

FTAMP 64.41.23

А.К. Байдильдаева¹ – негізгі автор, ©
Х.А. Каравана², И.С. Джиембетова³,
Г.Б. Джумабекова⁴, Б. Абзалбекұлы⁵



¹Магистр, ²PhD, профессор, ^{3,4,5}PhD, доцент

ORCID

¹<https://orcid.org/0000-0002-7996-646X> ²<https://orcid.org/0000-0002-0924-105X>

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



²Эге университеті, Измир қ., Түркия



¹asel.baydildaeva.95@mail.ru

<https://doi.org/10.55956/FVMJ3854>

БЫЛҒАРЫ МЕН АЯҚ КИІМ АСТАРЫНА ӨНДЕЛГЕН МИКРОБӨЛШЕКТЕРДІҢ ЖҮКТЕУ ТИІМДІЛІГІ ЖӘНЕ IN VITRO БОСАТУ ЗЕРТТЕУЛЕРІ

Аңдатпа. Берілген мақалада лавр майының аяқ киім астарларында жүктеу тиімділігін және былғарыға жағылған лавр майы микробөлшектерінің *in vitro* босатуы зерттелінді. Аяқ киім астар материалдарына жағылған 5 түрлі ерітінділердің жүктеу тиімділігі айқындалды. Жуылмаған астар материалдары мен 3 рет қайталанып жуылған материалдарда жүктеу тиімділігінің нәтижелері алынды. Лавр майы бар микробөлшектерімен сіңдірілген былғарыдан 24 сағаттық кезең ішінде лавр майының бөлінуі, яғни *in vitro* босатуының нәтижелері анықталды. Микробөлшектердің фосфатты буферленген тұзды ерітіндімен (PBS) байланысы қарастырылды. Нәтижесінде Solution-3 ерітіндісі бар астарда лавр майының жүктеу тиімділігі жоғары болғаны және терең батыру әдісімен жағылған май (DC-O) үлгілерінен жоғары *in vitro* босатуы көрсеткені дәлелденді.

Тірек сөздер: аяқ киім, былғары, астар, микробөлшектер, *in vitro*.



Байдильдаева, А.К. Былғары мен аяқ киім астарына өңделген микробөлшектердің жүктеу тиімділігі және *in vitro* босату зерттеулері [Мәтін] / А.К. Байдильдаева, Х.А. Каравана, И.С. Джиембетова, Г.Б. Джумабекова, Б. Абзалбекұлы // Механика және технологиялар / Ғылыми журнал. – 2025. – №3(89). – Б.211-216. <https://doi.org/10.55956/FVMJ3854>

Кіріспе. Былғары – жануарлар терісін, көбінесе ірі қара мал терісін илеу арқылы алынатын берік және икемді материал. Былғары – аяқ киімнің кең ассортиментін жасау үшін кеңінен қолданылатын табиғи материал. Оның бірегей сипаттамаларына жоғары созылу беріктігі, серпімділік, жыртылуға төзімділік, жоғары кеуектілік және ауа өткізгіштік жатады. Аяқ киімнің түріне және оның мақсатына байланысты белгілі бір сипаттамалары бар былғары түрлері қажет [1]. Осы мақсатта суға төзімділік, олеофобтық, тер бөліну, отқа төзімділік, микробқа қарсы қасиеттер және тозуға төзімділік немесе антистатикалық қасиеттер сияқты кейбір былғары қасиеттерін

жақсарту үшін илеуден кейінгі операциялар кезінде көптеген әрлеу қоспалары мен өңдеулер қолданылады.

Аяқ киімнің астары адамның аяғымен тікелей байланыста болатын аяқ киімнің ішкі материалы. Ол көптеген функционалдық және эстетикалық мақсаттарға қызмет етеді, соның ішінде жайлылықты арттыру, ылғал мен температураны басқару. Аяқ киім конструкциясы мен материалтану саласындағы академиялық зерттеулерде астарлар көбінесе олардың жылу реттеу қасиеттеріне, ылғалды сіңіру мүмкіндіктеріне және адамның қанағаттануына әсері үшін талданады.

