

УДК 677.027
МРНТИ 64.29.23

ПРИМЕНЕНИЕ ЗОЛЬ-ГЕЛЬ МЕТОДА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ШЕРСТЯНЫХ АНТИМИКРОБНЫХ МАТЕРИАЛОВ

М.Б. ЧУКЕНОВА¹, А.Ж. КУТЖАНОВА¹, К.Ж. ДЮСЕНБИЕВА¹

(¹Алматинский технологический университет, Казахстан, Алматы)
E-mail: madin-1992@mail.ru

*В статье изложены исследования по антимикробной активности шерсти, полученные золь-гель методом. Антимикробная обработка осуществлялась в спиртовом растворе ацетата цинка, с добавлением молочной кислоты. Антимикробная активность модифицированных материалов определена в отношении тест-культур *B.cereus*, *Proteus vulgaris*, *Pseudomonas aeruginosa*. Установлено, что исследованные образцы ткани имеют устойчивый антисептический эффект. По результатам сканирующей электронной микроскопии и энергодисперсионного рентгеновского анализа определено количественное содержание веществ на текстильных волокнах. Изучено влияние композиций на свойства текстильных материалов.*

Ключевые слова: золь-гель метод, микробиологические повреждения, микроорганизмы, молочная кислота, стойкость к воздействию плесневых грибов, наночастицы, ацетат цинка.

АНТИМИКРОБТЫ ЖҮН МАТЕРИАЛДАРЫН ЖАСАУ ҮШІН ЗОЛЬ-ГЕЛЬ ӘДІСІН ҚОЛДАНУ

М.Б. ЧУКЕНОВА¹, А.Ж. КУТЖАНОВА¹, К.Ж. ДЮСЕНБИЕВА¹

(¹Алматы технологиялық университеті, Қазақстан, Алматы)
E-mail: madin-1992@mail.ru

*Мақалада золь-гель әдісімен алынған жүннің микробқа қарсы белсенділігі туралы зерттеулер жазылған. Антимикробты өңдеу сүт қышқылы қосылған мырыш ацетатының спиртті ерітіндісінде жүргізілді. Түрлендірілген материалдардың микробқа қарсы белсенділігі *B. cereus*, *Proteus vulgaris*, *Pseudomonas aeruginosa* сынау арқылы анықталды. Зерттелген маталар үлгілерінің тұрақты антисептикалық әсерге ие болатындығы анықталды. Электронды сканерлеу микроскопия мен энергиялы дисперсионды рентгендік талдау нәтижелері бойынша тоқыма талшықтарындағы заттардың сандық мазмұны анықталды. Тоқыма материалдарының қасиеттеріне композициялардың әсері зерттелді.*

Негізгі сөздер: золь-гель әдісі, микробиологиялық зақымдалу, микроорганизмдер, сүт қышқылы, көгерген саңырауқұлақтар әсеріне тұрақтылық, нанобөлшектер, мырыш ацетаты.

USING SOL-GEL METHOD FOR OBTAINING WOOL ANTIMICROBIAL MATERIALS

M. CHUKENOVA¹, A. KUTZHANOVA¹, K. DYUSSENBIIEVA¹

(¹Almaty Technological University, Kazakhstan, Almaty)
E-mail: madin-1992@mail.ru

*The article presents studies on antimicrobial activity of wool obtained by the sol-gel method. Antimicrobial treatment was carried out in an alcoholic solution of zinc acetate, with the addition of lactic acid. Antimicrobial activity of modified materials was determined in relation to test cultures *B.cereus*,*

Proteus vulgaris, Pseudomonas aeruginosa. It is established that the studied tissue samples have a stable antiseptic effect. Based on the results of the scanning electron microscopy and energy dispersive x-ray analysis, quantitative content of substances on textile fibers was determined. The influence of compositions on the properties of textile materials is studied.

Keywords: sol-gel method, microbiological damage, microorganisms, lactic acid, resistance to mold fungi, nanoparticles, zinc acetate.

