

# Застосування сорбційних технологій для лікування інфікованих опікових ран в експерименті

Г. М. Чернякова

Харківський національний медичний університет, Україна

Частота виникнення інфекційних ускладнень у хворих з опіками – актуальна проблема сучасної медицини. Ендогенна та екзогенна інтоксикація, що виникає при великих опікових ураженнях, зумовлює чималі порушення водно-сольового обміну в організмі та призводить до порушення функції органів і систем загалом. Саме тому останнім часом велика увага приділяється такому напрямку медицини, як аплікаційна сорбція ранової поверхні або вальнеросорбція.

**Мета роботи** – оцінити антибактеріальні та ранозагоювальні властивості аплікаційного сорбенту оригінального складу для лікування експериментальної синьогнійної опікової інфекції.

**Матеріали та методи.** Дослідження виконали на 90 шестимісячних мишах-самцях лінії NMRI вагою 18–20 грамів. Усіх тварин поділили на 5 груп. Використали модель контактного термічного опіку. Відразу після нанесення опіку піддослідні тварини інфіковані добовою культурою клінічного полірезистентного штаму *P. aeruginosa* 3101, котрий отримали від пацієнта з опіками. На 1, 3, 7, 14 та 21 добу здійснили мікробіологічні дослідження бактеріальної забрудненості ранової поверхні відповідно до методичних рекомендацій та оцінювання швидкості загоєння ран, визначивши середню швидкість зменшення поверхні рани в см<sup>2</sup> за день і зменшення площі поверхні рани у відсотках за день (індекс Попової).

**Результати.** Встановили, що лікування оригінальним аплікаційним сорбентом дає можливість уже на третій день досягти зменшення кількості мікробних клітин у рані нижче за критичний рівень, що становить 10<sup>5</sup> КУО/мл. Також в експериментальній групі, яку лікували досліджуваним препаратом, внаслідок скорочення термінів очищення рани раніше спостерігалось зниження кількості гнійних виділень, зменшення набряку, почервоніння та інфільтрації. Це призводило до скорочення термінів загоєння ран і розвитку повної епітелізації ранової поверхні на 2–3 доби швидше порівняно з іншими групами.

**Висновки.** Результати свідчать, що досліджуваний оригінальний аплікаційний сорбент проявляє виражені антибактеріальні та ранозагоювальні властивості, які зумовлені властивостями компонентів, що входять до його складу, та може розглядатися як перспективний комплексний препарат для місцевого лікування опікової синьогнійної інфекції, зокрема тієї, що спричинена полірезистентними штамми.

**Ключові слова:**  
опіки, сорбент, синьогнійна паличка.

Запорізький медичний журнал. – 2017. – Т. 19, № 6(105). – С. 793–797

DOI:  
10.14739/2310-1210.2017.6.115097

E-mail:  
chernyakova2222@gmail.com

## Применение сорбционных технологий для лечения инфицированных ожоговых ран в эксперименте

А. М. Чернякова

Частота возникновения инфекционных осложнений у больных с ожогами по-прежнему остается актуальной проблемой современной медицины, а эндогенная и экзогенная интоксикация, которая возникает при больших ожоговых поражениях, обуславливает значительные нарушения водно-солевого обмена в организме и приводит к нарушению функции органов и систем в целом. Именно поэтому в последнее время уделяется большое внимание такому направлению медицины, как аплікаційна сорбція или вальнеросорбція.

**Цель работы** – оценить антибактериальные и ранозаживляющие свойства аплікаційного сорбента оригінального состава для лечения экспериментальной синегнойной ожоговой инфекции.

**Материалы и методы.** Исследование проводилось на 90 6-месячных мышках-самцах линии NMRI весом 18–20 граммов. Все животные были поделены на 5 групп. Использована модель контактного термического ожога. Сразу после нанесения ожога подопытных животных инфицировали суточной культурой клинического полирезистентного штамма *P. aeruginosa* 3101, полученного от пациента с ожогами.

