

**Байдильдаева Асель Куанышевнаның 8D07211 – «Былғары бұйымдарының индустриясы» білім беру бағдарламасы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесін алу үшін «Табандарының патологиялық ауытқулары бар адамдардың аяқ киімдеріне арналған былғарыларды микрокапсулдау технологиясын зерттеу» тақырыбы бойынша дайындалған диссертациялық жұмысына**

**АНДАТПА**

**Жұмыстың жалпы сипаттамасы.** Бұл диссертация былғары ұлтрақтарын микрокапсулдау технологиясына бағытталған. Диссертацияда лавр эфир майының микробөлшектері бар аяқ киім былғарысының бактерияға қарсы қасиеттері қарастырылған.

2025 жылы жарияланған Қазақстан Республикасы Денсаулық сақтау министрлігінің 2024 жылы халық денсаулығы және денсаулық сақтау ұйымдарының қызметі туралы статистикасына сәйкес, 1 193 381 адамға тірек-қимыл аппараты мен дәнекер тіндерінің аурулары, ал 328 300 адамға қант диабеті диагнозы қойылған. Қазіргі қоғамның жоғары даму деңгейі қоғамдық денсаулық пен қоршаған ортаның жайлылығына бағытталған. Осыған байланысты, адам өмірінің маңызды элементі ретінде аяқ киім жетілдіруді қажет етеді.

Аяқ киім күнделікті өмірде ең көп таралған заттардың бірі болып табылады. Аяқ киімнің аяқ патологиясы бар адамдардың өмір сүру сапасын жақсартатын қасиеттері болуы маңызды. Қазақстан Республикасында аяқ киім саласындағы зерттеулер дамуға кедергі келтіретін бірқатар мәселелер мен кедергілерді анықтады.

Қант диабеті - жаһандық мәселе. Қазіргі уақытта зардап шеккен адамдар саны да, емдеу құны да артып келеді. Қант диабетімен ауыратындардың 20%-ы аяқ жарасынан зардап шегеді. Қант диабетімен ауыратын адамдарға арнайы аяқ күтімі қажет. Бұл науқастар үшін кез келген сызат, тіпті ең кішкентай сүйел де ампутацияны қоса алғанда, өте ауыр зардаптарға әкелуі мүмкін. Каллус - эпидермальды жасушалардың шамадан тыс өндірілуіне байланысты көрінетін қалыңдаған тері тіндерінің жиналуы және өсуі. Бұл патологиялық өзгерістер терінің және тері асты тіндерінің зақымдануына байланысты пайда болады. Терінің тұтастығын бұзудың негізгі факторы - табандағы салмақтың дұрыс бөлінбеуінен туындаған қысылу. Өкше гиперкератозы - табанды зақымдаушы фактор. Оның пішіні бірнеше сантиметрге жетуі мүмкін. Құрғақ тері оңай тырналады, бұл ыңғайсыздық пен қан кетуге әкелуі мүмкін. Сонымен қатар, ең бастысы, зақымдану инфекцияға әкеледі.

Ең көп таралған патологиялар - жеңіл және орташа тері инфекциялары. Жыл сайын шамамен 10 миллион адам әртүрлі ауырлықтағы жұмсақ тіндердің жарақатына байланысты жедел жәрдем бөліміне жүгінеді. Аяқтың осы және басқа патологиялары аяқ киімнің ішінде жайлы, гигиеналық орта болуын талап етеді. Аяқ киім терісіне арналған микрокапсулдау технологиясын енгізу

заманауи, инновациялық қасиеттері бар бұйымдарды өндіруге мүмкіндік береді.

Микрокапсулдау технологиясы алғаш рет фармацевтика өнеркәсібінде спреймен кептірудің кең таралуына байланысты тартымды өндіріс процесі ретінде енгізілді. Бүгінгі таңда бұл технология текстиль, былғары, фармацевтика, тамақ және ауыл шаруашылығы салаларында қолданылады. Микрокапсулдау технологиясы - сұйықтықты немесе ерітіндіні ыстық кептіру ортасында спрей арқылы сұйық күйден ұнтаққа айналдыру процесі. Микрокапсулдау әдістері жүздеген микронға дейінгі әртүрлі өлшемдегі бөлшектерді өндіруге мүмкіндік береді.

**Жұмыс тақырыбының өзектілігі.** Аяқ киім күнделікті өмірде қолданылады және оның сапасы гигиена мен денсаулық үшін маңызды. Әсіресе, сезімталдықтың төмендеуі, терінің құрғауы, жаралар және инфекциялар сияқты патологиялық нейрпатиялық аяқ аурулары бар адамдар үшін жайлы жағдайлар жасау маңызды. Эфир майын (лавр) қолдану аяқ киімдерде бактерияға қарсы орта жасайды, себебі ол көптеген бактерияға қарсы компоненттері бар табиғи өсімдік материалы. Микрокапсулдау технологиясы аяқ киімге тұрақты гиперкератоз, онихомикоз және қант диабеті сияқты патологиялық табан аурулары бар адамдар үшін маңызды бактерияға қарсы қасиеттер береді.

