

Posudek vedoucího diplomové práce

Autor práce: Bc. Martin Černík

Název práce: Studium přímého a nepřímého účinku ionizujícího záření na spory *Bacillus subtilis* při různých dávkových příkonech.

Studium interakce ionizujícího záření s živými strukturami představuje i v současné době velmi zajímavé téma, neboť vývoj nových výkonových pulzních zdrojů extrémního UV, měkkého rentgenového záření či urychlených částic přinesl možnosti využití velmi vysokých (mnohdy i ultra-vysokých) dávkových příkonů. Bakteriální spory jsou v tomto smyslu v oblasti zájmu hned z několika důvodů: k jejich inaktivaci je zapotřebí dodání poměrně vysokých dávek v řádu jednotek kGy a zároveň lze pomocí nich sledovat jejich odezvu při vystavení druhým ionizujícího záření, která jsou typická pro mezihvězdný prostor a odpovědět např. na otázku, zda mohly být právě spory původcem života na Zemi (tzv. Arrheniova teorie panspermie).

Ve své práci se Martin Černík zaměřil na sledování interakce ionizujícího záření se sporamí divokého kmene *Bacillus subtilis*, které představují dobře prozkoumaný a dostupný modelový systém. Z rešeršní části práce vyplynul závěr, že dávka potřebná k inaktivaci suspenze či dehydratované vrstvy bakteriálních spor není příliš závislá od druhu použitého ionizujícího záření. Tento závěr jej vedl k hypotéze, že poškození bakteriální spory ionizujícím zářením nezávisí příliš na přítomnosti reaktivních radikálů a je závislé téměř výhradně na množství deponované energie ve spoře samotné. Na základě této hypotézy sestavil pomocí počítačového simulačního softwaru model spory a jejích částí, na kterém bylo možné simulovat depozici energie různých druhů ionizujícího záření. Pomocí dat ze simulací spočetl efektivní hmotnostní součinitele absorpce pro fotony a efektivní lineární brzdné schopnosti pro elektrony odpovídající jednotlivým částem spory v poměrně širokém rozsahu energií. Pomocí těchto spočtených koeficientů pak vypočítal inaktivační konstanty jádra spory, které velmi dobře korelují s již publikovanými experimentálními daty, díky čemuž bylo možné částečně hypotézu ověřit.

K ověření dále provedl sérii experimentů s urychlenými elektrony, kde k omezení účinků OH radikálů použil zvyšující se koncentrace radikálového vychytávače. I při těchto experimentech opět nebyly zaznamenány podstatné rozdíly inaktivačních dávek, s výjimkou malých poklesů při malých koncentracích vychytávače způsobené přítomností kyslíku v suspenzi.

Na základě předchozích zjištění využil zdroj záření ve spektrálním oboru tzv. vodního okna, tj. s energiemi fotonů mezi K absorpční hranou uhlíku a kyslíku, kde spory vykazují maximální efektivitu absorpce energie fotony. Tento zdroj je díky krátkým pulzům schopen deponovat energii ve hmotě v režimu ultra-vysokého dávkového příkonu. Zde k odhadu deponovaných dávek využil efektivní součinitele absorpce získaných ze simulací. Závěry z těchto experimentů jsou v souladu se zjištěními, že vysoké dávkové příkony snižují výtěžek



výsledného poškození (např. zlomy DNA) tím, že vysoké hustoty ionizací/excitací vedou spíše k vzájemným rekombinacím, než interakcím s citlivou částí sledovaného systému (zde DNA).

Celkový přínos diplomové práce mohou zhodnotit v několika bodech:

- 1) M. Černík zavedl na pracovišti katedry jaderné chemie do praxe metodiku práce s bakteriálními sporami, která je v práci podrobně popsána a představuje tak pro budoucí zájemce o problematiku velmi přínosný zdroj informací.
- 2) Ukázal, že v případě známého prvkového složení sledovaného systému lze pomocí počítačových simulací získat hodnotná data, která mohou sloužit k porovnání dosažených experimentálních výsledků ozařování bakteriálních spor ionizujícím zářením různých druhů.
- 3) Získal cenná experimentální data inaktivačních dávek spor použitím urychlených elektronů v relativně široké oblasti koncentrací izopropanolu jako radikálového vychytávače (vliv izopropanolu dosud nebyl v literatuře publikován).
- 4) Využitím zdroje záření ve vodním okně poprvé stanovil inaktivační dávku *B. subtilis* specifickou pro tuto spektrální oblast a zároveň prokázal vliv dávkového příkonu na hodnotu inaktivační dávky.

V závěru svého hodnocení bych se rád vyjádřil k formální stránce diplomové práce. Práce je standardně členěna do pěti kapitol s citovanou použitou literaturou na konci práce. I když je práce sepsána konzistentně, přesto obsahuje drobné nedostatky a nepřesnosti. Především u několika grafů jsou na místo desetinných čárek tečky a nestejně popisky souřadnicových os (např. Obr. 43). Z nepravdivé lze zmínit tvrzení, že DNA se záporným nábojem putuje od anody ke katodě (viz. strana 33, 4. odstavec). Zásadní připomínku mám k citované literatuře. Citace nejsou úplné a postrádají jednotnou formu, viz např. [65], [69] a místo některých zdrojů by bylo vhodnější použít odbornou literaturu (např. [61]). Jistým problémem může být i specializovaná terminologie, která v práci často vychází z anglicky psané literatury a jejíž překlad do českého jazyka mnohdy značně obtížný, tuto poznámku však míním v pozitivním slova smyslu.

I přes několik formálních připomínek uvedených výše hodnotím práci jako zdařilou a doporučuji ji postoupit k obhajobě s klasifikačním stupněm **velmi dobře**.

V Praze, 30. května 2022

.....

Ing. Luděk Vyšín, Ph.D.

Oddělení radiční a chemické fyziky

Fyzikální ústav AV ČR, v. v. i.