

УДК 579.64

**Ж.Ю. Сергєєва, О.В. Басюл, О.Г. Горшкова, Т.І. Гаврилук,  
Г.М. Назаренко**

Одеський національний університет імені І.І. Мечникова,  
вул. Дворянська, 2, 65082, Одеса, Україна  
тел.: +38 (0482) 68 79 64, e-mail: sergeeva.zh@onu.edu.ua

## **АНТАГОНІСТИЧНА АКТИВНІСТЬ ЛАКТОБАКТЕРІЙ, ІЗОЛЬОВАНИХ ІЗ ФЕРМЕНТОВАНИХ РОСЛИННИХ ПРОДУКТІВ ІЗ В'ЄТНАМУ**

*Метою* дослідження була ідентифікація та вивчення антагоністичних властивостей молочнокислих бактерій, ізольованих із ферментованих рослинних продуктів із В'єтнаму. *Матеріали та методи.* Штами бактерій роду *Lactobacillus* виділяли з некомерційних автоферментованих солоних продуктів, виготовлених у В'єтнамі. Вивчення антагоністичної активності бактерій роду *Lactobacillus* *in vitro* проводили методом агарових лунок. Моделювання взаємодії бактерій роду *Lactobacillus* з фітопатогенами у системі *in vivo* проводили на бульбах картоплі *Solanum tuberosum* і коренеплодах моркви *Daucus carota*. Фізіолого-біохімічні властивості лактобактерій вивчали за допомогою API-систем. *Результати та обговорення.* За тинкторіальними, морфологічними та біохімічними властивостями відібрані штами лактобактерій ідентифіковано як *L. paracasei* ОНУ 520, *L. brevis* ОНУ 521, *L. plantarum* ОНУ 522, *L. plantarum* ОНУ 523, *L. rhamnosus* ОНУ 524. Встановлено, що через 24 год культивування навколо лунок, у які вносили культуральну рідину штампів-антагоністів, утворювалися зони затримки росту діаметром до 19 мм. Встановлено, що антагоністична дія цих бактерій зумовлена продукцією лактобактеріями органічних кислот. Показано, що досліджувані лактобактерії ефективно конкурують з фітопатогенними бактеріями *E. carotovora* та у всіх випадках інгібують їх ріст в експериментах на коренеплодах моркви та у 80% на бульбах картоплі. Суміш лактобактерій досліджуваних штампів не була більш ефективною ніж окремі штами. *Висновки.* Штами бактерій роду *Lactobacillus* ізольовані з некомерційних автоферментованих солоних продуктів, виготовлених у В'єтнамі виявили високий рівень антагоністичної активності до фітопатогенних ервіній.

*Ключові слова:* лактобактерій, антагоністична активність, фітопатогени.

Антагоністична активність лактобактерій зумовлена дією неспецифічних та специфічних речовин. Деякі штами лактобактерій володіють широким спектром антимікробної дії та проявляють антагоністичну активність у відношенні патогенних мікроорганізмів. Батерії *Lactobacillus plantarum*, *L. brevis*, *L. salivarius*, *L. curvatus*, *L. acidophilus* продукують молочну кислоту, ферменти, лізоцим,



антимікробні речовини білкової природи (нізин і лактоцидін, диплококцин, ацидолін, лактобацилін, болгарин, ацидофілін), біосурфактанти (нейтральні ліпіди, фосфоліпіди та гліколіпіди) [5]. Перекис водню здійснює пригнічувальний ефект на стафілококи, псевдомонади, ешеріхії, сальмонели, зумовлений окиснювальною дією на бактеріальні клітини і руйнуванням молекулярної структури клітинних білків [1, 2, 8]. Синтез лактобактеріями бактеріоцинів полегшує виживання штамів-продуцентів в умовах змішаних популяцій [3]. Спектр сполук з антибактеріальною активністю залежить від виду та штаму мікроорганізму та умов культивування. Переважно лактобактерії з антибіотичною активністю активно продукують органічні кислоти [9].

Молочнокислі бактерії продукують також біологічно активні речовини, що стимулюють ріст рослин: амінокислоти, вітаміни, ауксини, гібереліни [1, 4, 7].

Метою дослідження була ідентифікація та вивчення антагоністичних властивостей молочнокислих бактерій, ізольованих із автоферментованих некомерційних традиційних рослинних продуктів з В'єтнаму.

