

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДУ САНІТАРНО-БАКТЕРІОЛОГІЧНОГО КОНТРОЛЮ ЗА РІВНЕМ КОНТАМІНАЦІЇ ЛЕГІОНЕЛАМИ ОБ'ЄКТІВ СЕРЕДОВИЩА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

Красовський В.В., Шагун В.Г.*, Тимченко О.М.*, Похил С.І.*

Харківська медична академія післядипломної освіти МОЗ України,
*Інститут мікробіології та імунології ім. І.І. Мечникова АМН України,
м. Харків

Вступ

За трохи більший ніж чвертьвіковий період вивчення легіонельозної інфекції (ЛІ) (з часу першого зареєстрованого в 1976 році спалаху групової захворюваності серед учасників з'їзду членів організації ветеранів "Американський легіон" в місті Філадельфія, США) досягнуті значні успіхи у розкритті різних аспектів легіонельозу: біологічних особливостей і таксономії збудника, екологічних та епідеміологічних закономірностей поширення ЛІ, клінічного перебігу захворювання, протимікробній хіміотерапії та профілактики цих захворювань [1, 2]. В теперішній час виділяють чотири групи факторів, активність яких різко збільшує ризик поширення ЛІ: наявність легіонел у водній системі; підігрів води до оптимальної для розмноження збудника температури; наявність в достатній концентрації поживних речовин, що в природних умовах означає існування і швидке розмноження найпростіших – організмів-господарів легіонел; утворення високодисперсного аерозолу, рідка фаза якого містить патогенні види легіонел, що вдихується людьми. Тому, сьогодні одним із ефективних протиепідемічних заходів в боротьбі із ЛІ є санітарно-бактеріологічний контроль за присутністю і кількістю легіонел у воді замкнених систем водопостачання, рекреаційних водних споруд та технічних засобах створення і підтримання мікроклімату в приміщеннях з підвищеною скупченістю населення [3, 4, 5]. Встановлені і гранично допустимі (критичні) рівні контамінації бактерій роду *Legionella* у водних системах, перевищення цих критичних концентрацій є показником для проведення спеціальних заходів для обмеження розмноження збудника ЛІ [2, 3]. Розроблено широкий спектр методів для визначення кількості легіонел в досліджуваних зразках (кількісний імуноферментний аналіз, детекція збудника на основі технології полімеразної ланцюгової реакції, гібридизації нуклеїнових кислот та ін.), але найбільш активно з цією метою продовжує застосовуватись бактеріологічний метод. Останній має ряд переваг: високу чутливість, простий у використанні, дозволяє контролювати присутність у водних системах представників різних видів *Legionella* і визначати концентрацію життєздатних (вегетативних) клітин легіонел, тощо. Бактеріологічний метод контролю передбачає висів обмеженого фіксованого об'єму зразка на спеціальні поживні середовища. Оскільки вода із екосистем природного і техногенного походження, яка підлягає санітарно-бактеріологічному контролю на присутність легіонел, практично, завжди висококонтамінована широким спектром мікроорганізмів різних таксономічних груп, то досліджуваний зразок води підлягає попередній обробці селективними чинниками для зменшення рівня контамінації "сторонньою" мікрофлорою і для більш точного кількісного визначення *Legionella* spp. Проте, в наукових працях щодо цієї проблеми недостатньо висвітлено питання впливу цих селективних чинників на життєздатність самих легіонел. Це, в свою чергу, призвело до очевидного методичного недоліку в нормативних документах, якими регламентується санітарно-бактеріологічне дослідження водних систем на присутність *Legionella* spp. Він полягає в тому, що пригнічуюча дія використовуваних різнотипних селективних чинників на життєздатність клітини легіонел не враховується, тобто, за результатами бактеріологічного дослідження визначається занижена концентрація вегетативних клітин легіонел [6].

Метою цієї роботи було вивчення впливу на легіонели і мікроорганізми інших таксономічних груп селективних чинників, які найбільш широко використовуються, для підвищення якості проведення санітарно-бактеріологічного контролю рівня контамінації *Legionella* spp. зразків води природного і техногенного походження.