Антибактериалды әрлеудің перспективті әдістерінің бірі материалдарды микрокапсулденген препараттармен өңдеу болып табылады. Бұл ұзақ әрекетті қамтамасыз етеді және белсенді заттың ең аз концентрациясын пайдалану мүмкіндігіне және оның бақыланатын шығарылуына байланысты адамдар үшін қауіпсіз болып келеді. Микрокапсулдау әртүрлі салаларда қолданылады [2]. Материалдарды микрокапсулдаудың жаңа технологиясын енгізу инновациялық сапасы мен функционалдық көрсеткіштері бар мүлдем бірегей өнім алуға мүмкіндік береді. Микрокапсулдау – функционалды затты буланудан, ластанудан және қоршаған ортаның басқа да әсерлерінен қорғайтын және заттың ұзақ уақыт бойы бөлінуіне мүмкіндік беретін қабықшаға салу процесі.

Лавр майы өсімдіктің жапырақтарынан, жемістерінен және гүлдерінен алынады, тәтті-дәмді хош иісі бар [3]. Лавр майы биоактивті қасиеттердің кең ауқымын көрсетеді, бұл оны фармакологиялық, дерматологиялық және косметикалық қолдануда құнды етеді. Оның негізгі артықшылықтарының бірі артрит және ревматизм сияқты тірек-қимыл аппаратының ауруларын емдеуде құжатталған қабынуға қарсы потенциалында жатыр. Жергілікті қолданғанда лавр майы қабыну мен ауырсынуды азайтуға ықпал ете алады.

Бұл мақала лавр майының аяқ киім астарларында жүктеу тиімділігін және былғарыға жағылған лавр майы микробөлшектерінің *in vitro* босатуын анықтауға мүмкіндік береді.

Зерттеу шарттары мен әдістері. Зерттеуде аяқ киім астар материалдарында бекітілген лавр майын анықтау үшін UV-Vis спектрофотометрінің көмегімен стандартты сызық сызылды. Лавр майы әртүрлі концентрацияларда n-гександа ерітілді және дайындалған ерітінділердің сіңіру мәндері 268 нм толқын ұзындығында UV-Vis спектрофотометрінің көмегімен анықталды.

Стандартты сызық декларациясы келесі формуламен анықталды:

$$y = (5,62 \times 10^{-2})x + (8,96 \times 10^{-3}) \quad (1)$$

R^2 мәні 0,99 ретінде есептелді.

Лавр майының әр түрлі типтегі астарларда адгезиялық қабілетін анықтау үшін n-гексан көмегімен жуылмаған және қатарынан үш рет жуылған астар маталар экстракцияланды. Ерітінділер 0,45 мкм мембраналық фильтрмен сүзілгеннен кейін, өлшеулер UV-Vis спектрофотометрімен жүргізілді.

Былғарыға өңделген микробөлшектердің *in vitro* босатуын зерттеу үшін 20 мл PBS:n-гексан қоспасынан тұратын жұмыс ортасы қолданылды. Өрқайсысы 2,5 мл үлгілер белгілі бір аралықпен жиналып, 268 нм-де UV-Vis спектрофотометрінде өлшенді. Өлшемдер үш реттен жүргізілді.

Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау. Әр түрлі маталардағы лавр майын жүктеу тиімділігі. Бір, екі және үш нөмерлі (Lining 1, Lining 2, Lining 3) аяқ киім астар материалдарына жағылған 5 түрлі ерітінділер [4] арасында Solution-3 ерітіндісі бар астарда лавр майының жүктеу тиімділігі басқа ерітінділермен өңделген астарлармен салыстырғанда жоғары болғаны анықталды. Үш рет жуудан кейін эфир майының қатынасы төмендеді, бірақ матада әлі де эфир майы болды. Барлық астарлар құрылымында эфир майын сақтай алады. Эфир майымен өңделген маталар мен микрокапсулалармен өңделген маталар арасында айтарлықтай айырмашылық байқалмады. Жуылмаған маталарды жүктеу тиімділігі және 3 рет жуудан кейінгі жүктеу тиімділігі сәйкесінше 1 және 2-кестелерде келтірілген.

