

Жоба туралы қысқаша ақпарат

Жоба аты	AP09260629 "Тігіс және биомедициналық материалдардың бетіне бактерияға қарсы жабындарды жағу шарттарын белгілеу"
Жоба өзектілігі	Ғылыми жоба хирургиялық тігіс материалдарының бетінде бактерияға қарсы жабындарды жасауға бағытталған. Бұл бактериялардың ластану процесінде, әсіресе протездеу және хирургиялық операцияларда асқину қаупінің жоғарылауымен байланысты. Тігіс материалы, көптеген импланттар сияқты, бөлінбейтін бетке ие, оған бактериялар жабысып, бактериялық биофильмдер түзеді және осылайша емдеу барысын қиындатады. Және мұндай емдеудің салдары ретінде бұл науқас үшін қиын моральдық және қымбат қаржылық жүктеме, ал кейбір жағдайларда тіпті өліммен аяқталады. Сондықтан имплантологиядағы маңызды міндет медициналық және биологиялық өнімдердің бетін бактерияға қарсы қорғау болып табылады.
Жоба мақсаты	Биоактивті агенттер немесе күміс нанобөлшектері бар нанопленкалар түріндегі биоүйлесімді, экологиялық зиянсыз полисахаридтер негізінде функционалдық қасиеттерін жақсарту мақсатында тігіс жіптері мен биомедициналық материалдардың (халаттарға, таңғыштарға арналған қорғаныш маталар) бетіне көп қабатты құрастыру әдісімен Бактерияға қарсы жабындарды жағудың физика-химиялық жағдайларын әзірлеу.
Жоба міндеттері	Келесі логикалық өзара байланысты дәйекті міндеттер арқылы жобаның мақсатына жету тәсілі: 1. Медициналық-биологиялық мақсаттағы медициналық сіңірілетін және сіңірілмейтін тігіс жіптері мен қорғаныш материалдарын ғылыми негізделген іріктеуді жүргізу, температураның, ортаның рН, еріткіштердің олардың беттерінің модификациясы болжанатын ерітінділерде болу формасына әсерін зерттеу. 2. Биоактивті қосылыстарды (табиғи және синтетикалық биологиялық ыдырайтын полисахаридтер) және күміс нанобөлшектерін алу әдістерін ғылыми негізделген іріктеуді жүргізу, нанопленкалардың түзілуіне қатысу үшін таңдалған биоактивті агенттердің белсенді функционалдық топтарын негіздеу мақсатында таңдалған полиэлектролиттердің (көп қабатты полимерлі матрицалардың) тұтқырлығына, электр өткізгіштігіне температураның, ортаның рН және концентрациясының әсерін зерттеу. 3. Таңдалған полиэлектролиттер (полисахаридтер) негізінде нанofilmдерді алудың физика-химиялық жағдайларын температураның, ортаның рН, екі қабаттың қалыңдығының және еріткіштің табиғатының әсерін ескере отырып, көп қабатты құрастыру әдісімен белгілеу. Пленкалардың физика-химиялық сипаттамаларын зерттеу: қалыңдығы, СЭМ, ИҚ спектрлері. Алынған мультикабаттарға бактерияға қарсы агенттер мен күміс

