

Jak poznat dávku z barvy gelu?

Tereza Lišková
Kateřina Limburská
David Adámek

Vedoucí práce: Mgr. Hana Bártová
Katedra dozimetrie a aplikace ionizujícího záření

Týden vědy na Jaderce
FJFI ČVUT v Praze

V Praze 18.-19.6.2018

1 Úvod

Náš miniprojekt se zabíral tím, jak poznat dávku (radiace) pomocí gelového dozimetru. Vyřešením tohoto problému můžeme poznat přesnou dávku radiace, kterým byl objekt zasažen. Gelové dozimetry se využívají ve výzkumu průmyslu a medicíně.

2 Experimentální část

Příprava roztoků

Gelové dozimetry se dělí na dvě skupiny: a) polymerní b) radiochromní.. My jsme pracovali pouze s radiochromním dozimetrem.

Vytvářeli jsme frickeho gelový dozimetr za použití těchto látek: xylenová oranž, Mohrova sůl, kyselina sírová a želatina. Nejprve jsme si připravili zásobní roztoky pro 25 ml dozimetru. Potřebovali jsme zásobní roztoky o koncentracích:

- 2,5mM XO
- 1mM Mohrova sůl
- 50mM kyselina sírová
- 10% roztok želatiny

Dozimetr měl poté složení:

- 0,1 mM XO
- 0,5 mM Mohrová sůl
- 25 mM kyselina sírová
- 5% roztok želatiny

Výsledný roztok jsme rozlili do 6 kyvet.

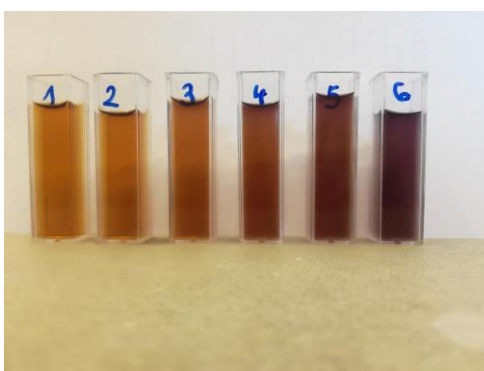
Ozařování

Ozařování celkem pěti kyvet probíhalo na ozařovači Gammacellu 220, který se nachází v suterénu budovy FJFI ČVUT. Jedná se o radionuklidový zdroj ^{60}Co , který má poločas rozpadu $T_{1/2} = 5,27$ let. S časem postupně klesá intenzita ionizujícího záření. Poslední kalibrace radionuklidového zdroje byla provedena 19.12.2017, kdy za 60 min byla vyzářena dávka 33,96 Gy. Od kalibrace uplynulo celkem 181 dní. Ze vzorce pro dávkový příkon,

$$D = D_0 \times e^{-\lambda \times t}$$

jsme vypočítali aktuální dávkový příkon pro datum měření 18.6.2018. Dávkový příkon činil 31,19 Gy/hod.

Jednotlivé kyvety měly být ozařovány po časovém intervalu 9 minut 25 sekund, kdy za tento čas byly dozimetry vždy ozářeny dávkou celkem 5 Gy. Kyvety jsme vložili do ozařovače a po zmíněném časovém intervalu vždy odebírali právě jednu kyvetu. Získali jsme tak sadu dozimetrů, které byly postupně ozářeny od 0 – 25 Gy.