Матеріали та методи

Об'єктом дослідження були модельні та природного походження зразки води із замкнених систем водопостачання, рекреаційних споруд, технічних засобів створення і підтримання мікроклімату в приміщеннях (далі об'єкти середовища життєдіяльності), штучно контаміновані легіонелами та мікроорганізми інших таксономічних груп. Для зараження модельних зразків було використано 10 штамів *Legionella* spp. (6 штамів виду *L. pneumophila* ATCC 33152, ATCC 33154, ATCC 33156, ATCC 33215, ATCC 33823, ATCC 35096; по 1-му штаму видів *L. micdadei* ATCC 33204, *L. bozemanii* ATCC 33217, *L. longbeachae* ATCC 33462, *L. gormanii* ATCC 33342) та 22 штами мікроорганізмів інших таксономічних груп (таблиця 1). Типові культури легіонел були люб'язно надані Prof. Dr. Dr. Y.E. Müller із Staatliches Medizinaluntersuchungsamt Braunschweig (Німеччина), за що автори висловлюють йому щире подяку. Штами інших видів мікроорганізмів отримані із музею мікроорганізмів Інституту мікробіології та імунології ім. І.І. Мечникова АМН України (ІМІ) та із колекції культур лабораторії нових та маловивчених інфекційних захворювань (ЛНМІЗ ІМІ).

Для вирощування легіонел в якості поживного середовища використовували буферний вугільно-дріжджовий агар – БВДА, який готували в ЛНМІЗ у відповідності із традиційною рецептурою. Посіви легіонел інкубували при $t=35\pm 0,5$ °C в атмосфері з 5% CO₂ впродовж 7-ми діб до формування макроколоній [7-9]. Для культивування штамів *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Bacillus* spp. застосовували м'ясо-пептонний агар (МПА) виробництва НАН України ІБОНХ Державного експериментального заводу медичних препаратів (м. Київ). Культури *Candida albicans* і *Saccharomyces cerevisiae* вирощували на агарі Сабуро НВО “Питательные среды” (м. Махачкала, РФ). Штами мікроміцетів *Aspergillus niger*, *Trichoderma viride*, *Penicillium albocinerescens* культивували на агарі Чапека, який готували в ЛНМІЗ за типовою рецептурою [9, 10]. Посіви мікроорганізмів вказаних груп вирощували у відповідності із загальноприйнятими правилами для даного виду.

При встановленні концентрації життєздатних клітин бактерій в суспензіях (колоніє утворюючих одиниць – КУО/мл) використовували метод послідовного кратного розведення суспензії стерильною дистильованою водою і дозований (фіксованого об'єму) висів цих розведень на поживні середовища [11, 12].

Для визначення ефективного способу селективного зниження рівня контамінації “сторонньою мікрофлорою” модельних та природного походження зразків води, при умові максимального збереження вихідної концентрації легіонел, були експериментально апробовані методи селективної термічної і кислотної обробки та висіву на селективні поживні середовища [6]. Метод термічної обробки (МТО) був відтворений в двох модифікаціях і полягав у тому, що 1,0 мл зразка прогрівали: при $t=(60\pm 0,5)$ °C впродовж 3-х хвилин – перша модифікація (МТО1); при $t=(50\pm 0,5)$ °C впродовж 30-ти хвилин – друга модифікація (МТО2) [6, 10]. Термічну обробку здійснювали в умовах водяної бані за допомогою апарату для інактивації сироватки АИС. Метод кислотної обробки (МКО) полягав у тому, що 1,0 мл матеріалу досліджуваного зразка оброблювали кислотною сумішшю (КС) (КС включає: 3,9 мл 0,2М HCl і 0,2М KCl, pH=2,2) у рівному за об'ємом співвідношенні (1:1), інкубували при $t=18-22$ °C впродовж 15-ти хвилин, потім нейтралізували КС лужним розчином (ЛР) (ЛР містить: 7,0 мл 0,1N КОН і дистильовану воду 93,0 мл). Після проведення МКО зразки центрифугували при 5000 обертів за хвилину (об./хв.) впродовж 15-ти хвилин і висівали на поживні середовища. При конструюванні поживних середовищ для виділення легіонел із зразків, висококонтрамінованих різними мікроорганізмами, в якості селективних були випробувані такі селективні інгредієнти: фарбники індикатори – комбінація бромтімоллово-

