

УДК 677.1/.5:677.1/.2:677.11:677.12:579:579.66  
DOI 10.47367/0021-3497\_2022\_3\_152

**ВЛИЯНИЕ ВОЛОКНИСТЫХ КОТОНИЗИРОВАННЫХ МАТЕРИАЛОВ  
НА РАЗВИТИЕ МИКРООРГАНИЗМОВ**

**INFLUENCE OF FIBROUS COTTONIZED MATERIALS  
ON THE DEVELOPMENT OF MICROORGANISMS**

О.Ю. КУЗНЕЦОВ, Т.А. ШУТОВА, М.А. КИРИЛЕНКО, М.Г. ГОЛОВЛЕВ

O. YU. KUZNETSOV, T.A. SHUTOVA, M.A. KIRILENKO, M.G. GOLOVLEV

(Ивановская государственная медицинская академия,  
ООО "Кашинский Льнокомбинат", г. Кашин Тверской обл.)

(Ivanovo State Medical Academy,  
Kashin Flax Mill, Kashin, Tver region)

E-mail: olegkuz58@ya.ru

*В статье представлены экспериментальные данные по оценке влияния волокнистых котонизированных материалов на развитие микроорганизмов, которые сложно исследовать в оценке антимикробной активности, поскольку они представлены отдельными переплетенными нитями, формирующими исследуемый образец. Эти образцы трудно распределить на агаризованной поверхности питательной среды для контакта с предварительно засеянной тест-культурой микроорганизмов, чтобы затем метрологически точно и правильно оценить результаты по наличию зон лизиса микробов. В работе был использован оригинальный нефелометрический метод определения оценки реакции микроорганизмов после их прямого контакта с исследуемыми образцами различных волокнистых материалов. В исследовании использовали различные тест - культуры микроорганизмов: Escherichia coli, Staphylococcus aureus и грибы рода Candida (C. albicans). Полученные данные по оценке антимикробной активности свидетельствуют о наличии различной степени ингибирования микроорганизмов в волокнистых материалах ООО "Кашинского Льнокомбината" (г. Кашин). В дальнейшем это позволит целенаправленно модифицировать и оценивать антимикробные свойства волокнистых котонизированных материалов для изготовления средств личной гигиены.*

*The article presents experimental data on the effect assessment of fibrous cottonized materials on the development of microorganisms, which are difficult to investigate in the assessment of antimicrobial activity, since they are represented by separate intertwined threads forming the sample under study. These samples are difficult to distribute on the agarized surface of the nutrient medium for contact with the*

*pre-seeded test culture of microorganisms, in order to evaluate the results by the presence of microbial lysis zones metrologically accurately and correctly. The work used the original nephelometric method for determining the evaluation of the reaction of microorganisms after their direct contact with the samples of various fibrous materials under study. Various test cultures of microorganisms were used in the study: Escherichia coli, Staphylococcus aureus and fungi of the genus Candida (C. albicans). The obtained data on the evaluation of antimicrobial activity indicate the presence of various degrees of inhibition of microorganisms in the fibrous materials of Ltd "Kashinsky flax Plant" (Kashin). In the future, this will allow to modify and to evaluate the antimicrobial properties of fibrous cottonized materials for the manufacture of personal care products.*

**Ключевые слова:** микроорганизмы, антимикробное действие, волокнистые котонизированные материалы.

**Keywords:** microorganisms, antimicrobial action, fibrous cottonized materials.

#### *Введение*

Поиск импортозамещающих материалов санитарно-гигиенического назначения является в настоящее время одной из актуальных проблем совместных разработок для текстильной промышленности и медицины. Переориентация текстильной промышленности на новые виды доступного отечественного целлюлозного сырья (льна, пеньки) с более высоким уровнем полезных (технологических и потребительских) свойств. В настоящее время на потребительском рынке востребованы многофункциональные материалы с широким спектром специальных свойств, которые можно получить, изменяя структуру и свойства сырья, а также приданием антибактериальных свойств текстильной отделкой. Общеизвестно, что некоторые натуральные волокна, используемые для производства тканей, обладают антимикробными свойствами [4]. До этапов медицинской обработки важно оценить антимикробную способность исходного сырья для оптимального выбора медицинских препаратов обработки в скрининговых исследованиях. Обычно такого рода оценка антимикробных свойств выполняется классическими методиками посева микроорганизмов из полученных образцов текстильных материалов в расчете на 1 г образца. Данные методики трудоемки и финансово обременительны в связи с большим объемом выполняемых микробиологических исследова-

ний. Поэтому разработка новых экспресс-методов, определение воздействия волокнистых текстильных материалов на развитие микроорганизмов является очень важной частью работы для создания более качественной текстильной продукции.