	<p>нанобөлшектерін қолдану әдістерінің оңтайлы жағдайларын белгілеу және физика-химиялық сипаттамаларын зерттеу: күміс нанобөлшектерінің қалыңдығы, табиғаты, СЭМ және алынған бактерияға қарсы жабындардың ИҚ спектрлері.</p> <p>4. Алынған модификацияланған медициналық биологиялық материалдардың бактерияға қарсы белсенділігіне сынақ жүргізу. Бактерияға қарсы агенттер мен Ag нанобөлшектеріне негізделген көп қабатты құрастыру арқылы алынған тігіс материалдарының микробқа қарсы потенциалы <i>Candida albicans</i>, <i>Escherichia coli</i> және <i>Staphylococcus aureus</i> патогендік микроорганизмдерге қарсы анықталады.</p>
<p>Күтілетін және қол жеткізілген нәтижелер</p>	<p>Қол жеткізілген нәтижелер:</p> <p>1. Қазақстанның отандық медицинасында кеңінен қолданылатын медициналық сіңірілетін және сіңірілмейтін тігіс жіптерін ғылыми негізделген іріктеу жүргізілді. Сіңірілмейтін монофиламентті жіптер-полипропилен, синтетикалық сіңірілмейтін мультифиламентті бұралған жіптер-полиамид, сіңірілетін өрілген жіптер-румакрил, сіңірілмейтін өрілген жіптер - румасан, сіңірілетін табиғи шығу тегі жіптер-кетгут. Нанофильмдер үшін полимерлі матрицалар ретінде хитозан мен натрий карбоксиметилцеллюлозасы (КМЦ) қолданылды.</p> <p>2. Тігіс жіптерінің барлық түрлері үшін нанофильмдерді алудың оңтайлы шарттары жасалды, қос қабаттардың оңтайлы саны 37 °С температурада 10,5, хитозан үшін рН 3 және КМЦ үшін 5 құрайды. Нанофильмдер үшін модельдік үлгілерде рН мен концентрацияның пленкалардың қалыңдығына және еріткіштің табиғатына әсері зерттелді. Бактерияға қарсы агенттер 24 сағат ішінде 37 °С температурада пленкаларды сіндіру арқылы қолданылды.</p> <p>3. Құрамында хлоргексидин бар барлық модификацияланған тігіс жіптерінің бактерияға қарсы белсенділігін зерттеу 24 сағаттық 37 °С инкубациядан және жоғары ылғалдылықтан (~80%) кейін <i>Staphylococcus epidermidis</i>, <i>Streptococcus pneumoniae</i>, <i>Klebsiella pneumoniae</i> мұражай сынақ штаммына қатысты жақсы тежелу аймағын көрсетті.</p> <p>4. Медициналық тіндердің бетінде нано жабынды алудың физика-химиялық шарттары жасалды.</p> <p>5. Алынған медициналық тіндердің сынамаларының микробқа қарсы белсенділігінің нәтижелері кең таралған бактериялардың екі түріне қарсы <i>Escherichia coli</i> және <i>S. Aureus</i> бойынша <i>in vitro</i> жүргізілді.</p>
<p>Зерттеу тобы мүшелерінің аты-жөні, идентификаторлары (Scopus Author ID, Researcher ID, ORCID, бар болса) және сәйкес профильдерге сілтемелер</p>	<p>1. Оспанова Алья Капановна, Жоба жетекшісі, х. ғ. д., әл- Фараби ҚазҰУ профессоры, физикалық химия катализ және мұнайхимия кафедрасының профессоры, h-индекс-5, https://orcid.org/0000-0001-9954-8575, Scopus ID=55340038000; ResearcherID: ABE-7029-2021.</p> <p>2. Джумагазиева Ардак Бисенбаевна, PhD, АҒҚ, "Инфекцияға қарсы препараттардың ғылыми орталығы" АҚ, микробиология зертханасы меңгерушісінің м.а, h-индекс-3,</p>

	<p>https://orcid.org/0000-0002-8610-7321, ScopusID=57210255995.</p> <p>3. Бекисанова Жанар Болатовна, техника ғылымдарының магистрі, әл-Фараби ҚазҰУ, ҒҚ, физикалық химия катализ және мұнайхимия кафедрасының мұғалімі, h-индекс-3, https://orcid.org/0000-0001-6142-0963, ScopusID=57218598280.</p> <p>4. Рахматуллаева Дилафруз Талгатқызы, әл-Фараби атындағы ҚазҰУ магистрі, кіші ғылыми қызметкер, физикалық химия катализ және мұнайхимиясы кафедрасының 1 курс докторанты https://orcid.org/0000-0002-8096-1068.</p> <p>5. Сейдуллаева Аяжан Әлпейсқызы, бакалавр, әл-Фараби атындағы ҚазҰУ физикалық химия, катализ және мұнайхимия кафедрасының маманы, https://orcid.org/0000-0002-7972-9624.</p> <p>6. Сайлау Аружан Галымқызы, бакалавр, әл-Фараби атындағы ҚазҰУ физикалық химия, катализ және мұнайхимия кафедрасының маманы, https://orcid.org/0000-0002-6174-5431.</p>
Жарияланымдар тізімі (URL, DOI көрсетілген)	<p>1. Rakhmatullayeva, D., Ospanova, A., Bekissanova, Z., Jumagaziyeva, A., Savdenbekova, B., Seidulayeva, A., & Sailau, A. (2023). Development and characterization of antibacterial coatings on surgical sutures based on sodium carboxymethyl cellulose/chitosan/chlorhexidine. <i>International Journal of Biological Macromolecules</i>, 2023. Vol. 236. P. 124024. Процентиль 91% (Q1). IF=8.2; https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2023.124024.</p> <p>2. А.А. Toksanbay, Zh.В. Bekissanova (Kubasheva), D.Т. Rakhmatullaeva, В.Е. Savdenbekova, А.К. Ospanova, D.Zh. Batyrbayeva, N.F. Uvarov // Preparation of the antibacterial coatings based on natural mineral materials// <i>International Journal of Biology and Chemistry</i> 14, № 1, 184 (2021). https://doi.org/10.26577/ijbch.2021.v14.i1.021</p>
Патент туралы ақпарат	1 Патент "Хирургиялық тігіс жіптерінің бетінде бактерияға қарсы жабынды алу тәсілі" пайдалы моделіне ҚР №6760 патенті / / Оспанова А.К., Рахматуллаева Д. Т. Кубашева Ж. Б., Батырбаева Д. Ж., Абдуразаков У. 15.12. 2021ж., №2021/0223.2.