го синього (БРС) і бромкризолового пурпурного (БРП) з позначкою "РЕАХИМ" виробництва Шосткінського заводу хімреактивів (БРС і БРП додавали в середовище до концентрації 10 мг/мл кожного із фарбників-індикаторів); аурін (розова кислота) Київського заводу "РІАП" (концентрацію ауріна в середовищі доводили до 100,0 мг/л); комбінація антибіотиків (КА) (КА на 1 л середовища містила: гліцин – 3,0 мг фірми "Raanal", Угорщина; поліміксина – 20,0 мг ВАР "Київмедпрепарат"; ванміксан (ванкоміцин) – 1,0 мг фірми "Sanofi", Франція; циклогексимида – 100,0 мг фірми "BoehringerMannheim GmbH", Німеччина), селективний додаток до поживного середовища для виділення легіонел фірми "Oxoid", Великобританія ("Legionella BMPA - α selective supplement". For in vitro diagnostic use. Unipath LTD, Basingstoke, Hampshire, England; прийняте скорочене написання селективного реагенту LBMPASS), який додавали в середовище в кількості, зазначеній в інструкції по його використанню.

Кожний експеримент відтворено в трьох паралельних дослідженнях.

Статистична обробка експериментальних даних здійснювалась у відповідності із правилами рядової і альтернативної варіаційної статистики [13, 14].

Результати та їх обговорення

Результати дослідження впливу селективних чинників на легіонели і мікроорганізми інших таксономічних груп представлені в таблиці 1.

Дані наведені в таблиці 1 свідчать, що жоден із семи експериментально апробованих селективних чинників не є універсально ефективним, тобто, не забезпечує достатньо оптимальних умов для виділення і визначення кількості легіонел із зразків з високим ступенем контамінації останніх гетерогенними групами мікроорганізмів. Так, методи термічної обробки досліджуваних модельних зразків (МТО1 і МТО 2) у 10^3 - 10^4 рази знижували рівень концентрації *Legionella* spp., одночасно ефективно знезаражували штами *S. aureus*, *P. aeruginosa*, *E. coli*, *C. albicans*, *S. cerevisiae*. Ці методи виявились малоефективними селективними чинниками для зниження рівня контамінації води представниками *Bacillus* spp. та лише в 10^2 - 10^3 рази зменшували рівень інфікування зразків життєздатними формами мікроміцетів. МКО забезпечував зниження показника КУО/мл для *P. aeruginosa* у 10^3 раз, а щодо мікроорганізмів інших таксономічних груп, то ефективність зниження контамінації цим методом складала 10^1 - 10^2 раз. Крім того, МКО суттєво знижував рівень контамінації легіонелами досліджених зразків. Абсолютно протилежними виявились результати дії селективних індикаторних фарбників - ауріну (БВДА з ауріном) та комбінації БРС і БРП. БВДА з БРС і БРП не подавляв ріст легіонел, однак, суттєво і не пригнічував ріст мікроорганізмів інших таксономічних груп. Лише щодо штамів *Bacillus* spp. це середовище забезпечувало зниження показника КУО/мл в 10^1 - 10^2 рази. БВДА з ауріном сильно пригнічував ріст як легіонел (більше ніж в 10^4 раз), так і інших груп мікроорганізмів (в 10^3 - 10^4 рази), за винятком штамів *E. coli* і *P. aeruginosa*. Найбільш привабливими щодо бажаної спрямованості селективної дії є результати тестування БВДА з LBMPASS та БВДА з КА. Використання БВДА з LBMPASS забезпечувало зниження показника КУО/мл для легіонел лише в два з половиною рази, для *E. coli* - майже в сорок раз, для штамів *S. aureus*, *P. aeruginosa*, *Bacillus* spp., *S. cerevisiae* - в 10^3 - 10^4 і більше раз, тоді як пригнічуюча активність стосовно культур *C. albicans* і мікроміцетів була незначною. На БВДА з КА рівень контамінації досліджуваного модельного зразка легіонелами був визначений в дванадцять разів нижчим, у порівнянні із результатами їх паралельного дослідження на БВДА. Селективність дії КА відносно всіх взятих в експеримент таксономічних груп мікроорганізмів (за винятком *C. albicans*) забезпечила зниження відповідного показника КУО/мл більш ніж в 10^3 - 10^4 разів. Слід додатково відзначити, що макроколонії *Legionella* spp. на селективному середовищі БВДА з LBMPASS повністю зберігають свої типові характеристики і термін формування до розміру видимого неозброєним оком. Тоді як на середовищі БВДА з КА колонії легіонел ростуть повільніше (стають видимими для неозброєного ока на три-чотири доби пізніше) і мають суттєво менший розмір.

