

Occupational Health and Safety", 1998; "Професіональне здоров'я в Україні. Епідеміологічний аналіз", 2007; "Гігієна праці. Методи досліджень та санітарно-епідеміологічний нагляд", 2005; "Гігієна праці". Підручник. За ред. Ю.І. Кундієва, О.П. Явороського, 2011).

За керівництва В.І. Чернюка захищені і отримали дипломи ВАК 3 докторські та 3 кандидатські дисертації, підготовлені та готуються до захисту ще 3 кандидатські дисертації.

Володимир Іванович Чернюк бере активну участь у науково-організаційній роботі. Він є членом Наукової ради з теоретичної і профілактичної медицини НАМНУ, заступником голови Проблемної комісії МОЗ та АМН України "Гігієна праці та профзахворювання"; членом Спеціалізованої вченої ради

Д 26.554.01 при Інституті медицини праці АМН України, членом Експертної ради ДАК України з профілактичної медицини; головою конкурсної комісії НАМН України з присудження премій за кращу роботу з профілактичної медицини; вченим секретарем конкурсної комісії НАМН України з присудження премій молодим вченим, головним спеціалістом МОЗ України за фахом "Гігієна праці"; головою комісії з гігієнічного регламентування фізичних чинників, важкості і напруженості праці Комітету МОЗ з гігієнічного регламентування; членом редколегій журналів "Український журнал з проблем медицини праці", "Інформаційний бюлетень з охорони праці".

Володимир Іванович Чернюк нагороджений Почесною грамотою Верховної Ради України, медалями "За доблестний труд", "У пам'ять 1500-ліття Києва", знаком "Отличнику здравоохранения".

Національна академія медичних наук України, Інституту медицини праці,

ДУ "Інститут гігієни та медичної екології ім. О.М. Марзєєва НАМН України",

редколегія журналу "Довкілля та здоров'я".

APPLICATION OF NANOCHELATES OF METALS FOR LONG- TERM STORAGE OF GRAM-NEGATIVE BACTERIA

Brych O.I., Polishchuk O.I., Synetar E.A., Kolesnikov M.M., Kaplunenko V.G.

ЗАСТОСУВАННЯ НАНОАКВАХЕЛАТІВ МЕТАЛІВ ДЛЯ ТРИВАЛОГО ЗБЕРІГАННЯ ГРАМНЕГАТИВНИХ БАКТЕРІЙ

М

узеї патогенних для людини і тварин мікроорганізмів мають важливе наукове і практичне значення у пізнанні природи патогенного паразитизму, в отриманні та використанні виробничих штамів у різних біотехнологіях, зокрема приготування препаратів для імунізації, отриманні лікарських, харчових та інших біологічно активних речовин. Науковий прогрес у різних областях інфектології від популяційного до молекулярного рівнів (якісна і кількісна характеристика епідемічних штамів збудника, персистенція, інфектосензитивність, концепція генного паразитизму та екологічне культивування патогенних бактерій, управління фазами росту і розвитку мікрокультур, генна інженерія, нанотехнології тощо) необхідно застосувати для удосконалення методів зберігання і вирощування культур патогенних та умовно патоген-

БРИЧ О.І., ПОЛИЩУК О.І., СИНЕТАР Е.О., КОЛЕСНИКОВ М.М., КАПЛУНЕНКО В.Г.

ДУ "Інститут епідеміології та інфекційних хвороб ім. Л.В. Громашевського НАМНУ", м. Київ, Національний медичний університет ім. О.О. Богомольця, м. Київ, ТОВ "Наноматеріали і нанотехнології", м. Київ
УДК: 544.182+661.419.1+543.272]:579.84+621.796

**ПРИМЕНЕНИЕ НАНОАКВАХЕЛАТОВ МЕТАЛЛОВ ДЛЯ ДЛИТЕЛЬНОГО ХРАНЕНИЯ ГРАМНЕГАТИВНЫХ БАКТЕРИЙ
Брич О.И., Полищук Е.И., Синетар Э.А., Колесников М.М., Каплуненко В.Г.**

Целью работы было изучение влияния наноаквахелатов металлов Cu, Zn, Mg, Mn, Fe, Se, Ge в составе стабилизирующих сред на жизнеспособность, рост и биологические свойства эталонных штаммов *Escherichia coli* ATCC 25922 и *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 в процессе длительного хранения.