На 1, 3, 7, 14 и 21 сутки проведены микробиологические исследования бактериальной обсемененности раневой поверхности в соответствии с методическими рекомендациями и оценка скорости заживления ран с помощью определения средней скорости уменьшения поверхности раны в см<sup>2</sup> за день, а также уменьшение площади поверхности раны в процентах за день (индекс Поповой).

**Результаты.** Установлено, что лечение с помощью нового оригінального аплікаційного сорбента позволяет уже на третий день достичь уменьшения количества микробных клеток в ране ниже критического уровня, составляющего 10<sup>5</sup> КОЕ. Также в экспериментальной группе, получавшей лечение исследуемым препаратом, за счет сокращения сроков очищения раны ранее наблюдалось снижение количества гнойных выделений, уменьшение отека, покраснения и инфильтрации. Это приводило к сокращению сроков заживления ран и развитию полной эпителизации раневой поверхности на 2–3 суток быстрее по сравнению с другими группами.

**Выводы.** Полученные результаты свидетельствуют о том, что исследуемый оригінальный аплікаційный сорбент проявляет выраженные антибактериальные и ранозаживляющие свойства, которые обусловлены свойствами компонентов, входящими в его состав, и может быть рассмотрен как перспективный комплексный препарат для местного лечения ожоговой синегнойной инфекции, в том числе вызванной полирезистентными штаммами.

**Ключевые слова:**  
ожоги, сорбент, синегнойная палочка.

Запорізький медичний журнал. – 2017. – Т. 19, № 6(105). – С. 793–797

**Key words:**

burns,  
sorbent,  
*P. aeruginosa*.

Zaporozhye  
medical journal  
2017; 19 (6), 793–797

**Application of sorption technologies for infected burn wounds treatment in the experiment**

G. M. Cherniakova

The frequency of infectious complications in patients with burn is still an actual problem of modern medicine. Endogenous and exogenous intoxication leads to disruption organs and systems functions in general. That's why more attention should be paid to such a direction of medicine as application sorption.

**Purpose:** The aim of this study was the evaluation of antibacterial activity and wound-healing properties of the sorbent applicator based on highly dispersed nanosilica with immobilized antimicrobial mixture for the treatment of experimental *Pseudomonas* infection.

**Materials and methods.** The research was carried out on 90 6-month male mice NMRI line weight 18–20 grams. All animals were divided into 5 groups. We used a model of the contact thermal burn. After burning experimental animals were infected by daily agar culture of multidrug resistant clinical strain of *P. aeruginosa* 3101, obtained from a patient with burns. Microbiological studies of burn wounds were carried out. The rate of wound healing was carried out using the following parameters: the average rate of wound surface decrease (cm<sup>2</sup> per day) and reduction of wound surface area (percent per day – Popova's index).

**Results.** It has been found that the application of new original applicator sorbent for 3 days decrease the number of microbial cells in the wound below the critical level (10<sup>5</sup>). In this experimental group the amount of purulent discharge from the wounds, swelling, redness and infiltration of tissues were reduced in comparison with the other groups. Earlier cleansing of wounds and acceleration of reparative processes were observed.

**Conclusions.** The findings suggest that the applicator sorbent exhibits antibacterial and wound healing properties and can be a prospective complex drug for the topical treatment of *Pseudomonas* infected burns.

Частота виникнення інфекційних ускладнень у хворих з опіками, як і раніше, залишається актуальною проблемою сучасної медицини. Опікова рана потребує не тільки належної хірургічної обробки, але й ефективної антибактеріальної терапії від моменту її виникнення до повного закриття. Колонізація мікроорганізмами ранової поверхні перешкоджає загоєнню епідермальних і субдермальних опіків, призводить до поглиблення опікових ран, а також є джерелом генералізації інфекції [1]. Ендогенна та екзогенна інтоксикація, яка виникає при глибоких або великих опікових ураженнях, зумовлює значні порушення водно-сольового обміну в організмі, що призводить до порушення функцій органів і систем, пригнічує внутрішньоклітинні регенераторні процеси [2].