Викладені вище результати експериментального випробування різних селективних чинників для виділення *Legionella* spp. із висококонтрамінованих гетеротипними групами мікроорганізмів зразків води, суттєво відрізняються від висновків інших дослідників [7]. МКО, МТО1 і МТО2 і застосування поживних середовищ з КА не лише використовуються в клінічній практиці для лабораторної діагностики ЛЛ [15], але і включені до нормативно-методичних документів, якими регламентується проведення санітарно-бактеріологічних досліджень в системі протиепідемічних заходів для боротьби з легіонельозом [6, 16]. Особливе значення набуває факт пригнічення росту *Legionella* spp. (зниження показника КУО/мл) під впливом досліджених нами селективних чинників з огляду на те, що в теперішній час встановлені та контролюються гранично допустимі (критичні) рівні контамінації легіонелами води в технічних системах середовища життєдіяльності населення [3]. Можливо, обговорені відмінності в результатах визначення впливу селективних методів обробки на рівень мікробної контамінації зразків (особливо об'єктів оточуючого середовища) полягають в тому, що наші та дослідження інших авторів проводились на відмінних експериментальних моделях. Наші модельні зразки для досліджень готувались таким чином, що бактерійні клітини *Legionella* spp. утворювали гомогенну суспензію і знаходились безпосередньо в її рідкій фазі, тобто, були більш доступними для дії селективного чинника, ніж мікроорганізми в модельних зразках, які досліджувались іншими фахівцями. Їх моделями, в переважній більшості, були зразки води природного походження, в яких основна популяція легіонел є внутрішньоклітинними симбіонтами і знаходиться в клітинах водних найпростіших - амеб, інфузорій, синьо-зелених мікроводоростей, тощо [17]. Тому, можна припустити, що дія селективних чинників на внутрішньоклітинну популяцію *Legionella* spp. є суттєво слабшою, а на мікроорганізми, які вільно вегетують у рідкій фазі суспензії є більш інтенсивною. Вже показано, що представники *Legionella* spp. здатні розмножуватись лише в своїх природних (водних) одноклітинних господарях [18, 19], а при перебуванні безпосередньо у воді, чи у мікробних біоплівках, ці бактерії лише зберігають свою життєздатність [2, 17]. Експериментальне підтвердження концепції щодо можливості *Legionella* spp. розмножуватись у біоплівках, безперечно, мала б великий вплив на стратегію бактеріологічного контролю і профілактики легіонельозу. Проте, на наш погляд, сьогодні для отримання більш точного результату, при здійсненні санітарно-бактеріологічного контролю водних систем слід враховувати і ту частину популяції легіонел, яка перебуває безпосередньо у рідкій фазі досліджуваного зразку та найбільш пригнічується дією селективного чинника при проведенні лабораторного аналізу.

Висновки

В експериментах на модельних та природного походження зразках визначено рівень впливу селективних чинників при визначенні рівня контамінації легіонелами об'єктів середовища життєдіяльності (води із замкнутих технологічних систем водопостачання, рекреаційних водних споруд, технічних засобів створення і підтримання мікроклімату в приміщеннях із підвищеною скупченістю населення, тощо). При здійсненні санітарно-бактеріологічного аналізу досліджуваних зразків для більш точного визначення рівня їх контамінації легіонелами (КУО/мл) пропонується застосовувати відповідний поправочний коефіцієнт (табл. 2).

