

*Justyna Syguła-Cholewińska*

**Katedra Mikrobiologii Towaroznawczej**

*Dariusz Jasek*

**Katedra Mikrobiologii Towaroznawczej**

# Zastosowanie biocydów jako wykończenia przeciwgnilnego bawełnianej tkaniny namiotowej

## 1. Wprowadzenie

Mikrobiologiczny rozkład tkanin stanowi poważny problem, zwłaszcza w odniesieniu do podatnych na działanie drobnoustrojów zabytkowych i użytkowych tkanin z włókien naturalnych. Wystarczy zapewnić dogodne środowisko do rozwoju mikroorganizmów, aby rozpoczął się ich atak na tkaninę. Czynniki środowiskowe wpływające na rozwój mikroflory, takie jak wilgotność, temperatura, pH, dostępność tlenu oraz dodatkowych substancji odżywczych, są szeroko opisywane w literaturze przedmiotu [7, 8, 12]. W wypadku tkanin bawełnianych celem ataku drobnoustrojów jest celuloza, która stanowi główny składnik włókna. Wykorzystywanie jej przez drobnoustroje jako źródła węgla w procesach metabolicznych wymaga wytworzenia enzymów zewnątrzkomórkowych, zdolnych do hydrolizy wiązań pomiędzy cząsteczkami glukozy w polimerze. Aktywność enzymów powoduje rozkład celulozy, co wiąże się z osłabieniem włókna, przejawiającym się m.in. obniżeniem właściwości wytrzymałościowych tkaniny. Ponadto, niektóre niecelulozowe składniki włókna lub substancje pomocnicze dodawane do tkanin w procesie produkcji mogą stanowić dla drobnoustrojów dodatkowe źródło węgla, niekiedy łatwiej przyswajalne od celulozy. Wprowadzanie więc takich środków do wyrobów włókienniczych ułatwia, a nawet jest w stanie inicjować wzrost grzybów pleśniowych i bakterii na tkaninie. Mikroorganizmy rosnące na włóknie mogą wytwarzać szkodliwe wtórne metabolity, np. kwasy organiczne, które niekorzystnie działają na włókno, lub barwniki wywołujące trwałe zaplamienia.

Obecność przebarwień, a także charakterystyczny zapach stęchlizny może świadczyć o działalności drobnoustrojów.

Mikrobiologiczny rozkład wyrobów włókienniczych w okresie ich użytkowania uważa się za proces niekorzystny, powodujący obniżenie wartości wyrobu lub jego całkowite zniszczenie i określa się jako biodeteriorację [8]. W wypadku tkanin użytkowych poważnym problemem stanowi biodeterioracja płócien żaglowych, plandek samochodowych, materiałów namiotowych, włóknin filtracyjnych itp. Wyroby te są szczególnie narażone na wpływ czynników atmosferycznych, takich jak deszcz lub woda morską, i rzadko istnieje możliwość ich dokładnego wysuszenia. Ponadto, mogą pozostawać w ciągłym kontakcie z glebą, która jest bogatym źródłem mikroorganizmów [2, 4]. Dodatkowo podczas długotrwałej ekspozycji na słońcu ulegają fotodegradacji, co osłabia włókno i sprzyja procesowi biodeterioracji [8, 12].

Na podatność tkaniny na mikrobiologiczny rozkład mogą mieć wpływ, oprócz czynników środowiskowych, technologiczne procesy wykończeniowe. Pokrywanie tkaniny różnymi apreturami: zmiękcżającymi, przeciwkurczliwymi, elektrostatycznymi wywiera różny wpływ w zależności od ich składu chemicznego. Obecność substancji naturalnych sprzyja procesowi rozkładu, a syntetycznych, zwłaszcza o właściwościach hydrofobowych, opóźnia ten proces [9]. Włókno bawełniane, podobnie jak inne włókna naturalne, ma właściwości hydrofilowe. Oznacza to, że w porównaniu z tkaninami syntetycznymi wykazuje mniejszą odporność na rozkład mikrobiologiczny. Podwyższenie odporności można osiągnąć poprzez wprowadzenie barier z materiałów hydrofobowych w postaci np. żywic, które uniemożliwiają przenikanie wilgoci do materiału i w konsekwencji utrudniają atak mikroorganizmów. Stosowanie apretur wodoszczelnych pośrednio hamuje wzrost mikroflory, ale może okazać się zabezpieczeniem niewystarczającym. Pod podłogą namiotu, w szwach lub w miejscach mechanicznego uszkodzenia tkaniny istnieje możliwość kontaktu z wilgotną glebą, i stąd jest to obszar prawdopodobnego ataku drobnoustrojów.

