

УДК 576.8.095.38

DOI: 10.15587/2313-8416.2016.58827

АНТАГОНІСТИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ПРОБІОТИЧНОГО ШТАМУ *LACTOBACILLUS GASSERI* 55 ЗБАГАЧЕНОГО СЕЛЕНОМ

© К. С. Огірчук, Н. К. Коваленко

Вивчено антагоністичну активність пробіотичного штаму *Lactobacillus gasseri* 55, вирощеного на поживному середовищі, що містить 8 мг/л селеніту натрію. Встановлено, що культивування штаму *Lactobacillus gasseri* 55 у середовищі з селеном підсилює його антагоністичну дію щодо всіх тест-штамів умовно патогенних мікроорганізмів, окрім *Salmonella enterica*. Виявлено синергетичний ефект антагонізму завдяки сумісного використання селеніту та пробіотичного штаму щодо *Escherichia coli*, *Staphylococcus epidermidis* та *Pseudomonas aeruginosa*

Ключові слова: пробіотики, *Lactobacillus gasseri*, антагоністична активність, селеніт натрію

It was studied the antagonistic activity of probiotic strain Lactobacillus gasseri 55 grown on nutrient medium containing 8 mg/l of sodium selenite. It was established that the cultivation of the strain Lactobacillus gasseri 55 in an environment with selenium enhances its antagonistic effect on all the test strains opportunistic microorganisms than Salmonella enterica. It was discovered the synergy effect through antagonism sharing selenite and probiotic strain on Escherichia coli, Staphylococcus epidermidis and Pseudomonas aeruginosa

Keywords: probiotics, *Lactobacillus gasseri*, antagonistic activity, sodium selenite

1. Вступ

Селен (Se) – есенціальний мікроелемент, дефіцит якого є причиною послаблення здоров'я населення в багатьох країнах світу. Його функції включають в себе регулювання обміну речовин, антиоксидантний захист, підвищення імунітету, формування кісткової тканини, підсилення репродуктивної функції, профілактика раку, уповільнення старіння [1]. Додавання селеніту натрію як неорганічної форми Se в раціон харчування з одного боку визнано першочерговою мірою на шляху до покращення стану здоров'я людей і тварин при різних захворюваннях, а з іншого боку використання його в деяких країнах було обмежено через токсичність і здатність до забруднення навколишнього середовища. Органічні форми Se є менш токсичними, але не менш ефективними, ніж оксид селену та селеніт [2, 3]. У зв'язку з цим, останнім часом, зростає інтерес до використання органічного селену в раціоні харчування людей і тварин в якості харчових добавок та функціональних продуктів. Найбільше визнання отримали різноманітні селен-збагачені біологічні продукти: пшениця, фрукти, овочі, мікроорганізми (дріжджі, мікроскопічні водорості, лактобацили) тощо. Чільне місце серед

цих продуктів займають лактобацили, оскільки лише вони здатні накопичувати селен в клітинах у вигляді селен-цистеїну, який входить до складу активного центру глутатіонпероксидази – головного ферменту, що захищає клітини від оксидативного стресу. Ще однією цікавою особливістю МКБ є здатність відновлювати іони селену Se^{+4} до елементарного селену Se^0 в процесі детоксикації. Вільний селен у вигляді наночастинок накопичується біля клітинної стінки бактерій а також виділяється в позаклітинний простір [4].

Молочнокислі бактерії (МКБ) характеризуються рядом біологічних властивостей, що дозволяють використовувати їх в складі пробіотичних препаратів для корекції мікрофлори макроорганізму, зокрема кишечника, а також при різних патологічних станах. Необхідною ознакою лактобактерій є їх антагоністична активність щодо патогенної та умовно патогенної мікрофлори [5, 6].

Вивчення антагоністичних властивостей молочнокислих бактерій як складової частини нормальної мікрофлори травного тракту людей різних вікових груп набуває в наш час особливої актуальності у зв'язку з несприятливими екологічними умовами, а також широким розповсюдженням дисбактеріозів,

які ускладнюють стан здоров'я людини на фоні захворювань різної етіології [5, 7].

