

# Mogućnost primjene propolisom oplemenjenog netkanog tekstila kao uložka za obuću

## The possibility of using Propolis-enriched nonwoven textile as an insole for shoes

Znanstveni rad / Scientific paper

Beti Rogina-Car\*

Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet, Zavod za odjevnu tehnologiju, Prilaz baruna Filipovića 28a, 10000 Zagreb, Hrvatska

\*Korespondencija: beti.rogina-car@ttf.unizg.hr

### Sažetak

Cilj rada je prikazati moguću primjenu biorazgradivog Tencel® netkanog tekstila s dodanom vrijednošćuna ulošcima za obuću. Naglasak je na primjeni ekološki prihvatljivih prirodnih supstanci u svrhu antibakterijske zaštite. Primijenjen je propolis - prirodni antibiotik potvrđenog antimikrobnog i protuupalnog djelovanja. Korišten je prah nativnog propolisa izvorno Hrvatskog porijekla. Propolis je na uzorke nanesen postupkom raspršivanja. Antimikrobna učinkovitost dobivene obrade ispitana je po normi HRN EN ISO 20645:2004 i normi HRN EN ISO 20743:2008 za dvije vrste bakterija: gram-pozitivnu Staphylococcus aureus (ATCC 8739) i gram-negativnu Escherichia coli (ATCC 6538). Rezultati su pokazali da primjena praha nativnog propolisa na Tencel® netkanom tekstilu daje zadovoljavajuću antimikrobnu učinkovitost. S obzirom na to da propolis ima antifungalno djelovanje na više sojeva gljivica, uključujući Candida albicans koja uzrokuje gljivične infekcije kod ljudi moguća je primjena na ulošcima za obuću.

**Ključne riječi:** propolis; netkani tekstil; uložak za obuću

### Abstract

The aim of the work is to show the possible application of biodegradable Tencel® nonwoven textile with added value on shoe insoles. The emphasis is on the use of environmentally acceptable natural substances for the purpose of antibacterial protection. Propolis was used - a natural antibiotic with confirmed antimicrobial and anti-inflammatory effects. Native propolis powder originally from Croatia was used. Propolis was applied to the samples by spraying. The antimicrobial efficiency of the resulting treatment was tested according to HRN EN ISO 20645:2004 and HRN EN ISO 20743:2008 standards for two types of bacteria: gram-positive Staphylococcus aureus (ATCC 8739) and gram-negative Escherichia coli (ATCC 6538). The results showed that the application of native propolis powder on Tencel® nonwoven textiles gives satisfactory antimicrobial efficiency. Given that propolis has an antifungal effect on several strains of fungi, including Candida albicans, which causes fungal infections in humans, it can be used on shoe insoles.

**Keywords:** propolis; nonwoven fabrics; shoe insoles

## 1. Uvod

Primjena propolisa u liječenju rana poznata je od davnina. Propolis je jedan od prirodnih spojeva koji stimulira obnavljanje tkiva, te ubrzava proces zacjeljivanja rane. Tisućama godinama, propolis ima vrlo važnu ulogu u zdravlju čovjeka. Još u doba Hipokrata, propolis se koristi za liječenje otvorenih rana i čireva. U starom Egiptu koriste se u procesu mumifikacije, dok se u Europi, propolis koristi za ublažavanje upala i groznica, a tijekom drugog svjetskog rata za liječenje rana dobivenih u borbi [1].

