

## ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИРОДИ АНТАГОНІСТИЧНОЇ ДІЇ ШТАМІВ *LACTOBACILLUS PLANTARUM* ЩОДО УМОВНО-ПАТОГЕННИХ ТА ФІТОПАТОГЕННИХ МІКРООРГАНІЗМІВ

**Мета.** Вивчити природу антагоністичної дії штамів *L. plantarum*, що були виділені з ферментованих продуктів, дослідити їх здатність до продукції перексиду водню, а також залежність спектру антагоністичної активності щодо умовно патогенних та фітопатогенних мікроорганізмів від наявності в поживному середовищі глюкози та твін-80. **Методи.** Продукцію перексиду водню штамми *L. plantarum* вивчали на середовищі MRS, що містить пероксидазу хрому та тетраметилбензидин. Антагоністичну активність визначали методом відстроченого антагонізму, використовуючи середовища: традиційне MRS, MRS без глюкози, MRS без твін-80. **Результати.** З 109-ти використаних штамів, лише три (2,75%) продукували перексид водню. Більшість штамів *L. plantarum* (53–68%) зберігали антагоністичну активність щодо 14-ти із 17-ти використаних тест-культур на середовищі MRS без глюкози. Відсутність глюкози у середовищі майже не впливала на антагоністичну активність штамів *L. plantarum* щодо *Shigella flexneri*, *Staphylococcus epidermidis* та *Candida albicans*, пригнічувальну дію зберігали близько 75% штамів. Найбільш залежною від наявності твін-80 виявилась активність до *Clavibacter michiganensis*, найменш залежною – до *Pseudomonas aeruginosa* (активність зберігали 26% і 92% штамів, відповідно). Пригнічувальну дію зберігали 67–88% штамів *L. plantarum* щодо решти тест-культур на середовищі без твін-80. **Висновки.** Молочна кислота та перексид водню не є основними чинниками антагоністичної дії більшості досліджених штамів *L. plantarum*. Залежність спектру антагоністичної дії від наявності глюкози чи твін-80 у середовищі культивування може свідчити про синтез бактеріоциноподібних речовин як з широким, так і з вузьким спектром дії. Спектр антагоністичної активності є штамоспецифічним і різниться щодо умовно-патогенних та фітопатогенних мікроорганізмів.

**Ключові слова:** *Lactobacillus plantarum*, антагоністична активність, перексид водню, умовно патогенні і фітопатогенні мікроорганізми.

Однією з важливих властивостей молочнокислих бактерій (МКБ) є їх антагоністична активність щодо збудників захворювань людини, тварин, а також рослин [5, 13]. Вивченню природи чинників антагоністичної дії присвячено багато наукових робіт. Основними речовинами з антагоністичною активністю

є органічні кислоти, зокрема молочна кислота, яка є основним метаболітом при зброджуванні вуглеводів молочнокислими бактеріями. Крім цього, МКБ здатні до продукції інших речовин з антимікробною дією, таких як пероксид водню, діацетил, а також бактеріоцинів [4, 5, 10]. Відомо, що антагоністична активність може змінюватися залежно від умов культивування, зокрема важливу роль відіграє склад поживного середовища. Так, продукція молочної кислоти залежить від вмісту вуглеводів у середовищі. Крім того, багатьма дослідниками була встановлена важлива роль твін-80 у середовищі для синтезу бактеріоцинів штамами МКБ [12].

Раніше нами було вивчено антагоністичну активність штамів *L. plantarum* щодо тест-культур умовно-патогенних мікроорганізмів (УПМ) людини і тварин та фітопатогенних мікроорганізмів (ФПМ) [1].

Метою даної роботи було вивчити природу антагоністичної дії штамів *L. plantarum*, що були виділені з ферментованих продуктів, дослідити їх здатність до продукції пероксиду водню, а також залежність спектру антагоністичної активності щодо умовно патогенних та фітопатогенних мікроорганізмів від наявності в поживному середовищі глюкози та твін-80.

### Матеріали і методи

В роботі використані 109 штамів *L. plantarum*, що були ізольовані з ферментованих овочевих та кисломолочних продуктів. Попередньо культури активізували шляхом двох пересівів на середовищі MRS [3].