2. Аналіз літературних даних та постановка проблеми

Останнім часом в літературі велика увага приділяється синтетичним селен-органічним сполукам (таким як 2,4,6,-три-пара-метоксифенілселено-піриліум хлорид, пергідроселеноксантен та 9-пара-хлорофенілоктагідро-селеноксантен), які проявляють антимікробну активність *in vitro* відносно патогенних бактерій (*Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus simulans*, *Salmonella typhimurium*, *Escherichia coli* та *Bacillus cereus*), грибів та вірусів [1, 8]. Поряд із цим лише поодинокі роботи присвячені вивченню антимікробних властивостей наночастинок елементарного селену. Так, Tran (2009) показав ефективність 0,2 % наночастинок селену у целюлозній оболонці відносно *Pseudomonas aeruginosa* та *Staphylococcus aureus* [2]. При вивченні дії елементарного селену на біоплівку клінічно важливих штамів УПМ, Khalid (2014) встановив, що найбільш чутливим до дії селену виявилися *E.coli* та *S. aureus* [9]. В присутності 6,25 мг/мл селену в середовищі пригнічувався ріст 95 % клітин цих штамів і лише 34 % клітин *P. aeruginosa*, тоді як повне інгібування росту псевдомонад спостерігалось при 25 мг/мл селену.

В даний час було кілька повідомлень про використання комбінованих ефектів пробіотичних штамів МКБ, збагачених селеном, в органічних формах, таких як селенометіонін і селеноцистеїн, проти патогенної мікрофлори. Так, Yang показав антагоністичну дію *in vitro* та *in vivo* селен-збагачених пробіотиків *Lactobacillus acidophilus*, *L. rhamnosus GG* та *Streptococcus thermophilus* відносно патогенного штаму *E.coli*, а Kheradmand встановив антифунгальну дію збагачених наноселеном штамів *L. plantarum* та *L. johnsonii* проти *Candida albicans* [3, 10].

3. Ціль та задачі дослідження.

Проведені дослідження ставили за мету визначити вплив селеніту натрію на антимікробну активність штаму *Lactobacillus gasseri 55*.

Для досягнення поставленої мети вирішувалися наступні задачі:

- культивування досліджуваного штаму в кукурудзяному середовищі з 8 мг/л селеніту натрію;
- вивчення інгібуючої дії супернатанту культуральної рідини *L. gasseri 55* відносно клінічно важливих штамів умовно патогенних мікроорганізмів.

4. Матеріали та методи дослідження антагоністичної активності штаму *Lactobacillus gasseri 55* збагаченого селенітом натрію.

Об'єктом дослідження був пробіотичний штам *L. gasseri 55*, виділений з кишечника людини в процесі дослідження мікрофлори жінок постменопаузального віку здорових та хворих на остео-

позор [11, 12]. Для культивування штаму *Lactobacillus gasseri 55* використовували кукурудзяне середовище, що забезпечує оптимальний ріст та виживаність культури в умовах збагачення селеном. Культуру інкубували в термостаті за температури 37 °С протягом 24–48 годин.

Антагоністичні властивості лактобактерій вивчали щодо 9 тест-штамів умовно патогенних мікроорганізмів: *Pseudomonas aeruginosa* B-900, *Proteus vulgaris* B-905, *Escherichia coli* B-906, *Staphylococcus aureus* B-904, *Staphylococcus epidermidis* B-919, *Klebsiella pneumoniae* B-920, *Salmonella enterica var. abony* B-921, *Shigella flexneri* ГИСК 337, що зберігалися в Українській колекції мікроорганізмів Інституту мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України.

Вплив іонів селену на антагоністичну активність молочнокислих бактерій вивчали методом мікротитраційних планшетів [13] з невеликою модифікацією. Досліджували антагоністичну дію на тест-штами УПМ супернатанту культуральної рідини *Lactobacillus gasseri 55* вирощеного з та без 8 мг/л селеніту натрію в середовищі, а також вивчали дію неорганічного селену, внесеного в кукурудзяне середовище. Супернатанти культуральної рідини досліджуваного штаму були отримані з 24-годинної культури *Lactobacillus gasseri 55*, вирощеної на кукурудзяному середовищі, шляхом центрифугування при 8000 об/хв протягом 15 хв і подальшого фільтрування через бактеріальні фільтри (Millipore, 0,22 мкм). Після цього 80 мкл фільтрату вносили в планшет для мікротитрування. Індикаторні штами вирощували на соєводекстрозному бульоні протягом 18–24 годин за температури 37 °С, двічі промивали стерильним розчином фосфатно-сольового буфера (PBS, pH 7,2) і ресуспендували в PBS. Суспензію тест-мікроорганізму з оптичною густиною $A_{620\text{nm}}=0,5$, отримували у відповідному середовищі, сконцентрованому в 5 разів, після чого 20 мкл вносили в лунку мікропланшета. Після 24–48 годин інкубації інтенсивність росту тест-штаму визначали за допомогою мікропланшетного рідеру Multiscan FC виробництва Thermo scientific (США) при довжині хвилі 620 нм. Тест-культури, вирощені у відповідному середовищі без супернатанта культуральної рідини або кукурудзяного середовища, були використані в якості позитивного контролю. Облік результатів проводили через 18–20 годин.

