

ӨСІМДІК ТЕКТІ АНТИМИКРОБТЫҚ КОМПОНЕНТТЕР НЕГІЗІНДЕ ТАҢҒЫШ МАТЕРИАЛДАР ӘЗІРЛЕУ

А. БУРКИТБАЙ , Қ.Ж. ҚАЛДЫБЕК , Б.Р. ТАУСАРОВА , Е. ТАКЕЙ* 

(Алматы технологиялық университеті, Қазақстан Республикасы, 050012, Алматы қ., Төле би к-сі, 100)
Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: yergengul@list.ru*

Антимикробтық таңғыш материалдар жарاقاتтарды, жараларды емдеуде маңызды рөл атқарады. Олар микробтық асқынуды бақылап, созылмалы қабынудың алдын алады және терінің жылдам қалпына келуіне ықпал етеді. Мұндай материалдар созылмалы жараларды (мысалы, трофикалық жаралар, диабеттік табан жаралары), күйіктерді, жұқпалы хирургиялық жараларды асқину қаупі жоғары инфекциядан қорғау мақсатында қолданылады. Таңғыш материалдарда табиғи заттарды антибактериалдық агенттер ретінде пайдалану белсенді түрде зерттелуде. Ғылыми зерттеулер прополис, бал, хитозан және эфир майлары сияқты заттардың тиімділігін растайды. Олар жұмсақ, әрі тұрақты биоцидтік қасиетке ие, жанама әсерлері жоқ. Зерттеу жұмысымызда екі түрлі құрамда өңделген дәкенің биоцидтік тұрақтылығын анықтау мақсатында материал үлгілері топырақ микрофлорасының әсеріне түсірілді. Микрофлораның әсеріне ұшыраған өңделмеген дәке материалдары көгеріп, иірі бастаған, ал табиғи биоцидтермен өңделген материалдар аса бұзылысқа ұшырамағаны байқалады. Соның ішінде жусан сызындысы мен хитозан негізіндегі құрамда өңделген материалдың биоцидтік тұрақтылығы жоғары екені дәлелденді. Өңделген материал талшықтарының морфологиялық өзгерісін анықтау үшін электрондық сканирлеуші микроскоптың көмегімен зерттеу жүргізілді. Талшықтың бетінде биоцидтік заттардың бөліктері біртегіс орналасқаны байқалады. Өңдеуден кейінгі дәке материалдарының ауа өткізгіштік және сіңіргіштік қасиеттері де аса өзгеріске ұшырамаған. Зерттеу жұмысын Қазақстан Республикасының Ғылым және жоғары білім министрілігінің Ғылым комитеті қаржыландырған (Грант № AP25794653).

Негізгі сөздер: өсімдік текті биоцид, жусан, лавр жапырағы, хитозан, эфир майлары, антимикробтық таңғыш.

РАЗРАБОТКА ПЕРЕВЯЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ С РАСТИТЕЛЬНЫМИ АНТИМИКРОБНЫМИ КОМПОНЕНТАМИ

А. БУРКИТБАЙ, Қ.Ж. ҚАЛДЫБЕК, Б.Р. ТАУСАРОВА, Е. ТАКЕЙ*

(Алматинский технологический университет, Республика Казахстан, 050012, г. Алматы, ул. Төле би, 100)
Электронная почта автора-корреспондента: yergengul@list.ru*

