

## Sporicidní činidla schopná s vysokou účinností inaktivovat spóry *Bacillus anthracis*

Severa J.<sup>1</sup>, Klaban Vl.<sup>1</sup>, Černý T.<sup>2</sup>, Bernadiová I.<sup>2</sup>, Cabal J.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Decomkov Praha, s. r. o.

<sup>2</sup>Státní veterinární ústav Praha

<sup>3</sup>Univerzita obrany, Fakulta vojenského zdravotnictví, katedra toxikologie Hradec Králové

### SOUHRN

Experimentálně ředící neutralizační metodou – kvantitativním suspenzním testem bez přítomnosti zátěže – byla ověřena vysoká schopnost biocidních činidel Hvězda a PTSPCH-J inaktivovat spóry *Bacillus anthracis*.

**Klíčová slova:** antrax – spory – *Bacillus anthracis* – inaktivace.

### SUMMARY

Severa J., Klaban Vl., Černý T., Bernadiová I., Cabal J.: Sporicidal Agents Highly Effective in Inactivating *Bacillus anthracis* Spores

By the dilution-neutralization test – a quantitative suspension test without organic load – the biocidal products Hvězda and PTSPCH-J have been shown highly effective in inactivating *Bacillus anthracis* spores.

**Key words:** anthrax – spores – *Bacillus anthracis* – inactivation.

### Úvod

*Bacillus anthracis* (*B. anthracis*) je řazen mezi vysoce riziková biologická agens [7, 11] využitelná zejména k teroristickým útokům. Zvláštní pozornost tomuto agens začala být věnována po sérii tzv. antraxových dopisů po 11. září 2001 v USA, které mj. vedly u 11 kontaminovaných osob po vdechnutí spor k inhalačnímu antraxu, z nichž pět jich zemřelo [11].

*B. anthracis* je nepohyblivá grampozitivní sporulující tyčinka délky mezi 4–8  $\mu\text{m}$ , průměru 1–1,5  $\mu\text{m}$ . Spóry *B. anthracis* jsou vysoce odolné nejen vůči vlivům zevního prostředí, ale také různým fyzikálním faktorům a biocidním činidlům. Právě tyto vlastnosti spór zvýrazňují nebezpečnost a riziko onemocnění antraxem a představují infekční formu mikroorganismu *B. anthracis*.

Příčinou onemocnění je kompletní antraxový toxin tvořený trojicí proteinů: *protektivní antigen*, *edematózní faktor* a *letální faktor*, přičemž jednotlivé faktory samy o sobě nejsou toxické. Spóry antraxu jsou nejprve fagocytovány mikrofágy, ve kterých pak dochází k jejich germinaci a množení. Poté jsou syntetizovány jednotlivé složky antra-

xového toxinu. Spóry jsou oválného tvaru velikosti přibližně 1–3  $\mu\text{m}$ .

Jsou známy tři formy onemocnění:

- plicní – jejím prvotním projevem jsou zvýšená teplota, slabost, bolest v oblasti hrudníku, dušnost;
- kožní – začíná svěděním, poté se vytvoří nebolelivý pupínek, který se následně mění v malý puchýř naplněný mikroorganismy a leukocyty, a po prasknutí puchýře se v místě infekce vytvoří nejprve hnisavý, později nekrotický zčernalý vřed;
- střevní – projevuje se vysokou horečkou a krvavými průjmy.

Existuje dostatek literárních pramenů popisujících snahu vědeckých pracovníků nalézt způsob, jak rychle a účinně inaktivovat spóry *B. anthracis*, avšak ne všechny způsoby jsou v praxi využitelné, často vyžadují speciální technické vybavení, ověřované nutné doby expozice jsou dlouhé, stupeň inaktivace spor je nízký apod.

Rogers, J. V. et al. ověřovali využití plynného formaldehydu o koncentraci 1000 ppm při době působení 10 hodin k inaktivaci spór *B. anthracis*, jimiž bylo kontaminováno sedm druhů vnitřních

povrchů [8]. Za popsáných podmínek experimentu bylo zjištěno výrazné snížení schopnosti růstu *B. anthracis* na všech kontaminovaných površích.

Byl také ověřován účinek vysokého tlaku vzduchu a vyšších teplot na inaktivaci spór *B. anthracis* [2] se závěrem, že k inaktivaci spór nedochází za atmosférického tlaku při teplotách 20, respektive 45 °C při době expozice 360 min. Jsou popsány rozdílné průběhy závislosti stupně inaktivace spór pro teploty 45 či 75 °C a tlaky 280, 400 a 500 MPa.