**Зерттеу мәселесінің деңгейі.** Бұл технология Тәуелсіз Мемлекеттер Достастығы елдерінде жеткілікті түрде зерттелмеген, текстиль саласындағы зерттеулер ғана бар: Одинцова О.И., Левшицкая О.П., Чернова Е.Н., және т.б. Патенттік зерттеулер бұл технологияның Қазақстан Республикасының былғары және аяқ киім өнеркәсібінде қолданылмағанын көрсетеді. Дегенмен, жаһандық зерттеулер бұл салаға Каравана Х., Белак Е., Марцинковска Е., Ловинска К., Лю Г., Виейра Копп В., т.б. сияқты ғалымдардың үлкен үлес қосқанын көрсетеді. Қазақстан Республикасы Ұлттық ғылым академиясының академигі О.К. Мадиев және т.б. илеу кезінде әртүрлі антисептикалық заттарды қолдануды ұсынды. Олардың ішінде металдық йод, мырыш оксиді және хитозан бар. Алайда илеуде микрокапсулдау технологиясын қолдану мүмкін емес. Бұл микробөлшектердің көлемдік өлшемдеріне байланысты. Сондықтан, бұл зерттеуде былғарыдан жасалған ұлтрақтармен жұмыс жүргізілді.

**Жұмыстың мақсаты.** Микрокапсулдау технологиясына арналған мамандандырылған жабдықты пайдалана отырып, құрамында бактерияға қарсы компоненттер бар хитозан мен лавр майын пайдалана отырып, былғары ұлтрақтар мен аяқ киім астарларының бактерияға қарсы қасиеттерін жақсарту және аяқ киімнің гигиеналық қасиеттерін арттыру. Осы мақсатқа жету үшін келесі **міндеттер** зерттелді:

1. Хитозан мен лавр эфир майының табиғи компоненттеріне негізделген ерітінділерді дайындау жүйесін әзірлеу және микрокапсулдау технологиясын енгізу.

2. Табиғи компоненттері бар микробөлшектерді пайдаланып жабындарды әрлеу әдісін әзірлеу.

3. Микробөлшектердің құрамын талдау.

4. Табиғи компоненттерден алынған микробөлшектермен қапталған жабындар мен негіздердің физика-химиялық қасиеттерін анықтау.

5. Микробөлшектермен қапталған жабындар мен негіздердің микробиологиялық параметрлерін және бактерияға қарсы қасиеттерін зерттеу.

**Зерттеу нысаны мен материалдары.** Боялмаған wet-blue былғарыдан жасалған аяқ киім, үш түрлі астар материалы, лавр майы және хитозан.

**Зерттеу әдістері.** Зерттеуде келесі әдістер қолданылды: спреймен кептіру, терең батыру және спрей, сондай-ақ микробиологиялық талдау. Микробөлшектер мен былғарының морфологиясы мен химиялық құрамы сканерлеуші электронды микроскопия, бөлшектердің мөлшерін бөлу талдауы, ИК спектроскопиясы, УФ спектроскопиясы және антибактериалды талдау арқылы бағаланды.

Эксперименттік зерттеулер Эге университеті мен Докуз Эйлюль университетінің (Измир, Түркия) зертханаларында, сондай-ақ М.Х. Дулати атындағы Тараз университетінде жүргізілді.

**Зерттеудің ғылыми жаңалығы:**

- Микробөлшектерді алу үшін хитозан мен лавр эфир майының компоненттеріне негізделген жеті түрлі табиғи ерітінді дайындалды және технология жасалды.

- Табиғи компоненттерге негізделген микробөлшектермен өңделген ұлтарақтардың физика-химиялық қасиеттерінің жақсарғаны көрсетілді.

- Үлгілерден *in vitro* лавр майының бөліну нәтижелері оның біртіндеп және баяу бөлінетінін көрсетті.

- Микробөлшектермен қапталған былғары ұлтарақтардың және аяқ киім астарларының микробиологиялық талдауы олардың микробқа қарсы қасиеттерін растады.

- Нәтижелер оларды басты мақсат болған тек табан патологиясы бар адамдарға арналған аяқ киімдерде ғана емес, сонымен қатар жаппай тұтыну үшін де қолдану мүмкіндігін көрсетті.