Продукцію пероксиду водню ( $H_2O_2$ ) штамами *L. plantarum* вивчали за описаною методикою [4].

Антагоністичну активність щодо тест-культур УПМ та ФПМ досліджували методом перпендикулярних штрихів [1]. Штами *L. plantarum* культивували на традиційному середовищі MRS, а також на середовищі MRS, що не містило глюкозу та на середовищі MRS без твін-80. Відмічали наявність чи відсутність зони затримки росту тест-культур. Тест-культурами слугували 11 референс-штамів умовно-патогенних мікроорганізмів: *Pseudomonas aeruginosa* УКМ ІМВ В-900, *Staphylococcus epidermidis* УКМ ІМВ В-119, *Shigella flexneri* ГИСК 337, *S. sonnei* ГИСК 233169, *Proteus vulgaris* УКМ ІМВ В-905, *Escherichia coli* УКМ ІМВ В-906, *Bacillus cereus*. УКМ В-908, *S. aureus* УКМ ІМВ В-904, *Klebsiella pneumoniae* УКМ ІМВ В-920, *Salmonella enterica* УКМ ІМВ В-921, *Candida albicans* УКМ ІМВ Y-2681, та шість штамів фітопатогенних мікроорганізмів: *Pseudomonas syringae* УКМ ІМВ В-1027<sup>7</sup>, *P. fluorescens* УКМ ІМВ 8573, *Pectobacterium carotovorum* УКМ ІМВ В-1095<sup>†</sup>, *Agrobacterium tumefaciens* УКМ ІМВ В-1000, *Xanthomonas campestris* УКМ ІМВ В-1049 (8003<sub>с</sub>), *Clavibacter michiganensis* УКМ ІМВ 10<sub>2</sub>.

Статистичне опрацювання даних проводили за загально прийнятими методами. Кластерний аналіз проводили з використанням програми Statistica 7.0.



### Результати досліджень та їх обговорення

При культивуванні на традиційному середовищі MRS переважна більшість штамів *L. plantarum* виявили антагоністичну активність щодо всіх використаних тест-культур умовно-патогенних та фітопатогенних мікроорганізмів (рис. 1). Однак на середовищі MRS, що не містило глюкози, кількість штамів *L. plantarum* з антагоністичною дією зменшувалася, порівняно з традиційним середовищем MRS. Так, тільки третина штамів зберегли свою активність щодо *P. fluorescens*. Близько половини штамів зберігали активність щодо *P. syringae*, *P. carotovorum* та *S. aureus*. Відсутність глюкози у середовищі найменше впливала на антагоністичну активність штамів щодо *S. flexneri*, *S. epidermidis* та *C. albicans*. Пригнічувальну дію зберігали близько 75% штамів. Антагоністичну активність щодо інших використаних тест-культур зберігали 53-68% штамів *L. plantarum*.