V jiné práci [3] je popsáno využití UV záření vlnové délky 254 nm a dále záření gama k inaktivaci spór *B. anthracis*. Pro srovnání účinků byly použity spóry *Bacillus cereus* (*B. cereus*) pro jejich podobnost se spórami *B. anthracis*. Ověřili, že spóry *B. anthracis* kmen Sterne jsou více rezistentní vůči UV<sub>254</sub> záření než spóry *B. cereus* a dále, že suché spóry na tuhém povrchu jsou rezistentnější, než jsou-li ve formě vodné suspenze. K podobným závěrům dospěli i při sledování účinků záření gama.

Armon R. et al. se zabývali využitelností fotokatalýzy za přítomnosti nanočástic TiO<sub>2</sub> k dezinfekci vody kontaminované spórami *B. anthracis* [1]. Princip účinků objasňují zvýšenou tvorbou hydroxylových radikálů (HO·) aktivních při oxidačním procesu, zejména ve vodném prostředí. Radikály působí jako silný biocid.

Za zajímavou lze považovat studii kinetiky inaktivace avirulentních spór *B. anthracis* v mléce působením tepla a peroxidu vodíku [12]. Výsledky studie vedou k závěru, že kombinace teplot 90–95 °C a peroxidu vodíku o koncentraci 0,05–0,5 % mohou být případně využity k odstranění této kontaminanty z mléka do té míry, že mléko bude bezpečně použitelné.

Rose L. J. et al. ověřovali účinek volného (aktivního) chlóru na inaktivaci spór sedmi bakteriálních agens využitelných k teroristickým útokům vedoucím ke kontaminaci zdrojů pitné vody [9]. Dospěli k závěru, že existují rozdíly nejen v nutných minimálních koncentracích volného chlóru a předem ověřených dobách expozice pro různá agens, ale také i pro různé kmeny téže kontaminanty, jak to bylo zjištěno pro spóry *B. anthracis* kmene Amiens, či kmene 34F2. Přitom musí být brán zřetel i na podmínky, za nichž je ověřování uskutečněno, tj. zejména na pH a na teplotu prostředí.

V jiné studii jsou popsány sporicidní účinky biocidů bez přítomnosti reziduí a za přítomnosti reziduí (plnotučného mléka, vaječného žloutku a moučné pasty) na inaktivaci avirulentních spór *B. anthracis* kmenů 7702, ANR-1 a 9139 [5]. Byly použity: perochoctová kyselina, chlornan sodný a peroxid vodíku různých koncentrací při teplotách 10, 20 nebo 30 °C a době působení 10 minut.

Největší inhibiční vliv zátěže se projevil u chlornanu sodného. Jestliže chlornan sodný (5 % aktivního chlóru) redukuje počet spór schopných germinace při teplotě 10 °C o 4 log řády, pak za přítomnosti zátěže je dosažený redukční faktor poloviční. Přítomnost reziduí nemá vliv na sporicidní účinnost kyseliny perochoctové, ani peroxidu vodíku.

## Materiál a metody

Byla ověřována sporicidní účinnost dvou kapalných dvou-složkových pěnnotvorných činitelů zásaditého charakteru (pH cca 12) se širokospektrými dezinfekčními a významnými detoxikačními účinky: HVĚZDA a PTSPCH-J. HVĚZDA byla vyvinuta ve spolupráci s UO FVZ Hradec Králové, činitel PTSPCH-J v Decomkov Praha, s. r. o., Laboratoře Hradec Králové. HVĚZDA je již vyráběna, zařazena mezi dezinfekční činitel používaná v AČR a náleží k přípravkům schválených MZD k používání. Pro druhé činitel, PTSPCH-J, je v současné době řešen vhodný technický prostředek pro jeho použití, zejména jako prostředku pro prvotní odmoření jednotlivce, a to jak pro AČR, tak pro IZS.

Činitel HVĚZDA sestává ze 4 objemových dílů složky AB, což je alkalizovaná směs tenzidů a z 1 objemového dílu složky CC (15% roztok peroxidu vodíku).

Složka *a* činitel PTSPCH-J obsahuje N-metyl-2-pyrrolidon, tri-n-butylfosfát a tenzid., složka *b* tvoří 0,64 mol · dm<sup>-3</sup> chlornan sodný.

Sporicidní účinnost na spóry *B. anthracis* byla ověřována ve Státním veterinárním ústavu Praha-Lysolaje kvantitativním suspenzním testem, diluční neutralizační metodou podle ČSN-EN 13 704 [4], bez zátěže. Neutralizační činitel: Dey-Engley Neutralizing Broth (Hi Media M 1062-500G) Testovací teplota: 21 °C. Použité mikroorganismy: *Bacillus anthracis* Sterne (A 15, CN England 1937). Sporulace kmene: 96 %.