Исследования по оценке выживаемости микроорганизмов на различных поверхностях обычно проводят в зависимости от вида поверхностей, способа и кратности их обработки определенными химическими веществами для достижения дезинфекционного эффекта. Поиск отечественных волокнистых материалов, не уступающих по своим возможностям зарубежным аналогам, является одной из важных задач российского рынка потребления. И в данном аспекте необходимо выполнение большого количества экспериментов по оценке антимикробного воздействия волокнистых материалов.

Цель работы состояла в оценке использования волокнистых котонизированных материалов ООО "Кашинского Льнокомбината", г. Кашин, для производства женских гигиенических тампонов, препятствующих развитию условно-патогенной микрофлоры. Для достижения данной цели необходимо решить следующие задачи: определить влагонасыщение (влагоудержание) изучаемых образцов волокнистых котонизированных белых материалов (льна и пеньки) для последующего приготовления необходимого объема питательной среды

без ущерба развития микробной культуры, а также оценить воздействие изучаемых образцов волокнистых материалов на тест-культуры микроорганизмов. При этом надо учитывать, что довольно сложно исследовать антимикробную активность волокнистых материалов, поскольку они представлены отдельными переплетенными нитями, формирующими исследуемый образец. Эти образцы трудно распределить на агаризованной поверхности питательной среды для контакта с предварительно засеянной тест-культурой микроорганизмов, чтобы затем метрологически точно и правильно оценить результаты по наличию зон лизиса микробов [1], [2].

#### *Материал и методы.*

В работе использована оригинальная методика оценки антимикробного действия волокнистых материалов при скрининговых исследованиях [5]. В качестве тест-культур микроорганизмов использовали следующие микробные культуры: *Escherichia coli* штамм М-17, *Staphylococcus aureus* 6538-Р АТСС=209-Р FDA и дрожжеподобные микроскопические грибы *Candida albicans* ССМ 8261 (АТСС 90028). Для культивирования микроорганизмов была использована жидкая питательная среда – мясо-пептонный бульон (МПБ) для бактерий и сахарный бульон для грибов рода *Candida*.

Образцы волокнистых материалов были представлены ООО "Кашинский Льнокомбинат" (г. Кашин) – волокно льняное котонизированное беленое (далее – волокно льняное), волокно пеньковое котонизированное беленое (далее – волокно пеньковое).

В экспериментах помещали навеску волокнистого материала 0,25 г в жидкую питательную среду – 9 мл мясо-пептонного бульона, а затем эти образцы стерилизовали при 121° С (1 атм) в течение 15 мин. Для оценки эффекторного воздействия волокнистых материалов на микроорганизмы в каждую пробирку с образцом при соблюдении правил асептики вносили тест-культуры микробов в объеме 100 мкл. Все посева помещали в термостат при темпе-

ратуре 37°С на 24 часа. Через сутки проводили нефелометрические замеры оптической проницаемости на приборе КФК-2 (зеленый светофильтр - 540 нм, кювета объемом 3 мл), данные измерений были пересчитаны в оптическую плотность. Результаты оптической плотности роста тест-культур при оценке влияния волокнистых материалов на микроорганизмы статистически обрабатывали с использованием таблиц программы Excel (статистическая значимость различий между средними значениями в группах оценивалась по t-критерию Стьюдента) по сравнению с ростом контрольной (интактной) культуры соответствующих микроорганизмов.

#### *Результаты и обсуждение.*

Известно, что волокнистые материалы при размещении их во влажную среду (воду) способны впитывать и удерживать в себе определенное количество жидкости. Перед выполнением экспериментов по оценке антимикробной активности волокнистых материалов необходимо решить вопрос – какое количество материала образца можно внести в пробирку, чтобы жидкая питательная среда в ходе выполнения эксперимента не была бы полностью адсорбирована волокнистым материалом. Важно, чтобы по окончании эксперимента была возможность изъятия питательной среды с выросшей культурой микроорганизмов для использования нефелометрического метода оценки эффекторного воздействия на микробную культуру. С этой целью был предварительно выполнен эксперимент по установлению влагопоглощения (влагоемкости) различных образцов волокнистых котонизированных материалов, которые предполагается использовать в дальнейшем для создания женских тампонов.

Все исследуемые образцы волокнистых материалов ООО "Кашинский Льнокомбинат" (г. Кашин) по 0,25 г сухого веса первоначально взвешивали на электронных весах Scout-Pro тип SPU 202 (Швейцария) с точностью взвешивания 0,01 г. Образцы после сухого взвешивания погружали в дистиллированную воду на 1 мин. Затем образцы материалов вынимали из воды без отжимания,

а избытку воды давали свободно стечь в течение 1 мин, после этого экспериментальные образцы вновь взвешивали. Была установлена влагоемкость исследуемого волокнистого материала в расчете на 1 г сухого

образца. Полученные данные статистически обработаны и сведены в табл. 1. При анализе данных установлено, что влагоемкость волокна льняного достоверно больше, чем волокна пенькового из расчета на 1 г сухого веса ( $p=0,015$ ).