Останнім часом доволі перспективним при лікуванні термічних травм є використання препаратів, що зменшують рівень токсинів в організмі та виводять їх. Саме тому одним із пріоритетних напрямів медицини в лікуванні ранових інфекцій є сорбційна терапія, зокрема апікаційна сорбція (вulnerable сорбція) [3]. За даними з наукових літературних джерел, місцеве використання сорбентів дає можливість істотно поліпшити результати лікування гнійних, опікових ран і трофічних виразок. Поглинання ранового вмісту сприяє нормалізації біологічних реакцій всього організму, зменшує запальний набряк м'яких тканин, поліпшує мікроциркуляцію, знижує кількість мікроорганізмів у рані в середньому в 100–1000 разів порівняно з традиційними перев'язувальними матеріалами [4].

Серед великого асортименту сорбентів нашу увагу привернув високодисперсний кремнезем, який характеризується високою сорбційною ємністю стосовно білків і мікробів, а також широким сорбційним спектром [5]. Згідно з літературними даними, під час його застосування відсутні токсичні реакції, побічні явища та ускладнення. Ці властивості зумовили його ефективне застосування як препарату сорбційно-детоксикаційної дії під час лікування хірургічних, інфекційних, онкологічних і деяких інших захворювань [6].

**Мета роботи**

Оцінювання антибактеріальних і ранозагоювальних властивостей апікаційного сорбенту на основі високодисперсного нанокремнезему з іммобілізованою на його поверхні протимікробною сумішшю для лікування експериментальної синьогнійної опікової інфекції.

**Матеріали і методи дослідження**

Дослідження виконали на 90 6-місячних мишах-самцях лінії NMRI масою 18–20 грамів. Для експериментів використали модель контактної термічної опіку по Ц. К. Чантурія в модифікації В. В. Мінухіна та співавт. [7] із деякими авторськими доповненнями. Під ефірним рауш-наркозом лабораторним тваринам на попередньо депільовану поверхню спини контактно впливали пристроєм для моделювання опікової хвороби. Температура контактної пластини у момент зіткнення з поголеною шкірою сягала 93 °С, експозиція впливу – 8 секунд. Внаслідок цього отримували опікову рану III-б ступеня, що підтверджено патологоанатомічними дослідженнями шкіри та підлягаючих кісткових м'язів. Усім експериментальним тваринам наносили опік, який дорівнював 10 % поверхні тіла, що розраховувалась за формулою Мее–Рубнера [8]. Безпосередньо після нанесення термічної травми тваринам нашкірно інокулювали 0,1 мл добової агарової культури клінічного полірезистентного штаму *P. aeruginosa* 3101, отриманого від хворого з опіками, в дозі 1,5×10<sup>8</sup> КУО/мл, що відповідала LD<sub>50</sub> відпрацьованої для зовнішнього застосування.

На другу добу після термічної травми та зараження під опіковий струп вводили 0,1 мл мікробної суспензії, що містила аналогічну дозу синьогнійної палички. На третій день під місцевою анестезією 0,5 % розчином новокаїну опіковий струп видаляли. Далі починали лікування обпалених тварин шляхом щоденного нанесення на рану дослідного апікаційного сорбенту та контрольних препаратів протягом 21 доби.

Усіх експериментальних тварин випадковим чином поділили на п'ять груп по 6 мишей у кожній: 1 група –

інтактні тварини; 2 – тварини, яких після опіку інфікували, але не лікували; 3 – тварини, яких після нанесення опіку та інфікування місцево лікували препаратом «Силікс», що містить високодисперсний кремнезем (ВДК) у своєму складі («Біофарма», Україна); 4 – тварини, яким після опіку та інфікування на рану наносили розроблений нами спільно з лабораторією модифікування поверхонь оксидів Інституту хімії поверхні імені О. О. Чуйка НАН України (завідувач лабораторії – доктор хімічних наук, старший науковий співробітник Є. П. Воронін) апікаційний сорбент на основі високодисперсного нанокремнезему з іммобілізованою на його поверхні протимікробною сумішшю, що містила антибіотик левофлоксацин («Дарниця», Україна) та інші компоненти; 5 – тварини, яким після опіку та інфікування на поверхню рани наносили мазь «Сульфаргін» (АТ «Гріндекс», Латвійська Республіка), що містить 1 % сульфадіазину срібла.

