

UŽITNÝ VZOR

(11) Číslo dokumentu:

36 156

(13) Druh dokumentu: **U1**

(51) Int. Cl.:

A01N 59/16 (2006.01)
B82B 3/00 (2006.01)
A01N 65/08 (2009.01)
A01N 65/22 (2009.01)
A01N 65/12 (2009.01)
A01N 65/42 (2009.01)
A01N 65/34 (2009.01)
B33Y 30/00 (2015.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2021-38709**
(22) Přihlášeno: **07.04.2021**
(47) Zapsáno: **21.06.2022**

(73) Majitel:
Mendelova univerzita v Brně, Brno, Černá Pole, CZ

(72) Původce:
Dr. Ing. Branislav Ruttkay-Nedecký, Brno, Líšeň, CZ
doc. Ing. Jiří Sochor, Ph.D., Petrov, CZ
doc. Ing. Mojmír Baroň, Ph.D., Lednice, CZ
prof. Ing. René Kízek, Ph.D., Bořitov, CZ
Zuzana Tóthová, Hodonice, CZ
Michaela Všetická, Brno, Komárov, CZ
Martina Staňková, Kuřim, CZ
Dagmar Uhlířová, Brno, Veverí, CZ

(54) Název užitého vzoru:
Antimikrobiální přípravek na bázi zelené syntézy pro tiskové struny a tisková struna jej obsahující

Antimikrobiální přípravek na bázi zelené syntézy pro tiskové struny a tisková struna jej obsahující

5 Oblast techniky

Technické řešení se týká přípravku obsahujícího směs specifických antimikrobiálních nanočástic s bylinnou maticí, které jsou určeny pro aplikaci na tiskovou strunu.

10

Dosavadní stav techniky

V současnosti jsou velkým problémem infekce (především nemocniční), které vznikají nesprávným využíváním antibiotik, dezinfekce a doposud nepříliš dobře pochopenými mechanismy [1, 2]. Bakteriální infekce (obzvláště *Staphylococcus aureus*) [3] patří k nejzávažnějším komplikacím operací [4-6].

Zdravotnické prostředky proto mohou být upraveny antibiotiky, která jsou navázána prostřednictvím polymeru nebo biopolymeru [4, 7]. Úskalím použití antibiotik je rychlý postup resistance bakterií vůči těmto léčivům.

Stříbrné nanočástice (AgNPs) vykazují antimikrobiální, antivirotické a antifungální účinky. AgNPs jsou definovány jako jednotlivé stříbrné částice nebo malé agregáty stříbra o velikosti 1 až 100 nm.

Zelená syntéza AgNPs využívá enzymů, rostlinných a živočišných extraktů [8]. Vykazuje nižší náklady, je šetrná k životnímu prostředí a není potřeba používat vysoký tlak a teplotu [8, 9]. Tvar a velikost AgNPs jsou ovlivněny typem rozpouštědla, stabilizací a redukcí. Proces syntézy začíná po inkubaci rostlinných extraktů se stříbrnými solemi (nejčastěji se používá dusičnan stříbrný). Syntéza AgNPs je dvoustupňový proces, který nejdříve zahrnuje redukci iontů Ag^+ na Ag^0 následovanou aglomerací a stabilizací, které vedou k tvorbě oligomerních shluků koloidních AgNPs. Proces redukce probíhá za přítomnosti biologických katalyzátorů (terpenoidů, fenolů, flavonoidů, alkaloidů, aminokyselin, vitamínů a polysacharidů) [10, 11]. Předpokladem využití antimikrobiálních nanočástic je v souvislosti s technologií 3D tisku. A to především v nemocničních zařízeních při tisku specifických pomůcek (exoskelet, ochranné pomůcky, části protéz apod.), kde přispěje k eliminaci nozokomiálních infekcí, které stále patří mezi největší problémy zdravotnictví [12].

Literatura

[1] LIBERTUCCI, J., YOUNG, V. B. The role of the microbiota in infectious diseases. *Nature Microbiology*, 2019, vol. 4, no. 1, pp. 35-45.

[2] LI, M., DU, X., VILLARUZ, A. E., DIEP, B. A., WANG, D. C., SONG, Y., TIAN, Y. R., HU, J. H., YU, F. Y., LU, Y., OTTO, M. MRSA epidemic linked to a quickly spreading colonization and virulence determinant. *Nature Medicine*, 2012, vol. 18, no. 5, pp. 816-U217.

[3] CHAMBERS, H. F., DELEO, F. R. Waves of resistance: *Staphylococcus aureus* in the antibiotic era. *Nature Reviews Microbiology*, 2009, vol. 7, no. 9, pp. 629-641.

