

FTAMP 64.41.09

А.К. Байдильдаева¹ – негізгі автор, ©
Г.Д. Тюркоглу², И.С. Джиембетова³,
Г.Б. Джумабекова⁴, Б. Абзалбекұлы⁵



¹Магистр, ^{2,3,4,5}PhD, доцент

ORCID

¹<https://orcid.org/0000-0002-7996-646X> ²<https://orcid.org/0000-0001-5809-0916>

³<https://orcid.org/0009-0002-9569-7500> ⁴<https://orcid.org/0000-0002-6375-3128>

⁵<https://orcid.org/0000-0002-9552-0388>



^{1,3,4,5}М.Х. Дулати атындағы Тараз университеті, Тараз қ., Қазақстан



²Докуз Ейлюл университеті, Измир қ., Түркия



¹asel.baydildaeva.95@mail.ru

<https://doi.org/10.55956/OTRW6921>

ТАБАНДАРЫНЫҢ ПАТОЛОГИЯЛЫҚ АУЫТҚУЛАРЫ БАР АДАМДАРДЫҢ АЯҚ КИІМ МАТЕРИАЛДАРЫНЫҢ АНТИМИКРОБТЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ

Аңдатпа. Берілген мақалада микрокапсулдау технологиясы көмегімен алынған микрокапсулдар антимикробтық әсерін анықтау мақсатында екі әдіспен аяқ киім материалдарына жағылды. Микрокапсулдар лавр майы мен хитозан ерітінділерінен алынды. Лавр эфир майы өсімдік тектес табиғи материал болып табылады және құрамында бактерияға қарсы компоненттердің көп мөлшері бар. Хитозан да бактерияға қарсы зат ретінде, атап айтқанда антисептикалық материалдар ретінде қолданылды. Былғары мен аяқ киім астары материалдарына спрей және терең батыру әдістерімен жағылған микрокапсулдар *Escherichia coli* ATCC 25922, *Staphylococcus aureus* ATCC 29213, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 және *Candida albicans* ATCC 90028 бактерияларына қарсы зерттелді. Нәтижесінде антимикробтық ортаны қажет ететін табандардың патологиялық ауытқулары бар адамдардың аяқ киім материалдарында бактерия штаммдарына қарсы белсенділік анықталды.

Тірек сөздер: аяқ киім, табан, патология, лавр майы, антимикробтық қорғау.



Байдильдаева, А.К. Табандарының патологиялық ауытқулары бар адамдардың аяқ киім материалдарының антимикробтық қасиеттерін зерттеу [Мәтін] / А.К. Байдильдаева, Г.Д. Тюркоглу, И.С. Джиембетова, Г.Б. Джумабекова, Б. Абзалбекұлы // Механика және технологиялар / Ғылыми журнал. – 2025. – №1(87). – Б.401-407. <https://doi.org/10.55956/OTRW6921>

Кіріспе. Күнделікті өмірде жиі қолданылатын бұйымдардың бірі – аяқ киім. Аяқ киім табанның патологиялық ауытқулары бар адамдардың өмір сүру сапасын жақсартатын қасиеттерге ие болуы маңызды болып табылады. Қазақстан Республикасындағы аяқ киім саласындағы жүргізілген зерттеулер дамуға кедергі келтіретін бірқатар мәселелер мен кедергілер бар екенін көрсетті. Оның бірі – кез-келген жастағы адамдарда табандарының патологиялық ауытқуы үшін қолайлы аяқ киім ортасын жасамауы. Табанның патологиясы балаларда туа біткен түрінде және ересектерде өмір сүру және

жұмыс жағдайларының әсерінен, жарақаттанудан, неврологиялық аурулар нәтижесінде пайда болуы мүмкін [1].

Жеңіл және орташа ауырлықтағы тері инфекциялары жиі байқалатын патология болып табылады. Патологиялық ақаулар аяқ киімдерде гигиеналық талаптарға сай ыңғайлы орта жасауды қажет етуде.

