

## Aktywność przeciwdrobnoustrojowa tkanin bawełnianych z wykończeniem biocydowym

Antimicrobial activity of cotton fabrics with a biocidal finish

Dorota Gendaszewska, Katarzyna Miśkiewicz\*, Robert Gajewski

Sieć Badawcza Łukasiewicz - Instytut Przemysłu Skórzanego

---

### Abstrakt

Celem pracy było zbadanie aktywności przeciwdrobnoustrojowej tkanin bawełnianych przeznaczonych na podszewki do obuwia. Badaniem objęto próbę kontrolną bez wykończenia przeciwdrobnoustrojowego oraz cztery próby tkaniny bawełnianej modyfikowane preparatami zawierającymi w swoim składzie środki nadające materiałom właściwości hydrofobowe i przeciwdrobnoustrojowe. Badania wykonano w odniesieniu do dwóch bakterii: *Staphylococcus aureus* i *Escherichia coli* oraz grzybów *Aspergillus niger* i drożdży *Candida albicans*. Tkaniny bawełniane modyfikowane preparatami zawierającymi Sanitized T99-19 wykazywały dobry efekt hamujący wzrost bakterii *S. aureus* i *E. coli*. Poza tym tkaniny te wykazywały średni lub dobry efekt przeciwwgrzybowy wobec grzybów *A. niger* i drożdży *C. albicans*. Natomiast tkanina modyfikowana preparatem zawierającym Sanitized TH22-29 wykazała bardzo dobry efekt hamujący wzrost bakterii oraz charakteryzowała się bardzo dobrymi właściwościami przeciwwgrzybowymi. Dodatek 4-5% preparatu Sanitized T99-19 lub Sanitized TH22-29 w sposób wystarczający nadaje właściwości przeciwdrobnoustrojowe tkaninom bawełnianym.

### Abstract

The aim of the study was to investigate the antimicrobial activity of cotton fabrics intended for footwear linings. The study included a control sample without antimicrobial treatment and four samples of cotton fabric modified with preparations containing agents that give the materials hydrophobic and antimicrobial properties. The tests were performed for two bacteria: *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*, as well as *Aspergillus niger* and *Candida albicans* yeast. Cotton fabrics modified with preparations containing Sanitized T99-19 showed a good inhibitory effect on the growth of *S. aureus* and *E. coli*. In addition, these fabrics showed a moderate or good antifungal effect against *A. niger* and *C. albicans*. The fabric modified with Sanitized TH22-29 preparation showed a very good inhibitory effect on the growth of the tested bacteria and was characterized by very good antifungal properties. The addition of 4-5% Sanitized T99-19 or Sanitized TH22-29 is sufficient to impart antimicrobial properties to cotton fabrics.

*Słowa kluczowe:* biocydy, aktywność przeciwdrobnoustrojowa, grzyby, bakterie

*Keywords:* biocides, antimicrobial activity, fungi, bacteria

---

\* autor korespondencyjny: mgr Katarzyna Miśkiewicz: k.miskiewicz@ips.lodz.pl

## **1. Wstęp**

Zakres zastosowania materiałów tekstylnych z ochroną przeciwdrobnoustrojową jest bardzo szeroki i obejmuje wiele gałęzi przemysłu m.in. medycynę, rolnictwo czy przemysł odzieżowy i skórzany. Zastosowanie wykończenia przeciwdrobnoustrojowego w tkaninach i wyrobach skórzanych nie tylko chroni przed rozwojem patogenów, ale także zwiększa komfort użytkowania takich wyrobów [1]. Jak podaje literatura w ostatnim czasie do użytku zostało dopuszczonych bardzo wiele tekstyliów z wykończeniem przeciwdrobnoustrojowym zawierającym m.in. srebro, czwartorzędowy chlorek amonu czy chitozan [2]. Natomiast pierwsze doniesienia o stosowaniu środków biobójczych w materiałach tekstylnych sięgają połowy XX wieku, kiedy to czwartorzędowe sole amoniowe używano jako przeciwdrobnoustrojowe zabezpieczenie mundurów amerykańskich. W późniejszym czasie stosowano inne środki chemiczne takie jak: sole chromu, cynku, chlorowane etery bifenyłu, czy związki siloksanowe np. triclosan [1]. Inną grupą związków o potwierdzonych właściwościach przeciwdrobnoustrojowych są biocydy: PHMG (poliheksametylenoguanidyna) i PHMB (poliheksametylenobiguanidyna) i ich sole, które są przykładem syntetycznych polimerów z aktywnością biochemiczną [1, 3]. Również srebro i miedź wykazują silne właściwości biobójcze i biostatyczne [4-8]. W handlu można także zakupić preparaty dezynfekcyjne, które w swoim składzie zawierają substancje czynne z grupy czwartorzędowych soli amoniowych, tlenku cynku czy tytanu. Przykładem tego rodzaju preparatów są Sanitized® T99-19 oraz Sanitized TH22-29. Środki te wykazują niezawodne i trwałe działanie bakteriostatyczne wobec dużej liczby bakterii Gram-dodatnich i Gram-ujemnych oraz niektórych grzybów. Preparaty zawierające w swoim składzie m.in. te środki znajdują powszechne zastosowanie w tekstyliach o różnorodnym przeznaczeniu [9]. W niniejszej pracy zbadano aktywność tych środków jako składników

