ТОВАРОЗНАВСТВО ТА ЕКСПЕРТИЗА НЕПРОДОВОЛЬЧИХ ТОВАРІВ

УДК 677.017.8

Галик І. С., Семак Б. Д., Семак З. М.

ПОШУК ЕФЕКТИВНИХ СПОСОБІВ ЗАХИСТУ ТЕКСТИЛЮ ВІД ДІЇ ШКІДЛИВИХ МІКРООРГАНІЗМІВ

Анотація. *Досліджена можливість використання для захисту целюлозовмісних текстильних матеріалів від біопошкоджень целюлозоруйнуючими мікроорганізмами деяких типів кремнійорганічних і фторорганічних обробних препаратів. Певна увага приділена розкриттю механізму взаємодії названих типів обробних препаратів з окремими видами целюлозоруйнуючих грибів і бактерій.*

Ключові слова: целюлозоруйнуючі мікроорганізми, біодеструкція, захист текстилю від біопошкоджень, антимікробні препарати.

Galyk I., Semak B., Semak Z.

SEARCH OF EFFECTIVE PROTECTION METHODS FOR TEXTILES FROM HARMFUL MICROORGANISMS ACTION

Summary. *The possibility of using some types of siliconorganic and fluorochemical processing preparations for protection cellulose textile materials from biodamages by the cellulosedestroying microorganisms has been studied. Certain attention is spared to uncovering the mechanism of co-operation of mentioned types of processing preparations with the separate types of cellulosedestroying mushrooms and bacteria*

Keywords: cellulosedestroying microorganisms, biodestruction, protection of textiles from biodamages, antimicrobial preparations

1. Вступ

Проблема захисту текстильних матеріалів і виробів від мікробіологічної деструкції складна та багатогранна і над пошуком шляхів її вирішення, як відомо, вже давно працюють фахівці різного профілю – хіміки, біологи, технологи, екологи, стандартизатори, матеріалознавці, товарознавці, маркетологи та інші у багатьох країнах світу. Ця проблема об'єднує декілька основних аспектів, а саме [1,2,3]:

- виявлення основних фізіологічних груп, родів і видів мікроорганізмів, які домінують в процесах мікробіологічної деструкції текстильних матеріалів і виробів різного волокнистого складу. призначення та оброблення;
- розкриття механізмів біодеструкції текстильних матеріалів і виробів різного волокнистого складу волокноруйнуючими мікроорганізмами;
- пошук ефективних засобів захисту текстильних матеріалів одягового, інтер'єрного, медичного та технічного призначення від волокноруйнуючих (особливо целюлозо- та кератиноруйнуючих мікроорганізмів);
- виявлення на текстильних матеріалах і виробах різного цільового призначення та способів виробництва патогенної мікрофлори та пошук ефективних засобів захисту від неї людини;
- більш широке використання сучасних хімічних, біологічних та нанотехнологій для ефективного захисту людини та довкілля від шкідливого впливу деяких фізіологічних груп, родів і видів мікроорганізмів.

Враховуючи сучасну екологічну ситуацію у світі, першочергового вирішення, на нашу думку, вимагає:

- захист текстильних матеріалів і виробів медичного, одягового, взуттєвого, інтер'єрного і технічного призначення від дії різноманітних видів патогенних і волокноруйнуючих мікроорганізмів.
- захист текстильних матеріалів і виробів чохольно-наметового і тарно-пакувального призначення від руйнівної дії волокноруйнуючих (особливо целюлозоруйнуючих) і ґрунтовних груп, родів і видів мікроорганізмів;
- захист від ґрунтовних волокноруйнуючих мікроорганізмів текстильних матеріалів і виробів дренажного, агротекстильного та геотекстильного призначення.

Пошук ефективних засобів захисту названих груп текстильних матеріалів і виробів від дії патогенних, волокноруйнуючих, ґрунтових і інших шкідливих фізіологічних груп, родів і видів мікроорганізмів обумовлений низкою причин. Назвемо основні з них [2,3,4]:

- високою значимістю (до 40%) мікробіологічної деструкції багатьох видів текстильних матеріалів і виробів у їх загальному зношуванні (особливо це стосується текстильних одягових, інтер'єрних і технічних матеріалів і виробів, експлуатація яких відбувається при високій відносній вологості та температурі повітря, а також при контакті з грунтом);

- невід'ємною складовою мікробіологічної деструкції одягових, інтер'єрних і інших текстильних матеріалів при їх зношуванні під тривалою дією світлопогоди, мокрих обробок, хімічних реагентів;

- суттєвим впливом мікробіологічної деструкції багатьох видів текстильних матеріалів і виробів на терміни їх експлуатації (особливо це стосується різних видів професійного та спеціального одягу з регламентованими термінами експлуатації).