Антимикробные перевязочные материалы играют важную роль в лечении инфицированных ран. Они помогают контролировать микробные осложнения, предотвращают развитие хронического воспаления и способствуют ускоренному восстановлению кожного покрова. Такие материалы применяются для защиты от инфекции при лечении хронических ран (например, трофических язв, диабетических язв стопы), ожогов и инфицированных послеоперационных ран, где существует высокий риск осложнений. В настоящее время активно исследуется возможность использования природных веществ в качестве антибактериальных агентов в перевязочных материалах. Научные данные подтверждают эффективность таких веществ, как прополис, мёд, хитозан и эфирные масла. Эти компоненты обладают мягким, но устойчивым биоцидным действием и не вызывают побочных эффектов. В рамках нашего исследования образцы марли, обработанные двумя различными составами, подвергались воздействию почвенной микрофлоры с целью определения биоцидной устойчивости. Необработанные образцы марли при воздействии микрофлоры начали плесневеть и разлагаться, тогда как материалы, обработанные натуральными биоцидами, показали меньшую степень разрушения. Особенно высокая биоцидная устойчивость была зафиксирована у образцов, обработанных составом на основе экстракта полыни и хитозана. Для оценки морфологических изменений волокон после обработки было проведено исследование с использованием сканирующего электронного микроскопа. На поверхности волокон наблюдалось равномерное распределение частиц биоцидных веществ. При этом

воздухопроницаемость и впитывающая способность обработанных марлевых материалов остались без существенных изменений. Исследование финансировалось Комитетом науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан (Грант № AP25794653).

Ключевые слова: растительный биоцид, полынь, лавровый лист, хитозан, эфирные масла, антимикробная повязка.

DEVELOPMENT OF DRESSING MATERIALS WITH PLANT-BASED ANTIMICROBIAL COMPONENTS

A. BURKITBAY, K.ZH. KALDYBEK, B.R. TAUSSAROVA, Y.E. TAKEY*

(Almaty Technological University, Kazakhstan, 050012, Almaty, Tole bi st., 100)

Corresponding author's e-mail: yergengul@list.ru*

Antimicrobial dressing materials play an important role in the treatment of infected wounds. They help control microbial complications, prevent the development of chronic inflammation, and promote faster skin regeneration. Such materials are used to protect against infection in the treatment of chronic wounds (e.g., trophic ulcers, diabetic foot ulcers), burns, and infected postoperative wounds where there is a high risk of complications. Currently, the potential use of natural substances as antibacterial agents in dressing materials is being actively studied. Scientific data confirm the effectiveness of such substances as propolis, honey, chitosan, and essential oils. These components possess mild but persistent biocidal activity and do not cause side effects. As part of our research, gauze samples treated with two different formulations were exposed to soil microflora to determine the microbiological resistance coefficient. Untreated gauze samples, when exposed to microflora, began to mold and decompose, whereas materials treated with natural biocides showed significantly lower levels of degradation. Particularly high microbiological resistance was observed in samples treated with a formulation based on wormwood extract and chitosan. To assess the morphological changes in the fibers after treatment, a study using a scanning electron microscope was conducted. A uniform distribution of biocidal particles on the fiber surface was observed. At the same time, the air permeability and absorbency of the treated gauze materials remained largely unchanged. The research was funded by the Science Committee of the Ministry of Science and higher education of the Republic of the Kazakhstan (Grant No. AP25794653).

Keywords: plant-based biocide, wormwood, bay leaf, chitosan, essential oils, antimicrobial dressing.

Kіpіcne

Антимикробтық таңғыш материалдар жарақаттар мен жараларды емдеуде маңызды рөл атқарады. Олар микробтық асқынуды бақылап, созылмалы қабынудың алдын алады және терінің жылдам қалпына келуіне ықпал етеді.

Мұндай материалдар созылмалы жараларды (мысалы, трофикалық жаралар, диабеттік табан жаралары), күйіктерді, жұқпалы хирургиялық жараларды асқыну қаупі жоғары инфекциядан қорғау мақсатында қолданылады.

Олар инфекцияны локализациялауға, жүйелі антибиотикалық терапияға қажеттілікті азайтуға және регенерация процестерін жеделдетуге мүмкіндік береді.

Таңғыштарда ең көп қолданылатын антимикробтық заттар (кесте 1):

- синтетикалық агенттер: күміс (иондық және нанобөлшектер түрінде), йод және повидон-

йод, хлоргексидин, полиэксаметилен бигуанид, мыс және мырыш нанобөлшектері;

- табиғи агенттер: хитозан (шаян тәрізділердің хитинінен алынатын), эфир майлары (шай ағашы, тимьян, лаванда), өсімдік сығындылары (алоэ вера, календула, прополис), бал (әсіресе манука).