Взяття матеріалу з поверхні рани здійснювали за допомогою стерильних тампонів на 1, 3, 7, 14 та 21 добу лікування під час біопсії тканин рани, після туалету рани та перед нанесенням лікарських засобів. Посів досліджуваного матеріалу виконували на щільні поживні середовища (МПА з глюкозою, кров'яний агар, середовище Ендо, середовище Хью–Лейфсона) та м'ясо-пептонний бульйон. Кількісне визначення мікробів в 1 мл ранового відокремлюваного здійснювали за методичними рекомендаціями [9].

Для оцінювання стану ранової поверхні вивчали терміни очищення рани від гнійно-некротичних мас, час появи грануляцій і початку крайової епітелізації, а також терміни повної епітелізації поверхні рани. Планіметрію ранової поверхні проводили з урахуванням загальної площі дефекту в см<sup>2</sup>, відносної площі некрозу, грануляцій та епітелізації у відсотках, досліджували які на 1, 3, 7, 14 та 21 добу лікування. Оцінювали швидкість загоєння ранового дефекту з використанням таких показників, як середня швидкість зменшення ранової поверхні в см<sup>2</sup> за добу та зменшення площі рани у відсотках за добу (тест Л. М. Попової) [10].

Усі дослідні відтворювалися тричі. Виділені з рани штами синьогнійної палички повторно ідентифікували з урахуванням їхніх біологічних властивостей [9], які у всіх випадках були ідентичні властивостям штаму *P. aeruginosa* 3101, що використовувався для зараження тварин. Утримували тварин і проводили над ними маніпуляції з дотриманням норм національного та міжнародного законодавств відповідно до положення «Загальних етичних принципів експериментів на тваринах» (Київ, 2001), вимог «Європейської конвенції про захист хребетних тварин, які використовуються для експериментальних

та інших наукових цілей» (Страсбург, 1986) і принципів Гельсінської декларації про гуманне ставлення до тварин. Статистичне опрацювання результатів дослідження здійснили з використанням стандартних програм MS Excel, BioStat LE. Вірогідність результатів визначали за критерієм Стюдента ( $p < 0,05$ ).

## Результати та їх обговорення

Після нанесення опіків та інфікування в усіх піддослідних тварин, окрім першої групи, місцево спостерігались ознаки запалення та набряку. Помірно виражені симптоми інтоксикації, такі як адинамія, спрага, поганий апетит.

За результатами експерименту повне очищення ран від гнійно-некротичних мас у групах, що отримували оригінальний апікаційний сорбент і мазь «Сульфаргін», відбулося вірогідно раніше на 0,9 і 0,5 доби відповідно порівняно з групою, котра отримувала препарат-основу «Силікс» ( $p < 0,05$ ). Грануляційна тканина сформувалась вірогідно раніше на 1,1 доби при застосуванні оригінального сорбенту та на 0,8 доби – при використанні «Сульфаргін» порівняно з тваринами, які одержували препарат-основу ( $p < 0,05$ ). Крайова епітелізація опікової рани за умов застосування оригінального сорбенту та мазі «Сульфаргін» з'явилась вірогідно раніше, ніж у групі, що отримувала препарат-основу «Силікс» на 1,3 і 0,8 доби відповідно ( $p < 0,05$ ). Повної епітелізації ранова поверхня у тварин 4 групи, які отримували оригінальний апікаційний сорбент, набула на 3,5 доби швидше, ніж група з препаратом-оснвою ( $p < 0,05$ ) та на 1,7 доби раніше, ніж у тварин групи, що отримували «Сульфаргін» ( $p < 0,05$ ). Індекс Л. М. Попової (зменшення ранової площі у % за день) та середня швидкість зменшення площі поверхні рани (мм/добу) виявились вірогідно вищими в експериментальних групах, що лікували апікаційним сорбентом і маззю, ніж у групі, що отримувала препарат-основу ( $p < 0,05$ ) (табл. 1).