Статистичний аналіз проводили, використовуючи пакети програм «Excel» та «STATISTICA10». Відмінності між величинами вважали достовірними при $p \leq 0,05$.

5. Результати досліджень антагоністичної активності штаму *L. gasseri 55* щодо умовно патогенних мікроорганізмів.

В ході дослідження вивчали також вплив середовища культивування, збагаченого селенітом, на виживаність тест-штамів УПМ (рис. 1).

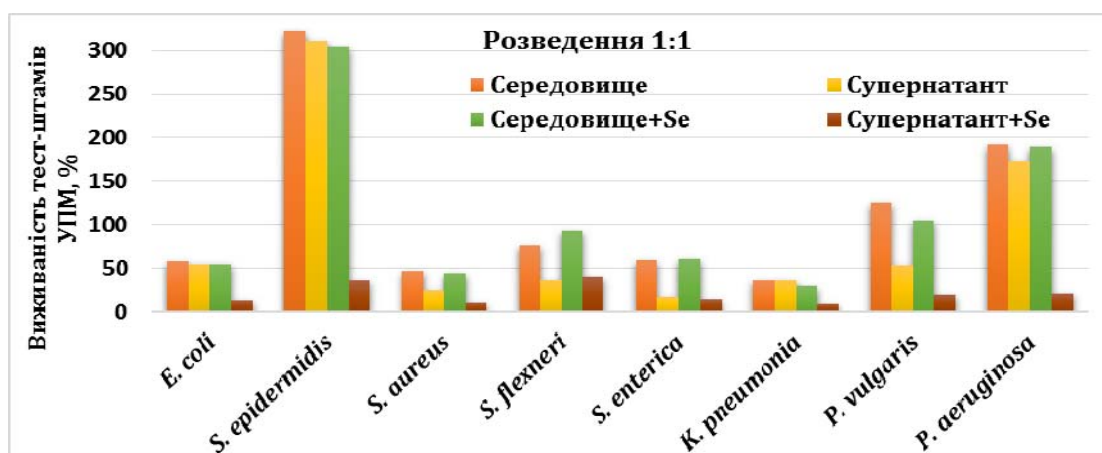


Рис. 1. Виживаність тест-штамів УПМ при дії досліджуваних речовин у співвідношенні 1:1

Показано посилення росту *S. epidermidis* та *P. aeruginosa* під впливом кукурудзяного середовища у 3 та 2 рази відповідно, а виживаність *S. aureus*, *K. pneumoniae* та *S. enterica* – навпаки складала лише 40–50 %. Додавання селеніту натрію в середовище культивування практично не впливало на його інгібуючу дію щодо вищезгаданих тест-штамів. Найсильнішу інгібуючу дію спричиняв супернатант культуральної рідини *L. gasseri* 55 щодо *S. enterica* (20 %), *S. aureus* (25 %) *S. flexneri* та *K. pneumoniae* (35 %), а також *E. coli*, *P. vulgaris* (50 %). Показано, що куль-

тивування з селеном штаму *L. gasseri* 55 підсилює його антагоністичну дію щодо всіх тест-штамів УПМ, окрім *S. enterica* та *S. flexneri*. Найбільший синергетичний ефект селеніту та пробіотичного штаму виявлений щодо *S. epidermidis*, *P. aeruginosa* (виживаність тест-штамів зменшилась майже у 10 разів) та *E. coli* (1,5 раза).

При додаванні досліджуваних речовин до тест-штамів у розведенні 1:10 (рис. 2) спостерігали слабку стимулюючу дію щодо *S. epidermidis* (105–120 %), *P. vulgaris* та *P. aeruginosa* (130–140 % відповідно).