Кесте 1

Жуылмаған маталарды жүктеу тиімділігі

Аты	Қысық астындағы аймақ (268 нм)	Концентрация (мг/мл)
Solution-1-Lining1-1	0,264	4,536
Solution-1-Lining1-2	0,256	4,394
Solution-1-Lining2-1	0,389	6,759
Solution-1-Lining2-2	0,336	5,816
Solution-1-Lining3-1	0,224	3,825
Solution-1-Lining3-2	0,247	4,234
Solution-2-Lining1-1	0,255	4,376
Solution-2-Lining1-2	0,175	2,953
Solution-2-Lining2-1	0,19	3,22
Solution-2-Lining2-2	0,221	3,771
Solution-2-Lining3-1	0,324	5,603
Solution-2-Lining3-2	0,365	6,332
Solution-3-Lining1-1	0,288	4,963
Solution-3-Lining1-2	0,271	4,66
Solution-3-Lining2-1	0,266	4,572
Solution-3-Lining2-2	0,312	5,39
Solution-3-Lining3-1	0,325	5,621
Solution-3-Lining3-2	0,405	7,044
Solution-4-Lining1-1	0,177	2,989
Solution-4-Lining1-2	0,191	3,238
Solution-4-Lining2-1	0,23	3,931
Solution-4-Lining2-2	0,232	3,967
Solution-4-Lining3-1	0,361	6,261
Solution-4-Lining3-2	0,233	3,985

Кесте 2

3 рет жуудан кейінгі жүктеу тиімділігі

Аты	Қысық астындағы аймақ (268 нм)	Концентрация (мг/мл)
1	2	3
Solution-1-Lining1-1	0,064	0,979
Solution-1-Lining1-2	0,061667	0,937
Solution-1-Lining2-1	0,133333	2,212
Solution-1-Lining2-2	0,156333	2,621
Solution-1-Lining3-1	0,090667	1,453
Solution-1-Lining3-2	0,055667	0,831
Solution-2-Lining1-1	0,057333	0,860

2-кестенің жалғасы

1	2	3
Solution-2-Lining1-2	0,049	0,712
Solution-2-Lining2-1	0,118333	1,945
Solution-2-Lining2-2	0,136	2,259
Solution-2-Lining3-1	0,069	1,068
Solution-2-Lining3-2	0,058	0,872
Solution-3-Lining1-1	0,034333	0,451
Solution-3-Lining1-2	0,041333	0,576
Solution-3-Lining2-1	0,072667	1,133
Solution-3-Lining2-2	0,084333	1,341
Solution-3-Lining3-1	0,060333	0,914
Solution-3-Lining3-2	0,059	0,890
Solution-4-Lining1-1	0,068667	1,062
Solution-4-Lining1-2	0,032333	0,416
Solution-4-Lining2-1	0,083667	1,329
Solution-4-Lining2-2	0,115667	1,898
Solution-4-Lining3-1	0,155	2,597
Solution-4-Lining3-2	0,151333	2,532

Былғарыға өңделген микробөлшектердің *in vitro* босатуы. Лавр майы бар микробөлшектерімен сіндірілген былғарыдан 24 сағаттық кезең ішінде лавр майының бөлінуі, яғни *in vitro* босатуының нәтижелері анықталды. Терең батыру әдісімен жағылған май (DC-O) былғарыға сіндірілген лавр майының босату әрекеті үшін анықтамалық қызметі атқарды. Микробөлшектер ерекше сипаттамаларды көрсетті, олар шамалы бастапқы босатудан бастап, одан кейінгі тұрақты босату жылдамдығымен жалғасты. Микробөлшектерден DC-O (лавр майы) босатуы уақыт өте келе фосфатты буферленген тұзды ерітіндімен (PBS) байланыста болған кезде біртіндеп күшейе түскені байқалды. Бұл құбылыс лавр майының PBS ортасында жылдам ыдырауға ұшырайтынын көрсетті, бұл PBS-тің аз сілтілі табиғатына байланысты.