Як відомо, одним із чинників, котрий уповільнює процеси відновлення шкіри, є бактеріальне забруднення рани. Згідно з даними наукових літературних джерел, критична кількість мікробів, яка зумовлює розвиток ранового процесу, становить  $\geq 10^6$  мікробних тіл в 1 г ранової тканини. Саме тому в 1 фазі ранового процесу дуже важливо знизити мікробну забрудненість інфікованих ран нижче за критичний рівень, і місцеве лікування відіграє дуже важливу роль у цьому.

Використовуючи оригінальний апікаційний сорбент, вдалося подолати критичний рівень мікробного забруднення рани вже на третю добу лікування. Кількість мікроорганізмів, котрі виділені з інфікованої опікової рани

**Таблиця 1.** Планіметричні показники динаміки загоєння інфікованих опікових ран у тварин різних експериментальних груп

Показники	Експериментальні групи тварин			
	Без лікування	Лікування сорбентом «Силікс»	Лікування оригінальним апікаційним сорбентом	Лікування маззю «Сульфаргін»
Повне очищення ран від гнійно-некротичних мас, доба	–	4,2 ± 0,3	3,3 ± 0,2	3,7 ± 0,2
Формування грануляційної тканини, доба	–	4,8 ± 0,3	3,7 ± 0,2	4,0 ± 0,3
Крайова епітелізація опікової рани, доба	–	6,8 ± 0,3	5,5 ± 0,2	6,0 ± 0,3
Повна епітелізація ранової поверхні, доба	–	20,3 ± 0,3	16,8 ± 0,3	18, 5 ± 0,4
Зменшення ранової площі, %	–	4,85 ± 0,14	7,1 ± 0,07	6,9 ± 0,7
Середня швидкість зменшення площі поверхні рани (мм/добу)	–	0,75 ± 0,01	0,85 ± 0,01	0,82 ± 0,01

–: не відбулось за період спостереження.

Таблиця 2. Динаміка бактеріального забруднення ран, що інфіковані полірезистентним клінічним штамом *P. aeruginosa*, КУО/мл ( $p < 0,05$ )

Назва групи	Термін спостереження, доба				
	1	3	7	14	21
Без лікування	$(2,54 \pm 0,33) \times 10^8$	$(2,16 \pm 0,2) \times 10^8$	$(3,34 \pm 0,4) \times 10^8$	–	–
Лікування сорбентом «Силікс»	$(2,6 \pm 0,27) \times 10^7$	$(2,6 \pm 0,4) \times 10^6$	$(1,8 \pm 0,21) \times 10^4$	*	*
Лікування оригінальним аплікаційним сорбентом	$(2,3 \pm 0,3) \times 10^5$	$(2,13 \pm 0,4) \times 10^3$	$(1,38 \pm 0,2) \times 10^2$	*	*
Лікування маззю «Сульфаргін»	$(2,6 \pm 0,3) \times 10^6$	$(2,27 \pm 0,36) \times 10^4$	$(1,47 \pm 0,14) \times 10^3$	*	*

–: тварини, які не дожили до відповідного терміну спостереження; \*: *P. aeruginosa* з рани не висівалась.