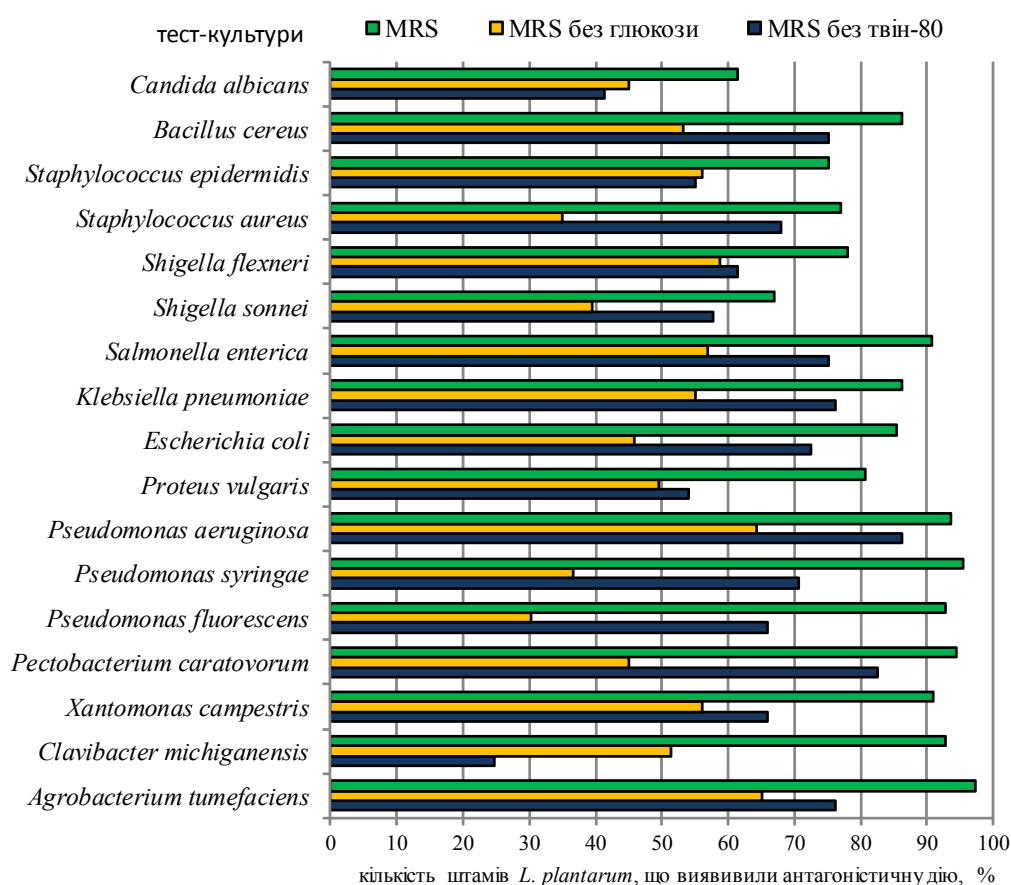


Рис. 1. Антагоністична активність штамів *Lactobacillus plantarum* щодо умовно-патогенних та фітопатогенних мікроорганізмів на середовищах різного складу

Fig. 1. Antagonistic action of strains of *Lactobacillus plantarum* to opportunistic and phytopathogenic microorganisms on the culture medium of the different composition

Виключення з середовища MRS твін-80 призводило до зникнення антагоністичної дії до окремих тест-культур у деяких штамів *L. plantarum* (рис. 1). Найбільш залежною від наявності твін-80 виявилася активність щодо *C. michiganensis*, найменш залежною – щодо *P. aeruginosa* (активність зберігали 26% і 92% штамів, відповідно). Щодо інших тест-культур пригнічувальну дію на середовищі без твін-80 зберігали 67–88% штамів *L. plantarum*.

Пригнічення росту тест-культур УПМ при вирощуванні МКБ на середовищі без вуглеводів може свідчити про продукцію інших антибактеріальних чинників, зокрема пероксиду водню чи бактеріоцинів [7]. За деякими даними продукція пероксиду водню є більш характерною ознакою й основним чинником антагонізму у видів лактобацил, що є переважальними у піхві [8]. У той же час було показано що 38,88% штамів *L. plantarum*, ізольованих з козячого сиру, продукували пероксид водню [7].

Дослідження здатності штамів *L. plantarum* до продукції пероксиду водню показало, що тільки три штами (2,75%) виявили таку властивість (штами *L. plantarum* 2я, 969к, 321а т).

За наявністю зони затримки росту кожної тест-культури, при вирощуванні штамів лактобацил на різних середовищах, було виділено 8 профілів зміни антагоністичної дії (табл. 1).

Таблиця 1

**Профілі антагоністичної активності штамів *L. plantarum*  
щодо тест-культур УПМ та ФПМ на середовищах різного складу**

Table 1

**Profiles antagonistic action of the strains *Lactobacillus plantarum* on opportunistic and phytopathogenic microorganisms on the culture medium of the different composition**

Середовище	Профілі антагоністичної дії штамів <i>L. plantarum</i> («+» – є активність, «-» – немає активності)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
MRS традиційне (глюкоза – 2%, твін-80 – 1%)	-	-	-	-	+	+	+	+
MRS без глюкози	-	-	+	+	+	-	-	+
MRS без твін-80	-	+	+	-	+	+	-	-

Тридцять штамів (27,5%) не виявили активності на трьох використаних середовищах (профілі 1) хоча б до однієї з сімнадцяти тест-культур. Для інших штамів навпаки, виключення з середовища MRS глюкози чи твін-80 призводило до появи антагоністичної активності щодо окремих тест-культур. Так, 23 штами пригнічували ріст тест-культур при виключенні з середовища твін-80 (профілі 2), найчастіше це були *Staphylococcus aureus* та *Shigella sonnei*. За відсутності у середовищі глюкози у 21 штаму з'являлася антагоністична активність (профілі 4) щодо 10 тест-культур, в основному щодо *C. albicans*