### Матеріали та методи

Для ізоляції бактерій роду *Lactobacillus* ферментовані продукти, виготовлені у В'єтнамі, подрібнювали у ступці з додаванням стерильної води. Отриману суспензію висівали на агаризоване середовище MRS та інкубували за температури 36 °C впродовж 2 діб [6]. Загалом було ізольовано 102 штами лактобактерій: 39 – з проростків бамбуку, 37 – з листя гірчиці, 15 – з листя капусти, 6 – з плодів фіги, 5 – з баклажанів. За тинкторіальними, морфологічними та біохімічними властивостями виділенні бактерії були попередньо віднесені до роду *Lactobacillus*.

Штами МКБ перевіряли на наявність антагоністичних властивостей проти 12 штамів фітопатогенної бактерії *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* (Ecc) з колекції мікроорганізмів кафедри мікробіології, вірусології та біотехнології ОНУ імені І.І. Мечникова. Антагоністичну активність бактерій роду *Lactobacillus* визначали методом дифузії антагоністичних речовин в агар (метод агарових лунок). Для роботи використовували добові культури штамів роду *Lactobacillus*, що культивувалися у рідкому MRS середовищі за температури 37 °C.

Досліджували антагоністичну активність культуральної рідини лактобацил, отриману осадженням бактерій за центрифугування впродовж 5 хв при 8800 g. Для визначення наявності інших антагоністичних метаболітів, крім органічних кислот, що продукують лактобацили, поряд з культуральною рідиною з нативним рН (рН<5), тестували культуральну рідину, нейтралізовану за допомогою розчину 2М NaOH до рН 7–7,5.

Штами фітопатогена вирощували у середовищі LB протягом доби при 28 °C, надалі готували 3-х годинну культуру (початок логарифмічної фази росту), яку використовували для засіву «газона» фітопатогена. Після застигання в агарі робили лунки діаметром 5 мм, вносили 30 мкл надосадової рідини та поміщали в термостат на добу при 28 °C.



Антагоністичну активність бактерій роду *Lactobacillus* оцінювали за діаметром зон затримки росту навколо лунок на газоні тест-штамів. Всі дослідження проводили у трьох повторях.

Ідентифікацію перспективних штамів-антагоністів роду *Lactobacillus* проводили за допомогою API-систем (Analytic Profile Index) за здатністю до ферментації різних типів вуглеводів. Для цього використовували тест-системи для ідентифікації мікроорганізмів API 50 CH (Bio Mérieux, Франція). Система передбачає визначення можливості зброджування 49 вуглеводів та їх похідних: гліцерин, еритрит, D-арабіноза, L-арабіноза, D-рибоза, D-ксилоза, L-ксилоза, D-адоніт, метил-β-D-ксилопіранозид, D-галактоза, D-глюкоза, D-фруктоза, D-маноза, L-сорбоза, L-рамноза, дульцин, інозит, D-маніт, D-сорбіт, метил-α-D-манопіранозид, метил-α-D-глюкопіранозид, N-ацетилглюкопіранозид, амідгалін, арбутин, саліцин, D-целобіоза, D-мальтоза, D-лактоза, D-мелібіоза, цукроза, D-трегалоза, інουλін, D-мелецитоза, D-рафіноза, крохмаль, глікоген, ксиліт, гентибіоза, D-гураноза, D-ліксоза, D-тагатоza, D-фукоза, L-фукоза D-арабітол, L-арабітол, глюконат, 2-кетоглюконат, 5-кетоглюконат.

Вплив бактерій роду *Lactobacillus* на фітопатогенні бактерії вивчали *in vivo* на бульбах картоплі *Solanum tuberosum* і коренеплодах моркви *Daucus carota* у модельному експерименті з так званим «закладанням овочів на збереження». Одночасно оцінювали вплив ферментативної активності лактобактерій на тканини рослин [8, 9]. Для цього використали штами лактобацил, що виявили найбільшу антагоністичну активність.

