Kitozán nanobevonatok határfelületi tulajdonságainak hangolása kationos tenzid hozzáadásával

Engineering the surface properties of chitosan nanocoatings using a cationic surfactant

MÁRTON Péter[1,2]*, DEMÉNY Petra[1], RÁCZ Adél[2], SZABÓ Tamás[3], KERESZTES Zsófia[3], BALTERER Bence[3], MADARÁSZ János[1], NAGY Norbert[2], MÁRTON Rita[1], MOLNÁR Mónika[1], HÓRVÖLGYI Zoltán[1]

[1]Faculty of Chemical Technology and Biotechnology, Budapest University of Technology and Economics, Műegyetem rkp. 3., H-1111 Budapest, Hungary

[2]Institute of Technical Physics and Materials Science, HUN-REN Centre for Energy Research, Konkoly-Thege Miklós út 29-33, H-1121 Budapest, Hungary

[3]Institute of Materials and Environmental Chemistry, HUN-REN Research Centre for Natural Sciences, Magyar tudósok körútja 2., Budapest 1117, Hungary

*marton.peter@vbk.bme.hu

ABSTRACT

Chitosan is a cationic biopolymer obtained by partial deacetylation of chitin. In this study, approximately 200–300 nm thick chitosan nanolayers containing cetyltrimethylammonium bromide (CTAB) were deposited onto glass substrates by dip-coating from aqueous solutions containing 1% chitosan and 0–3.0 mM CTAB. AFM imaging, X-ray diffraction, and solid-state NMR revealed that low CTAB concentrations produced homogeneous, semicrystalline films, whereas concentrations above 1.0 mM induced phase separation and the formation of CTAB crystallites. Surface characterization (XPS measurements) demonstrated pronounced CTAB accumulation at the coating-air interface. Increasing CTAB concentration substantially enhanced surface hydrophilicity, reducing the advancing water contact angle from 70° to approximately 10°, while simultaneously increasing the positive surface zeta potential from +21 mV to above +30 mV. These findings indicate the formation of a unique interfacial structure with cationic CTAB head groups preferentially oriented toward air phase. The coatings showed significant antibacterial activity against the Gram-positive bacterium *Bacillus Subtilis*, providing a promising basis for the development of advanced antimicrobial coatings.

Keywords: chitosan, CTAB, nanocoating, surface modification, antibacterial activity

ÖSSZEFOGLALÓ

A kutatómunka során körülbelül 200–300 nm vastag, cetiltrimetil-ammónium-bromidot (CTAB) tartalmazó kitozán nanobevonatokat állítottunk elő üveghordozókon mártásos technikával (*dip-coating*), 1% kitozánt és 0-3,0 mM CTAB-ot tartalmazó vizes oldatokból. AFM-vizsgálatok, valamint röntgendiffrakciós és szilárd fázisú NMR-spektroszkópiai mérések alapján kis CTAB-koncentráció mellett homogén, szemikristályos bevonatok képződtek, míg 1,0 mM feletti koncentrációk esetén fázisszeparáció történt és CTAB-krisztallitok alakultak ki a rétegben. A bevonatok mélységi összetételét jellemző XPS vizsgálatok jelentős CTAB-dúsulást mutattak a bevonat-levegő határfelületen. A CTAB-koncentráció növelése felerősítette a bevonatok felületének hidrofil jellegét: a haladó vízperemszögek értéke 70°-ról körülbelül 10°-ra csökkent, miközben a felületi zéta-potenciál +21 mV-ról +30 mV fölé emelkedett. Az eredmények egy olyan határfelületi szerkezet kialakulására utalnak, amelyben tenzidmolekulák kationos fejcsoportjai a levegő fázis felé orientálódnak. A bevonatok jelentős antibakteriális aktivitást mutattak a Gram-pozitív *Bacillus subtilis* baktériummal szemben, így az eredmények ígéretes alapot jelenthetnek korszerű antimikrobiális bevonatok fejlesztéséhez.

Kulcsszavak: kitozán, CTAB, nanobevonat, felületmódosítás, antibakteriális hatás

Acknowledgements: Projects no. TKP-9-8/PALY-2021 and TKP-6-6/PALY-2021 have been implemented with the support provided by the Ministry of Culture and Innovation of Hungary from the National Research, Development and Innovation Fund, financed under the TKP2021-EGA and TKP2021-NVA funding schemes. Further support was provided by the National Research, Development and Innovation Office (Project no.: EKÖP-25-4-1-BME-132, EKÖP-26-4-2BME-50, DKÖP-26-1-BME-115 and STARTING 152904).