Аяқ киімнің сапасы гигиена мен денсаулық үшін маңызды болып келеді. Әсіресе адамның тірек-қимыл аппаратының қалыпты анатомиялық құрылымы мен жұмысынан ауытқуы кездесетін, патологиялық ауытқуы бар адамдарға жайлы аяқ киім ортасын құру маңызды болып келеді. Эфир майын (лавр) қолдану арқылы аяқ киімде бактерияға қарсы орта жасалады, өйткені ол өсімдік тектес табиғи материал және оның құрамында бактерияға қарсы компоненттердің көп мөлшері кездеседі [2]. Былғарыны және аяқ киім материалдарын микрокапсулдау технологиясын енгізу заманауи инновациялық көрсеткіштері бар бұйымдарды алуға мүмкіндік береді.

Микрокапсулдау технологиясы алғаш рет фармацевтика өнеркәсібінде шашыратып кептіру әдісінің кең қолдану мүмкіндігіне байланысты тартымды өндірістік процесс ретінде енгізілді. Қазіргі таңда, бұл технология текстиль, былғары, фармацевтика, тамақ өнеркәсібі және ауылшаруашылық салаларында қолданылады. Микрокапсулдау технологиясы бұл сұйықтықты немесе ерітіндіні сұйық күйден ыстық кептіру ортасында бүрку арқылы ұнтақ материалға айналдыру процессі. Микрокапсулдау әдістері әртүрлі өлшемдегі бөлшектерді алуға мүмкіндік береді – жүздеген микронға дейін. Микрокапсулдау технологиясы көмегімен табандық гиперкератоз, каллус, қант диабеті және т.б. секілді табандарының патологиялық ауытқулары бар адамдардың аяқ киімдеріне бактерияға қарсы қасиеттер енгізіледі [3].

Бұл технология ТМД мемлекеттерінде жеткілікті зерттелмеген, тек текстиль бағытына арналған зерттеулер кездеседі [4,5], және де патенттік зерттеу көрсеткендей Қазақстан Республикасының былғары-аяқ киім өнеркәсібінде қолданылмайды.

Бұл мақала микрокапсулдау технологиясы көмегімен алынған микрокапсулдарды материалдарға екі әдіспен жағып, оның патологиялық ауытқулары бар адамдардың аяқ киім материалдарында антимикробтық әсерін анықтауға мүмкіншілік берді.

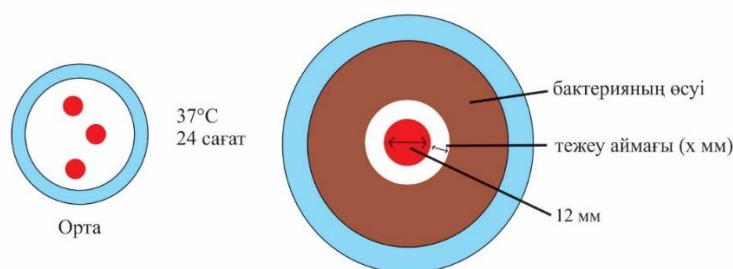
Зерттеу шарттары мен әдістері. Зерттеуде микрокапсулдау технологиясын қолдана отырып лавр майы мен хитозан ертініділерінен алынған микрокапсулдар [6,7] аяқ киім былғарысы мен астар материалдарына антимикробтық қасиеттерін анықтау үшін жағылды.

Аяқ киімде бактерияға қарсы орта жасау үшін лавр эфир майы қолданылды. Лавр майы – Балқан түбегінде, Закавказьеде, Жерорта теңізі жағалауында, Англия, Түркияда және басқа елдерде өсетін асыл лаврдың (*Laurus nobilis* L.) жапырақтары мен сабақтарында болатын эфир майы. Берілген зерттеуде лавр майы Түркияда өндірілген Ephesus Spice & Essential Oil алынды.

Зерттеуде бактерицидтік қасиеті бар хитозан бактерияға қарсы зат ретінде, атап айтқанда антисептикалық материалдар ретінде қолданылады. Фунгицидтік қасиетке ие хитозанды енгізу былғарының тердің әсеріне төзімділігін арттыруға мүмкіндік береді. Хитозан – хитинді деацетилдеу арқылы алынатын табиғи текті сорбент. Бактерияға қарсы, саңырауқұлаққа қарсы және вирусқа қарсы қасиеттері оларды аяқ саңырауқұлақтарының алдын алуда пайдалы етеді. Берілген зерттеуде хитозан Қытайда өндірілген Acros Organics алынды.