Успішне вирішення піднятих питань, як підтверджує світовий досвід, в значній мірі залежить від обгрунтованого вибору сучасних технологій виробництва та застосування в практиці текстильного виробництва необхідних високоефективних антимікробних препаратів, які б гарантували не тільки отримання високих, стабільних і довговічних антимікробних ефектів на текстильних матеріалах і виробах різного цільового призначення і волокнистого складу, але й збереження їх гігієнічності, екологічної безпечності, зносостійкості та відповідного зовнішнього вигляду.

Мета роботи. На основі аналізу літературних джерел і наших досліджень обгрунтувати вибір найбільш ефективних засобів захисту текстильних матеріалів і виробів від дії на них волокноруйнуючих мікроорганізмів. а також мінімізувати наявність на них шкідливих для здоров'я людини патогенних мікроорганізмів.

2. Дослідження впливу біоцидних і силіконових препаратів на біостійкість текстильних матеріалів

Як видно із аналізу літературних джерел [1,2,3], для захисту текстильних матеріалів і виробів різного цільового призначення та волокнистого складу від негативної дії волокноруйнуючих і патогенних мікроорганізмів можуть використовуватись різні за хімічною будовою універсальні та спеціалізовані типи антимікробних препаратів (табл.1).

До всіх названих типів антимікробних препаратів ставляться наступні загальні вимоги [1,2,3,4]:

- при мінімальній концентрації забезпечувати максимальний антимікробний ефект;

- подавляти чи пригнічувати тільки небезпечні чи шкідливі для людини види мікроорганізмів;

- бути нешкідливими при застосуванні;

- не мати негативного впливу на зміну механічних, фізичних, естетичних і інших властивостей текстильних матеріалів.

У результаті проведених нами досліджень з метою пошуку ефективних засобів захисту текстилю від шкідливого впливу волокноруйнуючих і патогенних мікроорганізмів доведено [3,5,6,7]:

- можливість використання для захисту целюлозовмісних одягових, інтер'єрних і інших текстильних матеріалів від їх біодеструкції целюлозоруйнуючими та ґрунтовими мікроорганізмами не тільки традиційних біоцидних препаратів (катаміну АБ, метациду, препарату АПП-40, саліциланіліду, 8-оксіхіноляту міді і інших), але й різних типів кремнійорганічних (ГКР-10, ГКР-94, АМСР, ПІНЗ, МБ-1, МБ-2, КП-100 і інших), фторорганічних (ФВ-2/180 і ФВ-16) і карбамольних (карбамол М) препаратів, а також різноманітних композицій названих препаратів;

Таблиця 1

Класифікація текстильних біоцидних препаратів текстильного призначення [2]

№ з/п	Тип препарату	Сфери застосування препарату
1	Ртутьорганічні сполуки	Обробка технічних текстильних матеріалів (гриби, бактерії)
2	Мідьвмісні сполуки	Обробка технічних текстильних матеріалів (широкий спектр дії)
3	Оловоорганічні сполуки	Обробка технічних текстильних матеріалів, як консерванти (широкий спектр дії)
4	Цинкорганічні сполуки	Захист від біопошкоджень бавовни (бактерії, гриби)
5	Солі срібла	Обробка медичних текстильних матеріалів (широкий спектр дії)
6	Фторвмісні сполуки	Обробка повсті, вовни, технічних тканин (гриби)
7	Хромати	Обробка технічних текстильних матеріалів (гриби, бактерії)
8	Похідні ундециленової кислоти	Фунгіцидна обробка текстильних матеріалів (гриби, бактерії, віруси)
9	Четвертинні амонієві солі	Гігієнічна обробка текстильних матеріалів (гриби, бактерії, віруси)
10	Амфотерні поверхневоактивні речовини	Гігієнічна обробка текстильних матеріалів (широкий спектр дії)
11	Похідні гуанідину	Антимікробна обробка текстильних матеріалів (широкий спектр дії)
12	Похідні сечовини	Надання бактеріостатичних властивостей віскозним волокнам
13	Саліциланілід	Антимікробна обробка текстильних матеріалів (гриби)
14	Похідні фенолу	Обробка технічних текстильних матеріалів (бактерії, гриби)
15	Дитіокарбамати	Обробка технічних текстильних матеріалів (гриби)
16	2-меркаптобензотіазол	Фунгіцидна обробка целюлозних волокон (гриби, бактерії, віруси)
17	8-гідроксихінолін	Фунгіцидна обробка волокон (гриби, бактерії, віруси)
18	Нафтенати	Обробка текстильних волокон (гриби, бактерії)