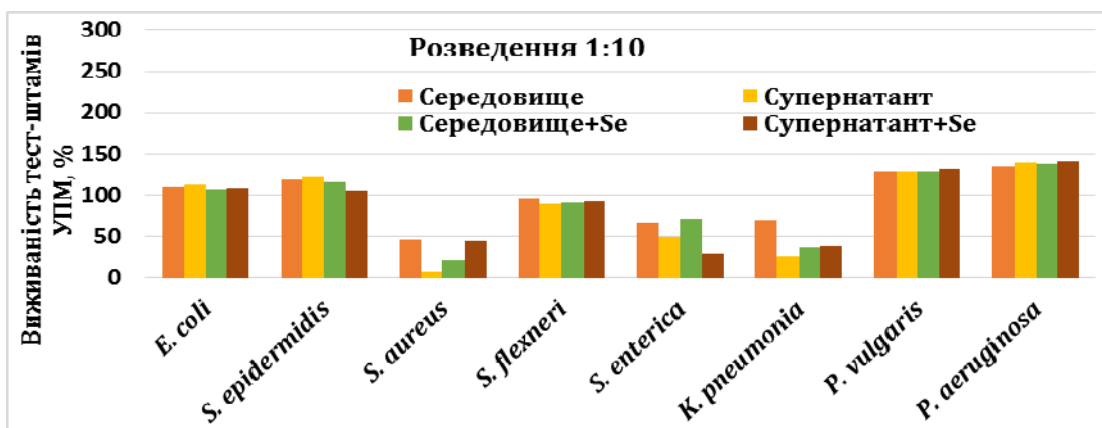


Рис. 2. Виживаність тест-штамів УПМ при дії досліджуваних речовин у співвідношенні 1:10

Показано, що виживаність *S. aureus* та *K. pneumoniae* при додаванні кукурудзяного середовища до соєво-декстрозного бульйону в розведенні 1:10 становить 45 % та 70 % відповідно, а додавання неорганічного селену до складу кукурудзяного середовища знижувало цей показник в 2 рази. Однак, протилежний ефект виявлено при дії супернатанту культуральної рідини *L. gasseri* 55, збагаченого селеном, на *S. aureus*, а саме підвищення виживаності з 5 до 45 %, порівняно з супернатантом без селену. Найбільший синергетичний ефект селеніту та пробіотичного штаму в розведенні 1:10 виявлений щодо *S. enterica*. Так, виживаність даного тест-штаму при дії супернатанту культуральної рідини *L. gasseri* 55 складала майже 50 %, а присутність селеніт-іонів в середовищі культивування посилювала інгібуючу дію супернатанту культуральної рідини вдві-

чі (25 %). Встановлено, що досліджувані речовини у розведенні 1:10 не впливають на виживаність *E. coli* та *S. flexneri*.

6. Обговорення результатів дослідження антагоністичної активності пробіотичного штаму *Lactobacillus gasseri* 55.

Використання пробіотиків є визнаною альтернативною хімотерапевтичним засобом при лікуванні дисбіозів різної етіології. В цій роботі ми оцінювали взаємодію селеніту натрію та пробіотичного штаму *L. gasseri* 55 на антимікробну активність щодо клінічно важливих штамів умовно патогенних мікроорганізмів.

В ході роботи було встановлено, що супернатант культуральної рідини *L. gasseri* 55 в різному ступені пригнічує ріст *S. enterica*, *S. aureus*, *K. pneumoniae*, *S. flexneri*, *P. vulgaris* та *E. coli*, тоді як збага-

чення культури селеном суттєво підсилює інгібуючу дію пробіотичного штаму щодо всіх досліджуваних умовно патогенних мікроорганізмів. Найсильніший синергічний ефект пробіотичного штаму і селену відмічено щодо *S. epidermidis* і *P. aeruginosa*, ріст яких суттєво підсилювався при наявності безселенового супернатанту в середовищі. Збагачення супернатанту *L. gasseri* 55 селеном не впливало на інгібування росту *S. enterica* та *S. flexneri*.

В попередніх дослідженнях [14] нами було показано, що в процесі культивування в середовищі з 8 мг/л селеніту натрію пробіотичний штам *L. gasseri* 55 накопичує в біомасі 33 % селену. З літературних даних відомо, що при цьому значна кількість селену накопичується в середині самої клітини мікроорганізму у вигляді органічних сполук – селенометіоніну та селеноцистеїну. А в процесі детоксикаційного відновлення неорганічної форми Se^{4+} до елементарного селену Se^0 у вигляді наночастинок, які обумовлюють червоне забарвлення культуральної рідини лактобактерій [3, 15]. Таким чином, можна припустити, що синергічна антимікробна дія *L. gasseri* 55 та селену відбувається за рахунок посилення продукції екзотаболітів штаму (молочної кислоти, перексиду водню), а також антибактеріального ефекту наночастинок селену.