Исследования проводили с применением бактериологических, биохимических и статистических методов. Установлено, что хранение музейных штаммов микроорганизмов в наномодифицированной среде с селеном эффективнее в сравнении с хранением в традиционной среде, поскольку улучшаются обменные и репаративные процессы грамнегативных бактерий, можно получить значительно большую биомассу жизнеспособных штаммов без потери и изменения их биологических свойств. Для длительного хранения эталонного штамма *P. aeruginosa* можно использовать глицериновую среду с добавлением наноаквахелата германия.

Ключевые слова: наноаквахелаты металлов, жизнеспособность штаммов, биологические свойства.

© Брич О.И., Полищук О.И., Синетар Е.О., Колесников М.М., Каплуненко В.Г. СТАТТЯ, 2013.

APPLICATION OF NANOQUAHELATES OF METALS FOR LONG- TERM STORAGE OF GRAM-NEGATIVE BACTERIA

Brych O.I., Polishchuk O.I., Synetar E.A., Kolesnikov M.M., Kaplunenko V.G.

The objective was to study the impact of nanoquahelates of metals Cu, Zn, Mg, Mn, Fe, Se, Ge in the stabilizing media on viability, growth, and biological properties of reference strains *Escherichia coli* ATCC 25922 and *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 during long-term storage.

The study was performed with the help of bacteriological, biochemical and statistical methods.

We determined that a storage of museum microorganism strains in the nanomodified media with selenium was more effective in comparison with a storage in traditional medium as it enhanced a metabolism and reparative processes of Gram-negative bacteria and provided a significantly greater biomass of viable strains without loss and changes in their biological properties. A glycerol supplemented medium with germanium nanoquahelate can be used for a long-term storage of *Pseudomonas aeruginosa* reference strain.

Keywords: nanoquahelates of metals, viability of strains, biological properties.

них мікроорганізмів, які підтримуються у лабораторних або промислових умовах [1].

Для збереження культур у колекціях застосовують різні методи залежно від біологічних особливостей конкретного штаму [2]. Найбільш поширеними методами тривалого зберігання бактерій у практиці роботи мікробіологічних лабораторій науково-дослідних інститутів є методи ліофілізації та криоконсервації. Необхідно також враховувати, що ліофілізація та заморожування здатні викликати метаболічні та структурні пошкодження клітин, а також мутаційні зміни їх [3, 4].

Нині перспективним є застосування нанотехнологій у мікробіологічній галузі з метою створення середовищ на основі водного розчину наноаквахелатів металів для прискорення росту бактерій, збільшення продукції бактеріальної маси, тривалого зберігання різних видів штамів бактерій діагностичного та контрольного значення [5]. Наноаквахелати металів являють собою розчин карбоксилізованих наночастинок металів у деіонізованій воді з слабкою реакцією (рН 7.0-6.5). Розчин, отриманий фізичним методом (ерозійно-вибуховим способом за методом Каплуненка-Косіно-

ва), за ефективністю і токсичністю значно відрізняється від розчинів металів, отриманих хімічним або електролізним способом, в яких іони металів діють токсично і тому використовуються досить обмежено. Метали у наноаквахелатній формі є значно активнішими, ніж їхні класичні молекулярні форми. Особливістю наноаквахелатів біогенних металів (міді, цинку, магнію, заліза, селену) є їхня здатність виражено активувати фізіологічні і біохімічні процеси внаслідок прояву корпускулярних, хвильових, квантових та інших властивостей. Крім того, вони мають високу дифузійну рухли-

Таблиця 1

Вплив стабілізуючих середовищ на життєздатність еталонного штаму *E. coli* ATCC 25922 (n=3)