(у 8 з 21 штамів). У 32 штамів спостерігали появу активності щодо окремих тест-культур як на середовищі без глюкози, так і на середовищі без твіну-80 (профіль 3), причому найчастіше це спостерігалось для *S. flexneri*, *S. epidermidis*, *S. sonnei*, *C. albicans* (у 16,5–18,3% штамів).

Серед штамів *L. plantarum*, що пригнічували ріст тест-культур на традиційному середовищі MRS частина з них втрачали антагоністичну дію на середовищі без глюкози (профіль 6) чи на середовищі без твіну-80 (профіль 8). У 65 штамів спостерігали втрату активності щодо тест-культур як на середовищі без глюкози, так і на середовищі без твіну-80 (профіль 7). В той же час практично всі досліджені штами *L. plantarum* зберігали антагоністичну дію щодо різних тест-культур при виключенні із складу середовища глюкози чи твіну-80 (профіль 5). Слід зазначити, що кожен штам *L. plantarum* має як однакові, так і різні профілі до окремих тест-культур.

На рис. 2 наведено дендрограми подібності штамів *L. plantarum* за профілями антагоністичної активності щодо УПМ, ФПМ на традиційному середовищі MRS та на середовищах MRS без глюкози, чи без твін-80 (рис. 2а), а також подібність тест-культур за чутливістю до антагоністичної дії штамів *L. plantarum* (рис. 2б).

Кластер 1 включає 11 штамів *L. plantarum* (6 штамів з ферментованих овочів, 5 – з кисломолочних продуктів). Перш за все, вони відрізнялися від інших штамів активністю щодо *P. aeruginosa*, *K. pneumoniae*, *S. enterica*, *S. flexneri*, *S. sonnei*, *P. vulgaris*, *S. epidermidis*, *C. albicans*, *X. campestris*, *P. fluorescens* і *C. michiganensis*, що виявлялася виключно на традиційному середовищі MRS (профілі 6, 7 і 8). Штами кластеру 2 були поділені на три підкластери: підкластер 2.1 включає 52 штами (28 штамів – з кисломолочних продуктів, 24 – з овочевих); до підкластеру 2.2 віднесено 25 штамів, переважно овочевого походження (19 з 25 штамів), у підкластері 2.3 об'єднано 21 штам, переважно ізольованих з кисломолочних продуктів (14 штамів). Штами підкластеру 2.1 в переважній більшості мали активність на всіх середовищах (профіль 5) щодо *P. carotovorum*, *B. cereus*, порівняно з штамами підкластеру 2.2 і 2.3, *P. syringae* – порівняно з кластером 2.2, і *S. aureus*, *P. aeruginosa* – порівняно з підкластером 2.3.

В залежності від зміни чутливості до антагоністичної дії штамів *L. plantarum* тест-культури були об'єднані у кластери, до першого увійшли всі ФПМ (кластер А), до другого – *S. sonnei*, *S. flexneri*, *P. vulgaris*, *S. epidermidis* та *C. albicans* (кластер Б), до третього – *E. coli*, *K. pneumoniae*, *S. enterica*, *P. aeruginosa*, *S. aureus*, *B. cereus* (кластер В). Слід зазначити, що поява антагоністичної активності на модифікованих середовищах (профілі 2, 3, 4) до тест-культур кластеру Б, за винятком *P. vulgaris*, частіше була характерною для ізолятів з ферментованих овочів.