у тварин цієї групи, становила  $(2,13 \pm 0,4) \times 10^3$  КУО/мл, що виявилось вірогідно нижчим порівняно з іншими групами ( $p < 0,05$ ) (табл. 2). Через тиждень після початку лікування (10 день після нанесення опікової травми та інфікування) у групі, яка одержувала експериментальний аплікаційний сорбент, візуально гіперемія та набряк тканин рани й навколоранової області значно зменшились порівняно з іншими групами тварин. У дослідній групі без лікування синьогнійна паличка висівалася в кількості  $(3,34 \pm 0,4) \times 10^8$  КУО/мл, гнійні виділення з рани рясні. На 14 добу лікування (17 день після нанесення опіку та інфікування рани) тварини без лікування не дожили до зазначеного терміну, водночас як в інших групах *P. aeruginosa* не виділена. У мишей, яких лікували аплікаційним сорбентом і маззю «Сульфаргін», рани майже повністю епітелізувалися, а у тварин, які отримували препарат-основу «Силікс», спостерігали менш виражену епітелізацію з частковим збереженням струпа. На 21 день лікування (24 добу після опіку та інфікування) у тварин усіх експериментальних груп штам синьогнійної палички, що використовувався для зараження мишей, із рани не висівалась та спостерігалась повна епітелізація поверхні рани й часткове відновлення волоссяного покриву тварин.

Аналізуючи результати експерименту, можна говорити про те, що застосування оригінального аплікаційного сорбенту та мазі «Сульфаргін», котра є «золотим стандартом» у лікуванні інфікованих опікових уражень, сприяє більш ранньому загоєнню ран порівняно з препаратом-основою. Очищення ран, формування грануляцій і поява крайової епітелізації вірогідно не відрізнялись у групах, що отримували оригінальний препарат і мазь. Щодо розвитку повної епітелізації, то у групі з аплікаційним сорбентом вона відбулась вірогідно раніше, ніж у тварин, яких лікували маззю «Сульфаргін» ( $p < 0,05$ ). На мою думку, це пов'язано з властивостями компонентів, що входили до складу сорбенту та сприяли розвитку репаративних процесів у більш ранні терміни порівняно з іншими групами.

Інші автори також відзначають суттєві антибактеріальні, ранозагоювальні та сорбційні властивості сорбентів на основі високодисперсного кремнезему з іммобілізованими на його поверхні антибактеріальними препаратами для лікування гнійних операційних ран, абсцесів і флегмон м'яких тканин у комплексі лікування гнійних ускладнень цукрового діабету, трофічних виразок різної етіології [11].

У роботі [12] взаємодію силіксу з мікробними клітинами автори пояснюють спорідненістю з глікопротеїдними структурами та фосфоліпідам мембран, а також із розташованими на поверхні клітин рецепторами, ферментами та іншими структурами білкової природи. Різницю

в адсорбції мікроорганізмів пояснюють відмінностями в фізико-хімічних властивостях поверхні бактерій, як-от: значення ізоелектричної точки, щільність поверхневого заряду, вміст білка у протеїнглікановому компоненті тощо. Вивчення автором взаємодії нанорозмірного кремнезему з рановою мікрофлорою показало, що він однаково інтенсивно зв'язує як грампозитивний стафілокок, так і грамнегативну синьогнійну паличку.

Встановлено: розроблений оригінальний аплікаційний сорбент, безумовно, володіє антимікробною активністю, що дає можливість вірогідно раніше, ніж в інших групах, знизити мікробне навантаження в рані й тим самим прискорити процеси відновлення шкіри та запобігти розвитку інтоксикації.

Важливо відзначити, що згідно з інструкцією по застосуванню «Сульфаргін» недоцільно використовувати для лікування глибоких гнійних та опікових ран із рясною ексудацією, саме тому розроблений препарат може стати альтернативним і перспективним серед препаратів для лікування інфікованих уражень шкіри завдяки своїм вираженим сорбційно-детоксикаційним властивостям.

Отже, результати, що одержали, дають змогу стверджувати про комплексну дію оригінального аплікаційного сорбенту, котра призводить до швидкої елімінації з рани мультирезистентного госпітального штаму синьогнійної палички та сприяє прискоренню процесу регенерації шкіри.