Таблица 1

№ п/п	Образец	Влагоемкость в расчете на 1 г сухого образца ( $M\pm m$ ), г	$\sigma$	CV%	p
1	Волокно льняное	16,14 $\pm$ 0,50	1,12	6,97	0,015
2	Волокно пеньковое	13,26 $\pm$ 0,32	0,72	5,40	

Примечание. Использованные в табл. 1 статистические показатели:  $\sigma$  – среднее квадратичное отклонение; CV% – коэффициент вариации; p – уровень значимости по t-критерию Стьюдента;  $M\pm m$  – среднее выборочное,  $\pm$  ошибка среднего.

Оказалось, что ранее использованные 0,25 г сухого волокна в эксперименте по определению влагоемкости наиболее оптимально подходят для последующего выполнения экспериментов оценки антимикробного действия. При внесении в пробирку с питательной средой навески волокнистого образца 0,5 г в ходе автоклавирования происходило выталкивание навески из пробирки, а при использовании образца в 1 г вся питательная среда в пробирке была поглощена за счет большой влагоемкости тестируемого образца.

Данные по антимикробной активности волокнистых образцов свидетельствуют о

наличии антимикробной активности исследованных материалов при использовании нефелометрического метода исследования для установления оптической плотности (ОП  $M\pm m$ ) развивающихся микробных тест-культур (табл. 2).

Установлено, что экспериментальные образцы волокнистых материалов ООО "Кашинский Льнокомбинат" (г. Кашин) с учетом развития контрольной культуры обладают различным ингибирующим воздействием в отношении использованных тест-культур микроорганизмов.

Таблица 2

Микробная культура	Волокнистые материалы				
	контроль	волокно льняное		волокно пеньковое	
	ОП	ОП	эффект воздействия %	ОП	эффект воздействия %
<i>E.coli</i>	0,180 $\pm$ 0,005 $\sigma = 0,003$	0,155 $\pm$ 0,002 $\sigma = 0,007$	- 14	0,153 $\pm$ 0,002 $\sigma = 0,01$	- 15
<i>S.aureus</i>	0,215 $\pm$ 0,006 $\sigma = 0,003$	0,118 $\pm$ 0,001 $\sigma = 0,004$	- 52	0,213 $\pm$ 0,001 $\sigma = 0,003$	-1
<i>C.albicans</i>	0,216 $\pm$ 0,06 $\sigma = 0,003$	0,184 $\pm$ 0,002 $\sigma = 0,006$	- 15	0,175 $\pm$ 0,001 $\sigma = 0,003$	- 22

При использовании такого подхода в изучении антимикробного действия тестируемого образца волокнистого материала, возможно, количественно определить степень воздействия на микробную культуру образца в процентах, что позволяет сравнивать новые полученные модификации образцы волокнистого материала между собой и осуществлять скрининговый поиск направления по усилению антимикробного

действия в процессе обработки исходного сырья. Особо следует отметить факт, что именно ингибирование микробной тест-культуры будет полно и адекватно отражать воздействие волокнистого материала в связи с тем, что уменьшение численности клеток приводит к уменьшению оптической плотности до полного совпадения с контрольными измерениями питательной среды. Рост микробной культуры в любом

цифровом выражении будет означать развитие микроорганизмов в присутствии исследуемого образца волокнистого материала, поскольку нефелометрические данные в этом случае не совпадают с количеством клеток. Выполнение расчетов в таблицах Excel позволяет быстро получить ответ по оценке антимикробного действия конкретного образца волокнистого материала при проведении скрининговых исследований модификации волокнистых материалов для улучшения их антимикробных свойств.

Поиск путей для создания отечественных волокнистых материалов, не уступающих по своим возможностям зарубежным аналогам, является одной из важных задач российского рынка потребления [3], [6...8], а использование нефелометрического метода исследований согласно полученным экспериментальным данным, представленным в настоящей статье, позволяет значительно ускорить получение ответа при оценке антимикробной активности образцов волокнистых материалов с высокой степенью надежности и воспроизводимости получаемых данных.

## ВЫВОДЫ

1. Изучаемые образцы ООО "Кашинский Льнокомбинат" обладают большой влагоемкостью – волокно льняное более 16 мл/г сухого веса, волокно пеньковое более 13 мл/г сухого веса.