Можна припустити що, за зміною спектру антагоністичної дії, штами *L. plantarum* продукують декілька чинників антагонізму щодо використаних тест-культур. Так, у штамів кластеру 1 основним чинником антагонізму, найвірогідніше, є молочна кислота, оскільки вони проявляли активність лише на традиційному середовищі MRS. Але в той же час деякі з них (штами *L. plan-*



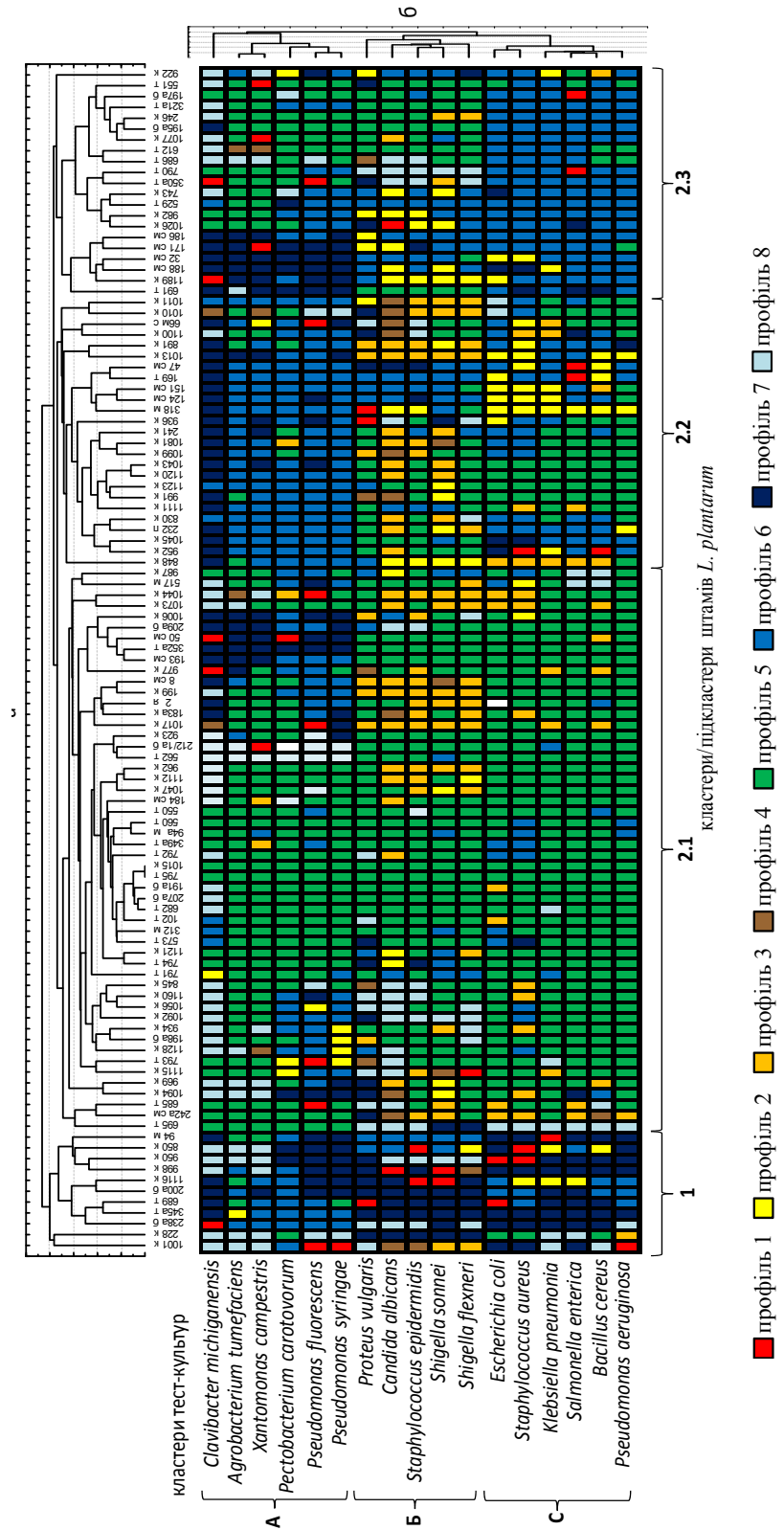


Рис. 2. Подібність штамів *L. plantarum* за спектром антагоністичної активності на середовищах різного складу (а) та (б) – подібність тест-культур за чутливістю до антагоністичної дії

Fig. 2. Similarity of *Lactobacillus plantarum* strains of the spectrum of antagonistic activity on the culture medium of the different composition (a) and (b) – the similarity of test cultures for sensitivity to antagonistic action



*tarum* 228к, 689т, 1116к, 94м) зберігали активність щодо деяких тест-культур за відсутності глюкози у середовищі (профіль 5, рис. 2а). У штамів підклас-теру 2.2. активність відносно фітопатогенів виявлялася за наявності глюкози у середовищі, тоді як до умовно-патогенних тест культур більшість штамів зберігали пригнічувальну дію за відсутності глюкози. Для штамів підклас-теру 2.3 залежність антимікробної дії щодо ФПМ та УПМ від наявності глюкози у середовищі була протилежною. На особливу увагу заслуговують штами, що по різному діють на ФПМ та УПМ. Штами 1015к та 795т виявили антагоні-стичну активність щодо всіх тест-культур УПМ та ФПТ на всіх використаних середовищах.