Propolis je smolasta tvar pčela (*Apis mellifera carnica*), izlučevina tkiva pupoljaka i kore drveća kojom se brane od štetnih mikroorganizama. Pčele ga skupljaju i miješaju sa sekretom čeljusnih žlijezda, enzimski ga modificiraju tako da najvažnije tvari flavonoidi postaju farmakološki djelatne tvari. Flavonoidi su biljni pigmenti koji kod biljka imaju zaštitnu ulogu. Flavonoidima se pripisuje mnoga terapijska djelovanja npr. antioksidativno, antibakterijsko, antivirusno, protuupalno, antitumorsko. Sve više se spominju kao pomoć u liječenju raznih bolesti zbog dokazane sposobnosti „hvatanja“ slobodnih radikala te

sposobnosti inhibiranja specifičnih enzima. Propolis sadrži više od 300 komponenata (biljne smole, balzami, vosak, pelud, organske kiseline, polifenoli, minerali, vitamini, terpeni, flavonoidi itd). Kemijski sastav ovisi o geografskom i botaničkom podrijetlu [2,3].

Propolis ima antifungalno djelovanje na više sojeva gljivica, uključujući *Candida albicans* koja uzrokuje gljivične infekcije kod ljudi. Studija je pokazala posebnu učinkovitost u liječenju gljivičnih infekcija u ustima, osobito kod proteza [4]. Pozitivan učinak alkoholne otopine propolisa na proces regeneracije tkiva pokazala je studija autora Sutta et al. 1975 godine [5].

Znanstvenik Scheller popularizirao je pojam EEP - ethanol extract of propolis. Studija je pokazala da EEP otopine održavaju antibakterijsko djelovanje u kiselom ili neutralnom pH. Također, primjena EEP potiče proces zacjeljivanja oštećene hrskavice i poboljšava okoštavanje koštanih defekata [6,7]. Studija autora Damyaniiev-a pokazala je pozitivne rezultate u liječenju gnojnih kirurških rana propolisom [8]. U nekoliko studija biološka aktivnost propolisa pokazala je dobre rezultate kod zacjeljivanja opekline [2,9,10].

Prva studija koja se bavila impregnacijom propolisa na bijeljenu pamučnu tkaninu bila je autora Sharaf-a 2013. godine. U studiji je korišten egipatski etanol ekstrakt propolis (EEP) s različitim umreživačima uz odgovarajuće katalizatore. Najbolji rezultat dobiven je kombinacijom 3 % propolisa i 5 % glyoxal. Rezultati su pokazali izvrsna antibakterijska svojstva [12]. Također, 2013. i 2014. godine objavljena je studija autora Banupriya i Maheshwari u kojoj se pamučna tkanina antibakterijski oplemenila biljnim ekstraktima te je pokazala bolja antibakterijska svojstva u usporedbi s konvencionalnim oplemenjivanjem [13,14]. Također, u proizvodima za njegu rana osim propolisa koristi se i Manuka med koji inhibira rast bakterija te ubrzava process zacjeljivanja rana [15,16].

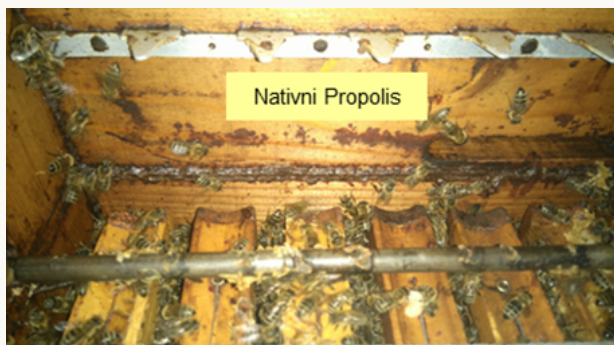
## 2. Eksperimentalni dio

### 2.1. Materijali i metode

Korišten je Tencel® netkani tekstil (100 % Lyocel, Lenzing, Austria) površinske mase 55.3 g/m<sup>2</sup>, finoće 1.7 dtex) oplemenjen ekološki prihvatljivim pčelinjim proizvodom – propolisom.

U ovoj studiji korištene su gram-pozitivna bakterija *Staphylococcus aureus* (ATCC 8739) i gram-negativna bakterija *Escherichia coli* (ATCC 6538) u skladu s normom HRN EN ISO 20645:2004 i normom HRN EN ISO 20743:2008. Ispitivanja su provedena u mikrobiološkom laboratoriju KBC-a Zagreb i Sveučilišta u Zagrebu Prirodoslovno-matematičkog fakulteta.