preparatów o kompleksowym działaniu nadających cechy przeciwdrobnoustrojowe, ale także hydrofobowe.

Potrzeba oceny aktywności przeciwdrobnoustrojowej różnorodnych materiałów pojawiła się wraz z dynamicznym rozwojem badań nad surowcami i materiałami zawierającymi biocydy, które nadawały im właściwości przeciwdrobnoustrojowe. Ocena tych właściwości jest przeprowadzana na podstawie laboratoryjnych badań mikrobiologicznych wg różnorodnych norm lub procedur własnych. Tego rodzaju badania można podzielić na dwie główne grupy: metody jakościowe i ilościowe [10]. Przykładem normy opisującej badania jakościowe jest norma PN – EN ISO 20645:2006 Wyznaczanie aktywności antybakteryjnej – Metoda dyfuzyjna [11] dla bakterii oraz norma PN – EN 14119:2005 Aktywność antygrzybicza – Test dyfuzyjny na agarze [12] dla grzybów. Metody ilościowe polegają na wyznaczeniu współczynnika redukcji bakterii (%) i w ten sposób określa się działanie bakteriobójcze materiałów. Przykładem normy opisującej badania ilościowe jest norma PN – EN ISO 20743:2013 – 10 Wyznaczanie aktywności antybakteryjnej wyrobów gotowych z wykończeniem antybakteryjnym [13]. W zależności od potrzeb do oceny aktywności przeciwdrobnoustrojowej stosuje się odpowiednie metody badawcze.

Celem pracy było zbadanie aktywności przeciwdrobnoustrojowej tkanin bawełnianych z wykończeniem biocydowym przeznaczonych na podszewki do obuwia. Praca eksperymentalna obejmowała badania właściwości bakteriobójczych i grzybobójczych materiałów z wykończeniem biocydowym. Do badań wybrano grzyby z rodzaju *Candida* i *Aspergillus* jako powszechny czynnik etiologiczny zakażeń grzybiczych u człowieka. Natomiast aktywność antybakteryjną oznaczono w odniesieniu do dwóch szczepów wzorcowych *Escherichia coli* i *Staphylococcus aureus*. Niniejsze badania zrealizowano w

ramach projektu PR/KR19/234.36/4 pt. „Inteligentne obuwie rosnące wraz ze stopami dziecka”.

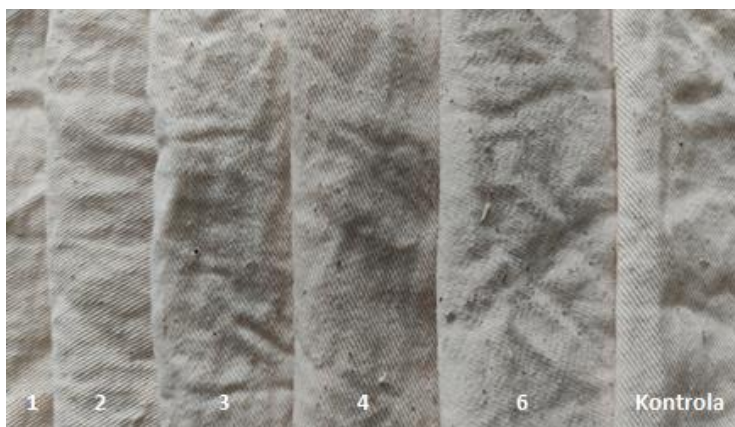
## 2. Materiały i metody

### 2.1 Materiały

Badaniom poddano pięć tkanin bawełnianych, w kolorze kremowym, stanowiących materiały podszewkowe do produkcji obuwia. Tkanina bawełniana nie poddana żadnej modyfikacji stanowiła próbę kontrolną (Rys. 1). Charakterystyka wszystkich badanych prób została zebrana w Tabeli 1.