Жасалған формуладағы хитозан концентрациясының ауытқуы *in vitro* босату жылдамдығына айтарлықтай әсер етпейтіні байқалды. Әртүрлі формулаларды салыстырмалы талдау арқылы терең батыру әдісімен жағылған май (DC-O) үлгілерінен дәрілік бөліну коэффициенті басқа формулалы үлгілерден асып түсетіні анықталды, нақтырақ айтқанда терең батыру әдісімен жағылған лавр майы микрокапсулдары (DC-M), спрей әдісімен жағылған лавр майы микрокапсулдары (S-M) және спрей әдісімен жағылған екі еселенген лавр майы микрокапсулдары (S-2M) үлгілерінен жоғары. DC-M үлгісінде байқалған босату жылдамдығы ең баяу болды. Оның себебі терең батыру әдісінде ерітіндінің тиімсіз жағылуына байланысты, бұл электрондық микроскопты сканерлеу кескіндері нәтижесінде анықталды [5]. Былғарыда микробөлшектердің шектеулі көрінісінің себебі концентрлі микробөлшек ерітіндісін пайдаланғанына қарамастан, салыстырмалы түрде ауыр микробөлшектердің терең батыру процесі кезінде сырғып кетуі мүмкін екенін көрсетеді. S-2M үлгісі S-M-мен салыстырғанда баяу *in vitro* босатылуын көрсетті. Бұл құбылыс микробөлшектердің материалдың астына терең еніп, олардың шығуын қиындатумен байланысты деп саналады. Барлық өңделген былғарылардың *in vitro* босатуының нәтижелері PBS:n-гексаны бар микробөлшектердің *in vitro* босатуының нәтижелері секілді уақыт өте келе

өсті. Формулаларды бір-бірімен салыстыра отырып, S-M былғарысының дәрілік бөлінуі n-гексан микробөлшектерімен ұқсас концентрацияға ие екені анықталды. Былғарыға өңделген микробөлшектердің *in vitro* босатуы және стандартты ауытқу мәндері сәйкесінше 3 және 4-кестелерде көрсетілген.

Кесте 3

Былғарыға өңделген микробөлшектердің *in vitro* босатуы

Уақыт (сағ)	Уақыт (мин)	S-M	S-2M	DC-M	DC-O
0	0	0	0	0	0
0,50	30,00	9,62	4,76	2,135943	5,7361803
1,00	60,00	21,77	11,48	3,405575	11,831198
1,50	90,00	32,62	16,25	6,96204	24,48019
3,00	180,00	41,54	21,02	11,20356	28,006999
4,00	240,00	51,87	31,39	16,22206	46,726572
5,00	300,00	59,32	42,72	22,04721	66,943772
6,00	360,00	67,80	58,01	27,32076	86,054804
24,00	1440,00	83,81	74,43	32,11091	116,0911

Кесте 4

Стандартты ауытқу

Уақыт (сағ)	Уақыт (мин)	S-M	S-2M	DC-M	DC-O
0	0	0	0	0	0
0,50	30,00	0,709308	2,076467	0,03558719	0,358472
1,00	60,00	0,156644	1,947189	0,67810432	2,88189
1,50	90,00	2,278731	3,006315	1,22287014	11,96552
3,00	180,00	4,445361	5,302583	3,01428343	12,65057
4,00	240,00	0,692024	7,251982	5,80615655	1,663046
5,00	300,00	2,998412	4,495266	9,84108246	12,71192
6,00	360,00	3,458343	7,75946	13,3169021	14,93097
24,00	1440,00	3,338203	10,14398	15,751075	28,18255

Қорытынды. Лавр майы 1,8-цинол, эвгенол және линалол сияқты белсенді қосылыстардың болуына байланысты микробқа қарсы және саңырауқұлаққа қарсы қасиеттерге ие. Бұл ингредиенттер әртүрлі бактериялық және саңырауқұлақ штамдарына қарсы тиімділігін көрсетеді және лавр майын тері инфекцияларын, жараларды және дерматитті емдеуге қолайлы етеді. Зерттеу нәтижелерінде жасалған 5 түрлі ерітінділер арасында Solution-3 ерітіндісі бар астарда лавр майының жүктеу тиімділігі жоғары көрсеткіш көрсетті. Былғарыға терең батыру әдісімен жағылған май (DC-O) үлгісі басқа үлгілермен салыстырғанда жоғары *in vitro* босатуы көрсеткені айқындалды.