Введение

В настоящее время шерстяные текстильные материалы используются во всех сферах. Шерстяная отрасль - это важнейший многопрофильный и инновационно-привлекательный сектор экономики Казахстана. Уровень ее развития определяет народнохозяйственную значимость.

Основным веществом шерстяного волокна является белок кератин. В процессе переработки волокно подвергается механическим и химическим повреждениям, что в значительной степени способствует поражению этого материала различными микроорганизмами. Известны три основных типа микроорганизмов, вызывающих биологическое разрушение волокон животного происхождения: грибы, бактерии, актиномицеты [1].

Исследовательская задача состояла в получении наиболее эффективного способа антимикробной отделки шерстяной ткани, обладающей комплексом защитных свойств с применением золь-гель метода.

Основное преимущество золь-гель метода перед другими состоит в том, что он позволяет контролировать структуру получаемых материалов, размер частиц, величину и объем пор, площадь поверхности пленок, для получения материалов с заданными свойствами. Данный метод не требует уникального оборудования и дорогих исходных реагентов, является сравнительно дешевым методом синтеза [2].

Покрyтия, получаемые золь-гель методом, подходящий инструмент для модификации большого количества материалов, таких как стекло, бумага, синтетические полимеры, дерево, металл и текстиль. Условия, используемые для подготовки золь (растворитель, рН, температура, концентрация, концентрация золь), определяют развитие частиц, а также их размер. Гидролиз может осуществляться как в кислой, так и в щелочной среде. Возможны также неводные золь-гели [3,4,5].

Золь-гель процесс осуществляется следующими стадиями:

- формирование золь путем гидролиза исходного материала и последующей - реакции поликонденсации;

- процесс нанесения покрытия;
- сушка и термический обжиг.

В данной работе представлены результаты экспериментальных исследований по приданию антимикробных свойств шерстяному текстильному материалу с применением золь-гель метода.

Объекты и методы исследования

Объектом исследования в работе является ткань - плед из пуха овечьей шерсти артикула ВМР-782. Золь-гель композиция получена путем растворения ацетата цинка ($Zn(CH_3COO)_2$, концентрации 5-15 г/л), в спирте (этиловый или изопропиловый), при интенсивном перемешивании на магнитной мешалке в течение 1 часа при комнатной температуре. При высоких концентрациях ацетата цинка раствор мутнел из-за формирования крупных частиц. Получение прозрачного раствора в этом случае достигалось путем добавления нескольких капель молочной кислоты $C_3H_6O_3$ (80%, концентрация 1-6 мл/л) препятствующей процессу агрегации в растворе.

Образец шерстяной ткани подвергался пропитке в растворе золь с последующим 90% отжимом на лабораторной двухвальном плюсовке. Сушка осуществлялась в течение 10 мин при температуре 80°C, а термообработка при 130°C в течение 1 мин на игольчатых рамках в сушильном шкафу с терморегулятором. После термообработки образец подвергался промывке в дистиллированной воде и сушке при комнатной температуре.

Инструментальные методы исследования

Антимикробные свойства шерстяной ткани проверялись с применением метода лабораторных испытаний на устойчивость к микробиологическому разрушению [6]. Исследование образцов текстиля на бактериальное обсеменение проводилось следующим образом: для проверки обсемененности с образцов ткани делали смывы. Взятие смывов производили с помощью стерильных увлажненных ватных тампонов. Перед посевом смывов в пробирку с тампоном добавляли 5 мл изотонического раствора хлорида натрия. Тампон тщательно был отмыт, после чего 0,1 мл смывной жидкости помес-

тили в чашку Петри со средой МПА. Чашки поместили в термостат при 30°C. Предварительный подсчет выросших колоний произвели через 48 часов, окончательный — через 72 часа. В качестве тест-культур использовали активные бактерии *V.cereus*, *Proteus vulgaris*, *Pseudomonas aeruginosa*.