Skuteczną ochronę przed niepożądanym rozkładem można osiągnąć na dwa sposoby. Najważniejszą kwestią jest zapewnienie prawidłowych warunków magazynowania, transportu i użytkowania, a przede wszystkim odpowiedniej wilgotności i temperatury. Jeżeli nie jest możliwe zapewnienie takich warunków, należy wprowadzić odpowiednie środki zabezpieczające do samej tkaniny [2, 4]. Związkami zapobiegającymi rozkładowi, wprowadzanymi do tkaniny w postaci impregnacji, które zabijają drobnoustroje odpowiedzialne za rozkład lub hamują ich wzrost, są biocydy [7]. Ochrona przed biodeterioracją z zastosowaniem biocydów może być szeroko stosowana w przemyśle włókienniczym. Wykorzystywane są różnorodne związki na różnych etapach produkcji. Obecnie substancje aktywne mogą być wprowadzane przez:

- dodawanie do roztworu przędzalniczego lub stopionego polimeru włóknotwórczego i zamknięcie we włóknie (okluzja) – modyfikacja fizyczna,
- wiązanie substancji aktywnej z włóknom przez bezpośrednie wytworzenie wiązań chemicznych – modyfikacja chemiczna,

– naniesienie na włókno w postaci powłok, przy wykorzystaniu nośnika polimerowego lub niskocząsteczkowego, z którym substancja chemiczna związana jest fizycznie lub chemicznie.

Modyfikacje fizyczne i chemiczne zapewniają dłuższą aktywność biocydu, ale mają ograniczone zastosowanie ze względu na możliwość degradacji związku przy dalszej obróbce termicznej bądź chemicznej włókna [3]. W ostatnich latach na popularności zyskała metoda „spun-in additive”, w której biocyd dodaje się do płynów przędzalniczych przed formowaniem z nich włókien. Substancja biobójcza dyfunduje następnie z wnętrza włókna do jego powierzchni i tam aktywnie działa [1]. Chemiczna modyfikacja polimeru pozwala natomiast na otrzymanie włókna o stałych właściwościach antimikrobowych. Modyfikacja ta obejmuje m.in. procesy acetylacji, fosforylacji itp. Ze względu na koszty są to jednak procesy rzadziej stosowane, wymagają bowiem odpowiedniego zaplecza technologicznego i mogą niekorzystnie zmieniać parametry wytrzymałościowe tkanin [11, 14]. Nanoszenie apretur biocydowych, mimo że jest to metoda o mniejszej trwałości niż wyżej wymienione metody, jest w związku z tym dość powszechnie stosowane [3].

O tym, czy materiał włókienniczy może być zabezpieczony biocydem, decyduje końcowe przeznaczenie wyrobu. W wyniku powolnego uwalniania biocydu z wykończonej tkaniny następuje inaktywacja mikroorganizmów. Ujemną stroną tego zjawiska bywa ograniczona trwałość wykończenia przeciwplesniowego, a także zagrożenie dla środowiska. Podczas użytkowania wyrobu tekstylnego, zwłaszcza tkanin odzieżowych, obecny na powierzchni środek jest stopniowo usuwany w wyniku ścierania lub pod wpływem zabiegów konserwacyjnych (pranie lub czyszczenie). Jeżeli podczas procesu wykończenia biocyd nie połączył się z włóknem wiązaniami kowalencyjnymi, zostanie całkowicie usunięty z wyrobu tekstylnego [1, 11]. Wykończenie przeciwnilne powinno być na tyle trwałe, aby pełniło swoją zabezpieczającą funkcję przez cały okres użytkowania wyrobu. Dobierając zatem odpowiednią substancję biobójczą, jej stężenie i sposób wprowadzenia, należy rozważyć wiele aspektów poruszanych w literaturze przedmiotu [7].