Таблиця 2 Поправочні коефіцієнти для визначення бактеріологічним методом з використанням селективних чинників рівня контамінації легіонелами (КУО/мл) зразків об'єктів середовища життєдіяльності

Селективний чинник	Поправочний коефіцієнт	Селективний чинник	Поправочний коефіцієнт
МТО 1	$\times (3 \cdot 10^3)$	БВДА з БРС і БРП	$\times 1$
МТО 2	$\times (2 \cdot 10^4)$	БВДА з LBMPASS	$\times 2,5$
МКО	$\times 80$	БВДА з КА	$\times 12$

Список літератури

1. Тартаковский И.С., Синопальников А.И. Легионеллёз: роль в инфекционной патологии человека// Болезни и возбудители. –2001. –Т.3, №1. –С. 3-20.
2. Fields B.S., Benson R.F., Besser R.E. *Legionella* and Legionnaires' disease: 25 years of investigation // Clin. Microb. Rev. –2002. –Vol.15, №3. –P. 506-526.
3. ПР ЦГСЭН г. Москва от 10.12.2001 г. Нормативный документ по предельно допустимой концентрации содержания легионел в технических средствах создания и поддержания микроклимата в помещениях с повышенным скоплениям населения. –М., 2001.- 4 с.
4. Маляр В.Я., Донцова В.В., Похил С.И. Душевые установки больниц – экологическая ниша для возбудителя болезни легионеров// Материалы научно-практич. конф., посвящ. 60-летию Укр. госуд. противочум. станции “Санитарная охрана территории Украины и профилактика особо опасных инфекций”. –Одесса, 1997. –С. 107-108.
5. Пушкіна В.О. Мікробіологічна характеристика легионел, які циркулюють на території України, та деякі підходи щодо вирішення проблеми легионельозу: Автореф. дис. ... канд. мед. наук: - Одеса, Укр. науково-дослідний протичумний інститут ім. І.І. Мечнікова. –Одеса, 2004. –21 с.
6. ПР ЦГСЭН г. Москва от 10.12.2001 г. Практические рекомендации по контролю содержания легионелл в технических средствах создания и поддержания микроклимата в помещениях с повышенным скоплением населения. –М., 2001. –11 с.
7. Edelstein P.H. Improved semiselective medium for isolation of *Legionella pneumophila* from contaminated clinical and environmental specimens// J. Clin. Microbiol. –1981. – №14. –P. 298-303.
8. Vickers R.M., Brown A., Garrity G.M. Dye-containing buffered charcoal-yeast extract medium for differentiation of members of the family Legionellaceae// J. Clin. Microbiol. –1981. –№13. –P. 380-382.
9. Vickers R.M., Stout J.E., Yu V.L., Rihs L.D. Manual of culture methodology for *Legionella*// Semin. Respir. Infect. –1987. – №2. –P. 274-279.
10. Методические указания МЗ СССР. Главное управление карантинных инфекций. Методические рекомендации “Эпидемиология, клиника, лечение и профилактика легионеллеза” –М., 1998. –23 с.
11. Справочник по микробиологическим и вирусологическим методам исследования/ Под ред. О.М. Биргера. –3-е изд., перераб. и доп. –М., Москва, 1982. –464 с.
12. Тимаков В.Д., Гольдфарб Д.М. Основы экспериментальной медицинской бактериологии (Общая часть). –М.: Медгиз, 1958. –48 с.
13. Лакин Г.Ф. Биометрия. –М.: Высшая школа. 1990. –352 с.
14. Ракицкий П.Ф. Биологическая статистика. – Минск: Вышш. школа, 1973. –320 с.
15. Edelstein P.H. The laboratory diagnosis of Legionnaires' disease// Semin. Respir. Infect. –1987. – №2. –P. 235-241.
16. Методические рекомендации МЗ СССР №28-6/10 от 30.06.1987 г. Методические рекомендации по лабораторной диагностике легионеллеза (болезни легионеров). –М., 1987. –26 с.
17. Green P.N., Pirrie R.S. A laboratory apparatus for the generation and biocide efficacy testing of *Legionella* biofilms// J. Appl. Bacteriol. -1993. –№74. –P. 388-393.
18. Rowbotham T.J. Preliminary report on the pathogenicity of *Legionella pneumophila* for freshwater and soil amoebae// J. Clin. Pathol. –1980. –№33. –P. 1179-1183.
19. Solomon J.M., Rupper A., Cardelli J.A., Isberg R.R. Intracellular growth of *Legionella pneumophila* in *Dictyostelium discoideum*, a system for genetic analysis of host-pathogen interactions// Infect. Immun. –2000. –№68. –P. 2939-2947.