Зерттеу барысында микрокапсулдар Unopex B 15 Mini Spray Dryer құрылғысында жинақталды. Алынған микрокапсулдар былғары және астар материалдарына спрей және терең батыру әдістері арқылы жағылды.

Зерттеуде пайдаланылған -80°C температурада сақталған *Escherichia coli* ATCC 25922, *Staphylococcus aureus* ATCC 29213, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 штаммдары Мюллер-Хинтон ағара (II) (МНА-II) ортада 37°C температурада 24 сағат ішінде өсірілді (1-сурет). *Candida albicans* ATCC 90028 Саборо декстроза ағара (SDA) ортасында 37°C температурада 48 сағат инкубациялаудан кейін қайта тірілді. Ілмек арқылы микроорганизмдердің 2-3 колониясы таңдалып алынды және Макфарланд бойынша лайлану индексі 0,5 көрсеткішті 3 мл стерильді физиологиялық сарысуы бар шыны пробиркаларда микроорганизмдердің суспензиясы дайындалды.



Сурет 1. Микроорганизмдерді стандартты штаммдарға қарсы зерттеу әдісі

Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау. 96 шұңқырлы U-тәрізді полистирол микропланшеттерінде бактериялық талдаулар үшін 50 мкл Мюллер-Хинтон сорпасы (Mueller Hinton Broth) және ашытқыларды талдау үшін 50 мкл Саборо декстроза сорпасы (Sabouraud Dextrose Broth) әрбір ұңғымаға қосылды. Содан кейін бірінші колоннаның 4 ұңғымасына 50 мкл лавр майының ерітіндісі қосылды және осы ұңғымалардан микротамшуыр арқылы 50 мкл алынды, сұйылту солдан оңға қарай жүргізілді. Содан кейін осы ұңғымаларға 50 мкл микроорганизм суспензиясы қосылды, осылайша соңғы концентрация бактериялар үшін 5×10^5 КҚБ (Колония құраушы бірлік)/мл және ашытқы үшін 5×10^3 КҚБ/мл болды. Соңғы бағандағы ұңғымалар сұйылтылған жоқ және өсуді бақылау ретінде пайдаланылды. Микроорганизмдердің көрінетін өсуін тежейтін ең төменгі концентрация минималды тежегіш концентрациясы (сұйылту коэффициенті) ретінде бағаланды (1-кесте).

Кесте 1

Микроорганизмдердің стандартты штаммдарына қарсы лавр майының минималды тежегіш концентрациясы мәндері

Микроорганизм	Минималды тежегіш концентрациясы (Сұйылту коэффициенті)
<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	$\leq 1/4096$
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 29213	1/256
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 27853	1/256
<i>Candida albicans</i> ATCC 90028	$\leq 1/4096$

Тампонды пайдалана отырып, дайындалған суспензия бактериялар үшін Мюллер-Хинтон агар – II (Mueller Hinton Agar-II) ортада және ашытқы

үшін Саборо декстроза агар (Sabouraud Dextrose Agar) ортасында өсірілді. Содан кейін тасышуға бос дискілер қойылды. Осы бос дискілерге 25 мкл, 50 мкл, 75 мкл және 100 мкл лавр майының ерітіндісі қосылды. 37°C-та 24-48 сағат инкубациялаудан кейін ұңғымалардың айналасында өсу байқалмаған аумақтардың (зоналар) диаметрлері өлшеніп, мм-мен жазылды (2-кесте).

Кесте 2

Микроорганизмдердің стандартты штаммдарына қарсы лавр майының аймақтық диаметрлері

	25µl	50µl	75µl	100µl
<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	24 мм	28 мм	30 мм	32 мм
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 29213	15 мм	18 мм	20 мм	24 мм
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 27853	8 мм	14 мм	20 мм	24 мм
<i>Candida albicans</i> ATCC 90028	>34 мм	>34 мм	>34 мм	>34 мм

Бір, екі және үш нөмерлі (Lining 1, Lining 2, Lining 3) астар материалдарының үлгілері *Escherichia coli* ATCC 25922, *Staphylococcus aureus* ATCC 29213, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 және *Candida albicans* ATCC 90028 бактерияларына қарсы зерттелді.

