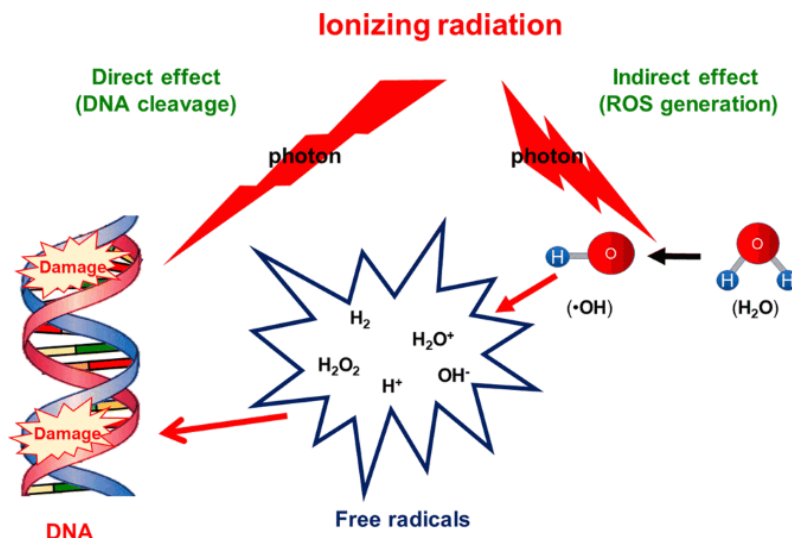
Anotace: Jak ionizující záření, tak ultrafialové záření vyvolávají v roztocích chemické změny, například vznik vysoce reaktivních OH radikálů v důsledku ozáření vodných roztoků rentgenovým zářením. Tyto radikály, jež mimo jiné přispívají k poškození živých tkání a DNA, budou studenti sledovat pomocí jednoduchého chemického senzoru, kyseliny benzoové, z níž zachycením OH radikálů vzniká silně luminiskující kyselina salicylová.

Synopsis: Both ionizing radiation (e.g. X-ray beam) and UV light cause chemical reactions in irradiated aqueous solutions, producing reactive radicals such as OH that can damage DNA and other cellular structures. The students will observe generation of OH radicals through a simple chemical sensor (benzoic acid) that reacts with OH radicals to form a highly luminescent salicylic acid.

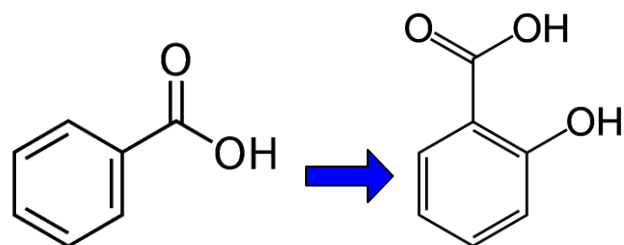
Interakce záření s vodnými roztoky má velký význam zejména kvůli potenciálu narušit životní funkce organismů, tkání či buněk. Pro tyto účely se také cíleně využívá např. při radioterapii pro zmenšení či likvidaci nádorové tkáně. Absorbací záření v živé hmotě dochází k poškození DNA, a to buď přímo (např. interakcí tvrdého UV záření s bázemi DNA), anebo nepřímo – chemickými reakcemi s nestálými radikály či ionty vytvořenými zářením z vody, zejména s hydroxylovým radikálem OH.

Effects of radiation on aqueous solutions have a great importance due to their capability to disrupt the vital functions of organisms, tissue or cells. They are used purposely in radiotherapy to reduce volume

of tumours or destroy the cancer cells. Absorption of radiation in biological systems leads to DNA damage, either directly (e.g. by interaction of UV-C with DNA bases), or indirectly – by chemical reactions of unstable radicals or ions generated by interaction of radiation with water, mainly the hydroxyl radical OH.