**Tab. 1.** Opis badanych prób.

Opis tkaniny	Modyfikacja	Stężenie Sanitized
Tkanina bawełniana 1	PDMS (Poly(methylhydrosiloxane)) + Sanitized T99-19	6,0%
Tkanina bawełniana 2	PDMS (Poly(methylhydrosiloxane)) + SiO <sub>2</sub> + Sanitized T99-19	4,6%
Tkanina bawełniana 3	PDMS (Poly(methylhydrosiloxane)) + TiO <sub>2</sub> + Sanitized T99-19	4,0%
Tkanina bawełniana 4	Sanitized T99-19	4,8%
Tkanina bawełniana 6	Sanitized TH22-29	4,6%
Tkanina kontrolna	Brak	-



**Rys. 1.** Badane materiały [źródło: opracowanie własne].

## 2.2 Mikroorganizmy

Do badań mających na celu wyznaczenie właściwości antybakteryjnych użyto dwa szczepy bakterii: *Escherichia coli* ATCC 8739 oraz *Staphylococcus aureus* ATCC 9144. Do badań mających na celu wyznaczenie właściwości antygrzybiczych użyto szczepów: *Aspergillus niger* ATCC 6275 oraz *Candida albicans* ATCC 10231. Wszystkie szczepy pochodzą z kolekcji czystych kultur, która znajduje się w siedzibie Sieci Badawczej Łukasiewicz-Instytucie Przemysłu Skórzanego w Łodzi.

## 2.3. Badanie aktywności przeciwbakteryjnej

Badanie wykonano zgodnie z normą PN-EN ISO 20645:2006 „Płaskie wyroby włókiennicze. Wyznaczanie aktywności antybakteryjnej. Metoda dyfuzji na płytce z agarem” [11]. Do badań użyto po dwie próby w kształcie koła ( $25 \pm 5$  mm) z każdego rodzaju badanej tkaniny dla każdego badanego szczepu. Bakterie aktywowano poprzez posiew na podłoże agarowe TSA (Tryptic Soya Agar). Płytki z agarem inkubowano 18-24h w temperaturze  $37 \pm 1^{\circ}\text{C}$ . Po inkubacji sporządzono zawiesinę bakterii z 24-godzinnej hodowli na agarze TSA, w roztworze soli fizjologicznej. Gęstość zawiesiny wynosiła odpowiednio  $2,8 \times 10^8$  jtk/ml dla *E. coli* oraz  $3,0 \times 10^8$  jtk/ml dla *S. aureus*. Następnie pożywkę TSA rozlano na wcześniej przygotowane szalki Petriego. Równocześnie przygotowano podłoże TSA w butelce dla każdego rodzaju badanego szczepu i zaszczepiono zawiesiną bakteryjną o ustalonej gęstości. Podłoże z bakteriami wylano na powierzchnię płytek agarowych z zestalonym podłożem agarowym i ułożono badane próby robocze na agarze (posiew wgłębny). Inkubację prowadzono przez 24h w temperaturze  $37^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ . Wzrost bakterii oceniano zgodnie z wytycznymi w Tabeli 2 wg normy PN-EN ISO 20645:2006.

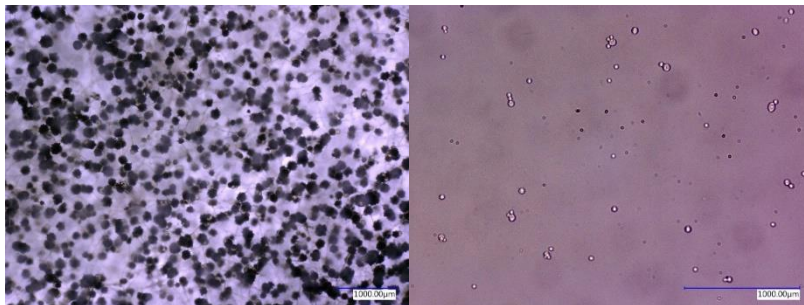
**Tab. 2.** Ocena wzrostu bakterii na próbach roboczych [11].