Бульби картоплі *Solanum tuberosum* та коренеплоди моркви *Daucus carota* стерилізували обробкою додецил сульфатом натрію та за допомогою фламбування та УФ-опромінення протягом 30 хв. Для відтворення процесу інфікування на зовнішній поверхні бульб, розрізаних навпіл, та коренеплодів, нарізаних дисками товщиною 10–12 мм, в асептичних умовах робили по 3 лунки на один зразок глибиною 5 мм та діаметром 5 мм [7, 8]. В лунки вносили 200 мкл суспензії бактерій культури *E. carotovora*, яку відбирали в логарифмічній фазі росту. Через годину після інфікування у дослідні варіанти вносили суспензію лактобацил. Як позитивний контроль були використані рослинні тканини інфіковані ервініями, за негативні контролю слугували варіанти оброблені суспензіями штамів лактобактерій та поживним середовищем MRS. Герметично запаковані у поліетиленові пакети інфіковані бульби та коренеплоди витримували при температурі 25–30 °C дві доби.

Через 48 год візуально оцінювали ураження бульб і коренеплодів, та вимірювали масу гнилі кожного об'єкту. Появу гнилі на рослинних тканинах оцінювали за системою 4+: «4+» – розм'якшення та почорніння тканин на 75–100%; «3+» – розм'якшення тканин на 50–75% з частковим почорнінням; «2+» – розм'якшення тканин на 25–50% без почорніння; «1+» – розм'якшення тканин на 0–25%; «-» – відсутність гнилі. Для порівняння отримували середні значення за трьома повторами. Відсоток гнилі розраховували від різниці ваги рослинних зразків до проведення досліді і після видалення уражених гниллю тканин.



Всі отримані дані статистично опрацювали з використанням прикладних програм *Microsoft Office Excel*, з обчислюванням середніх значень, довірчого інтервалу, стандартного відхилення,  $\alpha = 0,05$ .

### Результати та обговорення

Із автоферментованих рослинних продуктів, виготовлених у В'єтнамі, ізолювано 102 штами лактобактерій: 39 – з проростків бамбуку, 37 – з листя гірчиці, 15 – з листя капусти, 6 – з плодів фіги, 5 – з баклажанів. За тинкторіальними, морфологічними та біохімічними властивостями виділенні бактерії були попередньо віднесені до роду *Lactobacillus*.

У ході первинного скринінгу антагоністичної активності було відібрано п'ять штамів молочнокислих бактерій найбільш активних антагоністів (табл. 1). За фенотиповими ознаками та здатністю до зброджування вуглеводів та їх похідних: гліцерин, еритрит, D-арабіноза, L-арабіноза, D-рибоза, D-ксилоза, L-ксилоза, D-адоніт, метил- $\beta$ -D-ксилопіранозид, D-галактоза, D-глюкоза, D-фруктоза, D-маноза, L-сорбоза, L-рамноза, дульцин, інозит, D-маніт, D-сорбіт, метил- $\alpha$ -D-манопіранозид, метил- $\alpha$ -D-глюкопіранозид, N-ацетилглюкопіранозид, амігдалін, арбутин, саліцин, D-целобіоза, D-мальтоза, D-лактоза, D-мелібіоза, цукроза, D-трегалоза, інулін, D-мелецитоза, D-рафіноза, крохмаль, глікоген, ксиліт, гентибіоза, D-тураноза, D-ліксоза, D-тагатоza, D-фукоза, L-фукоза D-арабітол, L-арабітол, глюконат, 2-кетоглюконат, 5-кетоглюконат їх було ідентифіковано як *L. paracasei* ОНУ 520 (L15), *L. brevis* ОНУ 521 (L21), *L. plantarum* ОНУ 522 (L24), *L. plantarum* ОНУ 523 (L26), *L. rhamnosus* ОНУ 524 (L27).

Бактерії роду *Lactobacillus* є активними кислотоутворювачами з антагоністичною активністю високого та середнього ступенів щодо умовно-патогенних та патогенних бактерій [1, 3]. Проведені дослідження показали, що після добового культивування лактобактерій, ізолюваних із авто ферментованих некомерційних рослинних продуктів з В'єтнаму, у бульйоні MRS кислотність середовища знижувалася до рН 3,8–4,3 (табл. 1).