K ověření, že i nově vyvíjený biocidní přípravek PTSPCH-J má vysokou sporicidní účinnost i za přítomnosti bílkovinné zátěže, byl proveden experiment s použitím spór *Bacillus subtilis* CCM 1999 (sporulace kmene 99,2 %), za jinak shodných podmínek uvedených v předchozím odstavci. Testovací teplota: 21 °C. Zátěž nízká: hovězí albumin 3 g · dm<sup>-3</sup>, zátěž vysoká: hovězí albumin 10 g · dm<sup>-3</sup> + kvasniční extrakt 10 g · dm<sup>-3</sup>.

Uvedená činitel nelze testovat koncentrovaná (100%), protože při použití dané metody dochází ke zředění přidáním suspenze spór a činitel lze testovat pouze při koncentraci 80% a menší.

## Výsledky

V tabulce 1 jsou prezentovány výsledky experimentálního ověření sporicidní účinnosti činitel HVĚZDA a PTSPCH-J na spóry *B. anthracis*. V podstatě platí, že obě činitel mají přibližně stejnou účinnost, i když lze předpokládat, že mechanismus inaktivace spór jednotlivých činitel se pravděpodobně liší.

**Tab. 1.** Sporicidní účinnost koncentrovaných (80%) činidel HVĚZDA a PTSPCH-J\***Table 1.** Sporicidal activity of concentrated (80 %) agents HVĚZDA and PTSPCH-J\*

| Testovaný prostředek         | HVĚZDA                | PTSPCH-J              | Neutralizační činidlo |
|------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Podmínky                     | Čisté                 | Čisté                 |                       |
| No (cfu . ml <sup>-1</sup> ) | 3,9 x 10 <sup>8</sup> | 3,9 x 10 <sup>8</sup> | 3,9 x 10 <sup>8</sup> |
| log No                       | 8,59                  | 8,59                  |                       |
| Nd (cfu . ml <sup>-1</sup> ) | < 10                  | < 10                  |                       |
| log Nd                       | < 1                   | < 1                   |                       |
| log redukce                  | > 8                   | > 8                   |                       |

\*Ověřovaná na spóry *B. anthracis* v čistém prostředí, doba kontaktu 15 min, teplota 21 °C.

Legenda:

N<sub>0</sub> – počet cfu . ml<sup>-1</sup> ve zkušební suspenzi před přidáním biocidního činidla

N<sub>d</sub> – počet cfu . ml<sup>-1</sup> po době kontaktu suspenze s biocidním činidlem

cfu – počet jednotek tvořících kolonie

\*Tested on *B. anthracis* spores under no protein load, exposure time 15 min, temperature 21 °C

Legend: N<sub>0</sub> – the number of cfu . ml<sup>-1</sup> in the test suspension before the exposure to the biocidal agent

N<sub>d</sub> – the post-exposure number of cfu . ml<sup>-1</sup>

cfu – colony forming unit

Výsledky testu souvisejícího s ověřením vlivu reziduí různých koncentrací na účinnost neředěného i zředěného činidla PTSPCH-J na inaktivaci spor *B. subtilis* jsou uvedeny v tabulce 2.

**Tab. 2.** Sporicidní účinnost biocidního činidla PTSPCH-J různých koncentrací\***Table 2.** Sporicidal activity of the biocide PTSPCH-J at different concentrations\*

| Testovaný prostředek, koncentrace | PTSPCH-J 10%          | PTSPCH-J 80%          | PTSPCH-J 80%          |
|-----------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Podmínky                          | zátěž nízká           | zátěž nízká           | zátěž vysoká          |
| No (cfu . ml <sup>-1</sup> )      | 7,9 . 10 <sup>8</sup> | 7,9 . 10 <sup>8</sup> | 7,9 . 10 <sup>8</sup> |
| log No                            | 8,9                   | 8,9                   | 8,9                   |
| Nd (cfu . ml <sup>-1</sup> )      | < 1                   | < 1                   | < 1                   |
| log Nd                            | 0                     | 0                     | 0                     |
| log redukce                       | > 8                   | > 8                   | > 8                   |

\*Testovaná na spóry *Bacillus subtilis* v prostředí s nízkou a vysokou zátěží, doba kontaktu 30 min, teplota 21 °C.