Strefa hamowania, Średnia wartość	Wzrost pod próbką roboczą	Opis	Ocena
>1	Brak	Strefa hamowania powyżej 1 mm, brak wzrostu.	Dobry efekt
1-0	Brak	Strefa hamowania do 1 mm, brak wzrostu.	
0	Brak	Brak strefy hamowania, brak wzrostu.	
0	Słaby	Brak strefy hamowania, tylko niektóre kolonie ograniczone, wzrost prawie całkowicie wstrzymany.	Ograniczona efektywność
0	Średni	Brak strefy hamowania, wzrost obniżony do połowy w porównaniu do kontrolnego.	Niewystarczający efekt
0	Silny	Brak strefy hamowania, brak obniżenia wzrostu w porównaniu do kontrolnego, lub tylko lekkie obniżenie wzrostu.	

#### 2.4. Badanie aktywności przeciwgrzybiczej

Badania przeprowadzono zgodnie z normą : PN-EN 14119:2005 Badania tekstyliów. Ocena działania mikro grzybów. Metoda B1: badanie rozwoju grzybów na kompletnym podłożu agarowym; efekt przeciwgrzybiczy [12]. W tym celu wycięto próby o wymiarach 2,5cm x 8 cm, a następnie przycięto je do szerokości 2 cm. Do badań użyto po dwie próby z każdego rodzaju badanej tkaniny. Grzyby aktywowano poprzez posiew ze skosów agarowych na świeże płytki z podłożem Sabourauda i hodowano 6 dni ( $29\pm 1^{\circ}\text{C}$ ). Następnie grzyby przesiano na skosy agarowe i inkubowano przez 10 dni w temp.  $29\pm 1^{\circ}\text{C}$ . Z tak przygotowanych hodowli sporządzono zawiesinę zarodników stosując roztwór soli mineralnych wg normy ze środkiem zwiłżającym (Tween 80). W tym celu w próbkach

umieszczono 5 ml roztworu soli ze środkiem zwilżającym i delikatnie zeszkrobano powierzchnię hodowli za pomocą sterylnej ezy. Wstrząsano probówką w celu uzyskania wodnej zawiesiny spor. Następnie zawiesinę wstrząsano ze sterylnymi kulkami szklanymi i sączono na sterylnej gazie, w celu oddzielenia fragmentów grzybni. Zawiesinę przeniesiono do sterylnych falkonów o pojemności 15 ml i wirowano (6000 obrotów/min., 10 min.). Zlano supernatant i osad zawieszono w świeżym roztworze soli mineralnych. Zarodniki wirowano i przemywano 3-krotnie po czym zawieszono w roztworze soli mineralnych, tak aby szacowane za pomocą komory Thoma stężenie zarodników wynosiło  $10^6$  w 1 ml. W ten sposób oszacowano stężenie *A. niger* i *C. albicans* (Rys. 2).



**Rys. 2.** Obraz mikroskopowy od lewej: *A.niger* (zarodniki) oraz *C. albicans*, powiększenie 50 x [źródło: opracowanie własne].

Przygotowano kompletne podłoże mineralne wg normy. Całość sterylizowano w autoklawie w temp. 121°C przez 30 min. Pożywkę rozlano na wcześniej przygotowane szalki Petriego. Ułożono badane próby robocze na zestalonym kompletnym podłożu agarowym. Następnie na powierzchnię każdej próby roboczej równomiernie naniesiono pipetą 0,5 ml zawiesiny spor. Inkubację prowadzono przez 14 dni w temperaturze 29°C±1°C. Wzrost grzybów oceniano zgodnie z normą. Oceniono stopień wzrostu grzybów na próbce badanej (Tabela 3), a także zmierzono strefę zahamowania wzrostu wokół próby (Tabela 4).

**Tab. 3.** Ocena wzrostu grzybów na próbach roboczych [12].

Stopień wzrostu	Ocena
0	Brak widocznego wzrostu oceniany pod mikroskopem (pow.50x)
1	Brak widocznego wzrostu, wyraźnie widoczny pod mikroskopem.
2	Wzrost widoczny, pokrywający do 25% badanej powierzchni.
3	Wzrost widoczny, pokrywający do 50% badanej powierzchni.
4	Znaczny wzrost, pokrywający więcej niż 50% badanej powierzchni.
5	Silny wzrost, pokrywający całą badaną powierzchnię.