## Висновки

1. Виявлена висока ранозагоювальна активність нового аплікаційного сорбенту. Досягнення повної епітелізації ранової поверхні відбулося на 2–3 добу раніше, ніж в інших групах.
2. Виражені антибактеріальні властивості розробленого аплікаційного сорбенту дали можливість уже на третій день лікування досягнути рівня мікробних тіл в уражених тканинах нижче за критичний.
3. Можна вважати розроблений нами новий аплікаційний сорбент перспективним засобом для місцевого лікування синьогнійної опікової інфекції.

**Перспективи подальших досліджень** полягають у вивченні біохімічних показників і ланки неспецифічної імунної відповіді у тварин з опіковою синьогнійною інфекцією, яких лікували розробленим аплікаційним сорбентом.

## Список літератури

- [1] Bowler P. G. Wound microbiology and associated approaches to wound management / P. G. Bowler, B. I. Duerden, D. G. Armstrong // *Clinical Microbiology Reviews*. – 2001. – Vol 14(2). – P. 244–269.

- [2] Чернищенко Т. І. Вплив ентросгелю на внутрішньоклітинну регенерацію нейронів кори головного мозку при тяжкій опіковій травмі / Т. І. Чернищенко // Медична хімія. – 2000. – Т. 2. – №3. – С. 57–58.
- [3] Preparation of affinity sorbents with immobilized synthetic ligands for therapeutic apheresis / P. A. Levashov, O. I. Afanasieva, O. A. Dmitrieva, et al. // *Biochemistry*. – 2010. – Vol. 4. – №3. – P. 303–307.
- [4] Модифицирование поверхности углеродного сорбента поли-N-винилпирролидоном для аппликационной медицины / О. Н. Бакланова, Л. Г. Пьянова, В. П. Талзи и др. // *Физикохимия поверхности и защита материалов*. – 2012. – Т. 48. – №4. – С. 363–369.
- [5] Fabrication and study of biologically active organosilica polymer composites used for application sorption / E. V. Belik, A. V. Brykalov, F. A. Bostanova, et al. // *Fibre Chemistry*. – 2008. – Vol. 40. – №5. – P. 445–446.
- [6] Медицинская химия и клиническое применение диоксида кремния / под ред. академика НАН Украины А. А. Чуйко. – К. : Наукова думка, 2001. – 416 с.
- [7] Патент 51424 Україна. № 2002032181. Пристрій для моделювання опікової хвороби; заявл. 19.03.2002; опубл. 15.11.2002 // Бюлетень. – №11.
- [8] Кочетыгов Н. И. Ожоговая болезнь: очерки по патологической физиологии / Н. И. Кочетыгов. – Ленинград: Медицина, 1973. – 246 с.
- [9] Биологическая характеристика и микробиологическая идентификация неферментирующих грамотрицательных бактерий: учебное пособие / Ю. Л. Волянский и др. – Х., 2010. – 47 с.
- [10] Чадаев А. П. Современные методики местного медикаментозного лечения инфицированных ран / А. П. Чадаев, А. Д. Климиашвили // *Русский медицинский журнал*. – 2002. – №26. – С. 1211.
- [11] Применение аппликационных сорбентов нового поколения в гнойной хирургии / О. А. Беляева, В. В. Нешта, Р. Р. Процюк и др. // *Клінічна хірургія*. – 2007. – №11/12. – С. 5–6.
- [12] Геращенко И. И. Мембранотропные свойства наноразмерного кремнезема / И. И. Геращенко // *Поверхность*. – 2009. – №1(16). – С. 288–306.