**Жұмыстың теориялық және практикалық маңыздылығы** табиғи хитозан мен лавр майынан алынған микробөлшектерді бактерияға қарсы қасиеттері бар былғары ұлтарақтар мен аяқ киім астарларын өндіру үшін пайдалану.

Бұл зерттеу жетілдірілген өндіріс әдістері аяқ денсаулығы мен гигиенасын айтарлықтай жақсартатынын көрсетеді. Сонымен қатар, бұл оңтайландырылған әдісті қолдану жылдам және ұзақ мерзімді микробқа қарсы әсері бар ұлтарақтарды өндіру үшін айтарлықтай әлеуетке ие. Сондықтан, бұл жұмыс аяқ киім өнеркәсібі үшін перспективалы және өзекті.

**Қорғауға ұсынылатын негізгі тұжырымдамалар:**

- Unorex В 15 мини-спрей кептіргіште микробөлшектерді өндіру технологиясы.

- Процесс параметрлерінің (компоненттік қатынас, беттік белсенді зат концентрациясы, температура, беру жылдамдығы) микробөлшектердің өнімділігі мен сипаттамаларына әсер ету нәтижелері.

- Микробөлшектердің таралуына және жабын өнімділігіне әсер ететін қолдану әдістері (спрей және терең батыру).

- Механикалық үйкеліс (иілуге төзімділік, құрғақ және ылғалды үйкеліс) болмаған және болған кезде микробқа қарсы әсердің тұрақтылығын бағалау нәтижелері.

### **Нәтижелердің сенімділік дәрежесі және расталуы.**

Ғылыми тұжырымдардың, қорытындылардың және ұсыныстардың сенімділігі зерттеу нәтижелерінің ұқсастығымен расталады.

Бұл диссертацияның нәтижелері «Таразский Кожевенный Завод» ЖШС-де (Кәсіпорындарда ғылыми-зерттеу жұмыстарының нәтижелерін енгізу туралы кесім, 2025 жылғы 11 қазан) және «ТаразКожОбувь» ЖШС-де (Кәсіпорындарда ғылыми-зерттеу жұмыстарының нәтижелерін енгізу туралы кесім, 2026 жылғы 13 сәуір) енгізілді.

Бұл диссертацияның нәтижелері оқу процесіне енгізілді. 2025-2026 оқу жылының 3-ші курсының 5-ші семестрінде оқытылған «Былғарыдан жасалған бұйымдарға қойылатын санитарлық-гигиеналық талаптар» пәні. (Ғылыми-зерттеу жұмыстарының нәтижелерін оқу процесіне енгізу туралы кесім, 2026 жылғы 6 наурыз).

Осы диссертациялық жұмыста жүргізілген зерттеу аясында патентке өтінім берілді (Кіріс № 2026-67676. Штрих-код 4109542).

**Зерттеу нәтижелерін жариялау.** Диссертацияның негізгі тармақтары журналдарда және конференцияларда ұсынылып, талқыланды.

Бір мақала Web of Science және Scopus дерекқорларына кіретін журналда жарияланды:

1. Assel Baidildayeva, Gizem Ceylan Türkoğlu, Mustafa Ökeer, Bayri Eraç, Huseyin Ata Karavana. «Microencapsulation of Laurel Essential Oil with Chitosan for Enhanced Durability and Antimicrobial Properties of Leather Footbeds». // Iranian polymer journal, 2024.

Бір мақала Scopus дерекқорында индекстелген халықаралық конференцияда жарияланды:

1. Assel Baidildayeva, Gizem Ceylan Türkoğlu, Mustafa Ökeer, Bayri Eraç, Huseyin Ata Karavana. «Textile-based footwear linings functionalized with laurel oil microparticles: antimicrobial protection». // 10th International Conference «Advanced materials and systems (ICAMS 2024)», Бухарест, Румыния, 2024.

Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым және жоғары білім саласындағы сапаны қамтамасыз ету комитетінің тізіміне енген басылымда екі мақала жарияланды:

1. Assel Baidildayeva, Gizem Ceylan Türkoğlu, Indira Jiyembetova, Gulzira Jumabekova, Bekzhan Abzakhbekuly. «Study of the antimicrobial properties of footwear materials of people with pathological deviations of the feet» (Табандарының патологиялық ауытқулары бар адамдардың аяқ киім материалдарының антимикробтық қасиеттерін зерттеу). // Механика және технологиялар, Тараз, 2025, №1.

2. Assel Baidildayeva, Huseyin Ata Karavana, Indira Jiyembetova, Gulzira Jumabekova, Bekzhan Abzakhbekuly. «Loading efficiency and *in vitro* release

studies of microparticles treated on leather and footwear linings» (Былғары мен аяқ киім астарына өңделген микробөлшектердің жүктеу тиімділігі және *in vitro* босату зерттеулері). // Механика және технологиялар, Тараз, 2025, №3.