Әдебиеттер тізімі

1. Yılmaz B., Karavana H. Application of Chitosan-Encapsulated Orange Oil onto Footwear Insock Leathers // Johnson Matthey Technology Review. – 2020. – Vol. 64. – P. 443-451.
2. Li Y., Ai L., Yokoyama W., Shoemaker C.F., Wei D., Ma J., Zhong F. Properties of chitosan-microencapsulated orange oil prepared by spray-drying and its stability to detergents // Journal of Agricultural and Food Chemistry. – 2013.
3. Bielak E., Marcinkowska E., Sygula-Cholewiriska J., Golonka J. An examination of antimicrobial activity of lining leathers fatliquored with essential oils // Journal of the American Leather Chemists Association. – 2016.

4. 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. – Sciendo: ICAMS, 2024. – P. 24-29.
5. 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.

Материал редакцияға 17.04.25 түсті, 21.08.25 қабылданды.

А.К. Байдильдаева¹, Х.А. Каравана²,
И.С. Джиёмбетова¹, Г.Б. Джумабекова¹, Б. Абзалбекұлы¹

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

²Университет Эге, г. Измир, Турция

ИССЛЕДОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗАГРУЗКИ И *IN VITRO* ВЫСВОБОЖДЕНИЯ МИКРОЧАСТИЦ, ОБРАБОТАННЫХ НА ОБУВНЫХ ПОДКЛАДКАХ И КОЖИ

Аннотация. В статье исследована эффективность загрузки лаврового масла на подкладку обуви и *in vitro* высвобождение микрочастиц лаврового масла, нанесенных на кожу. Была определена эффективность загрузки 5 различных растворов, применяемых к материалам для подкладки обуви. Результаты эффективности загрузки были получены для непромытых подкладочных материалов и материалов, промытых 3 раза. Определены результаты *in vitro* высвобождения лаврового масла из кожи, пропитанной микрочастицами лаврового масла, в течение 24 часов. Было исследовано связывание микрочастиц с фосфатно-солевым буферным раствором (PBS). В результате было доказано, что эффективность загрузки лаврового масла была выше в растворе Solution-3 и показала более высокое высвобождение *in vitro* в образце нанесенный методом глубокого погружения (DC-O).

Ключевые слова: обувь, кожа, подкладка, микрочастицы, *in vitro*.

А.К. Baidildayeva¹, H.A. Karavana²,
I.S. Jiyembetova¹, G.B. Jumabekova¹, B. Abzalbekuly¹

¹Taraz university named after M.H. Dulaty, Taraz, Kazakhstan

²Ege University, Izmir, Turkiye

LOADING EFFICIENCY AND *IN VITRO* RELEASE STUDIES OF MICROPARTICLES TREATED ON LEATHER AND FOOTWEAR LININGS

Abstract. The article investigates the efficiency of loading laurel oil on footwear lining and *in vitro* release of laurel oil microparticles applied to leather. The loading efficiency of 5 different solutions applied to footwear lining materials was determined. The loading efficiency results were obtained for unwashed lining materials and materials washed 3 times. The *in vitro* release results of laurel oil from leather impregnated with laurel oil microparticles for 24 hours were determined. The binding of microparticles to phosphate buffered saline (PBS) was investigated. As a result, it was proven that the loading efficiency of laurel oil was higher in Solution-3 and showed higher *in vitro* release in the sample applied by deep immersion method (DC-O).

Keywords: footwear, leather, lining, microparticles, *in vitro*.