## 2. Materiały i metody badań

*Tkanina.* Badaniom poddano tkaninę bawełnianą 100%, namiotową, o masie powierzchniowej 271 g/m<sup>2</sup>, wyprodukowaną w Andrychowskich Zakładach Przemysłu Bawełnianego „Andropol” SA w Andrychowie. Testy przeprowadzono na tkaninie surowej bez apretur oraz wykończonej fabrycznie odpowiednimi apreturami. Tkaninę surową poddano także, w warunkach laboratoryjnych, napawaniu testowanymi biocydami o różnych stężeniach. Z tkanin wycięto próbki o wymiarach 12 × 2 cm, wzdłuż osnowy, a następnie wypruto nitki z obu stron, doprowadzając paski do szerokości 1,5 cm.

*Biocydy.* Do zabezpieczenia tkaniny użyto Irgasan DP 300 (2,4,4'-trichloro-2'-hydroksydifeniloeter) produkowany przez Ciba-Geygi oraz dichlorophen

(2,2'-metylenobis-4-chlorofenol) firmy Merck. Wytypowane związki biobójcze rozpuszczono w 96% alkoholu etylowym i sporządzono roztwory o stężeniach 2% i 4%.

Napawanie biocydami przeprowadzono w płytkach Petriego o średnicy 25 cm, w których umieszczono warstwami paski tkaniny, a następnie zalewano przygotowanymi roztworami o zadanym stężeniu i pozostawiono na 30 minut w temperaturze pokojowej. Po tym czasie próbki zostały wyjęte z kąpeli, odsączone w bibule filtracyjnej i pozostawione do wysuszenia na wolnym powietrzu przez 48 godzin.

Poniżej podano 7 badanych wariantów zabezpieczenia tkaniny:

1) tkanina „surowa” nie zawierająca żadnych środków wykończeniowych, pokryta klejonką – kontrola,

2) tkanina z wykończeniem wodoszczelnym zabezpieczona apreturą na bazie soli cyrkonu i parafiny,

3) tkanina z wykończeniem trójfunkcyjnym (wodoszczelnym jak wyżej, ognioodpornym na bazie fosforu i związków organicznych, w tym żywic oraz przeciwnilnym zawierającym fungicydy Acticide TE firmy THOR z mieszaniną izotiazolinu i pochodnych benzimidazolowej),

4) tkanina surowa napawana roztworem 2% Irgasanu DP 300,

5) tkanina surowa napawana roztworem 4% Irgasanu DP 300,

6) tkanina surowa napawana roztworem 2% dichlorofenu,

7) tkanina surowa napawana roztworem 4% dichlorofenu.

W celu sprawdzenia trwałości wprowadzonych środków połowę wszystkich testowanych próbek poddano procesowi symulacji deszczu, poprzez rosenie próbek bieżącą wodą wodociągową o przepływie około 900 ml/min przez 10 minut. Po zakończonej symulacji deszczu próbki ponownie suszono na bibule filtracyjnej.

*Test glebowy.* Próbki przeznaczone do badań umieszczono w pojemnikach z aktywną mikrobiologicznie glebą (zawierającą w równych częściach piasek, rozdrobniony torf, przegnity obornik oraz glebę kompostową), w temperaturze  $28 \pm 2^\circ\text{C}$  i wilgotności względnej powietrza 85–95% na okres 7 i 14 dni. Podczas inkubacji wilgotność gleby wynosiła 30–40%. Po ukończeniu hodowli próbki wyciągano z gleby i poddawano wstępnej analizie, następnie grzybnie splukiwano wodą bieżącą, a paski tkaniny suszono i opisywano trwałe zmiany widoczne na ich powierzchni. Na podstawie obserwacji i pomiarów parametrów wytrzymałościowych dokonano oceny zmian powstałych pod wpływem mikroflory glebowej.

