

[Pixabay.com](https://pixabay.com)

**Mária Leitnerová, Lukáš Hleba**

Fakulta biotechnológie a potravinárstva, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

### **Bakteriálna celulóza**

Ako je dobre známe, celulóza je v prírode jedným z najrozšírenejších biologicky rozložiteľných materiálov a preto bola predmetom rozsiahlych výskumov v oblasti makromolekulárnej chémie. V dnešnej dobe je možné vyrábať celulózu štyrmi spôsobmi. Dva z nich sú prirodzené postupy syntézy, medzi ktoré zaradujeme fotosyntézu rastlín a mikrobiálnu syntézu celulózy. Medzi ďalšie dve metódy patria syntetická a enzymatická syntéza z fluoridu celobiózy in vitro a karbonylových derivátov napr. nitrálinu.

„Celulóza vytvorená baktériami“ Mikrobiálna celulóza je nazývaná tiež bakteriálna celulóza (BC).



Obr. č.1: Bakteriálna celulóza ([wikipedia](#))

Je produkovaná aeróbnymi baktériami počas oxidatívnej fermentácie uhlíkového zdroja. Najčastejší zdroj uhlíka, energie, sú sacharidy. Najviac preštudovaný a najúčinnejší výrobca BC je *Acetobacter xylinum*, ktorý dokáže asimilovať rôzne cukry a poskytuje najvyšší výťažok celulózy. Jej nevýhodou sú vysoké výdavky na drahé médium s len 30 % výťažnosťou produktu. Táto nevýhoda sa ale dá vyriešiť. Ako zdroj sacharidov je možné použiť odpad z poľnohospodárstva bohatý na sacharidy a to kvasinkový odpad pri výrobe piva, zvyšky suchého oleja, šupky z hrozna z vinárskeho priemyslu, výhonky z rastlín, či odpad pri výrobe javorového sirupu. Okrem toho že použitie odpadových látok pozitívne vplýva na výrobu BC, taktiež znižuje environmentálne problémy súvisiace s likvidáciou odpadu.

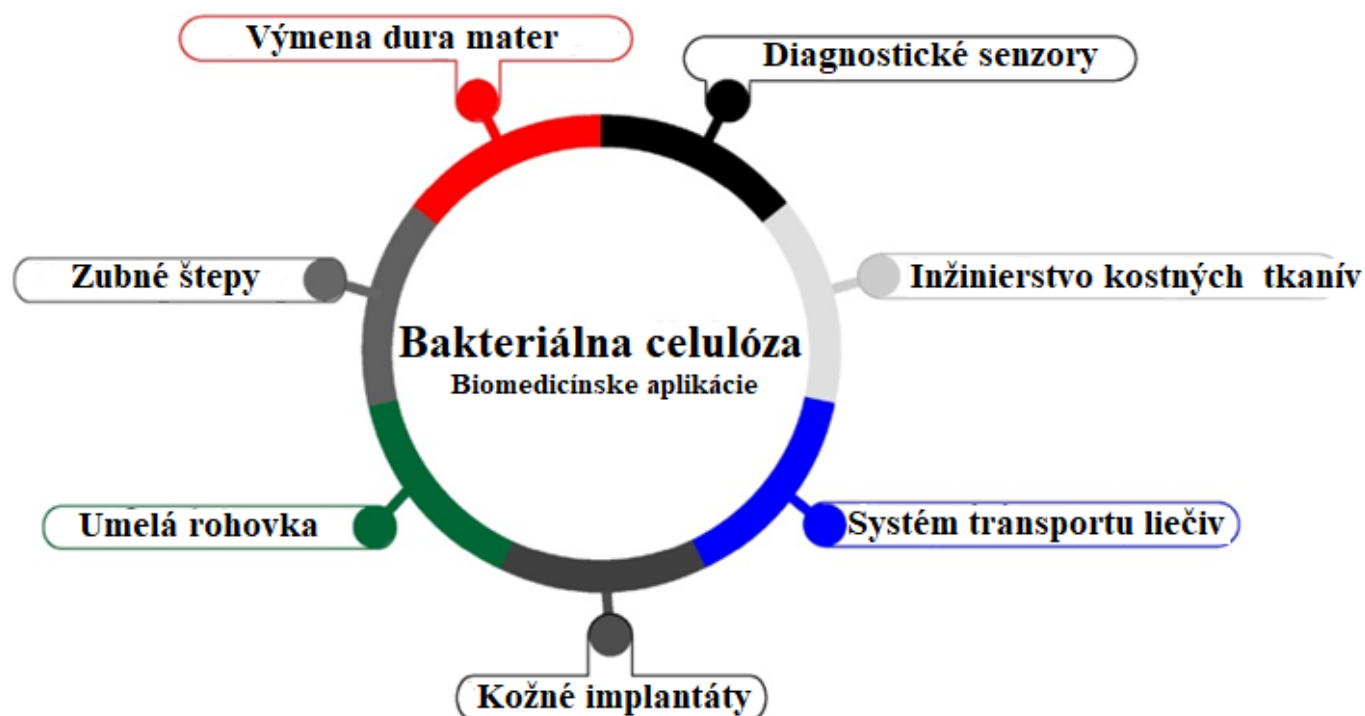
**Prečo je bakteriálna celulóza taká výnimočná?**