7. Висновки

В даній роботі показано антимікробні властивості пробіотичного штаму *L. gasseri* 55, збагаченого селеном, щодо широкого спектру клінічно важливих штамів умовно патогенних мікроорганізмів, серед яких вперше досліджено вплив селену на *S. enterica*, *K. pneumoniae*, *S. flexneri*, *P. vulgaris*, та *S. epidermidis*. Встановлено, що селен-збагачені пробіотики поєднують у собі корисні властивості лактобактерій з перевагами органічного селену і можуть виступати в якості пребіотиків завдяки посиленню антагоністичних властивостей штаму-продуценту і чинити подвійний позитивний ефект на організм людини і тварин.

Література

1. Pietka-Ottlik, M. New Organoselenium Compounds Active against Pathogenic Bacteria, Fungi and Viruses [Text] / M. Piętko-Ottlik, H. Wójtowicz-Młochowska, K. Kołodziejczyk, E. Piasecki, J. Młochowski // Chemical and Pharmaceutical Bulletin. – 2008. – Vol. 56, Issue 10. – P. 1423–1427. doi: 10.1248/cpb.56.1423
2. Tran, P. L. Organoselenium Coating on Cellulose Inhibits the Formation of Biofilms by *Pseudomonas aeruginosa* and *Staphylococcus aureus* [Text] / P. L. Tran, A. A. Hammond, T. Mosley, J. Cortez, T. Gray, J. A. Colmer-Hamood et al // Applied and Environmental Microbiology. – 2009. – Vol. 75, Issue 11. – P. 3586–3592. doi: 10.1128/aem.02683-08
3. Yang, J. Antibacterial action of selenium-enriched probiotics against pathogenic *Escherichia coli* [Text] / J. Yang, K. Huang, S. Qin, X. Wu, Z. Zhao, F. Chen // Digestive Diseases and Sciences. – 2008. – Vol. 54, Issue 2. – P. 246–254. doi: 10.1007/s10620-008-0361-4
4. Yazdi, M. H. Selenium nanoparticle-enriched *Lactobacillus brevis* causes more efficient immune responses in vivo and reduces the liver metastasis in metastatic form of mouse breast cancer [Text] / M. Yazdi, M. Mahdavi, N. Setayesh, M. Esfandyar, A. Shahverdi // DARU Journal of Pharmaceuticals Science. – 2013. – Vol. 21, Issue 1. – P. 33. doi: 10.1186/2008-2231-21-33

5. Jamalifar, H. Antimicrobial activity of different *Lactobacillus* species against multi-drug resistant clinical isolates of *Pseudomonas aeruginosa* [Text] / H. Jamalifar, H. Rahimi, N. Samadi, A. Shahverdi, Z. Sharifian, F. Hosseini, H. Eslahi, M. Fazeili // Iran. J. Microbiol. – 2011. – Vol. 3, Issue 1. – P. 21–25.

6. Mezaini, A. Antibacterial activity of some lactic acid bacteria isolated from an Algerian dairy product [Text] / A. Mezaini, N.-E. Chihib, A. D. Bouras, N. Nedjar-Arroume, J. Pierre Hornez // Journal of Environmental and Public Health. – 2009. – Vol. 2009. – P. 1–6. doi: 10.1155/2009/678495

7. Jarvis, W. R. Predominant pathogens in hospital infections [Text] / W. R. Jarvis, W. J. Martone // Journal of Antimicrobial Chemotherapy. – 1992. – Vol. 29. – P. 19–24. doi: 10.1093/jac/29.suppl_a.19

8. Radhakrishna, P. M. Synthesis and Antibacterial Activity of Novel Organoselenium Compounds [Text] / P. M. Radhakrishna, K. C. Sharadamma, H. M. Vagdevi, P. M. Abhilekha, M. S. Rubeena, K. Nischal // International Journal of Chemistry. – 2010. – Vol. 2, Issue 2. doi: 10.5539/ijc.v2n2p149

9. Khalid, A. Q. Antibacterial effects of of pure metals on clinically important bacteria growing in planktonic cultures and biofilms [Text] / A. Q. Khalid, B. O. Al Johny, M. Wainwright // African Journal of Microbiology Research. – 2014. – Vol. 8, Issue 10. – P. 1080–1088. doi: 10.5897/ajmr2013.5893