*Ocena organoleptyczna.* W analizie organoleptycznej uwzględniano wyniki obserwacji próbek okiem nieuzbrojonym i przy użyciu mikroskopu stereoskopowego. Określano stopień pokrycia próbek grzybnia, a po usunięciu grzybni oceniano trwałe zmiany świadczące o niszczącej działalności drobnoustrojów, przejawiające się powstawaniem plam, przebarwień lub ubytków w strukturze tkaniny.

*Ocena wytrzymałościowa.* W celu wyznaczenia siły zrywającej próbki rozrywano na urządzeniu do badań wytrzymałości Instron 5544. Rozstawienie zaciśków ustalono w granicach 50 mm, natomiast prędkość zrywania, tj. 25 mm/min, została dobrana na podstawie zaleceń normy [5]. Na podstawie wyników pomiaru siły zrywającej obliczono względny spadek wartości tej siły ( $S$ ), spowodowany działaniem mikroflory glebowej, według wzoru [6]:

$$S = 100 - \frac{\bar{A}}{\bar{B}} \cdot 100,$$

gdzie:

$\bar{A}$  – średnia arytmetyczna siły zrywającej wszystkich próbek poddanych działaniu mikroflory glebowej,

$\bar{B}$  – średnia arytmetyczna siły zrywającej wszystkich próbek nie poddanych działaniu mikroflory glebowej (kontrola).

### 3. Wyniki badań i ich omówienie

#### 3.1. Ocena organoleptyczna

Po upływie 7 dni najwięcej zmian zauważono na tkaninie namiotowej surowej zarówno rozsonnej, jak i nie rozsonnej; przy czym na tkaninie po symulacji deszczu występowało znacznie więcej zmian barwnych w postaci rdzawych, brunatnych i czarnych plam. Poza zmianami barwnymi zarówno na tkaninie po sztucznym deszczu, jak i nie rozsonnej zaobserwowano wzrost grzybni. W wypadku tkaniny poddanej zwilżaniu grzybnią pokrywała większą powierzchnię próbki i owocowała. Po kolejnym tygodniu przetrzymywania w glebie zmiany barwne nasiliły się. Na tkaninie poddanej symulacji deszczu przebarwienia zajmowały blisko 90% powierzchni, a obszar pokryty grzybnią powiększył się.

Obserwacje pokazują, że potraktowanie tkaniny bawełnianej biocydem ogranicza atak mikroorganizmów. Potwierdza to zmniejszona liczba zaplamień powstałych na tkaninie zabezpieczonej w porównaniu z tkaniną niezabezpieczoną, a także brak widocznego wzrostu grzybów pleśniowych na powierzchni napawanych próbek. Zauważono ponadto, że nieznacznie więcej przebarwień pojawiło się na tkaninach zwilżanych, co w wypadku tkaniny surowej mogłoby sugerować przyspieszenie ataku mikroorganizmów poprzez zwiększenie zwilżalności tkaniny (pokonanie barierowości klejówki hydrofobowej), a w wypadku tkanin napawanych biocydem – być może także wypłukanie części biocydu.

Po 7 i 14 dniach inkubacji żadnych zmian świadczących o rozkładzie nie stwierdzono tylko w wypadku tkanin z wykończeniem wodoszczelnym i trójfunkcyjnym. Wydaje się więc, że wykonane fabrycznie apretury najlepiej chro-

nią tkaniny przed rozkładem, gdyż nawet zwiększenie wilgotności w procesie symulacji deszczu nie wpłynęło na zmniejszenie skuteczność tych zabezpieczeń.

Porównując wyniki powyższych obserwacji można wysnuć wniosek, że potraktowanie tkaniny badanymi substancjami biobójczymi zabezpiecza tkaninę namiotową przed biodegradacją po 14 dniach inkubacji. Nie jest to jednak zabezpieczenie całkowite i tak skuteczne jak wykończenia fabryczne, ale znacznie ogranicza podatność tkaniny na mikrobiologiczny atak.