Удосконалення методу санітарно-бактеріологічного контролю за рівнем контамінації легіонелами об'єктів середовища життєдіяльності

Красовський В.В., Шагун В.Г., Тимченко О.М., Похил С.І.
Харківська медична академія післядипломної освіти МОЗ України,
Інститут мікробіології та імунології ім. І.І. Мечникова АМН України (м. Харків)

В експериментах на модельних та природного походження зразках води вивчено вплив на *Legionella* spp. і мікроорганізми інших таксономічних груп різних селективних чинників (прогрівання, кислотної обробки, антибіотиків, фарбників та ін.). Зроблено висновок, що при здійсненні санітарно-бактеріологічного контролю водних систем природного і техногенного походження для більш точного визначення рівня їх контамінації *Legionella* spp. (КУО/мл) необхідно застосовувати встановлений відповідний для кожного селективного чинника поправочний коефіцієнт ($1-2 \cdot 10^4$).

Ключові слова: *Legionella*, бактеріологічний метод, визначення концентрації, поправочний коефіцієнт.

УДК 579.61.083.1

Усовершенствование метода санитарно-бактериологического контроля за уровнем контаминации легионеллами объектов среды жизнедеятельности

Красовский В.В., Шагун В.Г., Тимченко Е.Н., Похил С.И.
Харьковская медицинская академия последипломного образования МОЗ Украины,
Институт микробиологии и иммунологии им. И.И. Мечникова АМН Украины (г. Харьков)

В экспериментах на модельных и природного происхождения образцах воды изучено влияние на *Legionella* spp. и микроорганизмы других таксономических групп различных селективных агентов (прогрева, кислотной обработки, антибиотиков, красителей и др.). Сделан вывод, что при осуществлении санитарно-бактериологического контроля водных систем природного и техногенного происхождения для более точного определения уровня их контаминации *Legionella* spp. (КОЕ/мл) необходимо применять установленный соответствующий для каждого селективного агента поправочный коэффициент ($1-2 \cdot 10^4$).

Ключевые слова: *Legionella*, бактериологический метод, определение концентрации, поправочный коэффициент.

UDC 579.61.083.1

Improvement of the Method of Sanitary-Bacteriological Control of the Level of Contamination of Habitat Objects by Legionella

Krasovsky V.V., Shagun V.G., Timchenko O.M., Pokhil S.I.

Kharkiv medical postgraduate academy
Mechnikov Institute of Microbiology and Immunology, Academy of Medical Sciences of Ukraine
(Kharkiv)

Effect of different selective factors (heating, acid action, antibiotics, dyes, etc.) on *Legionella* spp. and on microorganisms of other taxonomic groups has been studied in experiments with model and natural water samples.

It was concluded that during the sanitary-bacteriological control of water systems of natural and man-caused origin to determine their contamination level by *Legionella* spp (CFU/ml) in a more precise manner it is necessary to use the determined correction factor ($1 - 2 \cdot 10^4$) corresponding to each selective factor.

Key words: *Legionella*, bacteriological method, determination of concentration, correction factor

Таблиця 1 - Вплив селективних чинників на мікроорганізми різних таксономічних груп при проведенні бактеріологічного методу виділення легіонел