**Tab. 4.** Ocena wzrostu grzybów na medium agarowym [12].

Stopień wzrostu	Ocena
0	Brak widocznego wzrostu oceniany pod mikroskopem (pow.50x)
1	Brak widocznego wzrostu, wyraźnie widoczny pod mikroskopem.
2	Wzrost widoczny, intensywność do 25% wzrostu kontrolnego.
3	Wzrost widoczny, intensywność do 50% wzrostu kontrolnego.
4	Znaczny wzrost, intensywność powyżej 50% wzrostu kontrolnego.
5	Silny wzrost, intensywność taka sama jak wzrostu kontrolnego.

### 3. Wyniki badań i ich dyskusja

#### 3.1. Aktywność przeciwbakteryjna

Wyniki badań aktywności przeciwbakteryjnej tkanin bawełnianych przedstawiono w tabeli 5 i tabeli 6. W przypadku tkanin modyfikowanych nr 1-4, w badaniu w kierunku *E. coli*, nie zaobserwowano strefy zahamowania wzrostu wokół prób roboczych. Nie stwierdzono natomiast wzrostu bezpośrednio pod próbą roboczą. Oznacza to, że zastosowane tkaniny z wykończeniem antybakteryjnym wykazywały dobry efekt w stosunku do *E. coli*. Najlepszy efekt wobec *E.coli* wykazywała tkanina 6 napawana roztworem Sanitized TH22-29. W tym przypadku strefa zahamowania wzrostu wokół próby roboczej była wyraźnie widoczna, a po podniesieniu tej próby nie zaobserwowano wzrostu bakterii. W przypadku wszystkich prób tkanin, w badaniu w kierunku *S.aureus*, zaobserwowano natomiast strefę zahamowania wzrostu wokół prób roboczych. Nie stwierdzono natomiast



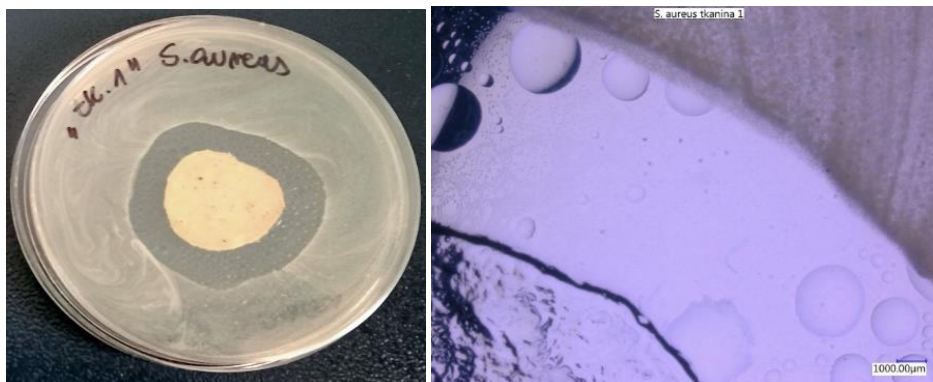
wzrostu bezpośrednio pod próbą roboczą. Oznacza to, że zastosowane tkaniny z wykończeniem antybakteryjnym wykazywały dobry efekt wobec *S.aureus*. Zróżnicowane działanie środków antyseptycznych, zastosowanych w badaniu, może wynikać z różnych mechanizmów obronnych bakterii. Nieco lepsze działanie w stosunku do bakterii Gram-dodatnich, spowodowane może być budową komórek zastosowanych mikroorganizmów testowych. Bakterie Gram-ujemne bowiem, zawierają zewnętrzną błonę, bogatą w LPS oraz liczne białka OMPs (outer membrane proteins), która tworzy nieprzepuszczalną barierę. Ściana komórkowa bakterii Gram-dodatnich, wykazuje wprawdzie dużą wytrzymałość mechaniczną, ale jest jednocześnie stosunkowo łatwo przepuszczalna [14].