Сыналған үлгілердің ешқайсысы пайдаланылған микроорганизмдердің өсуіне қандай да бір тежеу әсерін көрсеткен жоқ.

Былғары үлгілеріне терең батыру әдісімен жағылған май (DC-O), былғары үлгілеріне терең батыру әдісімен жағылған хитозан микрокапсулдары (DC-C), былғары үлгілеріне терең батыру әдісімен жағылған лавр майы микрокапсулдары (DC-M), спрей әдісімен жағылған май (S-O), спрей әдісімен жағылған хитозан микрокапсулдары (S-C), спрей әдісімен жағылған лавр майы микрокапсулдары (S-M), спрей әдісімен жағылған екі еселенген лавр майы микрокапсулдары (S-2M) *Escherichia coli* ATCC 25922, *Staphylococcus aureus* ATCC 29213, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 және *Candida albicans* ATCC 90028 бактерияларына қарсы зерттелді.

Инкубация нәтижесінде былғары үлгілерінің айналасында өсу байқалмаған аймақтардың диаметрі (диаметрі 12 мм) мм-мен өлшеніп, жазылды (3-кесте).

Барлық зерттеулерде былғары үлгілері (12 мм) орналастырылған жерлерде микробтардың өсуіне жол берілмегені атап өтілді.

Кесте 3

Микроорганизмдердің стандартты штаммдарына қарсы былғары үлгілерінің аймақтық диаметрлері

Микроорганизм	DC-O	DC-C	DC-M	S-O	S-C	S-M	S-2M
1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Staphylococcus aureus</i>							
Иілгіш төзімділік	12+0	12+0	12+0	12+3	12+3	12+3	12+3
Үйкеліссіз	12+0	12+0	12+0	12+3	12+3	12+3	12+3
Құрғақ үйкеліс	12+0	12+0	12+0	12+3	12+3	12+3	12+3

3-кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8
Ылғалды үйкеліс	12+0	12+0	12+0	12+3	12+3	12+3	12+3
<i>Escherichia coli</i>							
Иілгіш төзімділік	12+0	12+0	12+0	12+0	12+0	12+0	12+0
Үйкеліссіз	12+0	12+0	12+0	12+0	12+0	12+0	12+0
Құрғақ үйкеліс	12+0	12+0	12+0	12+0	12+0	12+0	12+0
Ылғалды үйкеліс	12+0	12+0	12+0	12+0	12+0	12+0	12+0
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>							
Иілгіш төзімділік	12+0	12+0	12+0	12+0	12+0	12+0	12+0
Үйкеліссіз	12+0	12+0	12+0	12+0	12+0	12+0	12+0
Құрғақ үйкеліс	12+0	12+0	12+0	12+0	12+0	12+0	12+0
Ылғалды үйкеліс	12+0	12+0	12+0	12+0	12+0	12+0	12+0
<i>Candida albicans</i>							
Иілгіш төзімділік	12+13	12+8	12+8	12+10	12+13	12+10	12+10
Үйкеліссіз	12+12	12+10	12+8	12+10	12+10	12+8	12+8
Құрғақ үйкеліс	12+8	12+8	12+10	12+8	12+10	12+8	12+10
Ылғалды үйкеліс	12+12	12+10	12+5	12+8	12+10	12+8	12+10

Былғары үлгілері зерттелген бактерия штаммдарының ішінде *Staphylococcus aureus* қарсы салыстырмалы түрде ең жақсы бактерияға қарсы белсенділікті көрсетті. Барлық микроорганизмдердің ішінде былғары үлгілеріне терең батыру әдісімен жағылған хитозан микрокапсулдары (DC-O) *Candida albicans* қарсы жоғары белсенділікті көрсетті.