Вид мікроорганізму (кількість штамів)	Вихідна концентрація мікроорганізмів КУО/мл, m±d	Концентрація мікроорганізмів після дії селективного чинника (КУО/мл, m±d)						
		МТО 1 (t=60±0,5 °C, 3 хв.)	МТО 2 (t=50±0,5 °C, 30 хв.)	МКО	БВДА з БРС і БРП	БВДА з ау- ріном	БВДА з LBMPASS	БВДА з КА
<i>Legionella</i> spp. (10)	$(5,9 \pm 0,2) \cdot 10^7$	$(2,1 \pm 0,9) \cdot 10^4$	$(2,8 \pm 1,0) \cdot 10^3$	$(7,2 \pm 2,8) \cdot 10^5$	$(5,8 \pm 0,7) \cdot 10^7$	$< 10^3$	$(2,4 \pm 0,6) \cdot 10^7$	$(4,9 \pm 1,1) \cdot 10^6$
<i>E. coli</i> (3)	$(7,6 \pm 2,6) \cdot 10^6$	$< 10^3$	$< 10^3$	$(2,6 \pm 0,4) \cdot 10^5$	$(4,1 \pm 0,6) \cdot 10^6$	$(8,9 \pm 2,1) \cdot 10^5$	$(2,1 \pm 0,7) \cdot 10^5$	$< 10^3$
<i>S. aureus</i> (3)	$(1,3 \pm 0,5) \cdot 10^7$	$< 10^3$	$(1,0 \pm 0,6) \cdot 10^4$	$(1,8 \pm 0,5) \cdot 10^6$	$(9,8 \pm 1,2) \cdot 10^6$	$< 10^3$	$< 10^3$	$< 10^3$
<i>P. aeruginosa</i> (3)	$(3,7 \pm 0,9) \cdot 10^7$	$< 10^3$	$< 10^3$	$(2,2 \pm 0,8) \cdot 10^4$	$(2,8 \pm 1,1) \cdot 10^7$	$(3,4 \pm 0,9) \cdot 10^7$	$< 10^3$	$< 10^3$
<i>B. steuruther- mophilis</i> (1)	$(3,1 \pm 0,4) \cdot 10^7$	$(6,3 \pm 1,9) \cdot 10^6$	$(1,5 \pm 0,6) \cdot 10^6$	$(9,7 \pm 2,2) \cdot 10^6$	$(2,8 \pm 0,6) \cdot 10^6$	$< 10^3$	$< 10^3$	$< 10^3$
<i>B. subtilis</i> (2)	$(6,0 \pm 1,2) \cdot 10^6$	$(3,7 \pm 0,8) \cdot 10^5$	$(7,7 \pm 1,1) \cdot 10^5$	$(1,1 \pm 0,5) \cdot 10^5$	$< 10^3$	$(2,4 \pm 0,7) \cdot 10^3$	$< 10^3$	$< 10^3$
<i>B. licheniformis</i> (1)	$(4,1 \pm 0,9) \cdot 10^6$	$(8,5 \pm 2,0) \cdot 10^5$	$(2,0 \pm 0,7) \cdot 10^5$	$(9,7 \pm 2,8) \cdot 10^5$	$(3,7 \pm 1,2) \cdot 10^5$	$(1,9 \pm 0,4) \cdot 10^3$	$< 10^3$	$< 10^3$
<i>C. albicans</i> (2)	$(9,7 \pm 1,4) \cdot 10^6$	$< 10^3$	$< 10^3$	$(6,1 \pm 2,1) \cdot 10^5$	$(8,8 \pm 2,1) \cdot 10^6$	$< 10^3$	$(7,1 \pm 1,9) \cdot 10^6$	$(5,7 \pm 1,1) \cdot 10^6$
<i>S. cerevisiae</i> (2)	$(1,3 \pm 0,7) \cdot 10^6$	$< 10^3$	$< 10^3$	$(9,3 \pm 1,7) \cdot 10^5$	$(1,8 \pm 0,8) \cdot 10^6$	$< 10^3$	$< 10^3$	$< 10^3$
<i>P. albocinerescens</i> (3)	$(1,5 \pm 0,4) \cdot 10^6$	$(7,3 \pm 0,8) \cdot 10^4$	$(5,3 \pm 0,5) \cdot 10^3$	$(4,8 \pm 0,9) \cdot 10^5$	$(9,9 \pm 1,2) \cdot 10^5$	-	$(1,0 \pm 0,3) \cdot 10^6$	$< 10^3$
<i>T. viride</i> (2)	$(1,1 \pm 0,3) \cdot 10^6$	$(1,2 \pm 0,6) \cdot 10^3$	$(2,8 \pm 0,7) \cdot 10^3$	$(5,5 \pm 0,8) \cdot 10^5$	$(1,2 \pm 0,5) \cdot 10^6$	-	$(9,7 \pm 1,1) \cdot 10^5$	$< 10^3$
<i>A. niger</i> (2)	$(1,6 \pm 0,4) \cdot 10^6$	$(6,9 \pm 1,2) \cdot 10^3$	$(5,1 \pm 0,9) \cdot 10^4$	$(6,6 \pm 1,1) \cdot 10^5$	$(1,1 \pm 0,9) \cdot 10^6$	-	$(1,4 \pm 0,7) \cdot 10^6$	$< 10^3$

Примітка. “-” – дослідження не проводились.