Халықаралық конференцияларда екі мақала жарияланды:

1. Assel Baidildayeva. «Analysis of orthopedic insoles available on the Kazakhstan market» (Анализ ортопедических стелек, представленных на рынке Казахстана). // International Scientific and Practical Conference, “Soha korxonalari uchun yuqori malakali kadrlar tayyorlashda milliy va xorijiy tajribalar”, Ташкент, Ўзбекистан, 2022.

2. Assel Baidildayeva, Indira Jiyembetova. «Pathological deviations of the feet and the importance of corrective footwear» (Адамдардың табандарының патологиялық ауытқулары мен оларға арналған түзетпе аяқ киімдердің маңыздылығы). // XIII International scientific and practical conference of young scientists «Innovative development and the requirement of science in modern Kazakhstan», Тараз, 2019.

**Диссертацияның құрылымы мен көлемі.** Диссертация 113 беттен тұрады, оған сілтемелер, анықтамалар, қысқартулар, кіріспе, үш бөлім, қорытынды, қолданылған әдебиеттер және қосымшалар кіреді. Диссертация құрылымында 29 кесте, 31 сурет және 5 теңдеу бар.

**Жұмыстың негізгі мазмұны:**

**Диссертацияның бірінші бөлімінде** функционалды аяқ киім материалдары мен технологиялары саласындағы зерттеулердің қазіргі жағдайына жан-жақты әдебиеттерге шолу және талдау берілген. Аяқ киім өндірісінде қолданылатын материалдарға ерекше назар аударылып, олардың гигиеналық, физикалық және функционалдық қасиеттері қарастырылды. Микрокапсулдау және былғарыға белсенді қосылыстарды қолданудың қолданыстағы технологиялары, соның ішінде аяқ киім материалдарының функционалдық көрсеткіштерін жақсарту әлеуеті қарастырылды. Аяқ киім материалдарының бактерияға қарсы қасиеттері және микробқа қарсы әсер ету механизмдері де талданды. Хитозанға микробқа қарсы және қабық түзуші қасиеттері бар табиғи биополимер ретінде, сондай-ақ эфир майларына, әсіресе лавр эфир майына перспективалы табиғи бактерияға қарсы агенттер ретінде назар аударылды. Сонымен қатар, аяқтың патологиялық ауытқулары туралы әдебиет деректері қарастырылды. Патологиялық аяқ ауытқулары бар адамдарға арналған ұлтарактардың қолданыстағы түрлері мен конструкциялары талданды.

**Бірінші бөлім бойынша қорытынды.**

1. Зерттелген әдебиет көздері мен патенттік деректерге сүйене отырып, аяқ киімге арналған негізгі материалдарға: былғары және астар материалдарына қойылатын негізгі талаптар анықталды. Олардың ішінде бактерияға қарсы қасиеттерге ерекше назар аудару қажеттілігі.

2. Патологиялық ауытқулары бар адамдар үшін бактерияға қарсы орта жасау өте маңызды. Әсіресе, аяқ киімі инфекциялар мен жаралардың таралуын болдырмау үшін бактерияға қарсы қасиеттері болуы керек.

3. Антибактериалды алудың ең перспективалы әдістерінің бірі - материалдарды микрокапсулданған препараттармен өңдеу. Спреймен кептіру - микрокапсулдаудың ең көп таралған әдісі.

4. Хитозанды текстиль және аяқ киім өнеркәсібінде перспективалы нәтижелер беретін бактерияға қарсы орта жасау үшін қолдануды сипаттайтын әртүрлі зерттеулер ұсынылған. Хитозан капсулалаушы агент ретінде қолданылады, себебі ол табиғи, биологиялық ыдырайтын, уыттылығы төмен және биологиялық үйлесімді зат, бактерияға қарсы қасиеттері бар. Лавр майы бактерияға қарсы, инфекцияға қарсы, ауырсынуды басатын, вирусқа қарсы және антисептикалық қасиеттерге ие.

5. Қазақстан нарығындағы ұлтраақтар аяқтың сыртқы пішінін реттеуге көмектесетіні анықталды. Сонымен қатар, ұлтраақтар үшін табиғи ерітінділерден жасалған қосымша бактерияға қарсы орта жасау қажеттілігі анықталды.