10. Kheradmand, E. The antimicrobial effects of selenium nanoparticle-enriched probiotics and their fermented broth against *Candida albicans* [Text] / E. Kheradmand, F. Rafii, M. Yazdi, A. Sepahi, A. Shahverdi, M. Oveisi // DARU Journal of Pharmaceuticals Science. – 2014. – Vol. 22, Issue 1. – P. 48. doi: 10.1186/2008-2231-22-48

11. Коваленко, Н. К. Мікробіоценоз кишечника та харчування здорових і хворих на остеопороз жінок старшого віку [Текст] / Н. К. Коваленко, К. С. Огірчук, О. А. Полтавська, В. В. Поворознюк, Н. І. Дзерович // Мікробіол. Журн. – 2012. – Т. 74, № 4. – С. 57–63.

12. Огірчук, К. С. Антагоністичні властивості молочнокислих бактерій виділених від жінок практично здорових і хворих на остеопороз [Текст] / К. С. Огірчук, Н. К. Коваленко, О. А. Полтавська // Мікробіологічний журнал. – 2013. – Т. 75, № 1. – С. 21–27.

13. Collado, M. C. Production of bacteriocin-like inhibitory compounds by human fecal *Bifidobacterium* strains [Text] / M. C. Collado, M. Hernandez, Y. Sanz // J. Food Protect. – 2005. – Vol. 68, Issue 5. – P. 1034–1040.

14. Огірчук, К. Вплив різних концентрацій селеніту натрію на мікроелементний склад біомаси *Lactobacillus Acidophilus* 55 [Текст]: конф. / К. Огірчук, Н. Коваленко, А. Самчук, О. Пономаренко. – Львів, 2015. – С. 201–202.

15. Tran, P. A. Selenium nanoparticles inhibit *Staphylococcus aureus* growth [Text] / P. A. Tran, T. J. Webster // International Journal of Nanomedicine. – 2011. – P. 1553. doi: 10.2147/ijn.s21729

References

1. Piętko-Ottlik, M., Wójtowicz-Młochowska, H., Kołodziejczyk, K., Piasecki, E., Młochowski, J. (2008). New Organoselenium Compounds Active against Pathogenic Bacteria, Fungi and Viruses. Chemical & pharmaceutical bulletin, 56 (10), 1423–1427. doi: 10.1248/cpb.56.1423
2. Tran, P. L., Hammond, A. A., Mosley, T., Cortez, J., Gray, T., Colmer-Hamood, J. A. et al (2009). Organoselenium Coating on Cellulose Inhibits the Formation of Biofilms by *Pseudomonas aeruginosa* and *Staphylococcus aureus*. Applied and Environmental Microbiology, 75 (11), 3586–3592. doi: 10.1128/aem.02683-08
3. Yang, J., Huang, K., Qin, S., Wu, X., Zhao, Z., Chen, F. (2008). Antibacterial Action of Selenium-Enriched Probiotics Against Pathogenic *Escherichia coli*. Digestive Diseases and Sciences, 54 (2), 246–254. doi: 10.1007/s10620-008-0361-4