Результаты и их обсуждение

Результаты показали, что через 24-48 часов наблюдался рост бактерий *V.cereus*, *Proteus*

vulgaris, *Pseudomonas aeruginosa* на необработанном контрольном образце ткани. Количество выросших колоний у модифицированных образцов составила: *V.cereus* – в контрольном образце – 10^5 , в опытном - $35 \text{ КОЕ} \cdot 10^5$ (рис. 1); *Proteus vulgaris* – в контрольном образце - 10^6 , в опытном - 10^5 (рис. 2); *Ps.Aeruginosa*– в контрольном образце - 10^6 , в опытном - $280 \text{ КОЕ} \cdot 10^6$ (рис. 3).



Рисунок 1 - Антимикробная активность *B.cereus* – контрольный образец (слева), опытный образец (справа)



Рисунок 2 - Антимикробная активность *Proteus vulgaris* – контрольный образец (слева), опытный образец (справа)

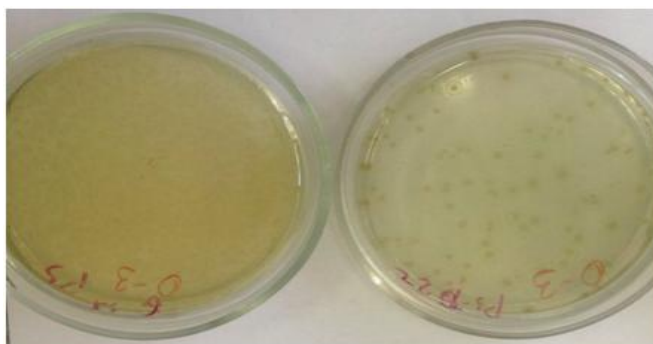


Рисунок 3 - Антимикробная активность *Ps.Aeruginosa* – контрольный образец (слева), опытный образец (справа)

Полученные антимикробные материалы проявляют антимикробную активность и широту спектра действия на патогенную микрофлору (золотистый стафилококк, кишечную

палочку, дрожжеподобный грибок), обладают пролонгируемым лечебным действием с сохранением антимикробных свойств шерсти при мокрых обработках (табл. 1).

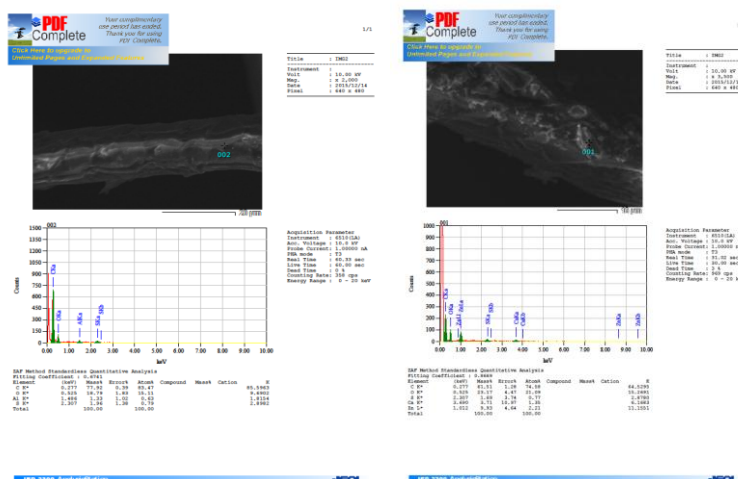
Таблица 1 - Результаты исследований на микробиологическую обсемененность, количество выросших клеток на поверхности 25 см²