### 3.2. Ocena właściwości wytrzymałościowych materiału

Wyniki pomiaru siły zrywającej i wyznaczone obniżenie wartości tego parametru dla analizowanych tkanin bawełnianych poddanych działaniu mikroflory glebowej zamieszczono w tabelach 1–7.

Tabela 1. Wyznaczone średnie wartości siły zrywającej i względnego spadku siły zrywającej – tkanina bawełniana surowa

Dzień badań	Tkanina nie poddana symulacji deszczu			Tkanina po symulacji deszczu		
	wartość siły zrywającej [N]	odchylenie standardowe	względny spadek siły zrywającej S [%]	wartość siły zrywającej [N]	odchylenie standardowe	względny spadek siły zrywającej S [%]
0	346,86	10,85	0,00	367,64	23,63	0,00
7	257,88	26,87	25,65	126,33	60,14	65,63
14	94,10	59,37	72,87	41,78	7,45	88,63

Źródło: opracowanie własne.

Dane zamieszczone w tabeli 1 wskazują na różny przebieg rozkładu dla tkaniny nie rozzonej i po symulacji deszczu. Tkanina poddana symulacji deszczu jest bardziej podatna na atak mikroorganizmów, gdyż utrata wytrzymałości o ponad 65% widoczna jest już po 7 dniach inkubacji w glebie. Wartość siły zrywającej dla próbek nie poddanych zwilżaniu obniża się w tym czasie jedynie o 25,65%. W kolejnym etapie hodowli proces rozkładu tkaniny rozzonej nie zachodzi już tak intensywnie. Po 14 dniach inkubacji wartość siły zrywającej tkaniny poddanej i nie poddanej symulacji deszczu obniża się o ponad 70% wartości początkowej.

W wypadku tkaniny wykończonej fabrycznie rozkład mikrobiologiczny przebiega znacznie wolniej. Względny spadek siły zrywającej tkaniny z wykończeniem wodoszczelnym i trójfunkcyjnym ilustrują tabele 2 i 3.

Wykończenie wodoszczelne okazało się skuteczne w 7 dniu badania, natomiast po upływie 14 dni od umieszczenia próbek w glebie atak mikroorganizmów na zabezpieczoną tkaninę był widoczny. Zmiany wytrzymałości tkaniny

po dwutygodniowym przetrzymywaniu w glebie osiągnęły poziom zbliżony do zmian, które miały miejsce na tkaninie surowej nie poddanej działaniu deszczu.

Tabela 2. Wyznaczone średnie wartości siły zrywającej i względnego spadku siły zrywającej – tkanina bawełniana z wykończeniem wodoszczelnym

Dzień badań	Tkanina nie poddana symulacji deszczu			Tkanina po symulacji deszczu		
	wartość siły zrywającej [N]	odchylenie standardowe	względny spadek siły zrywającej S [%]	wartość siły zrywającej [N]	odchylenie standardowe	względny spadek siły zrywającej S [%]
0	228,71	18,78	0,00	245,37	11,12	0,00
7	220,31	41,38	3,67	238,31	13,39	2,88
14	179,95	9,08	21,32	181,56	35,63	26,00

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 3. Wyznaczone średnie wartości siły zrywającej i względnego spadku siły zrywającej – tkanina bawełniana z wykończeniem trójfunkcyjnym

Dzień badań	Tkanina nie poddana symulacji deszczu			Tkanina po symulacji deszczu		
	wartość siły zrywającej [N]	odchylenie standardowe	względny spadek siły zrywającej S [%]	wartość siły zrywającej [N]	odchylenie standardowe	względny spadek siły zrywającej S [%]
0	200,05	4,80	0,00	201,34	8,84	0,00
7	198,81	10,95	0,62	196,64	10,17	2,33
14	196,68	7,24	1,68	196,95	7,46	2,18

Źródło: opracowanie własne.

Wykończenie trójfunkcyjne okazało się skuteczne w stopniu zbliżonym do użytych w doświadczeniu biocydów. Po 14 dniach przetrzymywania w glebie próbki nie uległy rozpadowi. Zmiany wartości siły zrywającej tkanin zabezpieczanych roztworami 2% i 4% dichlorophenu i Irganu DP 300 przedstawiono w tabelach 4–7.

Z uzyskanych danych eksperymentalnych wynika, że obydwa biocydy, tzn. dichlorophen i Irgan DP 300, wprowadzone do tkaniny w roztworach 2% i 4% hamują rozwój mikroflory zarówno na tkaninie roszonej, jak i nie poddanej roszczeniu. Obniżenie siły zrywającej utrzymuje się na poziomie 2–4%, niezależnie od czasu inkubacji, stężenia i rodzaju biocydu lub zastosowania sztucznego deszczu.

Tabela 4. Wyznaczone średnie wartości siły zrywającej i względnego spadku siły zrywającej – tkanina bawełniana napawana 2% roztworem dichlorophenu

Dzień badań	Tkanina nie poddana symulacji deszczu			Tkanina po symulacji deszczu		
	wartość siły zrywającej [N]	odchylenie standardowe	względny spadek siły zrywającej S [%]	wartość siły zrywającej [N]	odchylenie standardowe	względny spadek siły zrywającej S [%]
0	348,30	7,95	0,00	345,49	16,64	0,00
7	340,65	9,53	2,20	340,31	20,33	1,50
14	333,03	23,02	4,38	324,58	40,37	6,05

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 5. Wyznaczone średnie wartości siły zrywającej i względnego spadku siły zrywającej – tkanina bawełniana napawana 4% roztworem dichlorophenu

Dzień badań	Tkanina nie poddana symulacji deszczu			Tkanina po symulacji deszczu		
	wartość siły zrywającej [N]	odchylenie standardowe	względny spadek siły zrywającej S [%]	wartość siły zrywającej [N]	odchylenie standardowe	względny spadek siły zrywającej S [%]
0	355,42	23,54	0,00	359,65	18,25	0,00
7	355,01	10,60	0,12	356,62	15,95	0,84
14	347,78	11,19	2,15	345,11	16,67	4,04

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 6. Wyznaczone średnie wartości siły zrywającej i względnego spadku siły zrywającej – tkanina bawełniana napawana 2% roztworem Irgasanu DP 300

Dzień badań	Tkanina nie poddana symulacji deszczu			Tkanina po symulacji deszczu		
	wartość siły zrywającej [N]	odchylenie standardowe	względny spadek siły zrywającej S [%]	wartość siły zrywającej [N]	odchylenie standardowe	względny spadek siły zrywającej S [%]
0	343,36	22,97	0,00	340,43	14,96	0,00
7	334,79	19,77	2,50	335,12	11,33	1,56
14	327,53	9,09	4,61	329,42	16,38	3,23

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 7. Wyznaczone średnie wartości siły zrywającej i względnego spadku siły zrywającej – tkanina bawełniana napawana 4% roztworem Irgasanu DP 300

Dzień badań	Tkanina nie poddana symulacji deszczu			Tkanina po symulacji deszczu		
	wartość siły zrywającej [N]	odchylenie standardowe	względny spadek siły zrywającej S [%]	wartość siły zrywającej [N]	odchylenie standardowe	względny spadek siły zrywającej S [%]
0	354,84	20,92	0,00	341,52	11,67	0,00
7	343,74	6,38	3,13	336,88	15,90	1,36
14	339,06	17,93	4,45	331,42	17,11	2,96

Źródło: opracowanie własne.