Джерело: Кричевский Г. Е. Нано-, био-, химические технологии в производстве нового поколения волокон, текстиля и одежды: монография / Г.Е. Кричевский. – М. : Издательство "Известия", 2011. – 528с.

- доцільність застосування для подавлення на текстильних матеріалах різного цільового призначення шкідливих для людини патогенних мікроорганізмів різноманітних типів біоцидних препаратів (катаміну АБ, метациду, препарату АБП-40, містоксу LSL і їх композицій з силіконовими препаратами);

- можливість захисту целюлозних текстильних матеріалів від дії волокноруйнуючих і патогенних мікроорганізмів шляхом прищеплення до макромолекул целюлозних волокон наступних сполук [3]: полі-2-метил-5-вінілпиридину в четвертичній формі (ЧС ПМВП) з подальшим хімічним приєднанням до прищепленого співполімеру гексахлорофену; поліакрилової кислоти (ПАК) з подальшим хімічним приєднанням до прищепленого сополімеру іонів міді; гексахлорофену (ГХ) з подальшою його фіксацією на текстильному матеріалі метазином.

Для прикладу в табл. 2 і 3 дана порівняльна характеристика антимікробного ефекту деяких видів текстильних матеріалів, поверхнево модифікованими найбільш поширеними типами кремнійорганічних і фторорганічних обробних препаратів [3].

Як видно із аналізу даних табл.2, найбільш ефективними для захисту бавовняної плащової тканини від целюлозоруйнуючих грибів і бактерій серед обраних нами силіконових обробних препаратів виявились 30%-вий водно-спиртовий розчин препарату ГКР-10 (рец. 2) і 50%-ва емульсія ГКР-94 (рец.3). Так, наприклад, якщо у результаті оброблення досліджуваної тканини за рец. 2 і 3 загальна чисельність на ній целюлозоруйнуючих грибів знижується відповідно в 4,3 і 3,7 раз, то целюлозоруйнуючих бактерій у 5,2 і 5,0 разів.

При використанні названих рецептів на цій тканині досягається і найбільший гідрофобний ефект, про що свідчить порівняння показників водопоглинання та водоопірності названої тканини після її оброблення за рец. 2 і рец. 3.

З метою розкриття механізму взаємодії целюлозоруйнуючих мікроорганізмів з деякими типами

Таблиця 2

Вплив силіконової обробки на біостійкість і водоопірність бавовняної плащової тканини

Номер рецепту	Назва препарату	Концентрація препарату г/л	Чисельність целюлозоруйнуючих мікроорганізмів, тис/1 г абсолютно сухої тканини		Водопоглинання, %	Водоопірність, Па
			грибів	бактерій		
1	Дистильована вода	-	3,45	2,10	67,7	-
2	30%-вий водно-спиртовий розчин ГКР-10	100	0,80	0,40	43,2	2805
3	50%-ва емульсія ГКР-94 Препарат АГМ-3	60 1,5	1,05	0,42	32,5	3158
4	35%-ва емульсія ПІНЗа $Al(NO_3)_3$	60 7	2,50	1,20	60,5	2442
5	40%-ва емульсія КЕ-42-20 $Al(NO_3)_3$	50 7	1,65	0,35	62,5	1746
6	40%-ва емульсія смоли МБ-2 $Al(NO_3)_3$	50 7	1,17	0,55	51,1	2776
7	Хромолан Уротропін	50 5	2,75	1,12	38,2	2629