Legenda:

N<sub>0</sub> – počet cfu . ml<sup>-1</sup> ve zkušební suspenzi před přidáním biocidního činidla

N<sub>d</sub> – počet cfu . ml<sup>-1</sup> po době kontaktu suspenze s biocidním činidlem

cfu – počet jednotek tvořících kolonie

zátěž nízká: hovězí albumin 3 g . dm<sup>-3</sup>

zátěž vysoká: hovězí albumin 10 g . dm<sup>-3</sup> + kvasniční extrakt 10 g . dm<sup>-3</sup>

\*Tested on *B. anthracis* spores under a low and a high protein load, exposure time 30 min, temperature 21 °C.

Legend: N<sub>0</sub> – the number of cfu . ml<sup>-1</sup> in the test suspension before the exposure to the biocidal agent

N<sub>d</sub> – the post-exposure number of cfu . ml<sup>-1</sup>

cfu – colony forming unit

low protein load: bovine albumin at 3 g . dm<sup>-3</sup>

high protein load: bovine albumin at 10 g . dm<sup>-3</sup> + yeast extract at 10 g . dm<sup>-3</sup>

## Diskuse

U obou činidel byl dosažen redukční faktor počtu spór schopných germinace větší než 8 log řádů, což svědčí o mimořádně vysoké inaktivační účinnosti obou biocidních přípravků, a to bez ohledu na typ biocidu obsaženého v dezinfekčním přípravku. Činidlo PTSPCH-J s chlornanem sodným (3,9 % aktivního chlóru) obsahuje také dvě organické látky, které významně narušují bariéry tvořící obal spóry a tím usnadňují průnik biocidu do centrální části spóry, a umožňují tak biocidu inaktivat spóru.

Ani přítomnost reziduí, a to i ve vysoké koncentraci, nesnižuje sporicidní účinnost činidla PTSPCH-J. Je to dáno především dostatečně vysokou koncentrací biocidu, pH prostředí a přítomností tří organických sloučenin způsobujících dispergaci, následné rozpuštění v zátěži přítomných bílkovin a tuků a jejich degradaci biocidem.

Jestliže by byla testovaná činidla použita ve formě pěny generované z koncentrovaných (100%) činidel, lze oprávněně předpokládat jejich výrazně vyšší sporicidní účinek [10].

## Závěr

Byla vyvinuta dvě biocidní činidla s vysokým inaktivačním účinkem na spóry *B. anthracis*, která by mohla být prakticky využita k likvidaci následků po teroristickém útoku spojeném s použitím spór *B. anthracis* k dezinfekci tuhých povrchů včetně kůže, a to jak ve formě nástřiku činidel, tak ve formě pěn.

### Použité zkratky

AČR – Armáda české republiky

*B. anthracis* – *Bacillus anthracis*

*B. cereus* – *Bacillus cereus*

IZS – Integrovaný záchranný systém

MZd – Ministerstvo zdravotnictví

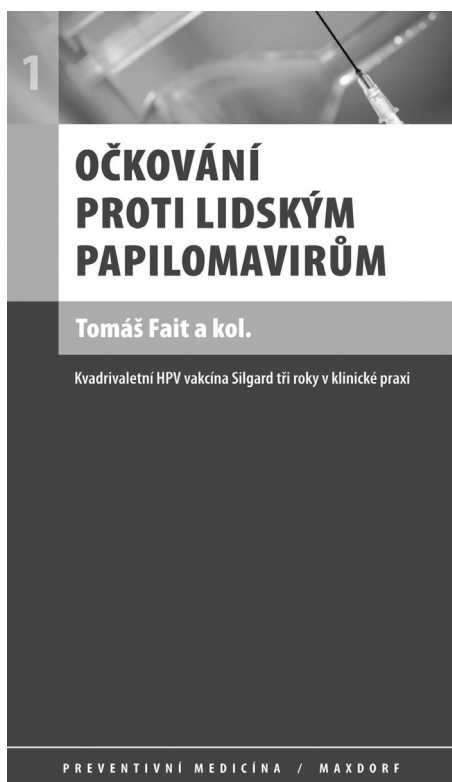
UO FVZ – Univerzita obrany Fakulta vojenského zdravotnictví

## Literatura

1. Armon, R., Weltch-Cohen, G., Bettane, P. Disinfection of *Bacillus* spp. spores in drinking water by TiO<sub>2</sub> photocatalysis as a model for *Bacillus anthracis*. *Supply*, 2004, 4, 2, p. 7–14.
2. Cléry-Barraud, C., Gaubert, A., Masson, P., Vidal, D.