Тері беті зақымданғаннан кейін жараның бетінде оның жазылуын тежейтін және инфекциялық асқыну тудыратын келесі микроорганизмдер колонизациясы пайда болуы мүмкін:

- *Staphylococcus aureus*, оның ішінде MRSA;

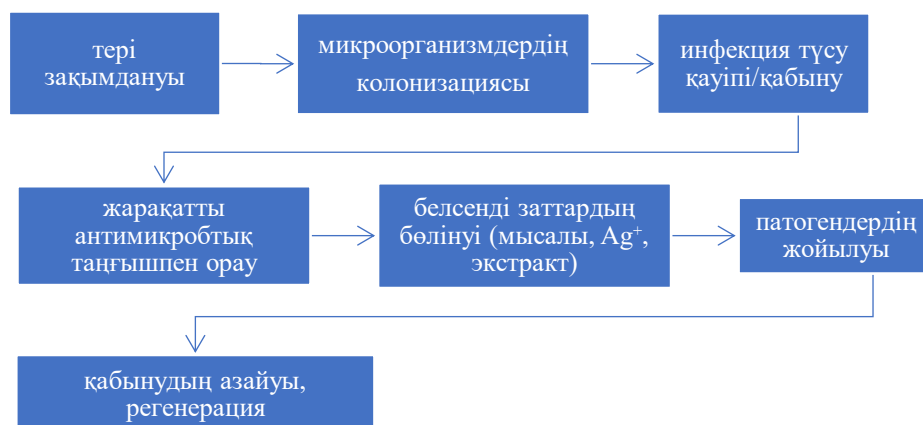
- *Pseudomonas aeruginosa*;

- *Escherichia coli*;

- *Enterococcus faecalis*;

- *Candida albicans* және басқа саңырауқұлақтар.

Микроорганизмдерден жарақат бетінде биоқабыршақтар пайда болады, жергілікті қан айналым нашарлап, қабыну басталады.



Сурет 1. Антимикробтық таңғыш материалдардың әсер ету механизмі

Таңғыш материалдарда табиғи заттарды антибактериалдық агенттер ретінде пайдалану белсенді түрде зерттелуде. Ғылыми зерттеулер прополис, бал, хитозан және эфир майлары сияқты заттардың тиімділігін растайды (сурет 1). Олар жұмсақ, әрі тұрақты биоцидтік қасиетке ие, жанама әсерлері жоқ.

Табиғи биоцидтік препараттардың негізгі артықшылықтары:

- шығу тегі табиғи;
- жоғары биоүйлесімді;
- терінің жетілуін жеделдетеді;
- ұзақ уақыт қолданғанда резистенттік тудырмайды.

Соңғы жылдары жарақаттарды емдеуге арналған биоүйлесімді, экологиялық қауіпсіз таңғыш материалдар алуға бағытталған жұмыстар белсенді жүргізіле бастады. Заманауи зерттеулер жаңа буын таңғыш заттарын алуда өсімдік экстрактарын, эфир майларын және жасыл биоцидтерді қолдануға бағытталған.

Көптеген жұмыстар [1, 2] эфир майлары мен өсімдік экстракттарының күшті табиғи антимикробтық агенттер екенін дәлелдеп жатыр. Олар *Staphylococcus aureus* және *Pseudomonas aeruginosa* сияқты кең спектрлі патогендік микроорганизмдерге қарсы белсенділік танытады, әрі дәстүрлі антибиотиктер сияқты бактерияларға тұрақтылық туғызбайды.

Өсімдік компоненттерін электроспиндік талшықтар сияқты нанокұрылымдық материалдарда пайдалану арқылы белсенді заттардың біртіндеп бөлінуін қадағалай отырып таңғыштың әсерін арттыруға болады [3, 4].