Таблиця 1

#### Характеристика кислотоутворення штамів роду *Lactobacillus*

Table 1

##### *Lactobacillus* genus strains acid production characteristics

| Штам                        | Джерело виділення    | pH  |
|-----------------------------|----------------------|-----|
| <i>L. paracasei</i> ОНУ 520 | Солоне листя гірчиці | 4,2 |
| <i>L. brevis</i> ОНУ 521    | Листя гірчиці        | 4,0 |
| <i>L. plantarum</i> ОНУ 522 | Стебла бамбука       | 4,3 |
| <i>L. plantarum</i> ОНУ 523 | Солоне листя гірчиці | 4,0 |
| <i>L. rhamnosus</i> ОНУ 524 | Солоне листя гірчиці | 3,8 |



Досліджувані штами бактерій роду *Lactobacillus* було вивчено на наявність антагоністичних властивостей щодо 12 штамів фітопатогенної бактерії *E. carotovora* (табл. 2). Через 24 год культивування навколо лунок, у які вносили культуральну рідину бактерій-антагоністів, утворювалися зони затримки росту діаметром від 2 до 19 мм (табл. 2).

Таблиця 2

**Антагоністична активність лактобактерій до фітопатогенних бактерій *E. carotovora***

Table 2

**Lactobacilli antagonistic activity against pathogenic bacteria *E. carotovora***

| Штам<br><i>E. carotovora</i> | <i>L. paracasei</i><br>ОНУ 520 | <i>L. brevis</i> ОНУ<br>521 | <i>L. plantarum</i><br>ОНУ 522 | <i>L. plantarum</i><br>ОНУ 523 | <i>L. rhamnosus</i><br>ОНУ 524 |
|------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| ОНУ 317                      | 12*±0,5                        | 5±1,4                       | 13±0,8                         | 15±1,0                         | 14±0,7                         |
| ОНУ 318                      | 14±0,6                         | 10±2,1                      | 17±1,0                         | 19±1,2                         | 15±0,8                         |
| ОНУ 320                      | 15±0,8                         | 5±1,3                       | 14±0,9                         | 18±1,0                         | 16±0,6                         |
| ОНУ 319                      | 14±0,6                         | 5±1,4                       | 12±0,7                         | 14±0,9                         | 13±0,6                         |
| ОНУ 321                      | 13±0,8                         | 11±1,2                      | 13±0,8                         | 15±1,0                         | 16±0,7                         |
| ОНУ 322                      | 12±0,5                         | 5±1,4                       | 11±0,6                         | 14±0,9                         | 13±0,5                         |
| ОНУ 323                      | 14±0,6                         | 7±1,6                       | 14±0,9                         | 14±0,9                         | 15±0,5                         |
| ОНУ 324                      | 11±0,4                         | 2±0,5                       | 12±0,7                         | 14±0,9                         | 13±0,5                         |
| ОНУ 325                      | 11±0,3                         | 5±1,6                       | 12±0,7                         | 14±0,9                         | 13±0,5                         |
| ОНУ 326                      | 14±0,6                         | 2±0,5                       | 14±0,9                         | 14±0,9                         | 15±0,7                         |
| ОНУ 525                      | 12±0,5                         | 5±1,4                       | 11±0,7                         | 13±0,8                         | 13±0,5                         |
| ОНУ 526                      | 11±0,3                         | 2±0,5                       | 11±0,7                         | 14±1,0                         | 13±0,5                         |
| Середнє<br>значення          | 13±0,8                         | 5±1,6                       | 13±0,9                         | 15±1,0                         | 14±0,7                         |

\* Діаметр (мм) зон сповільнення росту через 24 год

\* growth zone diameter in 24 hours

Великі за діаметром зони затримки росту утворювали чотири з п'яти штамів-антагоністів, а саме ОНУ 520, ОНУ 523, ОНУ 524, ОНУ 522, за дії на усі досліджувані тест-штами *E. carotovora* (табл. 2). В середньому діаметр зон затримки росту для них складав 13–15 мм, що є показником високої антагоністичної активності. Середнє значення діаметру зон сповільнення росту для штамів *E. carotovora* ОНУ 318 і ОНУ 321 становило 10–11 мм (табл. 2).



Підвищення розчином NaOH рН культуральної рідини до 7,0–8,0 призвело до нейтралізації антагоністичної активності штамів *Lactobacillus*. Отримані результати свідчать про те, що пригнічення росту фітопатогенних бактерій зумовлено дією органічних кислот, які продукують лактобактерії.

