

УДК 677.017.8

І.А. МАРТИРОСЯН

Одеська національна академія харчових технологій

О.В. ПАХОЛЮК

Луцький національний технічний університет

Б.Д. СЕМАК

Львівський торговельно-економічний університет

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТІОСУЛЬФОНАТНИХ АНТИМІКРОБНИХ ПРЕПАРАТІВ

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. В останні роки в обробному текстильному виробництві йде постійний пошук більш досконалих і екологічно безпечних засобів для антимікробної обробки целюлозовмісних текстильних матеріалів і трикотажних полотен різного цільового призначення.

Одним із напрямів цієї роботи є впровадження в целюлозне виробництво нових типів антимікробних обробних препаратів для надання одяговим бавовняно-поліефірним різнокомпонентним тканинам одночасно біостійкості, атмосферостійкості та екологічної безпечності.

В даній роботі, обґрунтовано доцільність використання нових типів антимікробних тіосульфонатних препаратів для захисту бавовняно-поліефірних текстильних матеріалів та спеціального одягу з них, від мікробіологічної деструкції. Встановлено, що тіосульфонатні препарати ЕТС, МТС і АТС за комплексом своїх експлуатаційних властивостей відповідають сучасним вимогам антимікробних препаратів текстильного призначення, і можуть бути рекомендовані для ефективного захисту від мікробіологічних пошкоджень текстильних матеріалів і виробів різного цільового призначення та волокнистого складу, особливо із вмістом целюлозних волокон. Обрані тест-культури бактерій і грибів на досліджуваних тканинах характеризуються вибірковою чутливістю до біоцидних препаратів ЕТС, МТС та АТС. При цьому названі препарати більш ефективно гальмують життєдіяльність волокноруйнуючих і патогенних бактерій. Ефективним виявилось використання тіосульфонатних біоцидних препаратів для захисту одягових бавовняно-поліефірних тканин від тривалої дії комплексу ґрунтових мікроорганізмів.

Ключові слова: спеціальний одяг, бавовняно-поліефірні тканини, біостійкість, захист від мікробіологічних пошкоджень, біоцидні препарати, оброблення тіосульфонатами.

И.А. МАРТИРОСЯН

Одесская национальная академия пищевых технологий

Е.В. ПАХОЛЮК

Луцкий национальный технический университет

Б.Д. СЕМАК

Львовский торгово-экономический университет

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТИОСУЛЬФОНАТНЫХ АНТИМИКРОБНЫХ ПРЕПАРАТОВ

Для защиты текстильных материалов и изделий различного целевого назначения и волокнистого состава от негативного воздействия волокноразрушающих и патогенных микроорганизмов используются различные по химическому строению универсальные и специализированные типы антимикробных препаратов. В последние годы в обрабатываемом текстильном производстве идет постоянный поиск более совершенных и экологически безопасных средств для антимикробной обработки целлюлозосодержащих текстильных материалов и трикотажных полотен различного целевого назначения.

Одним из направлений этой работы является внедрение в целлюлозное производство новых типов антимикробных отделочных препаратов для придания одежным хлопчато-полиэфирным разнокомпонентным тканям одновременно биостойкости, атмосферостойкости и экологической безопасности.

В данной работе обоснована целесообразность использования новых типов антимикробных тиосульфонатных препаратов для защиты хлопчато-полиэфирных текстильных материалов и специальной одежды от микробиологической деструкции. Установлено, что тиосульфонатные препараты ЕТС, МТС и АТС по комплексу своих эксплуатационных свойств соответствуют

современным требованиям антимикробных препаратов текстильного назначения и могут быть рекомендованы для эффективной защиты от микробиологических повреждений текстильных материалов и изделий различного целевого назначения и волокнистого состава, особенно с содержанием целлюлозных волокон.

Выбранные тест-культуры бактерий и грибов на исследуемых тканях характеризуются избирательной чувствительностью к биоцидным препаратам ЕТС, МТС и АТС. При этом, названные препараты более эффективно тормозят жизнедеятельность волоконразрушающих и патогенных бактерий. Эффективным оказалось использование тиосульфатных биоцидных препаратов для защиты одежных хлопчато-полиэфирных тканей от длительного воздействия комплекса почвенных микроорганизмов.