**Tab. 5.** Wyniki aktywności przeciwbakteryjnej próbek skór i tkanin wobec *E. coli*.

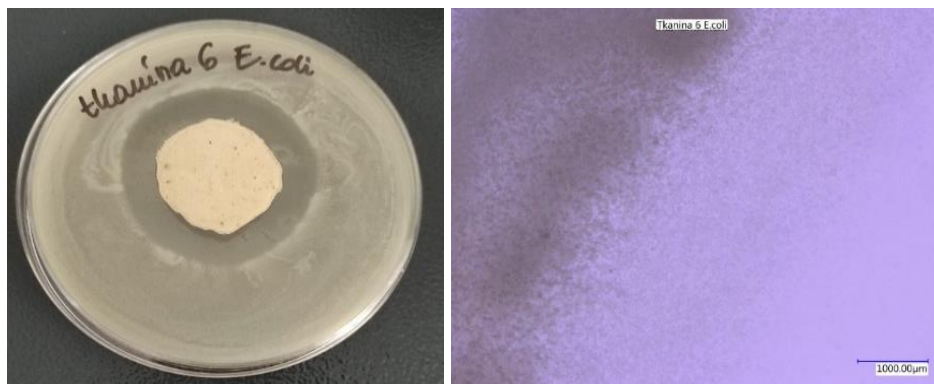
Symbol próby	Wzrost pod próbą roboczą	Strefa hamowania [mm]	Opis	Ocena badanego materiału
Tkanina 1	brak	0,0	Brak strefy hamowania, brak wzrostu	Dobry efekt
Tkanina 2	brak	0,0	Brak strefy hamowania, brak wzrostu	Dobry efekt
Tkanina 3	brak	0,0	Brak strefy hamowania, brak wzrostu	Dobry efekt
Tkanina 4	brak	0,0	Brak strefy hamowania, brak wzrostu	Dobry efekt
Tkanina 6	brak	11	Strefa hamowania powyżej 1mm, brak wzrostu	Bardzo dobry efekt
Kontrola	silny	0,0	Brak strefy hamowania, silny wzrost	Brak efektu

**Tab. 6.** Wyniki aktywności antybakteryjnej tkanin wobec *S. aureus*.

Symbol próby	Wzrost pod próbą roboczą	Strefa hamowania [mm]	Opis	Ocena badanego materiału
Tkanina 1	brak	9,5	Strefa hamowania > 1 mm, brak wzrostu	Dobry efekt
Tkanina 2	brak	9,0	Strefa hamowania > 1 mm, brak wzrostu	Dobry efekt
Tkanina 3	brak	9,0	Strefa hamowania > 1 mm, brak wzrostu	Dobry efekt
Tkanina 4	brak	10,0	Strefa hamowania > 1 mm, brak wzrostu	Dobry efekt
Tkanina 6	brak	9,0	Strefa hamowania > 1 mm, brak wzrostu	B. dobry efekt
Kontrola	silny	0,0	Brak strefy hamowania, silny wzrost	Brak efektu



**Rys. 3.** Po lewej-przykładowy wzrost *S. aureus* na płytce z podłożem TSA. Widoczna wyraźna strefa zahamowania wzrostu wokół próby roboczej. Po prawej - obraz mikroskopowy po usunięciu próby roboczej. Widoczny brak wzrostu pod próbą, strefa zahamowania wzrostu wokół – powiększenie 50 x [źródło: opracowanie własne].



**Rys. 4.** Po lewej-przykładowy wzrost *E. coli* na płytce z podłożem TSA. Widoczna wyraźna strefa zahamowania wzrostu wokół próby roboczej. Po prawej - obraz mikroskopowy po usunięciu próby roboczej. Widoczny brak wzrostu pod próbą, strefa zahamowania wzrostu wokół – powiększenie 50 x [źródło: opracowanie własne].

### 3.2 Aktywność przeciwgrzybicza

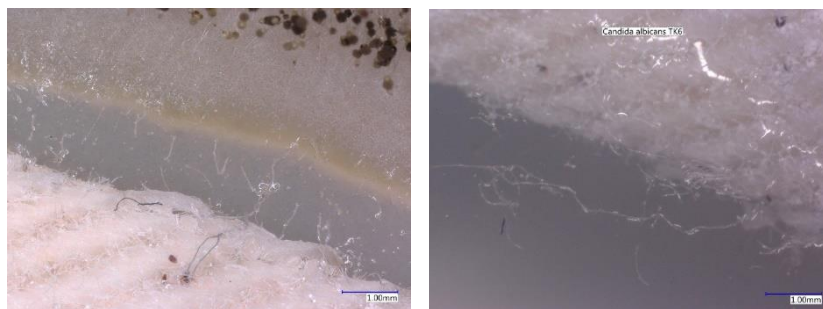
Wyniki aktywności przeciwgrzybiczej tkanin bawełnianych zestawiono w tabeli 7 i tabeli 8. Tkaniny bawełniane z wykończeniem przeciwgrzybowym w różnym stopniu wpływały na wzrost zastosowanych grzybów testowych. Dobre działanie zarówno przeciwko *C. albicans* i *A. niger* wykazywały tkaniny nr 1 i 4, napawane odpowiednio PDMS (poly (methylhydrosiloxane)) + środek antybakteryjny (Sanitized T99-19) oraz środek antybakteryjny (Sanitized T99-19). Nie zaobserwowano wzrostu na powierzchni tkaniny. Nieco słabsze działanie w przypadku *A. niger* wykazywały tkaniny nr 2 i 3, w przypadku których wzrost pojawił się na ok. 25% badanej powierzchni. Tkanina nr 6 wykazywała najsilniejszy efekt przeciwgrzybiczy. Na jej powierzchni nie zaobserwowano wzrostu żadnego grzyba testowego, a wzrost wokół próby był ograniczony: w przypadku *A. niger* zaobserwowano niewielką strefę zahamowania wzrostu, podczas gdy wzrost *C. albicans* był zahamowany w 100%.

**Tab. 7.** Wyniki aktywności przeciwgrzybiczej prób skór na działanie *A. niger*.

Symbol próbki	Stopień wzrostu	Ocena wzrostu	Ocena badanego materiału
Tkanina 1	1	Brak widocznego wzrostu na tkaninie, widoczny pod mikroskopem. Cała powierzchnia płytki zarośnięta.	Dobry efekt grzybostatyczny
Tkanina 2	2	Wzrost widoczny, pokrywający do 25% powierzchni tkaniny. Cała powierzchnia płytki zarośnięta	Średni efekt grzybostatyczny
Tkanina 3	2	Wzrost widoczny, pokrywający do 25% powierzchni tkaniny. Cała powierzchnia płytki zarośnięta	Średni efekt grzybostatyczny
Tkanina 4	1	Brak widocznego wzrostu na tkaninie, widoczny pod mikroskopem. Cała powierzchnia płytki zarośnięta	Dobry efekt grzybostatyczny
Tkanina 6	0	Brak widocznego wzrostu na tkaninie, oceniany pod mikroskopem (pow. 50 x). Widoczna 1mm strefa zahamowania wzrostu wokół próby	Bardzo dobry efekt grzybostatyczny
Kontrola	5	Silny wzrost, pokrywający całą badaną powierzchnię.	Brak efektu grzybostatycznego

**Tabela 8.** Wyniki aktywności przeciwrzybiczej prób skór na działanie *C. albicans*.

Symbol próbki	Stopień wzrostu	Ocena wzrostu	Ocena badanego materiału
Tkanina 1	0	Brak widocznego wzrostu na tkaninie, delikatna strefa zahamowania wzrostu na agarze	Dobry efekt grzybostatyczny
Tkanina 2	0	Brak widocznego wzrostu na tkaninie, wzrost na całej pow. agaru	Dobry efekt grzybostatyczny
Tkanina 3	0	Brak widocznego wzrostu na tkaninie, minimalna strefa zahamowania wzrostu na agarze	Dobry efekt grzybostatyczny
Tkanina 4	0	Brak widocznego wzrostu na tkaninie, minimalna strefa zahamowania wzrostu na agarze	Dobry efekt grzybostatyczny
Tkanina 6	0	Brak widocznego wzrostu na tkaninie, wzrost na agarze zahamowany w 100%	Bardzo dobry efekt grzybostatyczny
Kontrola	5	Silny wzrost, pokrywający całą badaną powierzchnię.	Brak efektu grzybostatycznego



**Rys. 5.** Porównanie wzrostu *C. albicans* i *A. niger* na powierzchni tkaniny nr 6. Po lewej - wzrost *A. niger* ograniczony, widoczna strefa zahamowania wzrostu wokół próby roboczej; po prawej - brak wzrostu *C. albicans* na tkaninie i wokół próby – powiększenie 50 x

[źródło: opracowanie własne].

#### 4. Podsumowanie

Zastosowanie odpowiedniego wykończenia przeciwdrobnoustrojowego w tkaninach i wyrobach skórzanych nie tylko chroni przed rozwojem patogenów, ale także zwiększa komfort użytkowania takich wyrobów. W niniejszej pracy opisano badania mające na celu określenie właściwości przeciwdrobnoustrojowych tkanin bawełnianych wykończonych preparatami nadającymi właściwości hydrofobowe i przeciwdrobnoustrojowe. Tkaniny bawełniane modyfikowane preparatami

zawierającymi Sanitized T99-19 wykazywały dobry efekt hamujący wzrost bakterii *Staphylococcus aureus* i *Escherichia coli*. Poza tym, tkaniny te wykazywały średni lub dobry efekt przeciwgrzybowy wobec grzybów *Aspergillus niger* i drożdży *Candida albicans*. Natomiast tkanina modyfikowana preparatem zawierającym Sanitized TH22-29 wykazała bardzo dobry efekt przeciwbakteryjny i przeciwgrzybowy.

*Badania przedstawione w pracy powstały w ramach projektu badawczego NCBiR pt.: „Inteligentne obuwie rosnące wraz ze stopami dziecka” (Szybka Ścieżka POIR.04.01.04-00-0070/17).*

## Literatura

- [1] Szuster L., Wyrębska Ł., Kwiecień A.: *Sposób nadawania włóknom bawełnianym właściwości bakteriobójczych nową reaktywną pochodną poliheksametylenoguanidyny*, Technologia i Jakość WYROBÓW **62**, 2017, str. 96-112.
- [2] Takai K., Ohtsuka T., Senda Y., Nakao M., Yamamoto K., Matsuoka J. and Hirai Y.: *Antibacterial properties of antimicrobial-finished textile products*, Microbiology and Immunology **46(2)**, 2002, str. 75-81.
- [3] Gabriel G. J.: *Infectious disease: connecting innate immunity to biocidal polymers*, Materials Science and Engineering: R: Reports **57** (1-6), 2007, str. 28-64.
- [4] Cioffi N., Ditaranto N., Torsi L., Picca R.A., De Giglio E., Sabbatini L., Novello L., Tantillo G., Bleve-Zacheo T., Zambonin P.G.: *Synthesis, analytical characterization and bioactivity of Ag and Cu nanoparticles embedded in poly-vinyl-methyl-ketone films*. Analytical and Bioanalytical Chemistry **382**, 2005, str. 382: 1912–1918.
- [5] Michels H.T., Noyce J.O., Keevil C.W.: *Effects of temperature and humidity on the efficacy of methicillin-resistant Staphylococcus aureus challenger antimicrobial materials containing silver and copper*, Letters in Applied Microbiology **49**, 2009, str. 191–195.
- [6] Gadi B. and Gabbay J.: *Copper, an ancient remedy returning to fight microbial, fungal and viral infections*, Current Chemical Biology **3**, 2009, str. 272-278.
- [7] Matyjas-Zgondek E., Bacciarelli A., Rybicki E., Szykowska M.I., Kołodziejczyk M.: *Antibacterial properties of silver-finished textiles*, Fibres & Textiles in Eastern Europe **5 (70)**, 2008, str. 101-107.
- [8] Durán N. Marcato P.D., De Souza G.I.H., Alves O.L., Esposito E.: *Antibacterial effect of silver nanoparticles produced by fungal process on textile fabrics and their effluent treatment*, Journal of Biomedical Nanotechnology **3**, 2007, str. 203–208.
- [9] <https://polymer-additives.specialchem.com/product/a-sanitized-sanitized-t-99-19>

- [10] Jakimiak B., Rohm-Rodowald E., Staniszewska M., Cieślak M., Malinowska G., Kaleta A.: *Ocena mikrobiologiczna właściwości materiałów włókienniczych z wykończeniem antybakteryjnym*, Rocznik Państwowego Zakładu Higieny **57 (2)**, 2006, str.177-184.
- [11] PN – EN ISO 20645:2006 Wyznaczanie aktywności antybakteryjnej – Metoda dyfuzyjna.
- [12] PN – EN 14119:2005 pkt 10.5 (B2) Aktywność antygrzybicza – Test dyfuzyjny na agarze.
- [13] PN – EN ISO 20743:2013 – 10 Wyznaczanie aktywności antybakteryjnej wyrobów gotowych z wykończeniem antybakteryjnym.
- [14] Książczyk M., Krzyżewska E., Futoma-Kołoch B.: *Oddziaływanie związków dezynfekcyjnych na komórki bakteryjne w kontekście bezpieczeństwa higieny i zdrowia publicznego*, Postępy Higieny i Medycyny Doświadczalnej (online) **69**, 2015; str. 1042-1055.