

## **Studium rozpouštění křemičitých nanovláken ve vybraných tělních tekutinách v závislosti na podmínkách jejich zpracování**

*Bc. Markéta Paprčková, doc. Mgr. Irena Lovětinská Šlamborová, Ph.D.*

### **Abstrakt**

Práce je zaměřena na testování rozpustnosti křemičitých nanovláken v simulovaných tělních tekutinách a příbuzných roztocích v závislosti na jejich tepelné stabilizaci. Křemičitá nanovlákná byla připravena na Technické univerzitě v Liberci metodou elektrostatického zvlákňování solu připraveného metodou sol-gel a následně byla tepelně zpracována při 180 °C nebo 550 °C. Cílem práce bylo stanovit poločasy rozpouštění křemičitých nanovláken jakožto ukazatele jejich biodurability. Za tímto účelem byly provedeny statické a dynamické testy rozpustnosti. Z výsledků testů rozpustnosti vyplynul velmi výrazný rozdíl v rychlosti rozpouštění křemičitých nanovláken v závislosti na použitém médiu a teplotě stabilizace.

---

### **1 Úvod**

Akutní a chronické rány typu dekubitů, bércových vředů a popálenin jsou často v průběhu déletrvající léčby napadány infekcí. V těchto případech jsou běžně dostupné zdravotnické prostředky pro krytí ran nedostačující. Velmi slibný materiál pro tyto aplikace představují nanovláknenné substráty na bázi oxidu křemičitého, které mají řadu terapeutických výhod, mezi které patří schopnost kopírovat povrch rány, možnost imobilizace různých typů biomolekul (desinfekční látky, antibiotika, enzymy), biologická kompatibilita a biologická rozložitelnost [1].

V práci jsou shromážděny souhrnné výsledky rozpustnosti křemičitých nanovláken v simulovaných tělních tekutinách. Získané výsledky budou sloužit jako podklady pro schválení tohoto materiálu jako zdravotnického prostředku a pro zahájení klinických testů. Zdravotní nezávadnost křemičitých nanovláken byla posuzována podle studie firmy Johns Manville Corporation [2].

### **2 Experiment a metody**

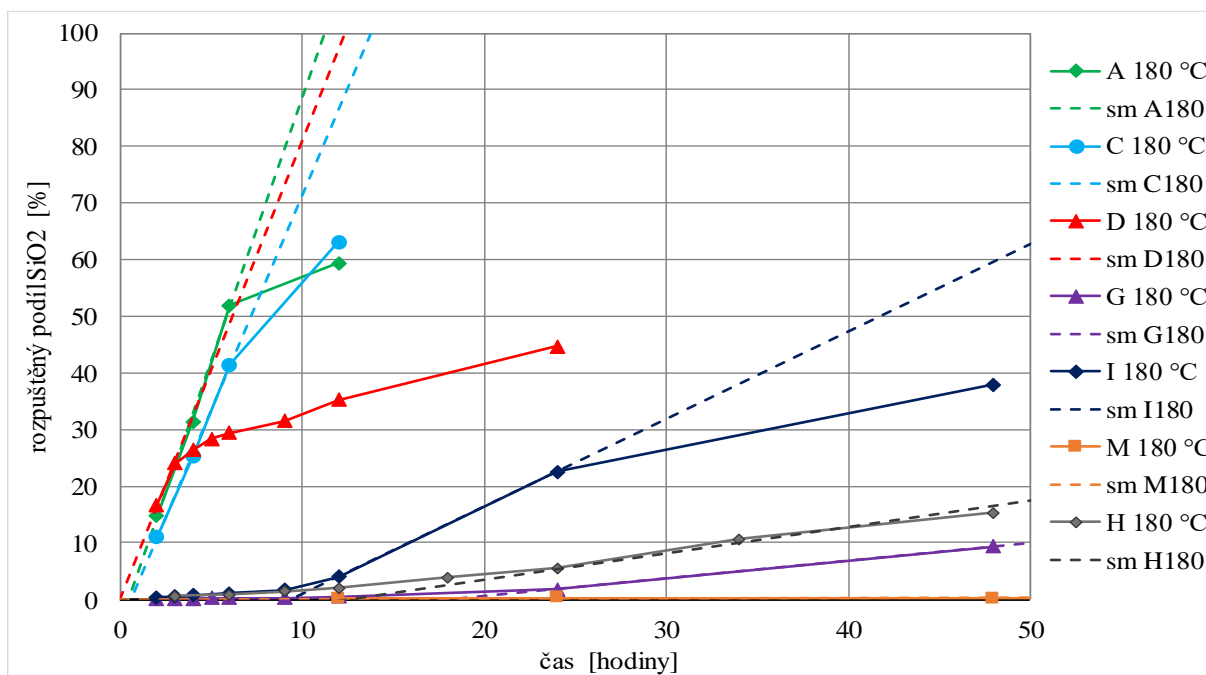
Křemičitá nanovlákná byla před testy rozpustnosti charakterizována pomocí TG analýzy a dále byl vypočítán obsah SiO<sub>2</sub> (při teplotě 800 °C zůstává pouze čistý oxid křemičitý). Také bylo provedeno měření specifického měrného povrchu metodou BET s použitím kryptonu. Pro vizuální kontrolu byly pořízeny SEM snímky křemičitých nanovláken. Simulované tělní tekutiny byly připraveny podle souhrnné studie, kde je uveden podrobný návod na jejich přípravu [3].