Відомо, що за наявності глюкози у середовищі внаслідок її зброджуван-ня молочнокислими бактеріями утворюється молочна кислота, яка є одним із основних чинників антагоністичної дії молочнокислих бактерій. З метою визначення продукції інших метаболітів, що можуть мати антагоністичну ак-тивність, зазвичай використовують середовища без вуглеводів, що практично унеможлиблює утворення молочної кислоти.

В багатьох роботах було показано, що твін-80 є необхідним фактором для продукції бактеріоцинів завдяки своєму впливу на структуру бактеріальної мембрани [11, 14]. Наявність твін-80 в середовищі MRS підвищувала продук-цію бактеріоцину штамом *L. plantarum* ST13BR на 50% [12]. Ця стимуляція може бути пояснена тим, що твін-80 знижує адсорбцію бактеріоцину на клі-тинах продуцента [2, 6]. Крім того, показано, що твін-80 підсилює активність бактеріоцину чи чутливість індикаторного штаму [6]. З іншого боку відомо, що бактеріоцини МКБ адсорбуються як на клітинах штаму-продуцента, так і інших грам-позитивних бактерій при нейтральному значенні рН і навпаки, витісняється при кислих значеннях рН [15]. Таким чином, дія бактеріоцинопо-дібних речовин також може залежати від наявності вуглеводів у середовищі.

Особливу зацікавленість викликають штами, у яких не було зареєстровано антагоністичної дії на традиційному середовищі MRS. **В той же час виключен-ня** глюкози чи твіну-80 призводило до появи активності щодо окремих тест-культур. Це може бути пов'язано зі стимуляцією продукції антимікробних речо-вин при вирощуванні на глюкозо- та твін-80-дефіцитних середовищах. Зокрема є повідомлення щодо стимуляції продукції бактеріоцинів при субоптимальних умовах росту штаму-продуцента. Умови найвищої продукції бактеріоцинів можуть відрізнятися від оптимальних для росту клітин та продукції лактату [9].

Таким чином, досліджені штами *L. plantarum* є продуцентами комплексів метаболітів з антагоністичною активністю щодо УПМ та ФПМ. Молочна кис-лота і перекис водню є основними чинниками антагоністичної дії більшості досліджених в роботі штамів *L. plantarum*. Залежність спектру антагоністичної дії від наявності глюкози чи твін-80 у середовищі культивування може свідчити про синтез бактеріоциноподібних речовин як з широким, так і з вузьким спек-тром дії. Спектр антагоністичної активності є штамоспецифічним і різниться щодо УПМ та ФПМ.



Автори висловлюють щире подяку за надані тест-культури умовно-патогенних та фітопатогенних мікроорганізмів співробітникам відділу антибіотиків та відділу фітопатогенних мікроорганізмів Інституту мікробіології і вірусології імені Д.К. Заболотного НАН України.

УДК 576.8.095.38

І.Л. Гармашева, О.М. Василюк, Н.К. Коваленко, Л.Т. Олещенко

Інститут мікробіології і вірусології імені Д.К. Заболотного НАН України, ул. Академіка Заболотного, 154, Київ 03143, Україна, тел.: +38 (044) 526 23 29, e-mail: olyav345@gmail.com

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИРОДЫ АНТАГОНИСТИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ ШТАММОВ *LACTOBACILLUS PLANTARUM* В ОТНОШЕНИИ УСЛОВНО-ПАТОГЕННЫХ И ФИТОПАТОГЕННЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ

**Цель.** Изучить природу антагонистического действия штаммов *Lactobacillus plantarum*, выделенных из ферментированных продуктов, исследовать их способность к продукции перекиси водорода, а также зависимость спектра антагонистической активности в отношении условно-патогенных (УПМ) и фитопатогенных микроорганизмов (ФПМ) от наличия в питательной среде глюкозы и твин-80. **Методы.** Продукцию перекиси водорода штаммами *L. plantarum* изучали на среде MRS, которая содержит пероксидазу хрена и тетраметилбензидин. Антагонистическую активность определяли методом отсроченного антагонизма, используя среды: традиционную MRS, MRS без глюкозы, MRS без твин-80. **Результаты.** Из 109-ти использованных, три штамма (2,75%) продуцировали перекись водорода. 53–68% штаммов *L. plantarum* сохраняли антагонистическую активность в отношении 14-ти из 17-ти использованных тест-культур на среде MRS без глюкозы. Отсутствие глюкозы в среде практически не влияло на антагонистическую активность штаммов *L. plantarum* в отношении *Shigella flexneri*, *Staphylococcus epidermidis* и *Candida albicans*, угнетающее действие сохраняли около 75% штаммов. Наиболее зависимой от наличия твин-80 оказалась активность в отношении *Clavibacter michiganensis*, наименее зависимой – в отношении *Pseudomonas aeruginosa* (активность сохранили 26% и 92% штаммов, соответственно). Угнетающее действие сохраняли 67–88% штаммов *L. plantarum* в отношении других тест-культур на среде без твин-80. **Выводы.** Молочная кислота и перекись водорода не являются основными факторами антагонистического действия большинства изученных в работе штаммов *L. plantarum*. Зависимость спектра антагонистического действия от наличия глюкозы или твин-80 в среде культивирования может свидетельствовать о синтезе бактериоциноподобных веществ как с широким, так и с узким спектром действия. Спектр антагонистической активности является штаммоспецифическим и отличается в отношении условно-патогенных и фитопатогенных микроорганизмов.

**Ключевые слова:** *Lactobacillus plantarum*, антагонистическая активность, перекись водорода, условно-патогенные и фитопатогенные микроорганизмы.





УДК 576.8.095.38

I.L. Harmasheva, O.M. Vasulyk, N.K. Kovalenko, L.T. Oleshchenco

Danylo Zabolotny Institute of Microbiology and Virology, National Academy of Science of Ukraine, 154, Acad. Zabolotny St., Kyiv, 03143, Ukraine, e-mail: olyav345@gmail.com

## STUDY OF THE ANTAGONISTIC ACTION NATURE OF STRAINS OF *LACTOBACILLUS PLANTARUM* TO OPPORTUNISTIC AND PHYTOPATHOGENIC MICROORGANISMS

**Aim.** To study the nature of the antagonistic action of the strains *Lactobacillus plantarum*, isolated from fermented foods, to determine their ability to produce hydrogen peroxide and the dependence of the spectrum of antagonistic activity against opportunistic and phytopathogenic microorganisms from the presence of glucose and Tween-80 in culture medium. **Methods.** The ability of the strains *L. plantarum* to synthesize hydrogen peroxide was studied on MRS medium, which comprised horseradish peroxidase and tetramethylbenzidine. Antagonistic activity was determined by the deferred antagonism using the medium: the basic MRS, MRS without glucose, MRS without Tween-80. **Result.** Among 109 used strains only three (2.75%) produced hydrogen peroxide. The absence of glucose in the medium had practically no effect on the antagonistic activity of the strains of *L. plantarum* against *Shigella flexneri*, *Staphylococcus epidermidis* and *Candida albicans* and inhibitory effect had about of 75% the strains. The antagonistic activity retained 53–68% of strains *L. plantarum* against other test cultures. The antagonistic activity against *Clavibacter michiganensis* was very dependent of the presence of tween-80 and not dependent – against *Pseudomonas aeruginosa* (26% retained activity and 92% of the strains, respectively). For other test cultures inhibitory effect on the medium without Tween-80 retained 67–88% of strains of *L. plantarum*. **Conclusions.** Lactic acid and hydrogen peroxide are not the major factors of antagonistic activity in the most examined *L. plantarum* strains in this study. Antagonistic action spectrum dependence of the presence of glucose or Tween-80 in the culture medium, may be indicative synthesis of bacteriocin-like substances with a broad or narrow spectrum of action. The spectrum of antagonistic activity is strain-specific and differs with against opportunistic and phytopathogenic microorganisms.