Ключевые слова: специальная одежда, хлопчато-полиэфирные ткани, биостойкость, защита от микробиологических повреждений, биоцидные препараты, обработки тиосульфатами.

I. MARTIROSYAN

Odessa National Academy of Food Technologies

E. PAKHOLIUK

Lutsk national technical university

B. SEMAK

Lviv trade and economic university

EVALUATION OF THE EFFICIENCY OF THE USE OF THIOUSOLPHOTE ANTI-MICROBIAL PREPARATIONS

The various chemical and general types of antimicrobial preparations can be used for the protection of textile materials and products of different intended using and fiber composition from the negative effects of decomposing and pathogenic microorganisms . In recent years, in the textile industry, there is a constant search for more advanced and environmentally safe resources for antimicrobial treatment of cellulose-based textile materials and knitted fabrics of various intended purpose. One of the directions of this work is the introduction into cellulose production of new types of antimicrobial preparations to provide cotton, polyester, multi-component cloth time bio-resistance, weather resistance and environmental safety at the same.

The feasibility of using new types of antimicrobial thiosulfonate preparations for the protection of cotton-polyester textile materials and special clothing from them, from microbiological destruction is substantiated in this paper. It has been found that the thiosulfonate preparations of ETS, MTS and ATS according to the complex of their operational properties meet the modern requirements of antimicrobial preparations of textile, and can be recommend for effective protection against microbiological damage of textile materials and products of different intended function and fibrous composition, especially with the contents of cellulose fibers. Selected test cultures of bacteria and fungi on investigated tissues are characterized by selective sensitivity to biocidal preparations of ETS, MTS and ATS. At the same time, they are more effective in inhibiting the fibrous and pathogenic bacteria. The use of thiosulfonate biocidal preparations was determined effective for the protection of cotton cloth and polyester fabrics against the long-term acts of the complex soil microorganisms.

Keywords: special clothing, cotton-polyester fabrics, biostability, protection from microbiological damage, biocidal preparations, treatment with thiosulfonates.

Постановка проблеми

Одним з найбільш поширених видів руйнування текстильних матеріалів під впливом навколишнього середовища є їх микробиологічне пошкодження, яке відбувається внаслідок розвитку трьох основних типів мікроорганізмів: бактерій, актиноміцетів і грибів. Також відомий той факт, що на поверхні будь-якого текстильного волокна можна виявити мікрофлору, яка при високій відносній вологості повітря і оптимальній для свого розвитку температурі здатна з часом освоювати волокна в якості поживного субстрату і призводити до їх руйнування.

Як свідчить аналіз літературних джерел [1-4], проблема пошуку ефективних способів захисту текстильних матеріалів і виробів у сферах вітчизняної текстильної промисловості та торгівлі завжди була і залишається актуальною. Необхідність вирішення цієї проблеми обумовлена низкою причин, а саме:

- значними втратами для держави та споживачів, пов'язаними із микробиологічною деструкцією текстильної сировини і готової продукції в процесі її виробництва, транспортування, експлуатації та зберігання;

- значимість микробиологічної обробки текстильних матеріалів і виробів різного цільового призначення (особливо технічного та спеціального) в їх зношенні та термінах експлуатації (за підрахунками фахівців вона у багатьох випадках перевищує 50% у їх загальному зносі).

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.

Обґрунтування доцільності використання нових типів антимікробних препаратів для захисту спеціального одягу від мікробіологічної деструкції повинно базуватись на врахуванні наступних основних чинників [2-5]:

- вивчення наявності на досліджуваних текстильних матеріалах домінуючої мікрофлори (біодеструкторів), які приймають безпосередню участь у біопшкодженні текстильних матеріалів і одягу з них;
- обґрунтування вибору тест-культур грибів і бактерій, які забезпечують реальний процес експлуатації дослідного варіанту тканин і спеціального одягу з них;
- обґрунтування вибору критеріїв оцінки ефективності використання препаратів ЕТС, МТС та АТС для оброблення бавовняно-поліефірних одягових тканин.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Слід відзначити, що в даному розділі роботи, ми обмежимося розглядом тільки тих літературних джерел, які безпосередньо пов'язані із пошуком ефективних шляхів захисту целюлозовмісних одягових текстильних матеріалів від дії на них целюлозоруйнуючих і патогенних мікроорганізмів [4,5,6,7].