Джерело: розроблено авторами

Таблиця 3

Вплив обробних препаратів на інтенсивність росту (%) колоній мікроорганізмів

№ рецепту	Марка препарату	Назва препарату	Концентрація препарату у ванні, г/л	Гриб Trichoderma lignorum		Бактерії Cytophaga	
				5-й день	7-й день	15-й день	30-й день
1	–	Дистильована вода	–	60,7	69,3	69,0	75,0
2	КЕ-50-17 Na_2CO_3	50%-ва толуольна емульсія смоли МБ-1 Вуглекислий натрій	20 5	20,8	43,3	40,5	66,5
3	КЕ-50-17 Na_2CO_3	50%-ва безтолуольна емульсія смоли МБ-1 Вуглекислий натрій	20 5	26,7	54,3	45,2	65,0
4	ФВ-2/180	50%-ва емульсія пре-парату 2/180	30	29,1	65,0	64,3	69,6
5	ФВ-16	50%-ва емульсія пре-парату ФВ-16	30	23,3	55,0	52,8	63,8
6	ПІНЗ	35%-ва толуольна емульсія полісілсеск-віазану	10	40,0	68,3	67,6	73,3

Джерело: розроблено авторами

кремнійорганічних, фторорганічних препаратів і бавовняними волокнами (на прикладі модифікованої цими препаратами бязі) тест-об'єктами були обрані дві найбільш активні целюлозоруйнуючі культури мікроорганізмів – мікроскопічний гриб Trichoderma lignorum і бактерії роду Cytophaga, виділені нами із досліджуваної бязі до її модифікації. Облік росту мікроорганізмів проводили вимірюванням діаметру колоній гриба на 5-й і 7-й день, а бактерій – на 15-й і 30-й день. Контактну біоцидну активність досліджуваних препаратів (табл.3) оцінювали за їх здатністю гальмувати ріст тест-об'єктів на поверхні агаризованих середовищ (Cytophaga – на агаризованому середовищі Trichoderma lignorum – на сусло-агарі) у чашках Петрі, яку вираховували за відомим рівнянням Еботта [3]:

$$Г = \left(\frac{К - П}{К} \right) \times 100 ,$$

де: Г – гальмування росту колоній досліджуваних мікроорганізмів, %;

К – ріст колоній мікроорганізмів у контрольному взірці (чашка Петрі без препарату);

П – ріст колоній мікроорганізмів у присутності біоцидних препаратів.

Отримані результати досліджень (табл.3) дозволяють зробити наступні висновки:

– серед обраних типів обробних препаратів найбільш ефективно гальмують розвиток целюлозоруйнуючих грибів і бактерій толуольні емульсії препаратів КЕ-50-17 і ПІНЗа (рец.2 і рец.6);

– зі збільшенням тривалості росту колоній гриба Trichoderma lignorum і бактерій роду Cytophaga ефективність бактерицидної дії обраних препаратів помітно підвищується;

– обрані типи кремнійорганічних і фторорганічних обробних препаратів вибірково гальмують розвиток обраних тест-культур, мікроорганізмів;

– руйнування бавовняного волокна обраними видами мікроорганізмів починається з його поверхні і послідовно зі збільшенням тривалості росту колоній поширюється від поверхні волокна до його каналу; причому для модифікованих обраними препаратами варіантів тканини (рец.2-6) характерні значно менші зміни поверхні названих волокон.

Як свідчить аналіз літературних даних [2, 8], в останні роки для ефективного захисту текстилю від патогенних і волокноруйнуючих мікро-організмів, окрім традиційних біоцидних і поліфункціональних кремній-органічних, фторорганічних і інших препаратів, почали широко застосовуватись нові типи біоцидних препаратів, отриманих на основі сучасних нанотехнологій. При цьому надання необхідного ефекту від названих груп мікроорганізмів може бути досягнуто шляхом:

– поверхневої модифікації текстильного матеріалу наноемульсіями чи нанодисперсіями, які містять у своєму складі антимікробні наночастинки;

– заповненням мікропустот у природних волокнах матеріалів антимікробними наночастинками;

– введенням у склад прядильних розчинів чи розплавів антимікробних наночастинок при формуванні хімічних волокон;

– надання антимікробних ефектів текстильним матеріалам (особливо нетканим) шляхом введення в їх склад антимікробних нановолокон.

В практиці текстильного обробного виробництва серед різноманітних нанотехнологій антимікробного оброблення текстильних матеріалів найбільшого поширення набули водні технології, які дозволяють використати більш широкий асортимент біоцидних нанопрепаратів і отримати на їх основі більш широкий спектр бажаних антимікробних ефектів на матеріалах і виробах медичного, одягового, інтер'єрного та іншого цільового призначення [2].