**Key words:** *Lactobacillus plantarum*, antagonistic activity, hydrogen peroxide, opportunistic and phytopathogenic microorganisms.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Василюк О.М., Коваленко Н.К., Гармашева І.Л. Антагоністичні властивості штамів *Lactobacillus plantarum*, ізольованих із традиційних ферментованих продуктів України // Мікробіологічний журнал . – 2014. – 76, № 3. – С. 24–30.
2. Aymerich T., Artigas M. G., Garriga M., Monfort J. M., Hugas M. Effect of sausage ingredients and additives on the production of enterocins A and B by *Enterococcus faecium* CTC492. Optimization of in vitro production and anti-listerial effect in dry fermented sausages // J. Appl. Microbiol. – 2000. – 88. – P. 686–694.



3. De Man J.D., Rogosa M., Sharpe M.E. Medium for the cultivation of lactobacilli // J. Appl. Bacteriol. – 1960. – 23. – P. 130–135.
4. Fontaine E.A., Taylor-Robinson D. Comparison of quantitative and qualitative methods of detecting hydrogen peroxide produced by human vaginal strains of lactobacilli // J. Appl. Bacteriol. – 1990. – 69 (3). – P. 326–331.
5. Gayathri A., Gayathri D. Antagonistic potential of *Lactobacillus* spp against enteropathogenic bacteria: purification and characterization of their bacteriocins // Advance J. Food Sci Technol. – 2012. – 4 (5). – P. 265–269.
6. Keren T., Yarmus M., Halevy G., Shapira R. Immunodetection of the bacteriocin lacticin RM: analysis of the influence of temperature and Tween 80 on its expression and activity // Appl. Environ. Microbiol. – 2004. – 70(4). – P. 2098–2104.
7. Lavilla-Lerma L., Pérez-Pulido R., Martínez-Bueno M., Maqueda M., Valdivia E. Characterization of functional, safety, and gut survival related characteristics of *Lactobacillus* strains isolated from farmhouse goat's milk cheeses // Int. J. Food Microbiol. – 2013. – 163. – P. 136–145.
8. Martín R., Soberón N., Vanechoutte M., Flórez A.B., Vázquez F., Suárez J.E. Characterization of indigenous vaginal lactobacilli from healthy women as probiotic candidates // Int. Microbiol. – 2008. – 11. – P. 261–266.
9. Matsusaki H.N., Endo K., Ishizaki S.A. Lantibiotic nisin Z fermentative production by *Lactococcus lactis* 10-1: relationship between production of the lantibiotic and lactate and cell growth // Appl. Microbiol. Biotechnol. – 1996. – 45. – P. 36–40.
10. Pakdeeto A., Naranong N., Tanasupowat S. Diacetyl of lactic acid bacteria from milk and fermented foods in Thailand // J. Gen. Appl. Microbiol. – 2003. – 49. – P. 301–307.
11. Rajaram G., Manivasagan P., Thilagavathi B., Saravanakumar A. Purification and characterization of a bacteriocin produced by *Lactobacillus lactis* isolated from marine environment // Adv. J. Food Sci. Technol. – 2010. – 2. – P. 138–144.
12. Todorov S.D., van Reenen C.A., and Dicks L.M.T. Optimization of bacteriocin production by *Lactobacillus plantarum* ST13BR, a strain isolated from barley beer // J. Gen. Appl. Microbiol. – 2004. – 50. – P. 149–157.
13. Tras R., Banaras L., Montesinos E., Badosa E. Lactic acid bacteria from fresh fruit and vegetables as biocontrol agents of phytopathogenic bacteria and fungi // Int. Microbiol. – 2008. – 11. – P. 231–236.
14. Trinetta V., Rollini M., Manzoni M. Development of a low cost culture medium for sakacin A production by *L. sakei* // Process Biochem. – 2008. – 43. – P. 1275–1280.
15. Yang R., Johnson M.C., Ray B. Novel method to extract large amounts of bacteriocins from lactic acid bacteria // Appl. Environ. Microbiol. – 1992. – 58. – P. 3355–3359.

Стаття надійшла до редакції 07.04.2015 р.