Қорытынды. Лавр эфир майы өсімдік тектес табиғи материал болып табылады және құрамында бактерияға қарсы компоненттердің көп мөлшері бар. Бактерияға қарсы және антисептикалық қасиеттері бойынша май ағашы мен лавандамен салыстырылады. Бұл антисептиктік эфир майының бактерияға қарсы қасиеттері жараларды, сызаттарды емдеу үшін қолдануға мүмкіндік береді. Лавр эфир майы антисептикалық қасиеттері терінің қабыну және жұқпалы зақымдануларында, атап айтқанда, абсцесстерде, жараларда және фурункулдарда айқын көрінеді. Зерттеу нәтижесінде көрсетілген деректерге сәйкес лавр майы барлық зерттелген ағзаларға жақсы антибактериалды әсер етті, әсіресе *Candida albicans* саңырауқұлақтарына айтарлықтай қарсы әсер көрсетті. Бұл лавр майын патологиялық ауытқулары бар адамдардың аяқ киімдерінде тиімді микробқа қарсы агент ретінде қолдану мүмкіндігін айқындады.

Әдебиеттер тізімі

1. Абзалбекулы, Б. Разработка комфортной обуви для больных с патологическими отклонениями стопы [Текст]: монография / Б. Абзалбекулы, У.К. Джанахметов, В. Янкаускайте, С.Е. Мунасилов. – Тараз, 2015.
2. Ramos C., Teixeira B., Batista I., Matos O., Serrano C., Neng N.R., Nogueira J.M., Nunes M.L., Marques A. Antioxidant and antibacterial activity of essential oil and extracts of bay laurel *Laurus nobilis* Linnaeus (Lauraceae) from Portugal. // Natural Product Research. – 2012. – Vol. 26. – P. 518-29.
3. Yilmaz B., Karavana H. Application of Chitosan-Encapsulated Orange Oil onto Footwear Insock Leathers // Johnson Matthey Technology Review. – 2020. – Vol. 64. – P. 443-451.
4. Одинцова, О.И. Использование метода микроэмульсионного капсулирования для придания текстильным материалам акарицидных свойств [Текст] / О.И. Одинцова, А.А. Прохорова, Л.С. Петрова, Е.Л. Владимирцева // Известия

- высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2017. – № 1. – С. 332-336.
5. Левшицкая О.Р. Оценка терморегулирующей способности текстильного материала, модифицированного микрокапсулированным веществом с изменяемым фазовым состоянием [Текст] / О.Р. Левшицкая, Д.Б. Рыклин, Д.Ю. Агиевич // Вестник ВГТУ. – 2017. – №1 (32).
 6. Baidildayeva A., Türkoğlu G.C., Ökeer M., Eraç B., Karavana H.A. Microencapsulation of laurel essential oil with chitosan for enhanced durability and antimicrobial properties of leather footbeds // Iranian Polymer Journal, 2024.
 7. Baidildayeva A., Türkoğlu G.C., Ökeer M., Eraç B., Karavana H.A. Textile-Based Footwear Linings Functionalized with Laurel Oil Microparticles: Antimicrobial Protection // The 10th International Conference on Advanced Materials and Systems (ICAMS 2024), Sciendo, 2024. – P. 24-29.

Материал редакцияға 22.01.25 түсті, 17.03.25 қабылданды.

А.К. Байдильдаева¹, Г.Д. Тюркоглу²,
И.С. Джиембетова¹, Г.Б. Джумабекова¹, Б. Абзалбекұлы¹

¹Таразский университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз, Казахстан

²Университет Докуз Ейлюл, г. Измир, Турция

ИЗУЧЕНИЕ АНТИМИКРОБНЫХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ ОБУВИ ДЛЯ ЛЮДЕЙ С ПАТОЛОГИЧЕСКИМИ ОТКЛОНЕНИЯМИ СТОП

Аннотация. В данной статье микрокапсулы, полученные с помощью технологии микрокапсулирования, наносились на обувные материалы двумя способами с целью определения антимикробного эффекта. Микрокапсулы были получены из раствора лаврового масла и хитозана. Эфирное масло лавра является натуральным материалом растительного происхождения и содержит большое количество антибактериальных компонентов. Хитозан также используется как антибактериальное вещество, в частности как антисептический материал. Микрокапсулы, нанесенные на кожу и подкладочные материалы обуви методами распыления и глубокого погружения, были исследованы против бактерий *Escherichia coli* ATCC 25922, *Staphylococcus aureus* ATCC 29213, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 и *Candida albicans* ATCC 90028. В результате была обнаружена активность против бактериальных штаммов в обувных материалах людей с патологическими изменениями стоп, которым требуется антимикробная среда.