Концентрація препарату	Життєздатність (М±m у КУО)? за 3, 7 та 11 місяців зберігання у гліцериновому середовищі з додаванням наноаквахелатів							Контроль (за 3, 7 та 11 місяців)
	Cu	Zn	Fe	Mg	Mn	Ge	Se	
10 ⁻¹	240±8,9	220±8,6	120±6,3	230±8,8	120±6,3	140±6,8	160±7,3	200±8,2
	160±7,3	130±6,6	220±8,6**	280±9,7**	250±9,1**	320±10,3**	140±6,8	150±7,1
	0	0	500±12,9**	20±2,6	40±3,7	0	30±3,2	50±4,1
10 ⁻²	110±6,1	160±7,3	170±7,5	210±8,4	150±7,1	190±8,0	140±6,8	
	100±5,8	180±7,7	230±8,8**	330±10,5**	250±9,1**	350±10,8**	200±8,2**	
	0	0	6±1,4	0	20±2,6	0	80±5,2**	
10 ⁻³	160±7,3	150±7,1	210±8,4	170±7,5	110±6,1	110±6,1	110±6,1	
	130±6,6	200±8,2	290±9,8**	280±9,7**	220±8,6**	260±9,3**	210±8,4**	
	0	0	2±0,8	0	30±3,2	0	150±7,1**	
10 ⁻⁴	110±6,1	180±7,7	200±8,2	80±5,2	100±5,8	120±6,3	160±7,3	
	100±5,8	170±7,5	310±10,2**	200±8,2**	250±9,1**	270±9,5**	210±8,4**	
	0	0	1±0,6	1±0,6	20±2,6	0	180±7,7**	
10 ⁻⁵	220±8,6	220±8,6	180±7,7	150±7,1	140±6,8	100±5,8	180±7,7	
	80±5,2	60±4,5	250±9,1**	250±9,1**	300±10,0**	250±9,1**	280±9,7**	
	0	0	0	2±0,8	7±1,5	3±1,0	160±7,3**	

Примітка: *КУО — колонієутворююча одиниця на середовищі Ендо;

**p<0,001 — вірогідна різниця між показниками кількості КУО після зберігання у складі наномодифікованого гліцеринового середовища порівняно з контролем.

вість, що також інтенсифікує перебіг процесів обміну речовин. Водні розчини карбоксисированих наночастинок біогенних металів вже промислово виробляються в Україні (ТУ У 24.1-35291116-004:2009) [6].

Таким чином, розробка стабілізуючих поживних середовищ з додаванням карбоксисированих розчинів наноаквахелатів як альтернативного методу тривалого зберігання музейних штамів, особливо за відсутності умов застосування методів ліофілізації та кріоконсервації, має важливе практичне значення.

Мета роботи — вивчити вплив наноаквахелатів металів у складі середовищ для тривалого зберігання мікроорганізмів на життєздатність, ріст і біологічні властивості музейних еталонних штамів.

Матеріали і методи. Об'єктом дослідження були музейні еталонні штами *Escherichia coli* ATCC 25922 і *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 та зразки наноаквахелатних розчинів (виробництва компанії "Наноматеріали і нанотехнології", м. Київ), які містили наночастинок міді у концентрації 1000 мг/л, цинку 2000 мг/л, заліза 1000 мг/л, магнію 3000 мг/л, марганцю 2000 мг/л, германію 1000 мг/л, селену 200 мг/л та являли собою карбоксисировані наночастинок відповідних металів. З представлених зразків наноаквахелатів готували препарати концентрацій 10-1-10-5 та вносили до епендорфів зі стерильним гліцериновим середовищем у кількості 0,1 мл [7]. З добових культур зазначених вище еталонних штамів *E. coli* і *P. aeruginosa*, вирощених на середовищі Мюллер-Хінтон за температури 37°C, готували завись у фізіологічному розчині, встановлювали концентрацію 108 КУО/мл за допомогою приладу денситометру DENSIMAT, вносили у приготовані наномодифіковані гліцеринові середовища та зберігали за температури 20°C протягом року. За 3, 7 та 11 місяців після заморожування проводили висів культур мікроорганізмів по 0,1 мл за допомогою стерильної піпетки та шпателя на відповідні поживні середовища, які інкубували у термостаті за t 37°C. Оцінку росту та облік кількості життєздатних мікроорганізмів проводили на другу добу



БІОЛОГІЧНІ ФАКТОРИ ДОВКІЛЛЯ

[2]. В якості контролю проводили висів та облік росту вказаних еталонних штамів із середовищ без додавання розчинів наноаквахелатів. Дослідження біологічних властивостей еталонних штамів проводили з використанням автоматичного баканалізатору VITEK 2-compact 15 (виробництва bioMérieux, Франція).

Результати та їх обговорення. Результати росту еталонних культур *E. coli* ATCC 25922 і *P. aeruginosa* ATCC 27853 та їхні біологічні властивості після 3, 7 та 11-місячного терміну зберігання у гліцериновому середовищі з додаванням наноаквахелатів відображені у таблицях 1-3.