**Диссертацияның екінші бөлімінде** эксперименттік зерттеулерде қолданылатын әдістеме сипатталған. Зерттеуге таңдалған реагенттерді, химиялық заттарды, аяқ киім материалдарын, зертханалық жабдықтарды және аналитикалық әдістерді қолдану кірді. Тәжірибелік процедураларға хитозан мен лавр эфир майының ерітінділерін дайындау және спреймен кептіру әдісімен микробөлшектерді өндіру кірді. Алынған микробөлшектердің өндірістік өнімділігі анықталды, содан кейін сканерлеуші электронды микроскопия және Фурье түрлендіретін инфрақызыл спектроскопия көмегімен морфологиялық және химиялық сипаттама берілді. Ультракүлгін сәулелерден көрінетін спектрофотометрия лавр эфир майының концентрациясын сандық түрде анықтау үшін пайдаланылды, ал инкапсуляцияның тиімділігі мен тиеу қабілеті тиісті аналитикалық процедуралар мен еріткіштерді, соның ішінде метанол мен п-гександы қолдану арқылы анықталды. Микробөлшектерден лавр эфир майының бөлінуін зерттеу үшін *in vitro* зерттеулері жүргізілді. Дайындалған микробөлшектер таңдалған жағу әдістерін, содан кейін кептіру және жуу процедураларын қолдана отырып, былғары және астарлы материалдарға жағылды. Өңделген материалдар иілу және үйкелу сынақтарынан, түс өлшемдерінен өтті. Сондай-ақ, өңделген аяқ киім материалдарының таңдалған сынақ микроорганизмдеріне қарсы микробқа қарсы белсенділігін анықтау үшін микробқа қарсы талдаулар жүргізілді.

#### **Екінші бөлім бойынша қорытынды.**

1. Негізгі материал ретінде былғары және үш түрлі астар материалы (мақта тоқылған мата, ПЭТ мата және ПЭТ тоқылған) пайдаланылды. Микробөлшектерді дайындау үшін хитозан, лавр эфир майы, сірке қышқылы, Tween 40 және Span 20 беттік белсенді агенттері, Tanapur One байланыстырғышы, Periwet ELR ылғалдандырғышы және натрий карбоксиметилцеллюлозасы қолданылды. Микробөлшектер Unopex B 15 Mini спрей кептіргішінде алынды. Микробөлшектер жұмсақ щеткамен жиналып, сыдырмалы пакеттерге салынды. Микробөлшектер былғары мен астарға екі әдіспен жағылды: спрей және терең батыру.

2. Микробөлшектердің морфологиялық және химиялық сипаттамалары, микробөлшектермен қапталған материалдардың микробқа қарсы талдаулары тиісті стандарттарға сәйкес анықталды.

3. Морфологиялық құрылымды анықтау үшін СЭМ кескіндері пайдаланылды. Химиялық құрылымды анықтау үшін FT-IR пайдаланылды. Капсулдау тиімділігін анықтау еріткішті экстракциялау әдісі арқылы жүргізілді. Өңдеу аяқталғаннан кейін материалдар кептіріліп, жуылды.

4. Иілгіштікке төзімділік сынағы, үйкеліске төзімділік сынағы және түс өлшеу сияқты физикалық сынақтар қолданылды. Иілгіштікке төзімділік сынағы материалдың жарықтар, қабыршақтану немесе құрылымдық зақымданулар пайда болмай, қайталанатын иілу мен деформацияға төтеп беру қабілетін анықтау үшін жүргізілді. Қайталанатын үйкеліске төзімділік сынағы материал бетінің абразияға және қайталанатын үйкеліс кезінде түстің ауысуына төзімділігін бағалау үшін қолданылды. Аспаптық түс өлшеулері CIE  $L^*a^*b^*$  түс кеңістігіне негізделген колориметриялық жүйені пайдаланып жүргізілді, бұл ашықтықты ( $L^*$ ) және хроматикалық координаттарды ( $a^*$ ,  $b^*$ ) қоса алғанда, түс параметрлерін дәл сандық анықтауға мүмкіндік берді.

5. Былғары ұлтарактары мен аяқ киім астарларының материалдарының бактерияға қарсы және зеңге қарсы қасиеттері грам-позитивті және грам-теріс бактериялық штамдарға, атап айтқанда *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* және *Pseudomonas aeruginosa*, сондай-ақ *Candida albicans* саңырауқұлақ штамдарына қарсы жүйелі түрде бағаланды. Бұл сынақ микроорганизмдері тері инфекцияларымен байланысты кең таралған патогендер ретіндегі маңыздылығына және аяқ киім материалдарының микробтық ластануына жиі қатысуына байланысты таңдалды.