Захисну активність штамів-антагоністів роду *Lactobacillus* по відношенню до штамів *E. carotovora* було перевірено також у системі *in vivo* на бульбах картоплі і коренеплодах моркви (табл. 3). Вивчення здатності досліджених штамів лактобактерій до ферментації рослинних тканин показало відсутність у них суттєвої ферментативної активності по відношенню до тканин бульби картоплі та коренеплодів моркви (табл. 3, 4).

Таблиця 3

**Пригнічення лактобактеріями процесу ураження бактеріями  
*E. carotovora* бульб картоплі та коренеплодів моркви**

Table 3

**Lactobacilli inhibition of *E. carotovora* destruction process  
on potato tubers and carrot roots**

| Варіант   | Бульби картоплі |                   | Коренеплоди моркви |                   |
|---|-----------------|-------------------|--------------------|-------------------|
|   | Оцінка ураження | Відсоток гнилі, % | Оцінка ураження    | Відсоток гнилі, % |
| Контроль<br><i>E. carotovora</i> (суміш штамів)     | 3*+             | 8,75              | 4+                 | 7,30              |
| <i>L. paracasei</i> ОНУ 520                         | -               | -                 | -                  | -                 |
| <i>L. brevis</i> ОНУ 521                            | -               | -                 | -                  | -                 |
| <i>L. plantarum</i> ОНУ 522                         | -               | -                 | -                  | -                 |
| <i>L. plantarum</i> ОНУ 523                         | -               | -                 | -                  | -                 |
| <i>L. rhamnosus</i> ОНУ 524                         | -               | -                 | -                  | -                 |
| Контроль<br>Суміш штамів <i>Lactobacillus</i>       | -               | -                 | -                  | -                 |
| Суміш <i>Ec</i> + <i>L. paracasei</i> ОНУ 520       | -               | 2,40              | -                  | -                 |
| Суміш <i>Ec</i> + <i>L. brevis</i> ОНУ 521          | 1+              | 2,10              | -                  | 1,10              |
| Суміш <i>Ec</i> + <i>L. plantarum</i> ОНУ 522       | 1+              | 1,42              | -                  | -                 |
| Суміш <i>Ec</i> + <i>L. plantarum</i> ОНУ 523       | 2+              | 7,26              | -                  | -                 |
| Суміш <i>Ec</i> + <i>L. rhamnosus</i> ОНУ 524       | -               | 1,26              | -                  | -                 |
| Суміш <i>Ec</i> + Суміш штамів <i>Lactobacillus</i> | 1+              | 2,46              | -                  | -                 |

Примітка: «-» – відсутність гнилі; \* – значення з урахуванням трьох повторів;

*Ec* – *E. carotovora*;

Note: «-» – not rot; \* – value given with taking into consideration 3 repetitions;

*Ec* – *E. carotovora*.



Ефективність дії штамів-антагоністів роду *Lactobacillus* по відношенню до фітопатогенних бактерій *E. carotovora* у системі *in vivo* оцінювали по зменшенню маси гнилі бульб картоплі та коренеплодів моркви у співвідношенні до маси здорових тканин (табл. 4). Ефективність захисної дії бактерій роду *Lactobacillus* виявилася значно більшою на коренеплодах моркви і становила 100% для *L. paracasei* ОНУ 520, *L. plantarum* ОНУ 522, *L. plantarum* ОНУ 523, *L. rhamnosus* ОНУ 524, а також для суміші штамів.

Таблиця 4

**Ефективність захисної дії лактобактерій щодо ураження бактеріями *E. carotovora* бульб картоплі та коренеплодів моркви**

Table 4

**Lactobacillus bacteria protective action effectiveness on *E. carotovora* destruction of potato tubers and carrot roots**

| Штам                        | Ефективність захисної дії, % |                  |
|-----------------------------|------------------------------|------------------|
|                             | на бульбах картоплі          | на дисках моркви |
| <i>L. paracasei</i> ОНУ 520 | 72,6                         | 100              |
| <i>L. brevis</i> ОНУ 521    | 76,0                         | 85               |
| <i>L. plantarum</i> ОНУ 522 | 83,7                         | 100              |
| <i>L. plantarum</i> ОНУ 523 | 17,0                         | 100              |
| <i>L. rhamnosus</i> ОНУ 524 | 85,6                         | 100              |
| Суміш лактобактерій         | 71,9                         | 100              |

Найвищі показники ефективності захисної дії на бульбах картоплі було встановлено у штамів *L. plantarum* ОНУ 522, *L. rhamnosus* ОНУ 524 (83,7% і 85,6%, відповідно) (табл. 4).

Таким чином, досліджені штами молочнокислих бактерій, ізольовані із автоферментованих некомерційних рослинних продуктів з В'єтнаму, виявили високу антагоністичну активність по відношенню до фітопатогенних штамів бактерії *E. carotovora*, утворюючи зони затримки росту діаметром до 19 мм. Встановлено, що їх антагоністична дія зумовлена продукцією лактобактеріями органічних кислот. Відомо, що лактобактерії здатні пригнічувати інфікування рослин бактерією *Agrobacterium tumefaciens* і подальше провокування нею появи пухлин на дисках моркви та рослинах каланхое [5]. В даному дослідженні показано, що досліджувані лактобактерії ефективно конкурують з фітопатогенними бактеріями *E. carotovora* та в усіх випадках пригнічують їх ріст на коренеплодах моркви та у 80% на бульбах картоплі.



**Zh.Yu. Sergieieva, O.V. Basiul, O.G. Gorshkova, T.Y. Gavriluk,  
G.M. Nazarenko**

Odesa Mechnykov National University, 2, Dvoryanska str.,  
Odesa, 65082, Ukraine, tel.: +38 (0482) 68 79 64, e-mail: sergeeva.zh@onu.edu.ua

## **VIETNAMESE FERMENTED PLANTS LACTOBACTERIA ANTAGONISTIC ACTIVITY**

### **Summary**

*The aim of the research was to identify and study antagonistic properties of lactic acid bacteria isolated from vietnamese fermented plant products. **Materials and methods.** Lactobacillus genus bacteria strains were isolated from vietnamese uncommercial autofermented savory products. Five Lactobacillus strains were checked for the antagonistic properties presence against 12 strains of phytopathogenic bacterium Erwinia carotovora. Lactobacillus genus bacteria antagonistic activity in vitro research was performed by agar holes. Antagonistic bacteria in vivo interaction modeling system with pathogens was carried out on Solanum tuberosum potato tubers and Daucus carota carrots. Lactobacilli strains identification was performed using API-systems. **Results and discussion.** Selected Lactobacillus strains were identified as L. paracasei ONU 520, L. brevis ONU 521, L. plantarum ONU 522, L. plantarum 523 ONU, L. rhamnosus ONU 524 based on tinctorial, morphological and biochemical properties. It was found that in 24 hours of cultivation around the agar holes into which the antagonistic strains culture liquid had been introduced there were formed the growth inhibition zones up to 19 mm in diameter. It has been determined that antagonistic effect appeared due to the organic acids production by lactobacilli. It was found that the lactobacteria effectively compete phytopathogenic bacteria E. carotovora and in all cases inhibit their growth on carrot roots and in 80% on potato tubers. Lactobacterial strains mixture showed the same efficiency as individual strains. **Conclusions.** Lactobacillus genus bacteria strains, isolated from vietnamese uncommercial autofermented savory products, showed high levels of antagonistic activity against pathogenic Erwinia.*

*Key words: lactobacilli, antagonistic activity, phytopathogens.*

**Ж.Ю. Сергеева, Е.В. Басюл, Е.Г. Горшкова, Т.И. Гаврилюк,  
А.Н. Назаренко**

Одесский национальный университет имени И.И. Мечникова ул. Дворянская, 2,  
Одесса, 65082, Украина, тел.: +38 (0482) 68 79 64, e-mail: sergeeva.zh@onu.edu.ua

## **АНТАГОНІСТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ЛАКТОБАКТЕРІЙ, ИЗОЛИРОВАННЫХ ИЗ ФЕРМЕНТИРОВАННЫХ РАСТИТЕЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ ИЗ ВЬЕТНАМА**

### **Реферат**

*Целью исследования была идентификация и изучение антагонистических свойств молочнокислых бактерий, выделенных из ферментированных растительных продуктов из Вьетнама. **Материалы и методы.** Штаммы бактерий*





рода *Lactobacillus* выделяли из некоммерческих автоферментированных соленых продуктов, изготовленных во Вьетнаме. Пять штаммов лактобактерий проверялись на наличие антагонистических свойств против 12 штаммов фитопатогенной бактерии *Erwinia carotovora*. Исследование антагонистической активности бактерий рода *Lactobacillus* *in vitro* проводили методом агаровых лунок. Моделирование взаимодействия бактерий рода *Lactobacillus* с фитопатогенами в системе *in vivo* проводили на клубнях картофеля *Solanum tuberosum* и корнеплодах моркови *Daucus carota*. Идентификация штаммов лактобактерий проводилась с помощью АРІ-систем. **Результаты и обсуждение.** По тинкто-риальным, морфологическим и биохимическим свойствам выбранные штаммы лактобактерии идентифицированы как *L. paracasei* ОНУ 520, *L. brevis* ОНУ 521, *L. plantarum* ОНУ 522, *L. plantarum* ОНУ 523, *L. rhamnosus* ОНУ 524. Установлено, что через 24 часа культивирования вокруг лунок, в которые вносили культуральную жидкость штаммов-антагонистов, образовывались зоны задержки роста диаметром до 19 мм. Выявлено, что антагонистическое действие обусловлено продукцией лактобактериями органических кислот. Показано, что исследованные бактерии эффективно конкурируют с фитопатогенными бактериями *E. carotovora* и во всех случаях ингибируют их рост в экспериментах на корнеплодах моркови и в 80% на клубнях картофеля. Смесь лактобактерий исследованных штаммов не была более эффективной, чем отдельные штаммы. **Выводы.** Штаммы бактерий рода *Lactobacillus*, изолированные из некоммерческих автоферментированных соленых продуктов, изготовленных во Вьетнаме, проявили высокий уровень антагонистической активности против фитопатогенных эрвиний.

*Ключевые слова:* лактобактерии, антагонистическая активность, фитопатогены.

### Список використаної літератури

1. Batdorj B., Trinetta V., Dalgalarondo M. et al. Isolation, taxonomic identification and hydrogen peroxide production by *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *lactis* T31, isolated from Mongolian yoghurt: inhibitory activity on food-borne pathogens. // Journal of Applied Microbiology. – 2007. – V. 103. – P. 584–593.
2. Cebeci A., Gurakan C. Properties of potential probiotic *Lactobacillus plantarum* strains. // Food Microbiology. – 2003. – 20. – P. 511–518.
3. Kleerebezem M. Quorum sensing control of lantibiotic production; nisin and subtilin autoregulate their own biosynthesis. // Peptides. – 2004. – Vol. 25 (9). – P. 1405–1414.
4. Klein G., Pack A., Bonaparte C. and Reuter G. Taxonomy and physiology of probiotic lactic acid bacteria. // International Journal of Food Microbiology. – 1998. – 41. – P. 103–125.
5. Limanska N., Korotaeva N., Biscola V., Ivanytsia T., Merlich A., Franco B.D.G.M., Chobert J.M., Ivanytsia V., Haertle T. Study of the potential application of lactic acid bacteria in the control of infection caused by *Agrobacterium tumefaciens* // Plant Pathology and Microbiology. – 2015. – Vol. 6, № 8: doi: 10.4172/2157-7471.1000292
6. Limanska N. V., Korotaeva N. V., Yamborko G. V., Ivanytsia V.O. Effect of *Lactobacillus plantarum* on tumor formation caused by *Rhizobium radiobacter* // Microbiology and Biotechnology. – 2014. – № 1. – P. 8–18.



7. *Карпетян К. Дж.* Сравнительная оценка ряда свойств новых штаммов молочнокислых бактерий // Биолог. журн. Армении. – 2009. – Т. 4 (61). – С. 36–42.

8. *Самусенко Н. В.* Научное обоснование применения бактерий-антагонистов при длительном холодильном хранении корнеплодов моркови: автореф. дисс. на соискание учен. степени канд. техн. наук. – Санкт-Петербург, 2001. – 20 с.

9. *Тихонович И. А., Проворов Н. А.* Кооперация растений и микроорганизмов: новые подходы к конструированию экологически устойчивых агросистем // Усп. совр. биол. – 2007. – 4. – С. 339–357.

### References

1. *Batdorj B, Trinetta V, