

Wyniki

Badań mikrobiologicznych

Tabela 1. Mikroorganizmy wykorzystane w badaniach

Mikroorganizmy		Gatunek	Numer kolekcyjny
Bakterie		<i>Escherichia coli</i>	ATCC 10536
		<i>Staphylococcus aureus</i>	ATCC 6538
		<i>Bacillus subtilis</i>	NCAIM 01644
Grzyby	Drożdże	<i>Candida albicans</i>	ATCC 10231
	Pleśnie	<i>Aspergillus niger</i>	ATCC 16404

ATCC-Amerykańska Kolekcja Czystych Kultur; NACIM-National Collection of Agricultural and Industrial Microorganisms,

Szczepy przechowywano wg międzynarodowych standardów, bakterie w postaci zamrożonego liofilizatu aktywnych komórek z 24-godzinnej hodowli w podłożu TSB. Do podłoża pohodowlanego dodawano 10% glicerolu i liofilizowano, następnie przechowywano w temp. -18°C. Przed każdym eksperymentem szczepy bakterii aktywowano na podłożu TSB i przygotowywano zawiesinę zaszczepiającą. Pleśnie i drożdże przechowywano na skosach MEA w temp. +4°C. Do badań grzyby aktywowano na podłożu Sabourauda (*C.albicans*) i skosach MEA (pleśnie).

1. Metody badawcze

1.1. Ocena aktywności biobójczej włókien modyfikowanych biocydami

Ocenę aktywności biobójczej włókien modyfikowanych biocydami wykonano metodą jakościową zgodnie z metodyką opisaną w PN-EN ISO 20645:2006 (bakterie) oraz według normy PN-EN ISO 14119:2005 (grzyby).

Bakterie hodowano na podłożu TSA w warunkach 37±2°C przez 24-48 godzin, drożdże na podłożu Sabouraud'a w warunkach 37±2°C przez 48 godzin, pleśnie na podłożu MEA w warunkach 30°C przez 5-7 dni. Na płytki zawierające odpowiednie podłoża naniesiono dwa równoległe rzędy inokulum badanych mikroorganizmów o gęstości 1-2×10⁶ jtk/ml (grzyby) lub 1-2×10⁸ jtk/ml (bakterie). Następnie prostopadle do linii wzrostu układano sterylną pincetą

próbki włóknin i inkubowano w warunkach jak podano powyżej. Po inkubacji obserwowano charakter wzrostu i mierzono strefy zahamowania wzrostu. Jednocześnie posiewano próbki kontrolne drobnoustrojów (bez tkanin).

W metodzie określano strefy zahamowania wzrostu pod próbką oraz wokół próbki tekstylnej według skali przedstawionej w tabeli 2.

Tabela 2. Skala do oceny aktywności biobójczej kompozytów włókninowych modyfikowanych biocydami przeznaczonych do wkładek do obuwia ochronnego

Strefa zahamowania wzrostu [mm]	Charakterystyka wzrostu szczepów	Efekt
>1	Strefa zahamowania wzrostu >1 mm, inhibicja wzrostu wokół i pod próbką	Bardzo dobra aktywność +++
0-1	Strefa zahamowania wzrostu <1 mm, inhibicja wzrostu wokół i pod próbką	Dobra aktywność ++
0	Brak strefy zahamowania wzrostu, inhibicja wzrostu pod próbką	
0	Brak strefy zahamowania wzrostu, niewielki wzrost pod próbką	Niska aktywność +
0	Brak strefy zahamowania wzrostu, wzrost pod próbką	Brak aktywności -

2. Wyniki badań

Wyniki przeprowadzonych badań zebrano w tabelach 3 i 4.

Tabela 3. Strefa zahamowania wzrostu drobnoustrojów przez włókniyny modyfikowane biocydami

Próbka	Testowany mikroorganizm				
	<i>E. coli</i>	<i>S. aureus</i>	<i>B. subtilis</i>	<i>C. albicans</i>	<i>A. niger</i>
PES-M	Brak strefy zahamowania wzrostu, wzrost pod próbką	Brak strefy zahamowania wzrostu, wzrost pod próbką	Brak strefy zahamowania wzrostu, wzrost pod próbką	Brak strefy zahamowania wzrostu, wzrost pod próbką	Brak strefy zahamowania wzrostu, wzrost pod próbką
PES-M/TiO ₂	Brak strefy zahamowania wzrostu, inhibicja wzrostu pod próbką	Brak strefy zahamowania wzrostu, inhibicja wzrostu pod próbką	Brak strefy zahamowania wzrostu, wzrost ograniczony pod próbką	Brak strefy zahamowania wzrostu, inhibicja wzrostu pod próbką	Brak strefy zahamowania wzrostu, wzrost ograniczony pod próbką
Ag	Brak strefy zahamowania wzrostu, inhibicja wzrostu pod próbką	Brak strefy zahamowania wzrostu, wzrost ograniczony pod próbką	Brak strefy zahamowania wzrostu, wzrost pod próbką	Brak strefy zahamowania wzrostu, wzrost pod próbką	Brak strefy zahamowania wzrostu, wzrost pod próbką

Tabela 4. Ocena aktywności biobójczej włókniin modyfikowanych biocydami

Próbka	Aktywność biobójcza w stosunku do				
	<i>E. coli</i>	<i>S. aureus</i>	<i>B. subtilis</i>	<i>C. albicans</i>	<i>A. niger</i>
PES-M	-	-	-	-	-
PES-M/TiO ₂	++	++	+	++	+
Ag	++	+	-	-	-

- brak aktywności
- +niska aktywność
- ++dobra aktywność

Stwierdzono, iż włóknina oznakowane symbolami PES-M nie wykazuje aktywności wobec żadnego z testowanych drobnoustrojów. Najszersze spektrum aktywności biobójczej (aktywna wobec wszystkich testowanych mikroorganizmów) wykazywała włóknina o symbolu PES-M/TiO₂.

W obu przypadkach wielokrotne pranie włóknin przyczyniło się do spadku aktywności biobójczej. Włóknina oznakowana Ag wykazywały działanie przeciwbakteryjne w stosunku do bakterii z gatunku *Escherichia coli* oraz *Staphylococcus aureus*.

Wnioski końcowe

Napawanie dzianiny poliestrowej koloidalnym roztworem nanocząsteczek dwutlenku tytanu pozwala nadać jej właściwości przeciwdrobnoustrojowe. Stwierdzono, że modyfikacja włóknin napawanych TiO_2 wpływa korzystnie na właściwości przeciwdrobnoustrojowe, zwiększając ich zakres również wobec pleśni. Istotnym czynnikiem, który należy wziąć pod uwagę podczas dalszych badań jest stężenie biocydu oraz odpowiednie przygotowanie włókniny tak, aby zapewnić jak najwyższy stopień wiązania związków przeciwdrobnoustrojowych, które powinny zostać osadzone na trwale na włókninach.

Wykonał:
Dr hab. inż. Agnieszka Nowak