Można zatem wnioskować, że stosowanie testowanych biocydów w celu zabezpieczenia tkanin przed biodeterioracją w znacznym stopniu zwiększa odporność tekstyliów na rozkład mikrobiologiczny. Przebieg rozkładu tkanin zabezpieczonych biocydami oraz tkaniny z wykończeniem trójfunkcyjnym jest podobny, jednak w wypadku tej drugiej wartości siły zrywającej (łącznie z kontrolą) są znacznie niższe (tabela 3). Przyczyn osłabienia wytrzymałości tkaniny należy szukać prawdopodobnie w procesach wykończeniowych, którym poddawana jest tkanina z wykończeniem wodoszczelnym, ognioodpornym i przeciwnilnym. Podkreślić należy zatem, że wyniki prezentowanych badań wykazują, iż zabezpieczenie tkanin biocydami wpływa, dodatkowo, na nieznaczne zwiększenie odporności takich tkanin na rozrywanie. Fakt ten ma niebagatelne znaczenie w wypadku tkanin namiotowych i innych tkanin narażonych na szczególnie ostre warunki częstego użytkowania.

W ocenie rozkładu mikrobiologicznego badanych tkanin zastosowano dwie metody: ocenę organoleptyczną i ocenę wytrzymałościową. W wypadku tkaniny namiotowej surowej zarówno w ocenie organoleptycznej, jak i wytrzymałościowej zaobserwowano podobne zmiany. Tkanina poddana roszeniu metodą sztucznego deszczu była określona w ocenie wytrzymałościowej jako bardziej podatna na atak mikroorganizmów niż tkanina nie rozszona, przy czym obniżenie wytrzymałości tkaniny rozzonej było szczególnie widoczne po 7 dniach od umieszczenia próbek w glebie. Wynik ten znajduje potwierdzenie w ocenie organoleptycznej: na tkaninie zwilżanej występowało znacznie więcej przebarwień (około 60% powierzchni próbek po 7 dniach inkubacji i około 80% po 14 dniach) niż na tkaninie nie traktowanej sztucznym deszczem (kilkanaście procent powierzchni próby po 7 dniach i około 20–80% po 14 dniach). Otrzymane wyniki są zgodne z danymi literaturowymi. R. Salerno-Kochan i J. Szostak-Kotowa w badaniach nad biodegradacją tkanin bawełnianych opisują zmiany wizualne na powierzchni surowych tkanin zachodzące pomiędzy 3 a 7 dniem i znaczne obniżenie wytrzymałości próbek w tym okresie hodowli. Zwracają

uwagę na silne pokrycie próbek grzybnią w drugim tygodniu inkubacji, czemu towarzyszy całkowita utrata wytrzymałości tkaniny [10, 13].

W ocenie organoleptycznej tkanin z fabrycznym wykończeniem wodoszczelnym nie zauważono żadnych przebarwień przez cały okres inkubacji, ale w ocenie wytrzymałościowej wykazano zmiany odporności na rozrywanie. Wykończenie wodoszczelne zabezpiecza tkaninę w okresie 7 dni działania mikroflory gleby, natomiast po upływie 14 dni atak mikroorganizmów na tkaninę wyraźnie się nasila, utrata wytrzymałości wynosi ponad 20%.

Skuteczność wykończenia trójfunkcyjnego okazała się porównywalna z impregnacjami biocydowymi (dichlorophenem i Irgasanem DP 300). Po 14 dniach w glebie próbki nie ulegały rozkładowi. Ocena organoleptyczna w pełni potwierdziła te wyniki, chociaż tylko w tkaninie z fabrycznym wykończeniem trójfunkcyjnym nie obserwowano przebarwień. Na tkaninach napawanych biocydami stwierdzono nieliczne zaplamienia, jednakże nie przełożyło się to na mechaniczne zniszczenie włókna. Już 2% stężenie dichlorophenu i Irgasanu DP 300 skutecznie hamuje rozwój mikroflory na tkaninie zarówno po symulacji deszczu, jak i nie poddanej roszeniu. W konfrontacji z powszechnie przyjętym stwierdzeniem, że impregnacje tkanin powinny zawierać jak najmniejsze stężenie biocydu, można przypuszczać, że najwłaściwsze jest użycie badanych biocydów w stężeniu nie wyższym niż 2%. Dalsze zwiększenie stężenia roztworu biocydu nie wpływa już istotnie na odporność mikrobiologiczną tkaniny bawełnianej poddanej testowi glebowemu.

#### 4. Wnioski

1. Symulacja deszczu w wypadku tkaniny namiotowej surowej, nie pokrytej biocydem, przyspiesza rozkład mikrobiologiczny.
2. Najlepszym zabezpieczeniem badanych tkanin wydają się być biocydy dichlorophen i Irgasan DP 300 (już w stężeniu 2%) oraz fabryczna apretura trójfunkcyjna.
3. Wykończenie wodoszczelne skutecznie zabezpiecza tkaninę przed rozkładem mikrobiologicznym w krótszym czasie, tzn. 7 dni.

#### Literatura

- [1] Bendkowska W., Wrzosek H., *Ochrona biostatyczna tekstyliów*, „Przegląd Włókienniczy” 2000, nr 8.
- [2] Desai A.J., Pandey S.N., *Microbial Degradation of Cellulosic Textiles*, „Journal and Industrial Research” 1971, nr 30.
- [3] Niekraszewicz A., *Włókna bioaktywne*, „Przegląd Włókienniczy” 1995, nr 5.
- [4] Nopitsch I., *Mikrobiologische Teste*, „Meliand” 1957, nr 8.
- [5] PN-88/P-04626. Tekstylnia. Wyznaczanie siły zrywającej i wydłużenia metodą paskową.
- [6] PN-89/P-04730. Tekstylnia. Wyznaczanie odporności na działanie mikroorganizmów.

- [7] Sagar B.F., *Biodeterioration of Textile Materials and Textile Preservation*, „Biodeterioration” 1987, nr 7.
- [8] Salerno-Kochan R., Szostak-Kotowa J., *Czynniki warunkujące rozkład wyrobów włókienniczych. Cz. I: Wpływ czynników środowiskowych*, „Przegląd Włókienniczy” 1998, nr 8.
- [9] Salerno-Kochan R., Szostak-Kotowa J., *Czynniki warunkujące rozkład wyrobów włókienniczych. Cz. II: Wpływ czynników technologicznych*, „Przegląd Włókienniczy” 1998, nr 11.
- [10] Salerno-Kochan R., Szostak-Kotowa J., *Microbial Degradation of Textiles. Part II: Biodegradation of Polyamide and Polyester Fabrics and Its Combinations with Cellulose Fibers*, „Fibres and Textiles in Eastern Europe” 2001, vol. 9, nr 4.
- [11] Sun G., Xu X., *Durable and Regenerable Antibacterial Finishing of Fabrics: Fabric Properties*, „Textile Chemist and Colorist” 1999, vol. 31 nr 1.
- [12] Szostak-Kotowa J., *Mikrobiologiczny rozkład tkanin [w:] Rozkład i korozja mikrobiologiczna materiałów technicznych*, Materiały II konferencji naukowej, Łódź 2001.
- [13] Szostak-Kotowa J., *Ocena środków biobójczych stosowanych do ochrony tkanin bawełnianych. Cz. I. Odporność tkaniny impregnowanej na rozkład mikrobiologiczny spowodowany działaniem mikroflory glebowej*, „Przegląd Włókienniczy” 1979, nr 9.
- [14] Wierzbowska T., Stachowiak-Nogacka M., *Włókniny o właściwościach bakterio- i grzybobójczych z włókien modyfikowanych biocydowo*, „Przegląd Włókienniczy” 2000, nr 7.

### **The Use of Biocides as Antimicrobial Finishing for Tent Cotton Textile**

Antimicrobial effectiveness of various cotton textile finishings was tested using the soil burial test method. After 7 and 14 days of incubation the greatest morphological changes were observed in raw textile. Beside a loss in strength and staining, intensive fungal growth occurred, especially on samples subjected to simulated rain. Two biocides – Irgasan DP 300 and dichlorophen were tested under laboratory conditions. Already the 2% concentration of the active ingredient was found to be enough to protect the material against the microbial attack. The most effective protection, even in the case of rain simulation and two-week soil incubation, was ensured by the waterproof-fireproof-antimicrobial finishing.