## References

- [1] Bowler, P. G., Duerden, B. I., & Armstrong, D. G. (2001) Wound microbiology and associated approaches to wound management. *Clinical Microbiology Reviews*, 14(2), 244–269. doi: 10.1128/CMR.14.2.244-269.2001.
- [2] Chernyshenko, T. I. (2000) Vplyv enteroshelu na vnutrishnoklitinnyu reheneratsiiu neuroniv kory holovnoho mozku pry tiazhkii opikovii travmi [Influence of enterosgel on intracellular regeneration of neurons of the cerebral cortex in severe burn injury]. *Medychna khimiia*, 2(3), 57–58. [in Ukrainian].
- [3] Levashov P.A., Afanasieva O.I., Dmitrieva O.A., Klesareva, E. V., Adamova, I. Yu., Afanasieva, M. I., et al. (2010) Preparation of affinity sorbents with immobilized synthetic ligands for therapeutic apheresis. *Biochemistry*, 4(3), 303–307. doi: 10.1134/S1990750810030133.
- [4] Baklanova, O. N., P'yanova, L. G., Talzi, V. P., Knyazheva, O. A., Sedanova, A. V., Likhobolov, V. A., & Dolgikh, T. I. (2012) Modifikirovaniye poverkhnosti uglerodnogo sorbenta poli-N-vinilpirrolidonom dlya aplikacionnoy meditsiny [Modification of carbon sorbent surface by poly-N-vinylpyrrolidone in application medicine]. *Fizikokhimiya poverkhnosti i zaschita materialov*, 4(48), 363–369.
- [5] Belik, E. V., Brykalov, A. V., Bostanova, F. A., Gryadskikh, D. A., & Golovkina, E. M. (2008) Fabrication and study of biologically active organosilica polymer composites used for application sorption. *Fibre Chemistry*, 40(5), 445–446. doi: 10.1007/s10692-009-9080-7.
- [6] Chujko, A. A. (2001) *Medicinskaya khimiya i klinicheskoe primenenie dioksida kremniya* [Medical chemistry and clinical application of Silica]. Kyiv : Naukova dumka. [in Russian].
- [7] Patent 51424 Ukraina. №2002032181. Prystrii dlia modeliuвання opikovoї khvoroby [Device for modeling of burn disease]. *Biuletен*, 11. [in Ukrainian].
- [8] Kochetygov, N. I. (1973) *Ozhogovaya bolezнь: ocherki po patologicheskoy fiziologii* [Burn disease: essays on pathophysiology]. Leningrad: Medicina. [in Russian].
- [9] Volyanskij, Yu. L., et al. (2010) *Biologicheskaya kharakteristika i mikrobiologicheskaya identifikaciya nefermentiruyuschikh gramotricatel'nykh bakterij* [Biological characteristics and microbiological identification of non-fermenting gram-negative bacteria]. Harkiv. [in Russian].
- [10] Chadaev, A. P., & Klimiashvili, A. D. (2002) *Sovremennye metodiki mestnogo medikamentoznogo lecheniya inficirovannykh ran* [Modern methods of topical treatment for infected wounds]. *Russkij medicinskij zhurnal*, 26, 1211. [in Russian].
- [11] Belyaeva, O. A., Neshta, V. V., Procyuk, R. R., et al. (2007) *Primenenie aplikacionnykh sorbentov novogo pokoleniya v gnojnoj khirurgii* [Application of new generation sorbents in purulent surgery]. *Klinichna khirurgiia*, 11/12, 5–6. [in Russian].
- [12] Geraschenko, I. I. (2009) *Membranotropnye svoystva nanorazmernogo kremnezema* [Membranotropic properties of nano-sized silica]. *Poverkhnost'*, 1(16), 288–306. [in Russian].

## Відомості про автора:

Чернякова Г. М., аспірант каф. мікробіології, вірусології та імунології, Харківський національний медичний університет, Україна.

## Сведения об авторе:

Чернякова А. М., аспирант каф. микробиологии, вирусологии и иммунологии, Харьковский национальный медицинский университет, Украина.

## Information about author:

Cherniakova G. M., MD, Post-Graduate Student, Department of Microbiology, Virology and Immunology, Kharkiv National Medical University, Ukraine.

## Конфлікт інтересів: відсутній.

Conflicts of Interest: author has no conflict of interest to declare.

Надійшло до редакції / Received: 01.03.2017

Після доопрацювання / Revised: 19.06.2017

Прийнято до друку / Accepted: 26.06.2017