Авторами роботи [4] вивчена наявність і доведена доцільність використання тіосульфатних препаратів не тільки для захисту від пошкоджень фітопатогенними мікроорганізмами, але й від волокноруйнуючих мікроорганізмів текстилю, враховуючи широкий спектр антимікробної дії названих препаратів.

Встановлено, що препарати ЕТС, МТС і АТС за комплексом своїх експлуатаційних властивостей відповідають сучасним вимогам антимікробних препаратів текстильного призначення, і вони можуть бути рекомендовані для ефективного захисту від мікробіологічних пошкоджень текстильних матеріалів і виробів різного цільового призначення та волокнистого складу, особливо із вмістом целюлозних волокон.

Автором роботи [6] розроблена та обґрунтована сучасна наукова класифікація антимікробних препаратів текстильного призначення. Дано обґрунтування сфер застосування цих препаратів у текстильному виробництві. Основна увага приділена наступним видам цих препаратів:

- мідь, олово, цинк, фтор та ртуть вмісні препарати;
- солі срібла, хромати, похідні ундециленової кислоти, саліциланлід;
- нафтенати, похідні сечовини, похідні фенолу;
- катамін АБ, метацид, препарат АБП та інші.

В роботі [7] вивчено можливість і обґрунтовано доцільність широкого використання поліфункціональних кремнійорганічних, фторорганічних і карбамольних обробних препаратів для надання текстильним матеріалам одягового, взуттєвого та технічного призначення одночасно декілька бажаних властивостей (біостійкості, атмосферостійкості, водостійкості та інших експлуатаційних властивостей). Дана порівняльна характеристика цих матеріалів, оброблених традиційними та поліфункціональними препаратами.

Вивчена доцільність сучасного використання традиційних біоцидів та названих поліфункціональних препаратів. Розкрита роль біоцидної обробки текстильних матеріалів у визначенні термінів їх зношування. Сформульована концепція формування заданої зносостійкості та формостійкості текстильних матеріалів, модифікованих антимікробних препаратів різної хімічної будови.

В роботі [8] розкрита роль основних способів оброблення текстильних матеріалів у формуванні їх зносостійкості, формостійкості, гігієнічності та екологічної безпечності. Сформульовані та обґрунтовані вимоги до формування асортименту, властивостей, рівня якості та безпечності екотекстилю. Запропоновано алгоритм формування асортименту, рівня якості та безпечності екотекстилю. Значна увага приділена пошуку нових ефективних способів захисту текстилю від мікробіологічної деструкції.

Формулювання мети дослідження

Метою роботи є обґрунтування доцільності використання нових тіосульфатних препаратів ЕТС, МТС, АТС для антимікробного оброблення бавовняно-поліефірних різнокомпонентних тканин для спеціального одягу.

Викладення основного матеріалу дослідження

Використовуючи для антимікробного оброблення досліджуваних тканин нові типи тіосульфатних препаратів ЕТС, МТС, АТС, авторами ставились наступні завдання:

- гальмування розвитку на досліджуваних тканинах і спеціальному одязі з них шкідливих для людини патогенних і волокноруйнуючих мікроорганізмів;

- ефективний захист названих тканин і одягу з них від мікробіологічної деструкції в процесі їх експлуатації.

Об'єктами досліджень при вирішенні поставлених завдань служили бавовняно-поліефірні одягові тканини, заправні дані яких наведені в табл. 1.

Таблиця 1

Характеристика заправних даних досліджуваних тканин

Номер варіанта	Волокнистий склад, %	Лінійна густина, Т, текс		Вид переpleтєння	Щільність Р, число ниток на 100 мм		Поверхнева густина, г/м ²	Барвник
		основа	уток		основа	уток		
1	бавовна - 100%	49	38	саржеве	307	292	245	Прямий оранжевий Indosol
2	бавовна - 50% поліефір - 50%	42	25	саржеве	292	220	245	Дисперсний «Foron» RD-SN
3	бавовна - 35% поліефір - 65%	40	23	саржеве	278	227	220	Оптичний відбілювач CBS-X (ОВА 351)
4	бавовна - 20% поліефір - 80%	31	27	комбіноване	247	198	220	Дисперсний зелений «Foron» Green – S

Для захисту досліджуваних бавовняно-поліефірних текстильних матеріалів і виробів одягового призначення від негативної дії волокно-руйнуючих і патогенних мікроорганізмів нами були обрані нові тіосульфатні біоцидні препарати [9], які успішно застосовуються для антимікробного захисту в інших галузях промисловості, а саме:

- етилтіосульфатилат (ЕТС);
- алілтіосульфатилат (АТС);
- метилтіосульфатилат (МТС).