2. Обнаружено, что волокно льняное образцы ООО "Кашинского Льнокомбината" превосходит волокно пеньковое по наличию антимикробного действия, оказывая различную степень ингибирования на тест-культуры микроорганизмов.

3. Методика нефелометрической оценки антимикробного воздействия волокнистых образцов может быть использована для проведения скрининговых исследований по улучшению свойств новых текстильных материалов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ ISO 20645–2014. Изделия текстильные. Определение антибактериальной активности. Диффузное испытание в чашках с агаровой средой. Межгосударственный стандарт.

2. ГОСТ Р ИСО 20743–2012. Межгосударственный стандарт. Материалы текстильные. Определение антибактериальной активности изделий с антибактериальной обработкой.

3. Дымникова Н.С., Ерохина Е.В. Разработка технологии синтеза наночастиц серебра для биозащиты целлюлозных материалов // Сб. мат. Междунар. научн.-техн. конф.: Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности (Инновации-2016). Часть 2. – М.: МГУДТ, 2016. С.107...110.

4. Живетин В.В., Осипов Б.П., Осипова Н.Н. Льняное сырье в изделиях медицинского и санитарно-гигиенического назначения // Рос. хим. ж. (Ж. Рос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева), т. XLVI. – 2002, №2. С. 31...35.

5. Кузнецов О.Ю., ШUTOва Т.А., Старшова А.В., Наваррская И.А., Головлев М.Г. Методика оценки антимикробного действия волокнистых материалов при скрининговых исследованиях // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. –2021, №3. С.71...74.

6. Одицова О.И., Козлова О.В., Петрова Л.С., Полушин Е.Г. Разработка инновационных технологий отделки текстильных материалов // Сб. научн. ст. по мат. VII Всерос. науч.-практ. конф., Каменск-Шахтинский. –2018. С. 46...53.

7. Пат. 2350356 С1, Российская Федерация, А61L2/16. Антибактериальный текстильный волокнистый материал и способ его получения / Вишняков А.В., Манаева Т.В., Чашин В.А., Хотимский Д.В.; заявитель и патентообладатель Вишняков А.В., Манаева Т.В., Чашин В.А., Хотимский Д.В. - N2007124816/12; заявл. 03.07.2007; опубл. 23.03.2009, Бюл. №9.

8. Петрова Л.С., Липина А.А., Зайцева А.О., Одицова О.И. Использование наночастиц серебра для придания текстильным материалам бактерицидных свойств // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. –2018, №6. С. 81...85.

## REFERENCES

1. GOST ISO 20645–2014. Textile products. Determination of antibacterial activity. Diffusion test in agar plates. Interstate standard.

2. GOST R ISO 20743–2012. Interstate standard. Textile materials. Determination of the antibacterial activity of products with antibacterial treatment.

3. Dymnikova N.S., Erokhina E.V. Development of technology for the synthesis of silver nanoparticles for the bio-protection of cellulose materials // Sat. mat. International scientific-technical Conf.: Design, technology and innovation in the textile and light industry (Innovations-2016). Part 2. - M.: MGUDT, 2016. S.107 ... 110.

4. Zhivetin V.V., Osipov B.P., Osipova N.N. Linen raw materials in medical and sanitary-hygienic products // Ros. chem. and. (J. Russian Chemical Society named after D.I. Mendeleev), vol. XLVI. - 2002, No. 2. S.31...35.

5. Kuznetsov O.Yu., Shutova T.A., Starshova A.V., Navarrskaya I.A., Golovlev M.G. Method for assessing the antimicrobial action of fibrous materials in screening studies // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. -2021, No. 3. P.71...74.

6. Odintsova O.I., Kozlova O.V., Petrova L.S., Polushin E.G. Development of innovative technologies for finishing textile materials // Sat. scientific Art. by mat. VII All-Russian. scientific-practical. Conf., Kamensk-Shakhtinsky. –2018. С. 46...53.

7. Pat. 2350356 C1, Russian Federation, A61L2/16. Antibacterial textile fibrous material and method of its

production / Vishnyakov A.V., Manaeva T.V., Chashchin V.A., Khotimsky D.V.; applicant and patentee Vishnyakov A.V., Manaeva T.V., Chashchin V.A., Khotimsky D.V. -N2007124816/12; dec. 07/03/2007; publ. 03/23/2009, Bull. No. 9.

8. Petrova L.S., Lipina A.A., Zaitseva A.O., Odintsova O.I. The use of silver nanoparticles to impart bactericidal properties to textile materials // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. -2018, No. 6. pp. 81...85.

Рекомендована кафедрой микробиологии и вирусологии ИВГМА. Поступила 09.06.22.

---