Ключевые слова: обувь, стопа, патология, масло лавра, антимикробная защита.

A.K. Baidildayeva¹, G.C. Türkoğlu²,
I.S. Jiyembetova¹, G.B. Jumabekova¹, B. Abzalbekuly¹

¹M.Kh. Dulaty Taraz University, Taraz, Kazakhstan

²Dokuz Eylul University, Izmir, Türkiye

STUDY OF THE ANTIMICROBIAL PROPERTIES OF FOOTWEAR MATERIALS OF PEOPLE WITH PATHOLOGICAL DEVIATIONS OF THE FEET

Abstract. In this article, microcapsules obtained using microcapsulation technology were applied to footwear materials using two methods to determine their antimicrobial effect. Microcapsules were obtained from Laurel oil and chitosan solutions. Laurel essential oil is a natural material of plant origin and contains a large amount of antibacterial components. Chitosan is also used as an antibacterial agent, in particular as

antiseptic materials. Microcapsules applied to leather and footwear lining materials by spraying and dip-coating methods were studied against the *Escherichia coli* ATCC 25922, *Staphylococcus aureus* ATCC 29213, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 and *Candida albicans* ATCC 90028. As a result, activity against bacterial strains was detected in footwear materials of people with pathological foot deviations that require an antimicrobial environment.

Keywords: footwear, foot, pathology, laurel oil, antimicrobial protection.

References

1. Abzalbekuly, B., Dzhanaqmetov, U.K., Jankauskaite, V., Munasipov, S.E. Razrabotka komfortnoy obuvi dlya bol'nykh s patologicheskimi otkloneniyami stopy [Development of comfortable footwear for patients with pathological foot disorders]: monograph. – Taraz, 2015. [in Russian].
2. Ramos C., Teixeira B., Batista I., Matos O., Serrano C., Neng N.R., Nogueira J.M., Nunes M.L., Marques A. Antioxidant and antibacterial activity of essential oil and extracts of bay laurel *Laurus nobilis* Linnaeus (Lauraceae) from Portugal. // Natural Product Research. – 2012. – Vol. 26. – P. 518-29.
3. Yilmaz B., Karavana H. Application of Chitosan-Encapsulated Orange Oil onto Footwear Insock Leathers // Johnson Matthey Technology Review. – 2020. – Vol. 64. – P. 443-451.
4. Odintsova O.I., Prokhorova A.A., Petrova L.S., Vladimirtseva E.L. Ispol'zovanie metoda mikroemul'sionnogo kapsulirovaniya dlya pridaniya tekstil'nyim materialam akaricidnykh svoystv [The use of microemulsion encapsulation method to impart acaricidal properties to textile materials] // Bulletin of higher educational institutions. Technology of the textile industry. – 2017. – No. 1. – P. 332-336. [in Russian].
5. Levshitskaya O.R., Ryklin D.B., Agievich D.Yu. Ocenka termoreguliruyushhej sposobnosti tekstil'nogo materiala, modificirovannogo mikrokapsulirovannym veshhestvom s izmenjaemym fazovym sostojaniem [Assessment of the thermoregulatory ability of a textile material modified with a microcapsulated substance with a variable phase state] // Bulletin of VSTU. – 2017. – No.1 (32). [in Russian].
6. Baidildayeva A., Türkoğlu G.C., Ökeer M., Eraç B., Karavana H.A. Microencapsulation of laurel essential oil with chitosan for enhanced durability and antimicrobial properties of leather footbeds // Iranian Polymer Journal, 2024.
7. Baidildayeva A., Türkoğlu G.C., Ökeer M., Eraç B., Karavana H.A. Textile-Based Footwear Linings Functionalized with Laurel Oil Microparticles: Antimicrobial Protection // The 10th International Conference on Advanced Materials and Systems (ICAMS 2024), Sciendo, 2024. – P. 24-29.