**Диссертацияның үшінші бөлімінде** әзірленген лавр эфир майының микробөлшектерін тәжірибелік зерттеуден алынған нәтижелер және оларды аяқ киім материалдарына қолдану талқыланады. Микробөлшектерді бағалауға олардың физика-химиялық сипаттамаларын, Фурье-трансформациялық инфрақызыл спектроскопия спектрлерін, инкапсуляция тиімділігін және жүктеме сыйымдылығын талдау кірді. Инкапсуляция тиімділігі метанол мен n-гександы қоса алғанда, әртүрлі еріткіштерді пайдаланып зерттелді, ал лавр эфир майының босату сипаттамаларын анықтау үшін микробөлшектердің *in vitro* босату мінез-құлқы бағаланды. Өңделген былғары беттерінің морфологиясын және микробөлшектердің таралуын зерттеу үшін сканерлеуші электронды микроскопия қолданылды. Зерттелген былғары мен астар материалдарының түс сипаттамаларының өзгерістері микробөлшектерді қолданғаннан кейін бағаланды. Таңдалған сынақ микроорганизмдеріне қарсы өңделген материалдардың, соның ішінде былғары ұлтарак пен астар материалдарының микробқа қарсы қасиеттеріне ерекше назар аударылды. Соңында, әзірленген технологияның экономикалық және экологиялық тиімділігі оның практикалық қолданылуын және аяқ киім өндірісінде енгізу мүмкіндігін анықтау үшін бағаланды.

**Үшінші бөлім бойынша қорытынды.**

1. Зерттеу үшін хитозан мен лавр майы ерітінділерінен алынған микробөлшектер пайдаланылды. Әрбір ерітіндідегі микробөлшектердің морфологиялық сипаттамалары сканерлеуші электронды микроскопияны қолдану арқылы зерттелді. Нәтижесінде, одан әрі зерттеу үшін ең тиімді  $L_5$  формуласы анықталды.

2. LEO қосылған оңтайлы микробөлшек формуласы бос хитозанға қарағанда кеңірек өлшемдік таралуға ие деген қорытынды жасалды.

3. 5 ерітіндімен жағылған 1, 2, 3 аяқ киім астарлары мен былғары ұлтрақтарының  $L^*$ ,  $a^*$  және  $b^*$  түс өзгерістері туралы деректердің нәтижелері көптеген материалдардың бастапқыға қарағанда күңгірттенгенін көрсетті.

4. Хитозанның, LEO және  $L_5$  FT-IR спектрлері зерттелді. Капсулаланған ұнтақтағы шыңдардың тұрақты сипаты LEO мен қабырға материалы арасында айтарлықтай химиялық өзара әрекеттесу болмағанын көрсетті. Зерттеу LEO полимерлі матрицаға хитозанмен айтарлықтай химиялық өзара әрекеттесусіз енгізілгенін растады.

5. n-гексан мен метанолдың капсулдау тиімділігі және *in vitro* босату нәтижелері n-гексанның жақсы ерігіштігі мен концентрациясы нәтижелерін ұсынатынын көрсетті, сондықтан ол LEO үшін еріткіш ретінде таңдалды.

6. Өңделген былғарылардың СЭМ суреттері микробөлшектердің былғарыға сәтті ауысуын көрсетті, қолданудан кейін құрылымдық тұтастық сақталды. Қолданылған екі әдістің арасында спрей әдісі былғары ұлтрақтарына микробөлшектерді жағу үшін терең батыру әдісіне қарағанда анағұрлым қолайлы әдіс екені көрсетілді.

7. Бес ерітіндінің барлығында DC-M бар астарда лавр майының жүктеме тиімділігі басқа ерітінділермен өңделген астарға қарағанда жоғары болды. Үш рет жуғаннан кейін эфир майының қатынасы төмендеді, бірақ барлық астарлар өз құрылымында эфир майын сақтай алды.

8. Өңделген барлық микробөлшектердің *in vitro* шығарылу нәтижелері уақыт өте келе артты, себебі PBS: n-гексан бар микробөлшектердің *in vitro* шығарылу нәтижелері S-M былғарының бөлінуі n-гексан микробөлшектеріне ұқсас концентрацияға ие болды.

9. Барлық типтегі былғары ұлтрақтар мен аяқ киім астарларының үлгілері тексерілген микроорганизмдерге қарсы айқын микробқа қарсы белсенділік көрсетті, бұл қолданылған функционалды емдеудің тиімділігін растайды. Нәтижелер материалдардың бактериялық штаммдарға (*Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*) және саңырауқұлақ *Candida albicans* штаммына қарсы тежегіш әсер көрсеткенін көрсетті, бұл кең спектрлі микробқа қарсы әсерді көрсетеді. Атап айтқанда, ең үлкен тежеу аймақтары *Candida albicans*-қа қарсы тіркелді, бұл саңырауқұлақ штаммының жоғары сезімталдығын көрсетеді. Жалпы алғанда, алынған нәтижелер әзірленген былғары ұлтрақтар мен аяқ киім астар материалдарының тиімді және тұрақты микробқа қарсы қасиеттерге ие екенін, әсіресе саңырауқұлақ микроорганизмдеріне қарсы белсенділікке ие екенін, осылайша практикалық қолдануда олардың функционалдық және қорғаныс қасиеттерін арттыратынын көрсетеді.