Слід відзначити, що в останні роки на світовому ринку появились різноманітні за хімічною будовою та властивостями антимікробні препарати текстильного призначення в наноформі, включаючи препарати для подавлення чи пригнічення життєдіяльності патогенних і волокноруйнуючих мікроорганізмів. Механізм їх взаємодії з названими фізіологічними групами мікроорганізмів ще недостатньо вивчено [2, 9].

Разом з тим, передбачається, що ефективність дії біоцидних нанопрепаратів може суттєво посилюватись за рахунок збільшення рухомості наночастинок антимікробного препарату, а також збільшення площі його контакту з окремими видами мікрорганізмів [2].

Враховуючи потенційний ризик негативного впливу наночастинок різної будови, включаючи наночастинки антимікробних препаратів для текстилю, на здоров'я людини та довкілля, на думку гігієністів [9], масовому застосуванню антимікробних препаратів у наноформі в текстильному виробництві повинні передувати комплексні всесторонні клінічні, матеріалознавчі, екологічні та товарознавчі дослідження негативного впливу цих наночастинок. Більше того, вимоги до наночастинок обробних препаратів різних типів повинні бути регламентовані у відповідних національних і міжнародних стандартах [9].

3. Висновки

1. Обґрунтована екологічна та технологічна доцільність для захисту целюлозовмісних текстильних матеріалів і виробів одягового (плащового, курткового, пальтового та іншого призначення) і брезенто-наметового (брезенти, намети, авізенти та ін.) призначення від біодеструкції целюлозоруйнуючими мікрорганізмами застосовувати різноманітні за хімічною будовою кремнійорганічні та фторорганічні поліфункціональні препарати, здатні надавати цим матеріалам і виробам одночасно декілька корисних властивостей – необхідну біостійкість, водоопірність, гігієнічність і екологічну безпечність.

2. Використання поліфункціональних кремній-органічних і фтор-органічних обробних препаратів виявилося виправданим і для мінімізації негативного впливу на текстильні (особливо медичного та одягового призначення) матеріали і вироби різноманітних видів патогенних мікроорганізмів.

3. Доведена необхідність проведення поглиблених досліджень впливу текстильних нанотехнологій і наноматеріалів на екологічну безпечність і гігієнічність текстильних матеріалів і виробів різного цільового призначення і способів виробництва (особливо одягового, медичного та інтер'єрного).

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Пехташева Е. Л. Биоповреждения и защита непродовольственных товаров / Е. Л. Пехташева. – М. : Мастерство, 2002. – 224с.

2. Кричевский Г. Е. Нано-, био-, химические технологии в производстве нового поколения волокон, текстиля и одежды: Монография / Г. Е. Кричевский. – М.: Издательство "Известия", 2011. – 528с.

3. Галик І. С. Екологічна безпека та біостікість текстильних матеріалів: монографія / І. С. Галик, О. Б. Концевич, Б. Д. Семак. – Львів: Видавництво Львівської комерційної академії, 2006. – 232с.

4. Кряжев Д. В. Анализ методов оценки биостойкости промышленных материалов (критерии, подходы) / Д. В. Кряжев, В. Ф. Смирнов, О. Н. Смирнова и др. // Вестник Нижегородского университета им.Н. И. Лобачевского. – 2013. – №2 (1). – С.118-124.

5. Галик І. С. Товарознавчі аспекти формування та оцінювання біостійкості текстильних матеріалів / І. С. Галик, Б. Д. Семак // Проблемы легкой и текстильной промышленности Украины. – 2012. – №2(20). – С.75-80.

6. Галик І. С. Шляхи ефективного захисту текстилю від біопошкоджень / І. С. Галик, Б. Д. Семак / Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. – 2012. – №3. – С.111-117.

7. Пушкар Г. О. Шляхи ефективного захисту килимових виробів від біодеструкції / Г. О.Пушкар, Б. Д. Семак // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. – 2013. – №2. – С.112-121.

8. Галик І. С. Використання нанотехнологій у формуванні асортименту та якості текстилю / І. С. Галик, Б. Д. Семак // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2013. – №4. – С.108-113.

9. Бойчук Т. М. До проблеми оцінки токсичності наночастинок срібла / Т. М. Бойчук, Н. Й. Андрійчук, Л. І. Власик // Клінічна та експериментальна патологія. Том XI. – 2012. – №4(42). – С.151-157.