[4] PERL, T. M., CULLEN, J. J., WENZEL, R. P., ZIMMERMAN, M. B., PFALLER, M. A., SHEPPARD, D., TWOMBLEY, J., FRENCH, P. P., HERWALDT, L. A., MUPIROCIN RISK STAPHYLOCCOCUS, A. Intranasal mupirocin to prevent postoperative staphylococcus aureus infections. *New England Journal of Medicine*, 2002, vol. 346, no. 24, pp. 1871-1877.

[5] ANDERSON, D. J., SEXTON, D. J., KANAFANI, Z. A., AUTEN, G., KAYE, K. S. Severe surgical site infection in community hospitals: Epidemiology, key procedures, and the changing prevalence

of methicillin-resistant staphylococcus aureus. *Infection Control and Hospital Epidemiology*, 2007, vol. 28, no. 9, pp. 1047-1053.

- 5 [6] EARNSHAW, J. J. Methicillin-resistant Staphylococcus aureus: Vascular surgeons should fight back. *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*, 2002, vol. 24, no. 4, pp. 283-286.
- [7] LEW, W., MOORE, W. Antibiotic-Impregnated Grafts for Aortic Reconstruction. *Seminars in Vascular Surgery*, 2011, vol. 24, no. 4, pp. 211-219.
- 10 [8] KUMAR, A., VEMULA, P. K., AJAYAN, P. M., JOHN, G. Silver-nanoparticle-embedded antimicrobial paints based on vegetable oil. *Nature Materials*, 2008, vol. 7, no. 3, pp. 236-241.
- [9] LI, F. S., WENG, J. K. Demystifying traditional herbal medicine with modern approaches. *Nature Plants*, 2017, vol. 3, no. 8, pp. 7.
- 15 [10] AHMED, S., AHMAD, M., SWAMI, B. L., IKRAM, S. A review on plants extract mediated synthesis of silver nanoparticles for antimicrobial applications: A green expertise. *Journal of Advanced Research*, 2016, vol. 7, no. 1, pp. 17-28.
- 20 [11] LI, S. K., SHEN, Y. H., XIE, A. J., YU, X. R., QIU, L. G., ZHANG, L., ZHANG, Q. F. Green synthesis of silver nanoparticles using Capsicum annum L. extract. *Green Chemistry*, 2007, vol. 9, no. 8, pp. 852-858.
- 25 [12] CAPEL, A. J., RIMINGTON, R. P., LEWIS, M. P., CHRISTIE, S. D. R. 3D printing for chemical, pharmaceutical and biological applications. *Nature Reviews Chemistry*, 2018, vol. 2, no. 12, pp. 422-436.

Podstata technického řešení

30 Technické řešení se týká antimikrobiálního přípravku s obsahem specifických nanočástic s bylinnou maticí (z kopřivy, mateřídoušky, šalvěže, lipového květu, pelyňku, jetele, cibule, řebříčku, maliníku, řepíku, jitrocele, jahodníku), které jsou určeny pro aplikaci na tiskovou strunu určenou pro technologii 3D tisku. Tato struna má, díky obsahu specifických nanočástic, antimikrobiální vlastnosti.

35 Předmětem předkládaného technického řešení je antimikrobiální přípravek pro aplikaci na tiskové struny na bázi rostlinného extraktu a stříbrných nanočástic obsahuje rostlinný extrakt, připravitelný smísením sušeného rostlinného materiálu, vybraného ze skupiny zahrnující kopřivu, mateřídoušku, šalvěj, lipový květ, pelyněk, jetel, cibuli, řebříček, maliník, řepík, jitrocel a jahodník; s vodou v poměru 40 rostlinný materiál k vodě 1:10 (m/m);

a dále 0,1M AgNO₃, přičemž poměr rostlinného extraktu ku 0,1M AgNO₃ je v rozmezí od 1:0,5 do 1:5 (m/m).

45 Předmětem předkládaného technického řešení je dále tisková struna pro technologii 3D tisku, která obsahuje akrylonitrilbutadienstyrenové vlákno o průměru 1,7 mm, které je na svém povrchu opatřené antimikrobiálním přípravkem podle předkládaného technického řešení.

Příklady uskutečnění technického řešení

Příklad 1

55 Vybraný rostlinný materiál (kopřiva, mateřídouška, šalvěj, lipový květ, pelyněk, jetel, cibule, řebříček, maliník, řepík, jitrocel, jahodník) byl usušen v sušárně při 60 °C po dobu 48 hodin s rozmělněním (např.

elektrický mlýnek BOSCH MKM 6003, Německo). Takto připravený rostlinný materiál (částice 1 až 2 mm) byl smísen s vodou v poměru 1:10 (rostlinný materiál: voda (m/m)). Po této homogenizaci (1 h, 60 °C, 300 ot/min) byl vzorek centrifugován (15 min, 4 000 g) a supernatant oddělen od peletu a použit pro syntézu. Supernatant byl následně smíchán (24 hodin) s roztokem AgNO₃ (0,1 M) v poměru 1:0,5 (m/m). Takto připravený roztok byl následně smíchán (1 hodina) s vhodným rozpouštědlem (metanol 75 %) v poměru 1:1 (m/m). Poté následovala centrifugace (15 min, 4 000 g), po které bylo rozpouštědlo odpipetováno a vzniklý vzorek následně vysušen v sušárně (60 °C po dobu 24 hodin). Po vysušení byl vzorek následně nanesen plošným sprejováním (60 s, 300 μM) na tiskovou strunu (vlákno, ABS – Akrylonitrilbutadienstyren, ø1,7 mm, bílá barva).