Кейбір авторлар түймедақ, алоэ вера және қалампыр сығындыларын поликапролактон, целлюлоза және альгинат матрицаларына сіңірген. Көп зерттеулерде табиғи және синтетикалық компоненттер үйлестіріліп пайдаланылған. Мысалы [5] трагакант сағызымен және

емдік шөптердің сығындысымен өңделген целлюлоза матасы негізіндегі көп қабатты таңғыш материал ұсынылған.

Зерттеушілер [6-11] антисептик компонент ретінде өсімдік агентімен бірге күміс, цинк оксиді иондары және кастор майы сияқты қауіпсіз химиялық биоцидтерді қолданады. Бұл қосылыс-тар нанобөлшек түрінде немесе гидрогель құрамында жоғары бактерицидтік қасиет көрсетеді.

Табиғи антисептиктер сіңірілген гидрогель таңғыштары үлкен қызығушылық тудыруда [7]. Олар ылғалды ұстап тұрады және жараның жазылуына қолайлы орта жасайды. Табиғи антимикробтық агенттер қосылған бұл материалдар жарақатты жетілдіретін және антибактериалдық қасиетке ие.

Келесі зерттеулер [12-15] өсімдік текті және химиялық компоненттерді араластыру арқылы таңғыш материалдардың уыттылығын арттырмай, антибактериалдық белсенділігін көтеруге болатынын дәлелдеді.

Зерттеу әдістері мен материалдары

Зерттеуде таңғыш материал ретінде медициналық мақта талшығынан алынған, стерильді емес дәке пайдаланылды.

Таңғыш материалдарға биоцидтік қасиет беру мақсатында келесі антимикробтық заттарды қолданылды:

1-құрам:

- жусан сығындысы - 0,5%
- Хитозан - 1%
- глицерин - 5%
- су - 100% дейін.

Материалды өңдеу технологиясы:

1. Жусан сығындысын хитозан және глицеринмен араластыру;
2. қажетті мөлшерде су құю;
3. таңғыш материалды (дәке) алынған ерітіндіде сіңіру.

4. 80 °C-де 15 мин кептіру.

2-құрам:

- Лавр жапырағының экстракты - 1%
- гиалурон қышқылы- 1%
- Декспантенол - 3%
- су - 100% дейін

Материалды өңдеу технологиясы:

1. Лавр жапырағының экстрактысын хитозан, декспантенол және глицеринмен араластыру;

2. қажетті мөлшерде су құю;

3. таңғыш материалды (дәке) алынған ерітіндіде сіңіру.

4. 80 °C-де 15 мин кептіру.

Жусан (Artemisia spp.) бактерицидтік, қабынуға қарсы және жараларды емдейтін бірқатар пайдалы қасиеттерге ие. Алайда, жусанның құрамында жоғары дозада қолданса уытты - тужон болады.

Хитозан – хитиннен алынған табиғи полисахарид (шаян тәрізділердің қабығынан алады). Оның бактерияға, саңырауқұлаққа қарсы және жараларды емдейтін қасиеттері бар.

Глицерин – ылғалдандыратын компонент, жара бетінде ылғалды сақтап тұрады, бұл емделуге оңды ықпал етеді. Сондай-ақ глицерин биоцидтік қасиеттерге ие және теріні тітіркендірмейді.

Лавр жапырағы (Laurus nobilis) антимикробтық, қабынуға қарсы және антиоксиданттық қасиет береді. Сондықтан таңғыш материалдарға қолдануға өте қолайлы. Бірақ кез келген өсімдік компоненттері сияқты оның биоцидтік қасиетін арттыратын қауіпсіз химиялық препараттармен бірге қолдану қажет.

Гиалурон қышқылы - ылғалдандыратын және жарақатты жетілдіретін зат. Жарақаттағы ылғалды сақтап тұрады, клеткалардың миграциясын және ангиогенезді (жаңа қан тамырларының түзілуін) жеделдетеді.

Декспантенол (провитамин B5) – ылғалдандыратын, тыныштандыратын, эпителизацияны жеделдетіп, жарақатты жетілдіретін зат.

Нәтижелер және оларды талқылау

Бактерицидтік таңғыш материалдарды қолдану және табиғи компоненттерді пайдалану медицинадағы перспективалы бағыт болып табылады. Мұндай материалдар патогендік микрофлорамен тиімді күресіп қана қоймай, терінің қауіпсіз әрі жылдам қалпына келуіне ықпал етеді.

Екі түрлі құрамда өңделген дәкенің антимикробтық тұрақтылығын анықтау мақсатында материал үлгілері топырақ микрофлорасының әсеріне түсірілді (сурет 2).



а



б



в



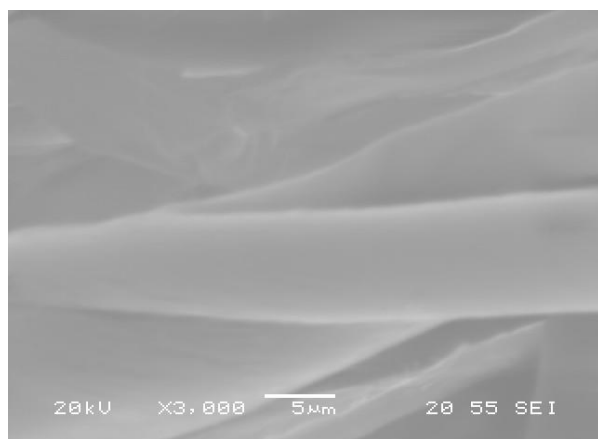
г

а, б – өңделмеген материал;

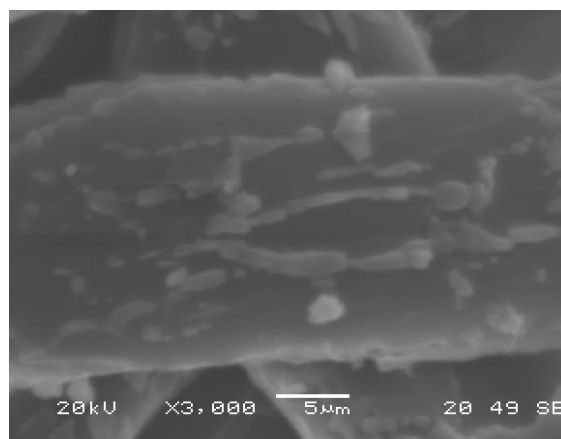
в – 1-құрамда өңделген материал; г – 2-құрамда өңделген материал

Сурет 2. Микрофлораның әсеріне ұшыраған материалдар

Микрофлораның әсеріне ұшыраған өңделмеген дәке материалдары көгеріп, шірі бастаған, ал 1-ші және 2-ші құрамда өңделген материалдар аса бұзылысқа ұшырамағаны байқалады. Соның ішінде жусан сығындысы мен хитозан негізіндегі құрамда өңделген материалдың биоцидтік тұрақтылығы жоғары екені дәлелденді.



а



б

а-өңделмеген материал, б-өңделген материал

Сурет 3. 1-құрамда өңделген дәке талшықтарының электрондық сканирлеуші микроскоптың көмегімен алынған кескіні

Өңдеуден кейінгі дәке материалдарының ауа өткізгіштік және сіңіргіштік қасиеттері аса өзгеріске ұшырамаған.

Кесте 1. Өңделген материалдың теріні тітіркендіру көрсеткіші

Токсикологиялық көрсеткіш	Үлгі ортасы	Анықталған концентрация	Шектелген концентрация	Зерттеу әдістеріне НҚ
Теріге тітіркендіргіш әсері (балл)	Сулы орта	0	0	И.1.1.11-12-35-2004

Токсикологиялық зерттеулер Кеден одағының 017/2011 «Жеңіл өнеркәсіп өнімдерінің қауіпсіздігі туралы» техникалық регламентінің талаптарына сай, И.1.1.11-12-35-2004 нормативтік құжат бойынша жүргізілді (кесте 1). Сынақ нәтижесі бойынша өсімдік текті биоцидтер негізінде өңделген материал адам денесін тітіркендірмейтіні дәлелденді.

Қорытынды

Таңғыш материалдарға биоцидтік қасиет беру мақсатында өсімдіктекті және қауіпсіз химиялық антимикробтық заттар қолданылды. Биоцидтік өңдеуде жусан және лавр жапырағы негізінде екі түрлі құрам қолданылды.

Екі түрлі құрамда өңделген дәкенің микробиологиялық тұрақтылық коэффициентін анықтау мақсатында топырақ микрофлорасының әсеріне түсірілді. Микрофлораның әсеріне

Сонымен қатар, өңделген материал талшықтарының морфологиялық өзгерісін анықтау үшін электрондық сканирлеуші микроскоптың көмегімен зерттеу жүргізілді. Мақта талшықтарының кескіні 3-суретте көрсетілген. Талшықтың бетінде биоцидтік заттардың бөлшектері біртегіс орналасқанын көруге болады.

ұшыраған өңделмеген дәке материалдары көгеріп, шірі бастаған, ал 1-ші және 2-ші құрамда өңделген материалдар аса бұзылысқа ұшырамағаны байқалады. Соның ішінде жусан сығындысы мен хитозан негізіндегі құрамда өңделген материалдың микробиологиялық тұрақтылығы жоғары екені дәлелденді.

Сонымен қатар, өңделген материал талшықтарының морфологиялық ерекшелігін анықтау үшін электрондық сканирлеуші микроскоптың көмегімен зерттеу жүргізілді. Талшықтың бетінде биоцидтік заттардың бөлшектері біртегіс орналасқан.

Өңдеуден кейінгі дәке материалдарының ауа өткізгіштік және сіңіргіштік қасиеттері де өзгеріссіз сақталған.

Токсикологиялық сынақ нәтижесі бойынша өсімдік текті биоцидтер негізінде

өңделген материал адам денесін тітіркендірмейтіні дәлелденді.

Қаржыландыру туралы ақпарат

Зерттеу жұмысын Қазақстан Республикасының Ғылым және жоғары білім министрілігінің Ғылым комитеті қаржыландырған (Грант № AP25794653).

ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Mouro, Cláudia, & Gouveia, Isabel C. (2023). Electrospun wound dressings with antibacterial function: a critical review of plant extract and essential oil incorporation. *Critical Reviews in Biotechnology*, 44(4), 641-659. DOI:10.1080/07388551.2023.2193859.
2. Gheorghita, Daniela, Grosu, Elena, Robu, Alina, Ditu, Lia Mara, Deleanu, Iuliana Mihaela, Gradisteanu Pircalabioru, Gratiela, Raiciu, Anca-Daniela, Bitu, Ana-Iulia, Antoniac, Aurora, & Antoniac, Vasile Iulian. (2022). Essential Oils as Antimicrobial Active Substances in Wound Dressings. *Materials (Basel)*, 15(19), 6923. DOI:10.3390/ma15196923.
3. Ersanli, Caglar; Voidarou, Chrysoula (Chrysa); Tzora, Athina; Fotou, Konstantina; Zeugolis, Dimitrios I.; & Skoufos, Ioannis. (2023). Electrospun Scaffolds as Antimicrobial Herbal Extract Delivery Vehicles for Wound Healing. *Journal of Functional Biomaterials*, 14(9), 481. DOI:10.3390/jfb14090481.
4. Suryamathi, M., Viswanathamurthi, P., & Seedeve, P. (2022). Herbal Plant Leaf Extracts Immobilized PCL Nanofibrous Mats as Skin-Inspired Anti-infection Wound Healing Material. *Regenerative Engineering and Translational Medicine*, 8, 94-105. DOI:10.1007/s40883-020-00193-9.
5. Tohidi, Azadeh; Montazer, Majid; Mahmoudi Rad, Mahnaz; et al. (2024). Biocompatible Polysaccharide-Based Wound Dressing Comprising Cellulose Fabric Treated with Gum Tragacanth, Alginate, Bacterial Cellulose, and Chamomile Extracts. *Starch - Stärke*, 76(7-8), 2300117. DOI:10.1002/star.202300117.
6. Rayyif, S. M. I., Mohammed, H. B., Curuțiu, C., Bîrcă, A. C., Grumezescu, A. M., Vasile, B. Ș., Dițu, L. M., Lazăr, V., Chifiriuc, M. C., Mihăescu, G., & Holban, A. M. (2021). ZnO Nanoparticles-Modified Dressings to Inhibit Wound Pathogens. *Materials*, 14(11), 3084. DOI:10.3390/ma14113084.
7. Ali Alipour, Omid Nejati, Gökçen Yaşayan, Ayça Girgin, Buse Tuğba Zaman, Betül Giray, Okşan Karal-Yılmaz, Sezgin Bakırdere, Ayça Bal-Öztürk. (2025). Multilayer Antibacterial Hydrogel Wound Dressings Incorporated With Green Synthesized Silver Nanoparticles. *Drug Development Research*, 86(3), e70102. DOI:10.1002/ddr.70102.
8. Zheng, Lu; Li, Shanshan; Luo, Jiwen; Wang, Xiaoying. (2020). Latest Advances on Bacterial Cellulose-Based Antibacterial Materials as Wound Dressings. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 8, Article 593768. DOI:10.3389/fbioe.2020.593768.
9. Rayyif, Sajjad Mohsin I.; Mohammed, Hamzah Basil; Curuțiu, Carmen; Bîrcă, Alexandra Cătălina; Grumezescu, Alexandru Mihai; Vasile, Bogdan Ștefan; Dițu, Lia Mara; Lazăr, Veronica; Chifiriuc, Mariana Carmen; Mihăescu, Grigore; Holban, Alina Maria. ZnO Nanoparticles-Modified Dressings to Inhibit Wound Pathogens. *Materials*, 2021, 14(11), 3084. <https://doi.org/10.3390/ma14113084>.
10. Babahmadi, M., Yeganeh, H., Omrani, I., Babaahmadi, M. (2023). Antibacterial and Biocompatible Hydrogel Dressing Based on Gelatin- and Castor-Oil-Derived Biocidal Agent. *ACS Biomaterials Science & Engineering*, 2021, 7(4), 1785-1798. DOI:10.1021/acsbomaterials.1c00706.
11. Pang, Qian; Jiang, Zilian; Wu, Kaihao; Hou, Ruixia; Zhu, Yabin. (2023). Nanomaterials-Based Wound Dressing for Advanced Management of Infected Wound. *Antibiotics*, 12(2), 351. DOI:10.3390/antibiotics12020351.
12. Liang, Yuqing; Liang, Yongping; Zhang, Hualei; Guo, Baolin. (2022). Antibacterial biomaterials for skin wound dressing. *Asian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 17(3), 353-384. DOI:10.1016/j.ajps.2022.01.001.
13. Plant-Derived Nanocellulose Sponges with Propolis Extract: Plant-Derived Nanocellulose with Antibacterial Activity for Wound Healing Dressing. *Pharmaceutics*, 15(12), 2672. DOI:10.3390/pharmaceutics15122672.
14. Morguette, A. E. B., Bartolomeu-Gonçalves, G., Andriani, G. M., Bertoncini, G. E. S., Castro, I. M. d., Spoladori, L. F. d. A., Bertão, A. M. S., Tavares, E. R., Yamauchi, L. M., & Yamada-Ogatta, S. F. (2023). The Antibacterial and Wound Healing Properties of Natural Products: A Review on Plant Species with Therapeutic Potential against *Staphylococcus aureus* Wound Infections. *Plants*, 12(11), 2147. DOI:10.3390/plants12112147.
15. Polymer-Based Wound Dressings Loaded with Essential Oil for the Treatment of Wounds: A Review. *Pharmaceutics*, 2024, 17(7), 897. DOI:10.3390/ph17070897