10. Зерттеу нәтижелері бір жұп ұлтарактың функционалды әрлеуі үшін тек 1 г микробөлшектер жеткілікті екенін көрсетті, оның құны 1268 теңге. Бұл тұжырым ұсынылған технологияның экономикалық тұрғыдан орындылығын растайды және оның өндіріс шығындарының айтарлықтай өсуіне әкелмейтінін көрсетеді.

### **Қорытынды**

Осы диссертациялық жұмысты орындау барысында былғары ұлтарактары мен аяқ киім астарларын ұзақ уақыт бойы микробқа қарсы қорғанысқа қол жеткізу үшін LEO және хитозанды қолдану әдісі әзірленді. Диссертациялық жұмыста алынған нәтижелердің үйлесімі келесі қорытындылар жасауға мүмкіндік береді:

1. Зерттеу әдебиетінің көздері мен патенттік деректерге сүйене отырып, патологиялық ауытқулары бар адамдар үшін бактерияға қарсы орта жасау өте маңызды екені анықталды. Диабеттік табан синдромы, инфекциялар, табан целлюлиті, гангрена және гиперкератоз синдромы бар адамдарға инфекциялардың таралуын болдырмау үшін кейбір бактерияға қарсы қасиеттері бар аяқ киім кию ұсынылады.

2. Микробөлшектерді дайындау үшін хитозан, лавр эфир майы, сірке қышқылы, беттік белсенді заттар Tween 40 және Span 20, Tanapur One байланыстырғышы, Periwet ELR ылғалдандырғышы және қоюландырғыш зат натрий карбоксиметилцеллюлозасы қолданылды.

3. Арнайы жасалған дайындау хаттамаларын қолдана отырып, бос үлгі және L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub>, L<sub>4</sub>, L<sub>5</sub> және L<sub>6</sub> деп белгіленген формулаларды қоса алғанда, әртүрлі тәжірибелік ерітінділер бақыланатын жағдайларда жиналды. Жинау процесі 160-170 °C температура диапазонында жүргізілді, сорғының ағын жылдамдығы 4-тен 10 мл/мин аралығында сақталды. Бұл мұқият бақыланатын параметрлер ерітінділердің қайталанатын түзілуін қамтамасыз етті және кейінгі талдаулар үшін жиналған үлгілердің тұрақтылығы мен біркелкілігін сақтады.

4. Микробөлшектер сканерлеуші электронды микроскопия, бөлшектердің мөлшерінің таралуын талдау, FT-IR спектроскопиясы және УК көрінетін спектроскопияны қолдана отырып, морфологиясы мен химиялық құрамы бойынша зерттелді. СЭМ бейнелеу әртүрлі микробөлшектердің арасында L<sub>5</sub> тамаша өнім шығымын, бөлшектердің мөлшерінің біркелкі таралуын және сфераға жақын морфологияны көрсеткенін көрсетті. L<sub>5</sub> микробөлшектері 90,02% жоғары инкапсуляция тиімділігін және 9,98% беткі май құрамын көрсетті. Метанола бар L<sub>5</sub> микробөлшектері инкапсуляция тиімділігінің төмендігін көрсетті, ол шамамен 10% құрады.

5. Микробөлшектерді материалдарға жағу үшін спрей және терең батыру әдістері қолданылды. Зерттеу көрсеткендей, спрей әдісі микробөлшектерді былғары ұлтарактарға жағу үшін қолайлырақ, себебі спрей жұқа, үздіксіз жабын астында микробөлшек қабатының біркелкі таралуына әкелді.

6. Хитозанның FT-IR спектрі  $3450\text{ см}^{-1}$ -дегі өзінің сипаттамалық шыңдары N-H және O-H созылу тербелістеріне сәйкес келетінін,  $2912$  және  $2862\text{ см}^{-1}$ -де сәйкесінше C-H байланыстарының асимметриялық және симметриялы созылу тербелістеріне сәйкес келетінін көрсетті. LEO спектрі O-H созылу тербелістеріне (спирт тобы) байланысты  $3600\text{--}3200\text{ см}^{-1}$  диапазонындағы сипаттамалық жолақтарын көрсетті, ал  $2881$  және  $2966\text{ см}^{-1}$  жолақтары C-H созылуының бар екенін көрсетті.  $L_5$  микробөлшектердің FT-IR спектрі айтарлықтай өзгерістерге ұшырамады және қабық полимеріне де, эфир майына да ұқсады.