<http://doi.org/10.1007/s12272-018-1083-6>

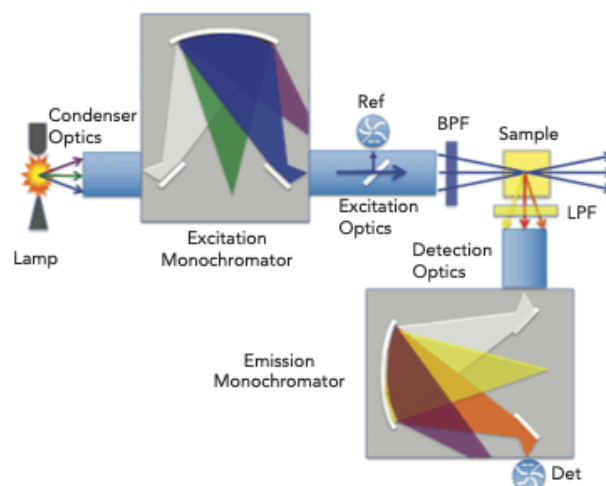


OH radikál reaguje s prostředím velmi rychle a jeho měření je bez komplikovaných přístrojů možné jen pomocí stabilních produktů jeho reakcí s vhodnou chemickou látkou. Aromatické karboxylové kyseliny jako kyselina benzoová či kyselina tereftalová reagují s OH radikálem za vzniku aduktu, který se v okysličeném prostředí přemění na hydroxylované karboxylové kyseliny. Z kyseliny benzoové tak vznikají kyseliny 2-,

3- a 4-hydroxybenzoové, z nichž se velmi snadno měří kyselina salicylová (2-hydroxybenzoová) díky své intenzivní luminiscenci – schopnosti vyzařovat modré světlo při osvětlení UV zářením.

The OH radical quickly reacts with the surrounding compounds and its detection can be accomplished either by complicated and expensive instruments, or by observing stable products of its reaction with suitable chemical compound. Aromatic carboxylic acids such as benzoic acid or terephthalic acid are able to capture OH radical and form an adduct that transforms in the presence of oxygen into hydroxylated carboxylic acids. From benzoic acid, the 2-, 3-, and 4-hydroxybenzoic acids are formed; among those, the salicylic acid (2-hydroxybenzoic acid) is easily measurable because of its intense luminescence – emission of blue light when illuminated by UV light.

Měření luminiscence kapalin je možné provádět ve spektrofluorimetru (obrázek vpravo), v němž se světlo výkonné lampy rozloží na difrakční mřížce na



<http://www.spectroscopyonline.com/view/challenges-of-spectrofluorometry-part-1-collect-data-right-the-first-time>

jednotlivé vlnové délky, vybere se vhodná excitační vlnová délka a tou se vzorek ozáří. Luminiscenční látka v kapalině excitační záření pohltí a vyzáří světlo o delší vlnové délce. Emitované záření se pak další difrakční mřížkou rozloží na jednotlivé vlnové délky, z nichž se emisní spektrum skládá, a změří se jejich zastoupení. Poloha a tvar spektra jsou typické pro danou látku, zatímco intenzita emise (počet změřených fotonů v maximu spektra) udává koncentraci dané látky.

Fluorescence of liquid samples can be investigated using a spectrofluorometer (see diagram above), in which the light from a powerful lamp is separated on a diffraction grating, a suitable excitation wavelength is selected, and illuminates the liquid sample. The luminescent compounds in the liquid absorb the light and emit light with a longer wavelength. The emitted light is separated into individual wavelengths using the emission diffraction grating and their relative intensity is then measured. The position and shape of the emission spectrum is typical for a given compound, while the intensity (the amount of photons detected within the emission maximum) is proportional to its concentration.

Úkol: Připravte vodný roztok kyseliny benzoové a ozařujte jej po různou dobu svazkem rentgenového záření. Jako porovnání připravte i roztok obsahující kromě kyseliny benzoové i alkohol jako vychytávač OH radikálů a ozařujte jej za stejných podmínek. V obou roztocích pak sledujte množství vzniklé kyseliny salicylové pomocí měření luminiscence při excitaci vlnovou délkou 295 nm.

Task: Prepare aqueous solution of benzoic acid and irradiate it with an intense X-ray beam for varying time intervals. For comparison, prepare aqueous solution containing not only benzoic acid, but also an OH radical scavenger such as alcohol, and irradiate it together with the previous solution. Afterwards, observe the formation of salicylic acid using photoluminescence with excitation wavelength of 295 nm.