Rozsiahlu pozornosť priťahuje kvôli svojim jedinečným vlastnostiam, ako je vysoký stupeň zložitosti, vysoká čistota, dobrá biologická kompatibilita, biologická odbúrateľnosť, vysoká kryštalizácia a vynikajúce mechanické vlastnosti. Jej vlákno má vysoký pomer strán s priemerom vlákna 20-100 nm. V dôsledku toho má veľmi veľkú plochu povrchu na jednotku hmotnosti.



Obr. č.2: Membrána z bakteriálnej celulózy (Pinterst)

Tieto všetky vlastnosti umožňujú použitie BC vo veľkej miere a v mnohých oblastiach vrátane biomedicínskych materiálov, dodávok liekov, tkanivového inžinierstva, potravinárskeho priemyslu, akustickej membrány, funkčného papiera, optických displejov, nanoštrukturovaných biomateriálov a biocompozitov.



Obr. č.3: Aplikácia bakteriálnej celulózy v biomedicíne (Pitchet et al. 2017).

### Bakteriálna celulóza v biomedicínskych aplikáciách

Bakteriálna celulóza spĺňa dôležité charakteristiky, ktoré kombinujú niekoľko povrchových a makromolekulárnych vlastností, ktoré sú nevyhnutné pre aplikácie in vitro a in vivo. Preto je jedným z najvýznamnejších materiálov pre biomedicínske využitie.

Je produkovaná mimobunkovo, extracelulárne, gram negatívnymi rodmi baktérií ako sú : *Gluconoacetobacter*, *Acetobacter*, *Agrobacterium*, *Achromobacter*, *Aerobacter*, *Sarcina*, *Rhizobium*, *Pseudomonas*, *Salmonella* a *Alcaligenes*. Navýznajmnejší producent je rod *Gluconoacetobacter*. Štruktúra BC je tvorená previazanými celulóзовými mikrovláknami s neurčitou dĺžkou a distribuovaný v náhodných smeroch.

## Koniec jazvám a popáleninám?

Bakteriálna celulóza má vysokú schopnosť zadržiavať vodu na základe vysoko —poréznej vláknitej štruktúry čo jej umožňuje veľmi rýchlo zakomponovať ako aj uvoľňovať látky. Práve tieto jej vlastnosti sú využiteľné pri liečení rán, na prípravu masiek, starostlivosť o pleť a pri regenerácii popálenín. Má potenciál využitie ako kožná náhrada pri liečbe rozsiahlych popálenín, pretože jej štruktúra vláknitých sietí je veľmi podobná extracelulárnej časti ľudskej kože. Okrem toho inhibuje rast mikroorganizmov *Escherichia coli* a *Staphylococcus aureus* a stimuluje epitelizáciu a regeneráciu rán po chirurgických zákrokoch.

Podľa doterajších štúdií použite tenkej membránovej vrstvy bakteriálnej celulózy na popáleniny druhého stupňa bolo efektívnejšie ako použitie gázy. Na rozdiel od gázy sa na pokožke nevytvorila chrasta a už len po pár dňoch závažnosť popálenia klesala. Výsledky štúdií jasne ukázali, že BC podporuje hojenie kože na rane, reepitelizáciu, tvorbu granulačného tkaniva a vývoj ciev (angiogénu) bez toxických účinkov.

## Oblečenie budúcnosti???

V dnešnej dobe je potrebné viac ako inokedy produkovať materiál, ktorý je bio degradovateľný a ekologicky prijateľný. V módnom priemysle sa preto vývoj ekologických textílií stal prioritou. Ekologické textílie vyrobené malými baktériami už nie sú len hudba budúcnosti. Bakteriálna celulóza je zároveň ekologicky prijateľná a bio udržateľná, ale taktiež je úplne rozdielna v porovnaní s inými textíliami.