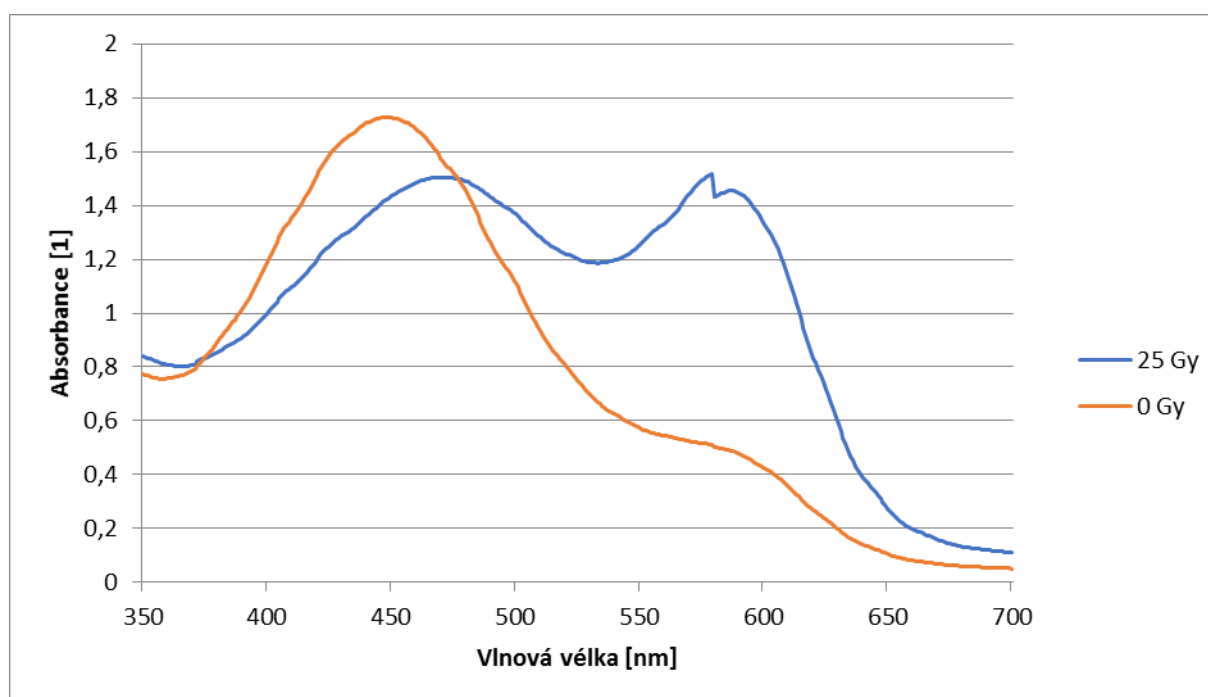


Vyhodnocení

Vyhodnocení jednotlivých dozimetrů bylo provedeno na spektrofotometru Helios Beta, kdy byl každý vzorek proměřen na vlnových délkách 350 – 750 nm po dobu 5 sekund. Výsledkem jsou dvě absorpční spektra, kde osa x znázorňuje vlnové délky v nm a osa y absorbancí. Absorbance A_λ je definována jako

$$A_\lambda = \log_{10} \left(\frac{I_0}{I} \right)$$

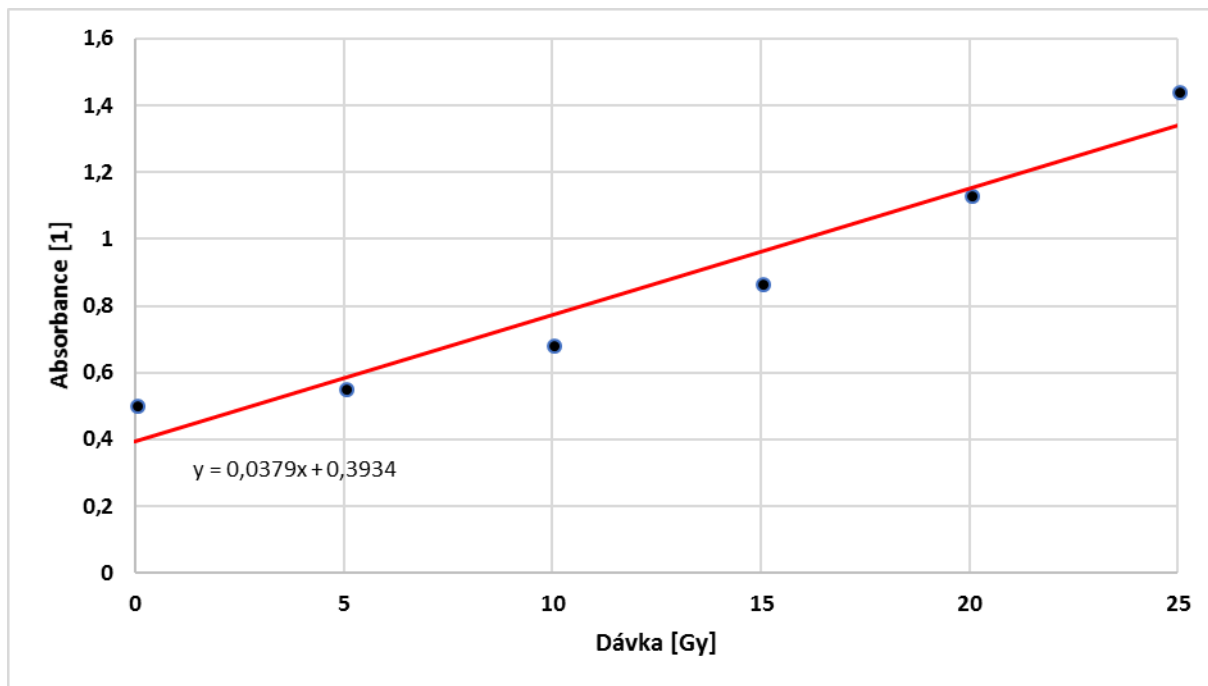
kde I je intenzita určité vlnové délky λ , které prošlo vzorkem a I_0 je počáteční intenzita toho světla dopadajícího na vzorek.