Антимікробна обробка бавовняно-поліефірних одягових тканин проведена в Аналітично-дослідній випробувальній лабораторії «Текстиль-ТЕСТ», м. Київ, (Київський національний університет технологій і дизайну) за наступною методикою. Зразки тканин просочувались спиртово-водним розчином (60/40) препаратів ЕТС, МТС і АТС у плюсовці при кімнатній (18-20°C) температурі і відносній вологості повітря 63-65 %. Потім, ці досліджувані зразки, віджимали на плюсовці до залишкової вологості 6-8% та висушували при температурі 50, 60 та 75°C відповідно. Мінімальна концентрація препаратів ЕТС, МТС і АТС складала 0,5%.

Показники мінімальної концентрації обробних тіосульфатних препаратів для бактерицидної (А) та бактеріостатичної (Б) обробки бавовняно-поліефірних одягових тканин для їх захисту від біодеструкції волокноруйнуючими та патогенними мікроорганізмами наведені в таблиці 2. Активність біоцидних препаратів визначали суспензійним методом згідно з нормативною документацією (ГОСТ 9.048-89 «Изделия технические. Методы лабораторных испытаний на стойкость к воздействию плесневых грибов» та ГОСТ 9802-84 «Ткани и изделия из натуральных, искусственных, синтетических волокон и их смесей. Метод испытания на грибостойкость»). Облік розвитку тест-культур проводили щоденно впродовж двох тижнів.

Таблиця 2

Мінімальна концентрація обробних тіосульфатних препаратів для бактерицидної (А) та бактеріостатичної (Б) обробки бавовняно-поліефірних одягових тканин

Вид мікроорганізмів	Мінімальна дієва концентрація, %					
	ЕТС		МТС		АТС	
	А	Б	А	Б	А	Б
<i>Trichoderma viride</i>	0,055	0,006	0,055	0,012	0,025	0,012
<i>Aspergillus niger</i>	0,055	0,0185	0,05	0,008	0,05	0,008
<i>Penicillium funiculosum</i>	0,0185	0,006	0,0185	0,006	0,0185	0,006
<i>Paecilomyces variotii</i>	0,0185	0,006	0,0625	0,003	0,625	0,003
<i>Chaetomium globosum</i>	0,055	0,006	0,055	0,006	0,12	0,03

Окрім зони затримки росту досліджуваних тест-культур мікроорганізмів на бавовняно-поліефірних тканинах були використані ще два інші критерії: зміна чисельності мікроорганізмів на досліджуваних тканинах (КУО на 100см²), а також зниження розривного навантаження тканин до і після їх контакту із ґрунтовими мікроорганізмами до і після оброблення ЕТС, МТС та АТС після їх видалення з чорноземного ґрунту (стандартна і авторська методики). Отримані результати досліджень наведені у табл.10-11.

Оцінку величини антимікробного ефекту на досліджуваних бавовняно-поліефірних одягових тканинах після їх оброблення препаратами ЕТС, МТС та АТС проводили за наступними критеріями:

- зменшенням чисельності волокноруйнуючих і патогенних мікроорганізмів на досліджуваних тканинах після їх антимікробної обробки препаратами ЕТС, МТС та АТС (КУО на 100 см² тканини);
- зниженням коефіцієнту біостійкості досліджуваних тканинах (у %) після їх оброблення препаратами ЕТС, МТС та АТС, після контакту тканин з комплексом ґрунтових мікроорганізмів (ГОСТ 9.060-75).

Коефіцієнт біостійкості тканин до мікробіологічного руйнування (%) розраховували за формулою:

$$П = \frac{P_m}{P_o} \times 100,$$

де P_м - розривне навантаження смужки тканини, після дії на неї комплексу ґрунтових мікроорганізмів;

P_в - розривне навантаження смужки тканини до її контакту з ґрунтовими мікроорганізмами.