№ ком позиции	концентрация компонентов		температура термообработки, °С	наименование тест-культур	контроль	опыт
	ацетат цинка г/л	молочная кислота мл/л				
1	5	1-6	130	B.cereus	10 ⁵ -сплошной рост	5,9*10 ⁶
				Proteus vulgaris	10 ⁶ - сплошной рост	10 ⁵ - сплошной рост
				Ps.Aeruginosa	10 ⁵ - сплошной рост	300 КОЕ*10 ⁵
2	10	1-6	130	B.cereus	10 ⁵ - сплошной рост	2 КОЕ*10 ⁵
				Proteus vulgaris	10 ⁶ - сплошной рост	45 КОЕ*10 ⁶
				Ps.Aeruginosa	10 ⁶ - сплошной рост	360 КОЕ*10 ⁶
3	15	1-6	130	B.cereus	10 ⁵ -сплошной рост	35 КОЕ*10 ⁵
				Proteus vulgaris	10 ⁶ - сплошной рост	10 ⁵
				Ps.Aeruginosa	10 ⁶ - сплошной рост	280 КОЕ*10 ⁶

Примечание: контроль - необработанный образец, опыт - обработанный образец

Образцы шерстяной ткани, обработанной золь-гель композицией, исследовались с помощью электронного сканирующего микроскопа JSM-6490LA. По результатам исследова-

ния обнаружено, что в образцах обработанной ткани присутствуют наночастицы цинка в количестве 9,93% (рис. 4).



а) б)

Рисунок 4 – Снимки СЭМ и ЭДС анализа шерстяной ткани: а – необработанная ткань, б – ткань, обработанная золь-гель методом

Проведенные исследования показали, что модифицированные шерстяные текстильные материалы наночастицами цинка приобретают антимикробные свойства, в результате чего не обрастают плесневыми грибами и не разру-

шаются микроорганизмами в условиях эксплуатации, а также качественные показатели шерсти не ухудшаются после применения данной композиции.

Выводы

1. Антимикробная активность шерстяной ткани показала, что наблюдался сплошной рост бактерии *Proteus vulgaris*, а к тест-культурам *B.cereus*, *Pseudomonas aeruginosa* антимикробные образцы подавили рост бактерий.

2. Согласно СЭМ и ЭДС анализу обнаружено, что в образцах обработанной ткани присутствуют наночастицы цинка в количестве 9,93%.

3. Применение данной композиции на основе ацетата цинка с добавлением молочной кислоты золь-гель методом показало, что состав не оказывает влияния на качественные показатели антимикробных шерстяных материалов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пат. 2491377 РФ. Способ антимикробной отделки полушерстяной ткани / Кочаров С.А., Грищенко В.А., Ильин А.А., Кошарный А.П., Привалова В.Д., Ефимов К.М., Дидюк А.И., опублик. 27.08.2013г. Бюл. № 5. – 4 с.

2. Шабанова Н.А., Саркисов П.Д. Золь-гель технологии. Нанодисперсный кремнезем. – М.: Бином. Лаб. знаний, 2012. - 328 с.

3. Дюсенбиева К.Ж., Таусарова Б.Р., Кричевский Г.Е., Кутжанова А.Ж. Получение и исследование антимикробных целлюлозных материалов на основе жидкого стекла с применением золь-гель метода // "Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности", Иваново, 2016 г.- № 5, (365).– С.60-64 (Scopus).

4. Пат. 8764851 США. Антимикробные материалы, изготовленные с использованием золь-гель метода химических реактивов N – халамина и способы их получения / Subhas Ghosh, Vijaykumar Mannari, Eastern Michigan University; опублик. 01.07.2014, Бюл. № 13/428,461.– С.2.

5. Дюсенбиева К.Ж., Таусарова Б.Р., Кричевский Г.Е., Кутжанова А.Ж. Применение золь-гель метода для придания антимикробных свойств текстильным целлюлозным материалам // VI Всероссийская научная конференция с международным участием, III Всероссийская школа молодых ученых «Физикохимия процессов переработки полимеров», Иваново, 3-7 октября, 2016 г.- С. 138.

6. СТ РК ISO 20743-2012. Текстиль. Определение антибактериальной активности изделий с антибактериальной обработкой. - Госстандарт Астана: Изд-во стандартов, 2012. – 56 с.