V grafu jsou znázorněna dvě absorpční spektra dozimetrů, které byly ozářeny dávkou 0 a 25 Gy. Pík na levé straně grafu je způsoben látkou xylenová oranž v dozimetru. Druhý pík na pravé straně se zvyšující se dávkou roste. Na vlnové délce 585 nm se nachází maximum píku dozimetru, který byl ozářen nejvyšší dávkou, dochází postupně ke zvyšování pohlcování viditelného světla, a nejvíce ozářený dozimetr tak propouští pouze modrou složku viditelného světla.

Dozimetry obsahují Mohrovou sůl, ve které se vyskytují železnaté kationty. Vlivem ionizujícího záření a volných radikálů v dozimetru se železnaté kationty oxidují na železité kationty. Dochází k tvorbě komplexů s xylenovou oranží a železitých kationtů, které mají modrou barvu, a dochází ke změně barvy dozimetru na modrou.

Pomocí spektrofotometru jsme změřili závislost absorbance jednotlivých dozimetrů na vlnové délce 585 nm. Komplexy železitých kationtů s xylenovou oranží pohlcují nejvíce záření o vlnové délce 585 nm. Výsledná závislost je vynesena do grafu, kde na ose x je znázorněna dávka ionizujícího záření v Gy a na ose y absorbance dozimetrů. Jedná se o závislost lineární, kdy se zvyšující se dávkou roste absorbance – pohlcování viditelného záření. S rostoucí dávkou dozimetry mění svou barvu od oranžové po modrou.



3 Závěr

Gelové dozimetry se dělí na polymerní a radiochromní. Práce se zabývá tvorbou radiochromních dozimetrů a následným jejich ozařováním v ozařovači Gammacell 220. Hlavními složkami dozimetrů jsou látky xylenová oranž, Mohrova sůl, kyselina sírová a želatina. Po ozařování jsme získali sadu šesti dozimetrů, které byly postupně ozářeny dávkami 0 – 25 Gy.

Ve spektrofotometru Helios Beta byla naměřena absorpční spektra jednotlivých dozimetrů v závislosti vlnové délky na absorbanci. Na základě spekter se s rostoucí dávkou ionizujícího záření v ozařovači tvoří v dozimetrech větší množství komplexů železitých kationtů s xylenovou oranží na vlnové délce 585 nm. Jedná se o lineární závislosti maxima píků na vlnové délce 585 nm.

Poděkování

Děkujeme naší vedoucí projektu Mgr. Haně Bártové za velkou ochotu a vstřícnost při práci na projektu na Týdnu vědy na Jaderce. Rovněž děkujeme katedře Dozimetrie a aplikace ionizujícího záření FJFI ČVUT v Praze za umožnění práce na projektu s dozimetry.