Слід відмітити, що в наших дослідженнях, окрім стандартної методики, використовувалась і авторська методика оцінки біостійкості текстильних матеріалів. Суть цієї методики полягає в тому, що зразки тканин до і після їх антимікробного оброблення поміщали в чорнозем, на глибину 15 см, який не містив ні піску, ні навозу, а тільки городній ґрунт, який розміщувався на відстані 200 м від берега Чорного моря. Ми його назвали «Чорнозем чорноморського берега».

Таким чином, у наших дослідженнях для оцінки ефективності використання препаратів ЕТС, МТС та АТС нами використовувались три критерії, а саме:

- гальмування зони росту колоній мікроорганізмів;
- зменшення чисельності волокноруйнуючих мікроорганізмів на тканинах після їх оброблення біоцидними препаратами;
- стандартна методика.

Отже, ефективність антимікробного оброблення на досліджуваних бавовняно-поліефірних тканинах визначали за двома критеріями: зміна чисельності мікроорганізмів на досліджуваних тканинах (КУО на 100см²), а також зниження розривного навантаження тканин до і після їх контакту із ґрунтовими мікроорганізмами до і після оброблення ЕТС, МТС та АТС після їх видалення з чорноземного ґрунту (стандартна і авторська методики). Отримані результати досліджень наведені у табл. 3-4.

Уточнимо спочатку термін КУО, це колоніє утворюючі одиниці, які характеризують чисельність (кількість) життєздатних мікроорганізмів в одиниці об'єму, наприклад, 1 мл рідини.

Як свідчить аналіз даних таблиці 3, обрані тест-культури бактерій і грибів на досліджуваних тканинах характеризуються вибірковою чутливістю до біоцидних препаратів ЕТС, МТС та АТС. При цьому названі препарати більш ефективно гальмують життєдіяльність волокноруйнуючих і патогенних бактерій. Суттєвий вплив на біостійкість досліджуваних тканин має їх волокнистий склад. Тканини із домінуючим вмістом поліефірних волокон виявились більш біостійкими у порівнянні з чисто бавовняними тканинами.

Як видно із аналізу даних табл. 4, кращим за коефіцієнтом біостійкості виявились тканини, оброблені препаратом ЕТС. У порівнянні з іншими препаратами, вони забезпечують вищий коефіцієнт біостійкості. Ефективним виявилось використання тіосульфатних біоцидних препаратів для захисту одягових бавовняно-поліефірних тканин від тривалої дії комплексу ґрунтових мікроорганізмів.

Порівняльна характеристика коефіцієнтів біостійкості досліджуваних тканин до і після оброблення препаратами ЕТС, МТС та АТС за стандартною (ГОСТ 9.060-75) і авторською методиками підтверджує можливість і доцільність використання в практиці оцінки біостійкості досліджуваних тканин і авторської методики, яка характеризується більшою зручністю і доступністю.

Таблиця 3

Оцінка біостійкості одягових бавовняно-поліефірних тканин (КУО/100см²)

№ Зр.	Волокнистий склад	Вид оброблення	Бактерії	Плісняві гриби роду			Staphylo coccus	БТКП E. coli	Дріждж. грибок Сабуро
				Aspergillus	Penicillium	Mucor			
1.	бавовна, 100%	Без оброблення	4500	200	Не виявлено	300	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
		ЕТС	400	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
		МТС	800	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
		АТС	1100	200	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
		Без оброблення	4600	100	5000	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
2	50% бав., 50% поліефіру	ЕТС	700	400	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
		МТС	750	200	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
		АТС	1000	Не виявлено	200	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
		Без оброблення	10500	200	200	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
3	35% бав., 65% поліефіру	ЕТС	400	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
		МТС	3200	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
		АТС	4000	Не виявлено	100	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
		Без оброблення	16500	100	100	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
4	20% бав, 80% поліефіру	ЕТС	6000	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
		МТС	5500	Не виявлено	100	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
		АТС	1250	100	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
		Без оброблення	16500	100	100	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено

Таблиця 4

Вплив виду оброблення на біостійкість бавовняно-поліефірних текстильних матеріалів