Kao antimikrobni agens korišten je nativni propolis (Slika 1.) izvorno hrvatskog porijekla u obliku pudera, oznaka uzorka TNPP (Tencel® nativni propolis puder). Propolis je pripremljen na sljedeći način: nativni propolis uzet iz košnice očišćen je od nečistoća, smrznut i zatim usitnjen u mužaru.

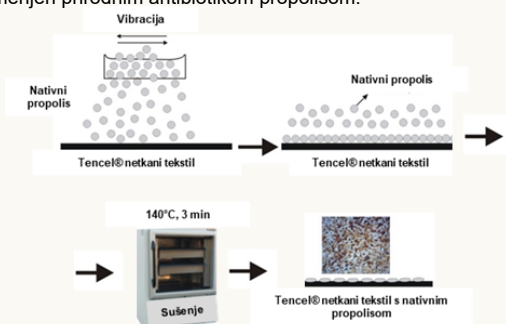


Slika1. Nativni propolis u košnici.

### Antibakterijski tretman

Na vlažne uzorke Tencel® netkanog tekstila propolis se nanosi metodom raspršivanja pripremljenog praha propolisa u jednakomjernom sloju (125 g/m<sup>2</sup>). Uzorci se suše na 140 °C 3 minute. Detaljno objašnjenje postupka objavljeno je u časopisu *Journal of Industrial Textiles*[11]. Shema nanošenja nativnog propolisa na Tencel® netkani tekstil prikazana je na Slici 2.

Dobiven je ekološki prihvatljiv i biorazgradiv Tencel® netkani tekstil oplemenjen prirodnim antibiotikom propolisom.



Slika2. Shema antibakterijskog tretmana nanošenja nativnog propolisa.

### Test difuzije u agaru

Postupak ispitivanja antibakterijske učinkovitosti obrađenog tekstilnog materijala provedena je po normi HRN EN ISO 20645:2004 – Određivanje antibakterijske aktivnosti – Ispitivanje difuzijom na ploči s agarom. Učinkovitost antibakterijske obrade ispitana je na dvije vrste bakterija: gram-pozitivnu bakteriju *Staphylococcus aureus* (ATCC 8739) te gram-negativnu bakteriju *Escherichia coli* (ATCC 6538).

### Transfer metoda

Postupak ispitivanja antibakterijske učinkovitosti obrađenog tekstilnog materijala proveden u skladu s normom HRN EN ISO 20743:2008 – Tekstilije – Određivanje antibakterijske aktivnosti antibakterijski obrađenih proizvoda (ISO 20743:20 07; EN ISO 20743:2007), b) transfer metoda (metoda procjene u kojoj se ispitivane bakterije stavljaju na agar ploču i prenose na uzorke).

## 3. Rezultati i diskusija

Ocjena antibakterijske učinkovitosti prema testu difuzije u agar dobiva se izračunavanjem zone inhibicije i mikroskopskim pregledom kontaktnog područja ispod ispitnog uzorka, Slika 3. Veličina zone inhibicije izračuna se prema izrazu (1):

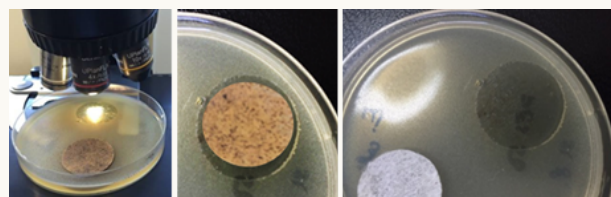
$$H = \frac{D-d}{2} \quad [mm] \quad (1)$$

gdje je:

H - zona inhibicije u mm,

D - ukupan promjer uzorka i zone inhibicije u mm,

d - promjer samog uzorka u mm.