4. Yazdi, M., Mahdavi, M., Setayesh, N., Esfandyar, M., Shahverdi, A. (2013). Selenium nanoparticle-enriched *Lactobacillus brevis* causes more efficient immune responses in vivo and reduces the liver metastasis in metastatic form of mouse breast cancer. *DARU Journal of Pharmaceutical Sciences*, 21 (1), 33. doi: 10.1186/2008-2231-21-33
5. Jamalifar, H., Rahimi, H., Samadi, N., Shahverdi, A., Sharifian, Z., Hosseini, F., Eslahi, H., Fazeli, M. (2011). Antimicrobial activity of different *Lactobacillus* species against multi-drug resistant clinical isolates of *Pseudomonas aeruginosa*, Iran. *J. Microbiol.*, 3 (1), 21–25.
6. Mezaini, A., Chihib, N.-E., Dilmi Bouras, A., Nedjar-Arroume, N., Hornez, J. P. (2009). Antibacterial Activity of Some Lactic Acid Bacteria Isolated from an Algerian Dairy Product. *Journal of Environmental and Public Health*, 2009, 1–6. doi: 10.1155/2009/678495
7. Jarvis, W. R., Martone, W. J. (1992). Predominant pathogens in hospital infections. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 29, 19–24. doi: 10.1093/jac/29.suppl_a.19
8. Radhakrishna, P. M., Sharadamma, K. C., Vagdevi, H. M., Abhilekha, P. M., Rubeena, M. S., Nischal, K. (2010). Synthesis and Antibacterial Activity of Novel Organoselenium Compounds. *International Journal of Chemistry*, 2 (2). doi: 10.5539/ijc.v2n2p149
9. Khalid, A. Q., Al Johny, B. O., Wainwright, M. (2014). Antibacterial effects of pure metals on clinically important bacteria growing in planktonic cultures and biofilms. *African Journal of Microbiology Research*, 8 (10), 1080–1088. doi: 10.5897/ajmr2013.5893
10. Kheradmand, E., Rafii, F., Yazdi, M., Sepahi, A., Shahverdi, A., Oveisi, M. (2014). The antimicrobial effects of selenium nanoparticle-enriched probiotics and their fermented broth against *Candida albicans*. *DARU Journal of Farmaceuticals Science*, 22 (1), 48. doi: 10.1186/2008-2231-22-48
11. Kovalenko, N. K., Ogirchuk, K. S., Poltavska, O. A., Povoroznyuk, V. V., Dzerovich, N. I. (2012). Microbiocenosis of intestine and nutrition of healthy and osteoporotic patients older women. *Mikrobiol. Z.*, 74 (4), 57–63.
12. Kovalenko, N. K., Ogirchuk, K. S., Poltavska, O. A. (2013). Study of antagonistic properties of lactic acid bacteria isolated from women in normal and osteoporosis. *Mikrobiol. Z.*, 75 (1), 21–27.
13. Collado, M. C., Hernandez, M., Sanz, Y. (2005). Production of bacteriocin-like inhibitory compounds by human fecal *Bifidobacterium* strains. *J. Food Protect*, 68 (5), 1034–1040.
14. Ohirchuk, K., Kovalenko, N., Samchuk, A., Ponomarenko, O. (2015). The effect of different concentrations of sodium selenite on the trace-element composition biomass of *Lactobacillus acidophilus* 55. *Lviv*, 201–202.
15. Tran, P. A., Webster, T. J. (2011). Selenium nanoparticles inhibit *Staphylococcus aureus* growth. *International Journal of Nanomedicine*, 1553. doi: 10.2147/ijn.s21729

Дата надходження рукопису 22.12.2015

Огірчук Катерина Сергіївна, аспірант, відділ фізіології промислових мікроорганізмів, Інститут мікробіології і вірусології НАН України ім. Д. К. Заболотного, вул. Академіка Заболотного, 154, м. Київ, Україна, 03680
E-mail: ekaterina.kiev@gmail.com

Коваленко Надія Костянтинівна, член-кориспонтент НАН України, доктор біологічних наук, професор, провідний науковий співробітник, відділ фізіології промислових мікроорганізмів, Інститут мікробіології і вірусології НАН України ім. Д. К. Заболотного, вул. Академіка Заболотного, 154, м. Київ, Україна, 03680

УДК 504.3(504.054:314.44):477.86
DOI: 10.15587/2313-8416.2016.58359

ТЕХНОГЕННІ АТМОСФЕРНІ ВИПАДАННЯ ТА ЯКІСТЬ ДОВКІЛЛЯ У ІВАНО-ФРАНКІВСЬКІЙ ОБЛАСТІ

© Д. Д. Ганжа, Д. Д. Ганжа

Досліджено техногенні атмосферні випадання за вмістом у сніговій воді розчинних солей макроелементів та пилу. За вимірними параметрами атмосферних випадань обчислено сумарний показник забруднення довкілля. Встановлено статистичні зв'язки між сумарним показником забруднення, з одного боку, приростом населення й смертністю від новоутворів та судинних уражень при хворобах кровообігу, з іншого боку

Ключові слова: атмосферні випадання, забруднення довкілля, демографія, захворюваність, Івано-Франківська область

It is studied anthropogenic atmospheric precipitation by the content of soluble salts, macroelements and dust in snow water. Total air pollution index was calculated by the measured parameters of precipitation. It was established statistical connections between total pollution index, on the one hand, and the population growth, mortality from tumors and vascular lesions at diseases of the circulatory system, on the other hand

Keywords: atmospheric deposition, environment pollution, demography, morbidity, Ivano-Frankivsk region