- Combined Effects of High Hydrostatic Pressure and Temperature for Inactivation of *Bacillus anthracis* Spores. *Appl. Environ. Microbiol.*, 2004, 70, 1, p. 635–637.
3. **Blatchley, E. R., Meeusen, A., Aronson, A. I., Brewster, L.** Inactivation of Bacillus Spores by Ultraviolet or Gamma Radiation. *Environ. Eng.*, 2005, 131, 9, p. 1245–1252.
  4. Česká technická norma ČSN EN 13704 Chemické dezinfekční přípravky – Kvantitativní zkouška s použitím suspenze ke stanovení sporicidního účinku chemických dezinfekčních přípravků používaných pro potraviny, průmysl, domácnosti a veřejné prostory – Zkušební metoda a požadavky ( fáze 2/stupeň 1). Český normalizační institut, 2002, 34 s.
  5. **Hilgren, J., Swanson, K. M. J., Diez-Gonzalez, F., Cords, B.** Inactivation of *Bacillus anthracis* Spores by Liquid Biocides in the Presence of Food Residue. *Appl. Environ. Microbiol.*, 2007, 73, 20, p. 6370–6377.
  6. **Inglesby, T. V., O Toole, T., Henderson, D. A., Bartlett, J. G. et al.** Anthrax as a Biological Weapons. Updated Recommendations for Management. *JAMA*, 2002, 287, 17, p. 2236–2252.
  7. **Pohanka, M., Skládal, P.** *Bacillus anthracis*, *Francisella tularensis* and *Yersinia pestis* the Most Important Bacterial Warfare Agents – review. *Folia Microbiol.*, 2009, 54, 4, p. 263–272.
  8. **Rogers, J. V., Choi, Y. W., Richter, W. R., Rudnicki, D. C. et al.** Formaldehyde gas nactivation of *Bacillus anthracis*, *Bacillus subtilis*, and *Geobacillus stearothermophilus* spores on indoor surface materials. *J. Appl. Microbiol.*, 2008, 74, 4, p. 1104–1112.
  9. **Rose, L. J., Rice, E. W., Jensen, B., Murga, R. et al.** Chlorine Inactivation of Bacterial Bioterrorism Agents. *J. Appl. Microbiol.*, 2005, 71, 1, p. 566–568.
  10. **Severa, J., Cabal, J., Hartmanová, M.** Pěny jako nosiče látek s dezinfekčním účinkem. *Epidemiol. Mikrobiol. Imunol.*, 2005, 54, p. 161–165.
  11. **Wallenfels, J., Bencko, V.** Bioterrorismus, od antraxu až po prostředky hromadného ničení. *Prakt. Léč.*, 2002, 82, 9, s. 516–521.
  12. **Xu, Sa., Labuza, T., Diez-Gonzales, F.** Inactivation Kinetics of Avirulent *Bacillus anthracis* Spores in Milk with a Combination of Heat and Hydrogen Peroxide. *J. Food Protect.*, 2008, 71, 2, p. 333–338.
- Tato práce vznikla za finanční podpory Ministerstva průmyslu a obchodu ČR v rámci projektu FF-P2/115, FI-IM3/199.*
- Do redakce došlo 22. 3. 2010.*

Doc. Ing. Jan Severa, CSc.  
Všehrdova 1701  
500 00 Hradec Králové  
e-mail: severah@seznam.cz



## Očkování proti lidským papilomavirům

Tomáš Fait a kol.

Maxdorf 2009, 118 str.  
edice Preventivní medicína, sv. 1  
ISBN: 978-80-7345-204-9  
cena: 195 Kč  
formát: 110 × 190 mm, brož.

### Anotace:

Očkování proti infekci lidskými papilomaviry je ve svém důsledku prvním očkováním proti nádorovému onemocnění člověka vyvíjené s tímto primárním cílem. Mohutné klinické studie a tři roky klinické praxe s kvadrivalentní očkovací látkou Silgard® ukázaly účinnost a bezpečnost očkování proti lidským papilomavirům typu 6, 11, 16 a 18. Užití kvadrivalentní vakcíny přináší ochranu proti 80 % karcinomů hrdla děložního, cervikálním, vaginálním i vulvárním nádorovým a přednádorovým lézím, ale současně i proti benigním lézím se sklonem k recidivě jako jsou genitální bradavice. Cílem předkládané knihy je nejen podat kompletní přehled dostupných klinických dat očkování, ale současně i podat základní informace o biologii HPV

virů, etiopatogenezi základních HPV lézí, imunologii očkování, srovnání dostupných očkovacích látek, právních i psychologických aspektů očkování.

**Objednávky zasílejte e-mailem nebo poštou: Nakladatelské a tiskové středisko ČLS JEP, Sokolská 31, 120 26 Praha 2, fax: 224 266 226, e-mail: nts@cls.cz. Na objednávce laskavě uveďte i jméno časopisu, v němž jste se o knize dozvěděli**