7. Микробөлшектердің n-гексанмен *in vitro* босатылуының нәтижелері 1 сағат ішінде  $0,985\text{ мг/мл}$ -ден 6 сағат ішінде  $6,86\text{ мг/мл}$ -ге дейін біртіндеп және баяу босатылуын көрсетті, бұл фосфат буферінің тұзды ерітіндісімен жанасқанда уақыт өте келе артты. Бұл бақылау лавр майының ортада тез ыдырауын көрсетті. Метанолмен микробөлшектердің *in vitro* босатылу нәтижелері босатылуды көрсетпеді, ол 60 минутта  $\text{мг/мл}$ -де  $0,01$  болды, ал 360 минуттан кейін шамамен  $0,01\text{ мг/мл}$  болды.

8. Микробөлшектермен өңделген былғары үлгілерін сканерлейтін электронды микроскопиялық талдау микробөлшектердің беті бойынша сәтті тасымалдануын және біркелкі таралуын көрсетті. Жоғары ажыратымдылықтағы кескіндер микробөлшектердің ұлтарактарға агрегациясыз немесе біркелкі емес тұнбасыз тиімді жабысқанын растады. Сонымен қатар, былғарының құрылымдық тұтастығы жағудан кейін сақталды, бұл микроскопиялық деңгейде жарықтардың, талшықтардың бұзылуының немесе бетінің деформациясының болмауымен дәлелденді. Бұл нәтижелер қолданылған микробөлшектерді өңдеудің былғары матрицасымен үйлесімді екенін, материалдың ішкі морфологиялық сипаттамаларын сақтай отырып, функционалды агенттерді қосуға мүмкіндік беретінін көрсетеді.

9. *In vitro* былғары бөлінуін зерттеу фосфат-буферлі тұзды ерітіндіге ұшыраған кезде микробөлшектерден DC-O бөлінуі уақыт өте келе біртіндеп артатынын көрсетті, бұл LEO-ның тез ыдырауын көрсетеді.

10. 1, 2, 3 астар және бес түрлі ерітіндімен өңделген былғары үлгілері үшін L (жарықтық), a (қызыл-жасыл) және  $b^*$  (сары-көк) параметрлерімен көрсетілген колориметриялық талдау нәтижелері түс сипаттамаларында айтарлықтай өзгерістерді көрсетті. Жалпы алғанда, өңделген материалдардың көпшілігінде бастапқы, өңделмеген күйімен салыстырғанда  $L^*$  мәндерінің төмендеуі байқалды, бұл үлгілердің қолданғаннан кейін күңгірттенгенін көрсетеді. Сонымен қатар, материалдардың реңкі мен хроматикалық қасиеттерінің нәзік өзгерістерін көрсететін  $a^*$  және  $b^*$  мәндерінің ауытқулары байқалды. Бұл зерттеулер қолданылған өңдеулердің былғары мен астар материалдарының көрнекі көрінісіне өлшенетін әсер еткенін көрсетеді, бұл әрлеу процестерінің эстетикалық үйлесімділігін бағалау үшін маңызды.

11. Микробөлшектермен қапталған былғары ұлтарактар мен аяқ киім астарларының үлгілеріне жүргізілген микробиологиялық талдаулар айқын микробқа қарсы қасиеттерге ие екенін растады. Барлық былғары және астар үлгілерінің нұсқалары тексерілген микроорганизмдерге қарсы айтарлықтай

микробқа қарсы тиімділік көрсетті, әсіресе *Candida albicans*-қа қарсы DC-O тиімділігін атап өтуге болады. Иілгіштікке төзімділік сынақтарында ол 12+13 мм аймақтарды көрсетті, ал үйкеліссіз және ылғалды үйкеліс сынақтарында ол 12+10 мм аймақтарды көрсетті. Бұл аналитикалық деректер лавр майы мен хитозан микробөлшектерін былғары ұлтарақтар мен астарларға жағу табиғи ингредиенттерді пайдалана отырып, гигиенаны бақылаудың тиімді әдісі екенін растайды.

12. Барлық сынақ және талдау нәтижелері бактерияға қарсы микробөлшектердің спреймен кептіру арқылы алынғанын және ұлтарақтарға сәтті енгізілгенін көрсетеді. Патологиялық ауытқулары бар адамдардың аяқ киіміндегі жағымсыз иістер мен бактериялардың көбеюінің олардың өмір сүру сапасына теріс әсерін зерттеген кезде, бұл зерттеу маңызды мәселені шеше алады және ерітіндінің улы емес табиғатына байланысты басқа бактерияға қарсы химиялық заттарға қарағанда артықшылықтар ұсынады. Қорытындылай келе, бұл зерттеу тек табанның патологиялық ауытқулары бар адамдар үшін ғана емес, сонымен қатар барлық тұтынушылар үшін пайдалы бола алады.