Інтенсивність висіву колоній *E. coli* за три місяці зберігання у гліцериновому середовищі з додаванням частинок Fe, Mg, Mn, Ge та Se була меншою або такою ж, як у контрольному зразку, проте за 7 місяців зберігання у зазначених наномодифікованих середовищах (за винятком зразків з додаванням селену у концентраціях 10-1-10-3) інтенсивність висіву культури *E. coli* збільшується в 1,5-3 рази порівняно з контролем. Культура *E. coli* за 11 місяців кріоконсервації виявилася нежиттєздатною у середовищі з додаванням Cu, Zn, Ge, Fe (що правда, останній у концентрації 10-1 у складі середовища стимулював інтенсивність висіву колоній *E. coli* у 10 разів). У 2,5 рази зменшилася кількість біомаси у разі висіву із середовища з додаванням Mg та Mn порівняно з контролем. Найбільша кількість КУО *E. coli* після висіву за 11 місяців із середовища з додаванням селену спостерігалась у концентрації 10-4 та 10-5 наночастинок, що перевищувало контрольний рівень у 3,6 рази ($p < 0,001$). Очевидно, що у процесі тривалого зберігання інтенсивність висіву

колоній штаму залежить від виду та концентрації препарату наноаквахелату у складі гліцеринового середовища.

Таким чином, внесення наноаквахелату селену (Se) у концентрації 10-4 та 10-5 за сім місяців після заморожування стимулювало ріст грамнегативних мікроорганізмів *E. coli* ATCC 25922 в 1,4 та 1,8 рази відповідно. За 11 місяців зберігання спостерігалось зростання біомаси еталонного штаму *E. coli* у 3,0-3,6 разів у дослідних зразках, що містили наноаквахелат селену у концентраціях 10³ — 10⁻⁵.

Результати досліджень біологічних властивостей дослідного та контрольного зразків еталонного штаму *Escherichia coli* ATCC 25922 свідчать про стабільність біохімічних характеристик культур, які зберігали традиційним та запропонованим нами способом (табл. 2).

Отже, результати біохімічної ідентифікації дослідної та контрольної культур свідчать про стабільність біохімічних властивостей еталонного штаму *E. coli* ATCC 25922 у разі зберігання у складі гліцеринового середовища з додаванням наноаквахелату селену, що дозволяє рекомендувати зазначене наномодифіковане гліцеринове середовище для тривалого зберігання вказаного штаму.

Для зберігання культури *P. aeruginosa* ATCC 27853 найбільш ефективним виявилось гліцеринове середовище з додаванням наночастинок германію в усіх концентраціях та селену у концентрації 10-4 та 10-5 ($p < 0,001$) (табл. 3).

Так, за 3 місяці зберігання у складі середовища з додаванням германію кількість життєздатної біомаси збільшилася в 1,5-2,7 рази, а за 7 місяців — у 4-8 разів порівняно з контролем. Висока життєздатність еталонної культури *P. aeruginosa*

sa, внесеної у середовище з германієм, спостерігалася за 11 місяців (у 15-40 разів), тоді як у контрольних зразках культура була майже нежиттєздатною.

Суттєве зростання біомаси культури *P. aeruginosa*, внесеної у середовище з додаванням селену у концентраціях 10-4 та 10-5, спостерігалася за 7 та 11 місяців (у 6,0-35,0 разів порівняно з контролем). Під час перевірки стабільності біохімічних характеристик культури за 11 місяців у складі середовища з додаванням германію, селену та контрольних зразків не виявлено змін біохімічних властивостей еталонного штаму. Усі інші наночастинки практично в усіх концентраціях у складі гліцеринового середовища справляли біоцидний ефект на життєздатність еталонного штаму *P. aeruginosa*.

Висновки

1. Додавання розчинів наноквахелатів металів селену та германію у традиційне гліцеринове середовище у концентраціях 10-4 та 10-5 покращує перебіг обмінних та репаративних процесів штамів грамнегативних мікроорганізмів у процесі їх тривалого зберігання та дозволяє отримати значно більшу біомасу життєздатних мікроорганізмів у процесі періодичного відновлення життєздатності штамів без втрати і зміни їхніх біологічних властивостей, що має велике значення у практиці роботи мікробіологічних лабораторій медичних закладів та наукових установ.