Statické testy rozpustnosti křemičitých nanovláken byly provedeny s nanovláknými tepelně stabilizovanými při 180 °C nebo při 550 °C v simulovaných tělních tekutinách, fyziologickém roztoku a v čerstvé destilované vodě. Vzorky tepelně stabilizovaných nanovláken byly umístěny do PET lahvíček a následně k nim bylo přidáno 200 ml vybrané tekutiny předehřáté na 37 °C. Takto připravené lahvičky byly vloženy do předem vytemperované vodní lázně s třepačkou, přičemž teplota vodní lázně byla 37 °C. Podle časového plánu bylo z PET lahvíček pomocí injekční stříkačky odebráno vždy 10 ml média. Množství křemíku v jednotlivých časových odběrech bylo stanoveno pomocí ICP/OES a přepočteno na obsah SiO<sub>2</sub>. Rychlosti rozpouštění křemičitých nanovláken v jednotlivých simulovaných tělních tekutinách a poločasy rozpouštění byly vypočteny ze směrnice lineární části grafu, který znázorňuje závislost rozpuštěného podílu oxidu křemičitého na čase.

### 3 Výsledky a diskuze

Z výsledků statických testů rozpustnosti křemičitých nanovláken vyplynul velmi výrazný rozdíl v rychlosti jejich rozpouštění v závislosti na použitém médiu. Mezi jednotlivými médii se vyskytují až řádové rozdíly. Obecně lze tvrdit, že čím je vyšší hodnota pH, vyšší obsah organických látek a vyšší iontová síla, tím je rychlost rozpouštění vyšší. Nejpomaleji probíhá rozpouštění v destilované vodě. Dalším důležitým faktorem, který ovlivňuje rychlost rozpouštění, se ukázala být teplota stabilizace nanovláken. V tomto případě platí, že vyšší teplota stabilizace vede k výraznému snížení rychlosti rozpouštění nanovláken.

**Graf 1** Závislost rozpuštěného podílu  $\text{SiO}_2$  nanovláken na čase, teplota zpracování: 180 °C, simulované tělní tekutiny: A (krevní plazma), C (tekutina tlustého střeva), D (extracelulární plicní tekutina, pH 7,4), G (pot, pH 5,4), M (destilovaná voda), H (simulovaná moč)



### 4 Závěr

V případě tepelně stabilizovaných nanovláken při 180 °C byla podmínka zdravotní nezávadnosti splněna téměř ve všech médiích kromě simulované intracelulární plicní tekutiny (pH = 4,5) a destilované vody. Nanovlákná, která byla tepelně stabilizována při 550 °C podmínku zdravotní nezávadnosti nespĺnila při rozpouštění v médiích, jejichž charakteristikou je kyselé pH a relativně nízká osmolalita. Jedná se o intracelulární plicní tekutinu (pH = 4,5), simulované poty a destilovanou vodu.

### 5 Literatura

- [1] SCHNEIDER, Mandy, Fabian MEDER, Annette HAIß, Laura TRECCANI, Kuroschi REZWAN a Klaus KÜMMERER. Physicochemical properties and biodegradability of organically functionalized colloidal silica particles in aqueous environment. *Chemosphere*. 2014, **99**, 96-101
- [2] HESTERBERG, T.W. a G.A. HART. Health and safety aspects of fiber glass. *Fifteenth Annual Battery Conference on Applications and Advances*. IEEE, 1999, (29), 135-140
- [3] MARQUES, Margareth R. C., Raimar LOEBENBERG a May ALMUKAINZI. Simulated Biological Fluids with Possible Application in Dissolution Testing. *Dissolution Technologies* 2011, **18**(3), 15-28