Slika3. Mikroskopski pregled kontaktnog područja ispod ispitnog uzorka i zona inhibicije.

Rezultati antibakterijske učinkovitosti prema standardu HRN EN ISO 20645:2004 prikazani su u Tablici 1. Rezultat je kvalitativna ocjena antibakterijske aktivnosti upotrebljenog prirodnog antibakterijskog agensa - nativnog propolisa na netkanom tekstilnom supstratu.

Tablica 1. Rezultati testa difuzije u agaru prema normi HRN EN ISO 20645:2004.

Uzorci	Zona inhibicije, mm	Rast	Ocjenjivanje
<i>Staphylococcus aureus</i>			
T	0	jaki	nema učinka
TNPP	1	nema	dobar učinak
<i>Escherichia coli</i>			
T	0	mali	granični učinak
TNPP	0	nema	dobar učinak

T - Tencel®; TNPP - Tencel® nativni propolis puder

Rezultati pokazuju dobar učinak antibakterijske obrade netkanog tekstila za obje bakterije. Iz rezultata može se zaključiti da je postignuta mikrobiološka otpornost uzorak TNPP te je utvrđena zona inhibicije za gram-pozitivnu bakteriju *Staphylococcus aureus* od 1 mm, dok za

gram-negativnu bakteriju *Escherichia coli* nije vidljiva zona inhibicije. Mikroskopskim pregledom kontaktnog područja ispod uzorka utvrđeno je da nema rasta bakterija.

Rezultati transfer metode prema normi HRN EN ISO 20743:2008 prikazani su u Tablici 2. Redukcija bakterijskog rasta (R) izračuna se prema izrazu (2):

$$R = 100 - \left( \frac{\text{konačni broj CFU} - \text{početni broj CFU}}{\text{početni broj CFU}} \right) \cdot 100 \text{ [\%]} \quad (2)$$

**Tablica 2.** Rezultati transfer metode prema normi HRN EN ISO 20743:2008.

Uzorak	Staphylococcus aureus		
	Početni broj CFU	Konačan broj CFU	R, % redukcije
T	1,54 x 10 <sup>4</sup>	> 10 <sup>5</sup>	-
TNPP	1,74 x 10 <sup>3</sup>	2,05 x 10 <sup>2</sup>	88,22
Uzorak	Escherichia coli		
	Početni broj CFU	Konačan broj CFU	R, % redukcije
T	3,30 x 10 <sup>3</sup>	1,24 x 10 <sup>4</sup>	-
TNPP	2,23 x 10 <sup>3</sup>	0	100

CFU: colony forming unit; T - Tencel®; TNPP - Tencel® nativni propolis puder

Rezultati provedene transfer metode pokazali su redukciju rasta za obje vrste bakterija prema čemu se može zaključiti da uzorak TNPP ima dobru antibakterijsku učinkovitost. Redukcija rasta za gram-pozitivnu bakteriju *Staphylococcus aureus* iznosi 88,22 % dok je redukcija rasta za gram-negativnu bakteriju *Escherichia coli* iznosi 100 %. Uzorak Tencel® netkanog tekstila s nativnim propolisom u potpunosti je reducirao (100 %) bakterijski rast gram-negativne bakterije *Escherichia coli* kod ove metode pokazao bolje djelovanje na bakteriju *Escherichia coli*.

## 4. Zaključak

Novorazvijeni postupak nanošenja antibakterijskog sredstva bez korištenja kemijskog umreživača i katalizatora može se uspješno primijeniti za antibakterijsku obradu uloška za obuću. Propolis je u ovom slučaju nanesen površinski, pomoću zagrijavanja. Površinsko nanošenje propolisa omogućio je njegov prirodni sastav smola i pčelinji vosak. U odnosu na konvencionalne postupke nanošenja antibakterijskog sredstva iscrpljenjem iz kupelji ili impregniranjem, ovaj postupak obrade povoljniji je u ekološkom pogledu (smanjena količina kemikalija, korištenje ekološkog antimikrobnog sredstva propolisa i biorazgradivog Tencel® netkanog tekstila).