Příklad 2

Vybraný rostlinný materiál (kopřiva, mateřídouška, šalvěj, lipový květ, pelyněk, jetel, cibule, řebříček, maliník, řepík, jitrocel, jahodník) byl usušen v sušárně při 60 °C po dobu 48 hodin. Následovalo rozmělnění (např. elektrický mlýnek BOSCH MKM 6003, Německo). Takto připravený rostlinný materiál (částice 1 až 2 mm) byl smísen s vodou v poměru 1:10 (rostlinný materiál: voda (m/m)). Po této homogenizaci (1 h, 60 °C, 300 ot/min) byl vzorek centrifugován (15 min, 4 000 g) a supernatant oddělen od peletu a použit pro syntézu. Supernatant byl následně smíchán (24 hodin) s roztokem AgNO₃ (0,1 M) v poměru 1:1 (m/m). Takto připravený roztok byl následně smíchán (1 hodina) s vhodným rozpouštědlem (etanol 50 %) v poměru 1:1 (m/m) pro přečištění vzorku. Poté následovala centrifugace (15 min, 4 000 g), po které bylo rozpouštědlo odpipetováno a vzniklý vzorek následně vysušen v sušárně (60 °C po dobu 24 hodin). Po vysušení byl vzorek následně nanesen plošným sprejováním (60 s, 300 μM) na tiskovou strunu (vlákno, ABS – Akrylonitrilbutadienstyren, ø1,7 mm, bílá barva).

Příklad 3

Vybraný rostlinný materiál (kopřiva, mateřídouška, šalvěj, lipový květ, pelyněk, jetel, cibule, řebříček, maliník, řepík, jitrocel, jahodník) byl usušen v sušárně při 60 °C po dobu 48 hodin. Následovalo rozmělnění (např. elektrický mlýnek BOSCH MKM 6003, Německo). Takto připravený rostlinný materiál (částice 1 až 2 mm) byl smísen s vodou v poměru 1:10 (rostlinný materiál: voda (m/m)). Po této homogenizaci (1 h, 60 °C, 300 ot/min) byl vzorek centrifugován (15 min, 4 000 g) a supernatant oddělen od peletu a použit pro syntézu. Supernatant byl následně smíchán (24 hodin) s roztokem AgNO₃ (0,1 M) v poměru 1:5 (m/m). Takto připravený roztok byl následně smíchán (1 hodina) s vhodným rozpouštědlem (aceton 50 %) v poměru 1:1 (m/m) pro přečištění vzorku. Poté následovala centrifugace (15 min, 4 000 g), po které bylo rozpouštědlo odpipetováno a vzniklý vzorek následně vysušen v sušárně (60 °C po dobu 24 hodin). Po vysušení byl vzorek následně nanesen plošným sprejováním (60 s, 300 μM) na tiskovou strunu (vlákno, ABS – Akrylonitrilbutadienstyren, ø1,7 mm, bílá barva).

Průmyslová využitelnost

Výsledek je využitelný primárně v oblasti technologie 3D tisku. Jakožto součást tiskové struny, která má antimikrobiální vlastnosti.

Je použitelný primárně pro účely v nemocničních zařízeních se zvýšeným rizikem mikrobiální kontaminace.

Předpoklad je při tisku specifických pomůcek nebo pomůcek na míru pacientovi (jako exoskelet, ochranné pomůcky, části protéz apod.).

NÁROKY NA OCHRANU

1. Antimikrobiální přípravek pro aplikaci na tiskové struny na bázi rostlinného extraktu a stříbrných nanočástic, **vyznačující se tím**, že obsahuje

5 - rostlinný extrakt, připravitelný smísením sušeného rostlinného materiálu, vybraného ze skupiny zahrnující kopřivu, mateřídoušku, šalvěj, lipový květ, pelyněk, jetel, cibuli, řebříček, maliník, řepík, jitrocel a jahodník, s vodou v poměru rostlinný materiál k vodě 1:10 (m/m); a

- 0,1M AgNO₃, v poměru rostlinný extrakt k 0,1M AgNO₃ v rozmezí od 1:0,5 do 1:5 (m/m).

10 2. Tisková struna pro technologii 3D tisku, **vyznačená tím**, že obsahuje akrylonitrilbutadienstyrenové vlákno o průměru 1,7 mm, které je na svém povrchu opatřené antimikrobiálním přípravkem podle nároku 1.