Obr. č.4: Oblečenie z bakteriálnej celulóza ([Pinterst](#))

Na jej výrobu stačí len správny zdroj sacharidov a dusíka. Môže na to byť použité kokosové mlieko, substrát zo zeleného čaju či čierneho čaju, kvasničný extrakt a to všetko za prídavku zdroja sacharidov. Vyrobená textília je tenká, jemná, ohybná, ale zároveň drží tvar a je odolná voči mechanickému poškodeniu. Neobsahuje žiadne toxické látky ani alergiu vyvolávajúce látky. Okrem iného, keď je BC správne vyrobená, je možné z nej vyrobiť takmer akýkoľvek typ oblečenia. Farba BC závisí od použitého substrátu: čierny čaj - svetlo hnedá, červený čaj - ružovkastá, zelený čaj - béžová, kokosové mlieko - priesvitná až biela.

## Záver

Slovo EKO je dnes trendom a to z opodstatnených dôvodov. Už nemôžeme ďalej ignorovať kam smeruje konzumný spôsob života. Preto sa stalo ekologické myslenie a aktívne vyvíjanie materiálov a produktov, ktoré neškodia našej prírode hlavným cieľom ľudstva. Jeden z takých materiálov je aj bakteriálna celulóza. Je biodegradovateľná, enviromentálne prijateľná a na jej výrobu je možné využiť odpad. Jej obrovský potenciál je využiteľný v mnohých smeroch ako biomedicína, odpadové hospodárstvo, textilný priemysel a v mnohých iných môže byť našou budúcnosťou.

Na záver si preto môžeme klásť otázky: Čo nám ponúkne bakteriálna celulóza v budúcnosti? Bude jej dostatok v prípade krízy? Zachránia baktérie svet?

### **Použitá literatúra**

Esa, F., Tasirin, S., & Rahman, N. (2014). Overview of Bacterial Cellulose Production and Application. *Agriculture And Agricultural Science Procedia*, 2, 113-119. doi:10.1016/j.aaspro.2014.11.017

Kwak, M., Kim, J., Go, J., Koh, E., Song, S., & Son, H. et al. (2015). Bacterial cellulose membrane produced by *Acetobacter* sp. A10 for burn wound dressing applications. *Carbohydrate Polymers*, 122, 387-398. doi: 10.1016/j.carbpol.2014.10.049

Lina, F., Yue, Z., Jin, Z., & Guang, Y. (2011). Bacterial cellulose for skin repair materials. In *Biomedical Engineering-Frontiers and Challenges*. InTech.

Pacheco, G., de Mello, C., Chiari-Andréo, B., Isaac, V., Ribeiro, S., Pecoraro, É., & Trovatti, E. (2017). Bacterial cellulose skin masks-Properties and sensory tests. *Journal Of Cosmetic Dermatology*, 17(5), 840-847. doi: 10.1111/jocd.12441

Picheth, G., Pirich, C., Sierakowski, M., Woehl, M., Sakakibara, C., & de Souza, C. et al. (2017). Bacterial cellulose in biomedical applications: A review. *International Journal Of Biological Macromolecules*, 104, 97-106. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2017.05.171

Revin, V., Liyaskina, E., Nazarkina, M., Bogatyreva, A., & Shchankin, M. (2018). Cost-effective production of bacterial cellulose using acidic food industry by-products. *Brazilian Journal Of Microbiology*, 49, 151-159. doi: 10.1016/j.bjm.2017.12.012

Zhao, H., Xia, J., Wang, J., Yan, X., Wang, C., & Lei, T. et al. (2018). Production of bacterial cellulose using polysaccharide fermentation wastewater as inexpensive nutrient sources. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 32(2), 350-356. doi: 10.1080/13102818.2017.1418673

Wood, D., Liu, H., & Salusso, C. J. (2015). Production and characterization of bacterial cellulose fabrics.

### **Referencie obrázkov**

Pinterest:

<https://sk.pinterest.com/search/pins/?q=bacterial%20celulose&rs=rs&eq=&etslf=4075&ter>



[m\\_meta\[\]=bacterial%7Crecentsearch%7C0&term\\_meta\[\]=celulose%7Crecentsearch%7C0](#)

Picheth, G., Pirich, C., Sierakowski, M., Woehl, M., Sakakibara, C., & de Souza, C. et al. (2017). Bacterial cellulose in biomedical applications: A review. *International Journal Of Biological Macromolecules*, 104, 97-106. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2017.05.171