Rezultati testa difuzije u agaru prema normi HRN EN ISO 20645:2004 i rezultati transfer metode prema normi HRN EN ISO 20743:2008 pokazali su da uzorak Tencel® netkani tekstil s nativnim propolisom (TNPP) ima izvrsna antibakterijska svojstva.

Opće je poznato da propolis ima i antifungalno djelovanje na više sojeva gljivica, među njima i na *Candida albicans* koja je uzročnik gljivičnih infekcija kod ljudi. Buduća istraživanja će se proširiti i na antifungalnu učinkovitost propolisom oplemenjenog Tencel® netkanog tekstila.

## Literatura

- [1] Dealey C., Posnett J., Walker A.: The cost of pressure ulcers in the United Kingdom, *J Wound Care* 21 (2012.) 6, 261–266.
- [2] Castaldo S., Capasso F.: Propolis, an old remedy used in modern medicine, *Fitoterapia* 73 (2002.), 1–6.
- [3] Viuda-Martos M., et al.: Functional properties of honey, propolis, and royal jelly, *J Food Sci* 73 (2008.), 117–124.
- [4] Ota C. et al.: Antifungal activity of propolis on different species of *Candida*, *Mycoses* 44 (2001.), 375–378.
- [5] Sutta J. et al.: Experimental and clinical experience of the treatment of wounds of domestic animals with a locally applied solution of propolis, *Folia Veterinaria* 18 (1975.), 143–147.
- [6] Scheller S. et al.: Biological properties and clinical application of propolis. I. Some physico chemical properties of propolis, *Arzneimittel-Forschung* 27 (1977.), 889–890.
- [7] Stojko A. et al.: Biological properties and clinical application of propolis. VIII. Experimental observation on the influence of ethanol extract of propolis (EEP) on the regeneration of bone tissue. *Arzneimittel-Forschung* 28 (1978.), 35–37.
- [8] Damyanliev R. et al.: The treatment of suppurative surgical wounds with propolis, *Folia Medica* 24 (1982.), 24–27.
- [9] Olczyk P., Komosińska-Vashev K., Winsz-Szczołka K. et al.: Propolis induces chondroitin/dermatan sulphate and hyaluronic acid accumulation in the skin of burned wound. *Evid-Based Complementary Altern Med* (2013.) Article 290675.
- [10] Olczyk P., Wisowski G., Komosińska-Vashev K. et al.: Propolis modifies collagen types I and III accumulation in the matrix of burnt tissue, *Evid-Based Complementary Altern Med* (2013.) Article 423809.
- [11] Rogina-Car B. et al.: Propolis – Eco-friendly natural antibacterial finish for nonwoven fabrics for medical application, *Journal of Industrial Textiles* 49 (2020.) 8, 1100–1119.
- [12] Sharaf S., Higazy A., Hebeish A.: Propolis induced antibacterial activity and other technical properties of cotton textiles, *Int J Biol Macromol* 59 (2013.), 408–416.
- [13] Banupriya J., Maheshwari V.: Comparative study on antibacterial finishes by herbal and conventional methods on the woven fabrics, *J Text Sci Eng* (2013.) 3, 1–3.
- [14] Banupriya J., Maheshwari V.: Comparison between Herbal and conventional methods in antimicrobial finishes, *Int J Fiber Text Res* (2014.) 4, 41–43.
- [15] Molan P., Rhodes T.: Honey. A biologic wound dressing. *Wounds* 27 (2015.), 141–151.
- [16] Chavda V.P. et al.: Propolis and Their Active Constituents for Chronic Diseases, *Biomedicine* 18 (2023.) 11(2), 259.