PUBLICATIONS AND PATENTS

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН

REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

ПАТЕНТ
PATENT
№ 6760

ПАЙДАЛЫ МОДЕЛЬГЕ / НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ / FOR UTILITY MODEL

(21) 2021/0223.2
(22) 04.03.2021
(45) 15.12.2021

Хирургиялық тігіс жіптерін бетіне бактерияға қарсы жабындын алу тәсілі
Способ получения антимикробного покрытия на поверхности хирургических шовных нитей
Method for obtaining antibacterial coating on the surface of surgical sutures

«Эл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамы (KZ)
Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный университет имени аль-Фараби» (KZ)
«Al-Farabi Kazakh National University» Non-Profit Joint-Stock Company (KZ)

(72) Оспанова Аяла Капановна (KZ)
Рахымтулаева Диларфуз Талғатқызы (KZ)
Кубашева Жанар Болатовна (KZ)
Батырбаева Динара Жармухановна (KZ)
Абдуразаков Уразбай (KZ)

Ospanova Ayla Kapanova (KZ)
Rakhatullayeva Dilafuz Talgatkyzy (KZ)
Kubasheva Zhanar Bolatovna (KZ)
Batyrbayeva Dinara Zhamukhanovna (KZ)
Abdurazakov Urzabay (KZ)

ЭЦК қол қойды
Подписано ЭЦП
Signed with EDS

Н. Әбдіқалиев
Н. Абдуқалиев
N. Abdikaliev

«Ұлттық интеллектуальды меншік институты» РМҚ директорының м.а.
И.о. заместителя РТИ «Национальный институт интеллектуальной собственности»

International Journal of Biological Macromolecules 236 (2023) 124024

Contents lists available at ScienceDirect

International Journal of Biological Macromolecules

Journal homepage: www.elsevier.com/locate/ijbiomac

Development and characterization of antibacterial coatings on surgical sutures based on sodium carboxymethyl cellulose/chitosan/chlorhexidine

Dilafuz Rakhatullayeva^{a,b}, Ailya Ospanova^{a,b}, Zhanar Bekisaganova^{a,b}, Ardak Jumagazyjeva^c, Balshan Savdenbekova^{a,b}, Ayazhan Seidulayeva^{a,b}, Aruzhan Sailau^{a,b}

^a Faculty of Chemistry and Chemical Technology, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty 050040, Kazakhstan
^b Center of Physical-Chemical Methods of Research and Analysis, Almaty 050012, Kazakhstan
^c Scientific Center for Anti-Infectious Drugs, Almaty 050060, Kazakhstan