2. Для тривалого зберігання штаму *P. aeruginosa* ATCC 27853 можна рекомендувати гліцеринове середовище з додаванням наноквахелату германію та селену у концентраціях 10-4 та 10-5.

3. Наномодифіковані середовища з додаванням селену (Se) у концентраціях 10-4 та 10-5

Таблиця 2
Біохімічні властивості еталонного штаму *E. coli* ATCC 25922 після зберігання у складі наномодифікованого середовища

№ лунки	Тест	Біохімічні характеристики штаму після зберігання у гліцериновому середовищі з додаванням наночастинок у концентрації 10 ⁻⁴ та 10 ⁻⁵	
		Селен	Контроль
2	Ala-Phe-Pro-ариламідаза	-	-
3	Адонітол	-	-
4	L-піролідон-ариламідаза	-	-
5	L-арабіт	-	-
7	D-целлобіоза	-	-
9	Бета-галактозидаза	+	+
10	Продукція H ₂ S	-	-
11	Бета-N-ацетил-глюкозамінідаза	-	-
12	Глютамилариламідаза рNA	-	-
13	D-глюкоза	+	+
14	Гамма-глутамілтрансфераза	-	-
15	Зброджування глюкози	+	+
17	Бета-глюкозидаза	-	-
18	D-мальтоза	+	+
19	D-маніт	+	+
20	D-манноза	+	+
21	Бета-ксилозидаза	-	-
22	Бета-аланінариламідаза рNA	-	-
23	L-пролінариламідаза	-	-
26	Ліпаза	-	-
27	Палатиноза	-	-
29	Тирозинариламідаза	-	-
31	Уреаза	-	-
32	D-сорбіт	+	+
33	Сахароза	-	-
34	D-тагатоza	-	-
35	D-трегалоза	+	+
36	Цитрат (натрію)	-	-
37	Малонат	-	-
39	5-кето- D-глюконат	-	-
40	L-лактат, олужнювання	+	+
41	Альфа-глюкозидаза	-	-
42	Сукцинат, олужнювання	+	+
43	Бета-N-ацетилгалактозамінідаза	-	-
44	Альфа-галактозидаза	+	+
45	Фосфатаза	-	-
46	Гліцинариламідаза	-	-
47	Орнітиндекарбоксилаза	+	+
48	Лізіндекарбоксилаза	+	+
53	L-гістидін, асиміляція	-	-
56	Кумарат	+	+
57	Бета-глюкуронідаза	+	+
58	O/129 стійкість	+	+
59	Glu-Gly-Arg-ариламідаза	-	-
61	L-малат, асиміляція	-	-
62	Елман	-	-
64	L-лактат, асиміляція	-	-

можна використовувати для зберігання еталонного штаму *E. coli* ATCC 25922 за низькотемпературних умов.

ЛІТЕРАТУРА

1. Колесников М.М., Скричевская В.М., Скричевский М.В. и др. Концепция генного паразитизма в эпидемиологии инфекционных болезней. — В кн.: Клинико-эпидемиологические аспекты борьбы та профилактики инфекционных и неинфекционных хвороб серед дітей і дорослих: матер. Між нар. наук.-практ. конф. — Харків, 2010. — С. 27-28.

2. Герхард Ф. и др. Методы общей бактериологии. — М.: Мир, 1983. — С. 458-464.

3. Войда Ю.В., Бірюкова С.В. Біологічні властивості і плазмідна характеристика бактерій *Escherichia coli* в умовах низькотемпературного зберігання // Експериментальна медицина та морфологія. — 2011. — Т. 15, № 3 (59). — С. 73-76.

4. Высеканцев И.П., Степанюк Л.В. Влияние н. сови хранения на сахаролитические свойства криоконсервированных и лиофилизированных н. сови *Escherichia coli* // Проблемы криобиологии. — 1999. — № 4. — С. 48-52.

5. н. сович В.Б., Каплуненко В.Г., Косінов М.В. та ін. Наномодифіковане живильне сере-

довище для культивування мікобактерій. — В н.: Наноматеріали у біології. Основи нановетеринарії. — К.: Авіценна, 2010. — С. 336-342.

6. Косінов М.В., Каплуненко В.Г. Аквахелат нанометалу. Патент України № 29280; опубл. 10.01.2008, бюл. № 1/2008.

7. Поліщук О.І., Міроненко Л.Г., Глушкевич Т.Г. та ін. Методи виділення та ідентифікації ентерококів: метод. рек. — К.: Знання України, 2009. — С. 22-23.