№ з/п	Волокнистий склад	Вид оброблення	Коефіцієнт біостійкості (К, %) після контакту з ґрунтовими мікроорганізмами, дні			
			за стандартною метод.		в природних умовах	
			10	30	10	30
1	2	3	4	5	6	7
1	бавовна 100%	Без оброблення	57,16	48,27	50,92	39,92
		ЕТС	85,39	77,96	89,83	77,96
		МТС	83,61	68,15	84,53	70,9
		АТС	80,2	71,42	81,38	65,26
2	50% бавовни, 50% поліефіру	Без оброблення	56,07	45,91	54,96	37,08
		ЕТС	87,44	66,51	83,03	66,62
		МТС	81,6	65,3	79,29	67,51
		АТС	78,01	49,83	80,66	64,08

Продовження таблиці 4

1	2	3	4	5	6	7
3	35% бавовни, 65% полієфіру	Без оброблення	50,16	43,6	55,4	38,68
		ЕТС	85,07	58,27	89,32	61,43
		МТС	81,61	52,55	82,8	48,2
		АТС	81,48	45,75	85,18	47,38
4	20% бавовни, 80% полієфіру	Без оброблення	89,2	67,77	88,88	64,12
		ЕТС	92,85	70,31	92,06	66,03
		МТС	90,33	64,97	88,74	63,39
		АТС	89,68	68,25	88,88	63,49

Висновки

Встановлено, що препарати ЕТС, МТС та АТС зручні та безпечні у використанні та забезпечують гальмування розвитку на досліджуваних тканинах і спеціальному одязі з них шкідливих для людини патогенних і волоконоруйнуючих мікроорганізмів.

Суттєвою перевагою препаратів ЕТС, МТС та АТС є ефективний захист названих тканин і одягу з них від мікробіологічної деструкції в процесі їх експлуатації.

Таким чином, на основі використання всіх обраних критеріїв оцінки біостійкості досліджуваних тканин з використанням тиосульфатних антимікробних препаратів можна зробити однозначний висновок про доцільність використання цих препаратів у вітчизняній текстильній промисловості.

Список використаної літератури

1. Ильичев В.Д. Экологические основы защиты от биоповреждений / В.Д. Тльичев, Б.В. Бочаров, М.В. Горленко – М.: Наука, 1985. – 264с.
2. Мартиросян І.А. Вплив біоцидного оброблення целюлозовмісних текстильних матеріалів на зміну їх властивостей [текст] / І.А. Мартиросян, О.В. Пахолук, В.І. Лубенець // Вісник Хмельницького національного університету. – 2018. - № 6. – С. 94-99.
3. Галик І.С. Вплив оброблення текстильних матеріалів на формування рівня їх біостійкості та екологічної безпечності / І.С. Галик, Б.Д. Семак // Проблемы легкой и текстильной промышленности Украины. – 2009. - № 1 (15). – с. 16-19.
4. Пахолук О.В. Дослідження ефективності біоцидних речовин для оброблення одягових текстильних матеріалів спеціального призначення [текст] / О.В. Пахолук, В.І. Лубенець, І.А. Мартиросян // Товарознавчий вісник : збірник наукових праць Луцького НТУ. – 2018. – Випуск 11. – С.100-108.
5. Пахолук О.В. Використання деяких поліфункціональних обробних препаратів для захисту текстильних целюлозовмісних матеріалів від мікробіологічних пошкоджень / О.В. Пахолук, Г.О. Пушкар, І.С. Галик, Б.Д. Семак // Вісник Хмельницького національного університету. – 2019. - № 1.
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. Галик І.С. Пошук ефективних способів захисту текстилю від дії шкідливих мікроорганізмів / І.С. Галик, Б. Д. Семак, З.М. Семак // Віник Львівської комерційної академії. – Львів: Видавництво Львівської комерційної академії, 2014. – Вип. 14. – с.6-10
8. Семак Б.Д. Використання нанотехнологій у формуванні асортименту та якості текстилю / Б.Д. Семак, І.С. Галик // Вісник Хмельницького національного університету. – 2013. - № 4. – С. 108-113.
9. Lubenets V. Development of new antimicrobial compositions of thiosulfonate structure / V. Lubenets, O. Karpenko, M. Ponomarenko // Chemistry and Chemical Technology. - Vol. 7. №2. - 2013. - P. 119-124.