ARTICLE INFO

Keywords:
Surgical sutures
Antibacterial activity
Layer-by-layer assembly

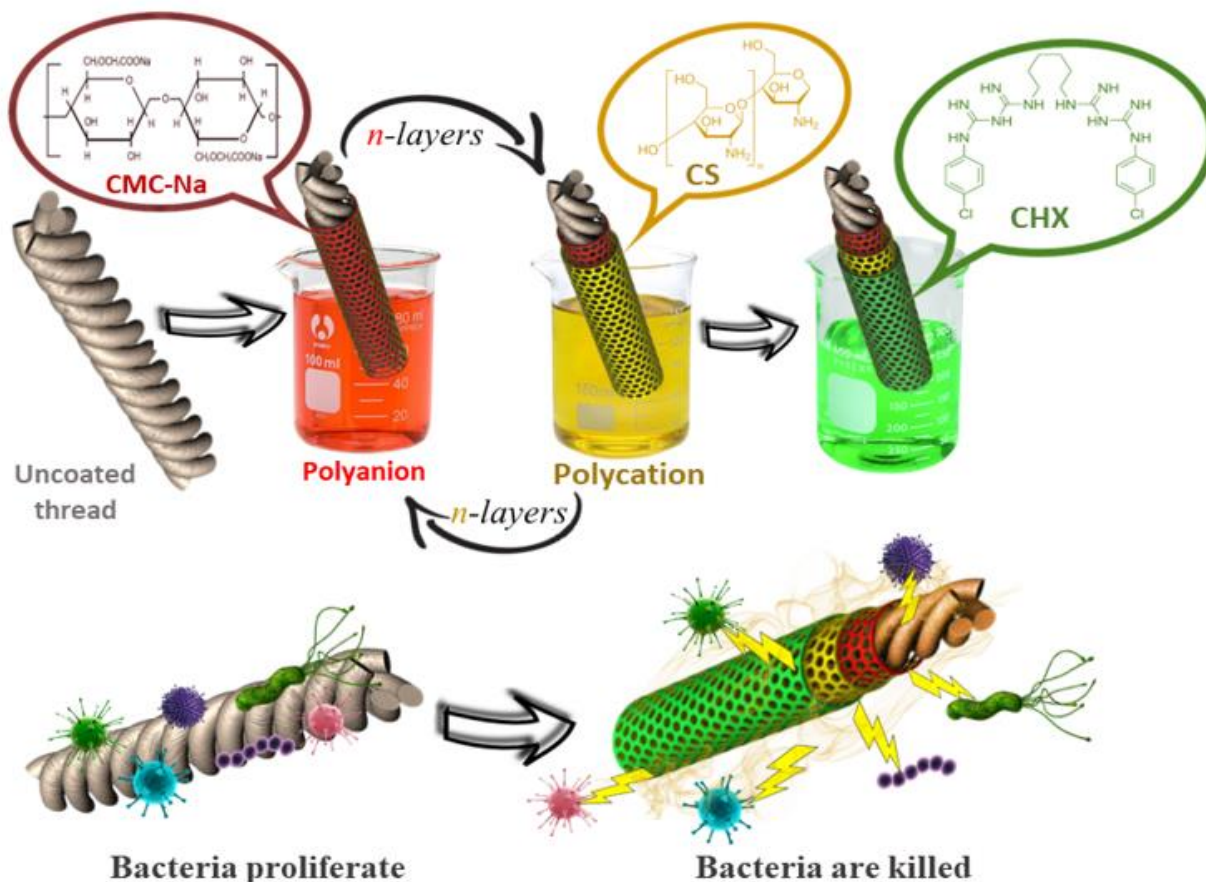
ABSTRACT

The layer-by-layer assembly (LBL) method was used in this work to apply antibacterial coatings to the surface of sutures.
The nanofilm was created using sodium carboxymethyl cellulose, chitosan, and chlorhexidine digluconate. Polyethylene terephthalate and polyamide surgical sutures were used as the substrate.
At pH 5, thin, uniform coatings with the ideal number of bilayers in the film (10 bilayers) are produced. The pH and the shape of the polyelectrolyte macromolecules determine the film's thickness and form.
The morphology of the surface and the structure of the sutures after modification become homogeneous and smooth. Both treated and untreated sutures retain their mechanical strength, and there is no significant loss of tensile strength.
Nanofilms obtained on the surface of the sutures showed high antimicrobial efficacy against microorganisms *Staphylococcus aureus*, *Bacterioides coli*, *Escherichia pneumoniae*, *Staphylococcus epidermidis*, and *Streptococcus pneumoniae*. Chlorhexidine incorporated into the multilayer membrane was found to have greater antimicrobial activity than sutures treated with chlorhexidine alone.
Modified surgical sutures provide antibacterial qualities that last for up to 30 days in a stable, controlled manner.
The results showed the prospects of applying nanofilms based on sodium carboxymethyl cellulose/chitosan/chlorhexidine to surgical sutures that can prevent the infectious consequences of surgical interventions.