REFERENCES

1. Kolesnikov M.M., Skrichevskaya V.M., Skrichevsky M.V. et al. In: Kliniko-epidemiologichni aspekty borotby ta profilaktyky infektsiikh i neinfektsiinykh khvorob sered ditei i doroslykh [Clinical-Epidemiological Aspects of Struggle and Prophylaxis Infectious and Non-infectious Diseases Among Children and Adults]. Kharkiv ; 2010 : 27-28. (in Ukrainian)

2. Herkhard F. et al. (eds.) *Metody obshchei bakteriologii* [Methods of General Bacteriology]. Moscow : Mir ; 1983 : 458-464. (in Russian)

3. Vaida Yu.V., Biriukova S.V. *Ekspyrymentalna medytsyna ta morfologhiia*. 2011 ; 15, 3(59) : 73-76. (in Ukrainian)

4. Vysekantsev I.P., Stepaniuk L.V. *Problemy kriobiologii*. 1999 ; 4 : 48-52. (in Russian)

5. Borysevych V.B., Kaplunenko V.H., Kosinov M.V. et al. In: *Nanomaterialy v biolohii. Osnovy nanoveterynarii* [Nanomaterials in Biology. Background of Nanoveterinary]. Kyiv : Avitsena ; 2010 : 336-342. (in Ukrainian)

6. Kosinov M.V., Kaplunenko V.H. *Akvakhelat nanometalu* [Aquachelate of Nanometal]. Patent of Ukraine No 29280 ; opubl. 10.01.2008, biul. No 1/2008. (in Ukrainian)

7. Polishchuk O.I., Mironenko L.H., Hlushkevych T.H. et al. *Metody vydilennia ta identyfikatsii enterokokiv : metodychni rekomendatsii* [Methods of Extraction and Identification of Enterococci: Methodical Recommendations]. Kyiv : Znannia Ukrainy ; 2009 : 22-23. (in Ukrainian)

Надійшла до редакції 27.01.2013.

Таблиця 3

Вплив стабілізуючих середовищ на життєздатність еталонного штаму *P. aeruginosa* ATCC 27853 (n=3)

Концентрація препарату	Життєздатність (М±m у КУО)* за 3, 7 та 11 місяців зберігання у гліцериновому середовищі з додаванням наноаквахелатів							Контроль (за 3, 7 та 11 місяців)
	Cu	Zn	Fe	Mg	Mn	Ge	Se	
10 ⁻¹	80±5,2	170±7,5	170±7,5	150±7,1	150±7,1	200±8,2**	150±7,1	110±6,1
	0	100±5,8	2±0,8	180±7,7	94±5,6	250±9,1**	62±4,5	50±4,1
	0	100±5,8	0	120±6,3	30±3,2	200±8,2**	50±4,1**	10±1,8
10 ⁻²	90±5,5	120±6,3	30±3,2	200±8,2	88±5,4	240±8,9**	130±6,6	
	9±1,7	10±1,8	0	55±4,3	7±1,5	400±11,5**	90±5,5	
	0	300±10,0	0	0	0	150±7,1**	110±6,1**	
10 ⁻³	140±6,8	80±5,2	62±4,5	130±6,6	50±4,1	300±10,0**	60±4,5	
	1±0,6	9±1,7	28±3,1	32±3,3	2±0,8	260±9,3**	160±7,3**	
	0	0	0	0	0	300±10,0**	50±4,1**	
10 ⁻⁴	110±6,1	110±6,1	120±6,3	80±5,2	41±3,7	170±7,5**	110±6,1	
	2±0,8	11±1,9	6±1,4	25±2,9	0	230±8,8**	400±11,5**	
	0	0	0	0	0	400±11,5**	200±8,2**	
10 ⁻⁵	120±6,3	180±7,7	54±4,2	70±4,8	150±7,1	230±8,8**	160±7,3**	
	1±0,6	18±2,4	11±1,9	20±2,6	1±0,6	210±8,4**	330±10,5**	
	0	0	0	0	0	150±7,1**	350±10,8**	

Примітка: *КУО — колонієутворююча одиниця на середовищі Мюллер-Хінтон; **p<0,001 — вірогідна різниця між показниками кількості КУО після зберігання у складі наномодифікованого гліцеринового середовища порівняно з контролем.