1. Introduction

Experimental and clinical results of modern medicine show that most post-surgical infections begin around the bio-implantable device. The surfaces of these materials are covered with a variety of bacteria, resulting in prolonged antibiotic treatment and repeated surgeries, sometimes leading to their replacement or even death [1,2]. Surgical surface can also undergo bacterial contamination and increase the risk of complications, especially during production and surgery. Bacteria can attach to the surface of suture threads, forming bacterial biofilms and causing severe infectious complications [3].
To eliminate such problems, different antibacterial and ultraviolet coatings on the surface of the suture material are widely used. To date, several methods of producing thin films are known, such as the Langmuir-Blodgett (LB) method [4-7], self-organizing monolayers (SAM) [8,9] and the layer-by-layer adsorption (LBL) method [10-12]. Due to the wide variety of polymer matrices for multilayers and methods of producing thin films, the LBL assembly technology allows developing various conditions for the manufacture of antibacterial coating [13]. The LBL method was developed to make thin composite films. It includes alternate application of charged cationic and anionic polyelectrolytes to create thin films on the surface of various products [14]. The desired structure and thickness of LBL films can be achieved by adjusting the application cycles of polymer matrices. The properties of such LBL films are determined by the chemical nature of the applied components. The mechanism of formation of such films is the electrostatic interaction of any charged particles, such as organic molecules [15], metal ions [16], nanoparticles, biological macromolecules, and viruses [17]. The

^{*} Corresponding author at Faculty of Chemistry and Chemical Technology, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty 050040, Kazakhstan.
E-mail address: Ailya@kaznu.kz (A. Ospanova).



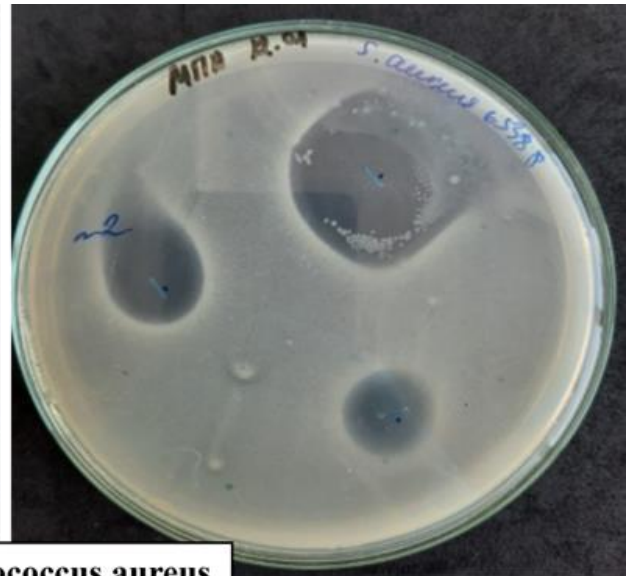
Бактерияға қарсы жабындарды алу схемасы



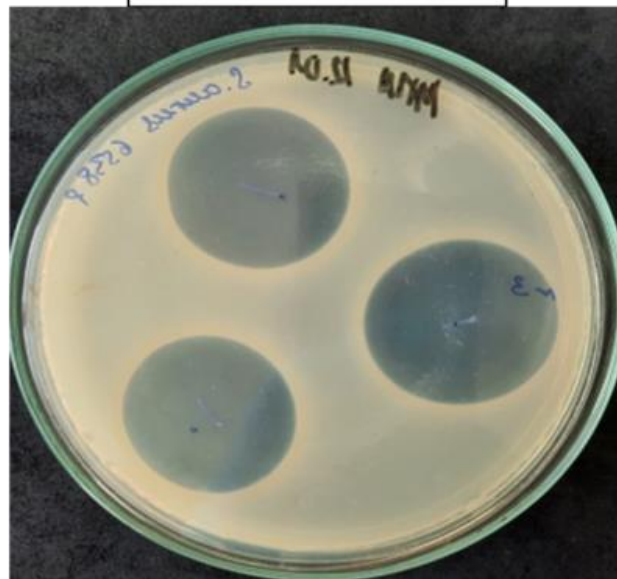
Үрімшідегі көрмеге қатысу



Бактерияға қарсы белсенділікке талдау жүргізу



Staphylococcus aureus



Бактерияға қарсы белсенділікті талдау нәтижелері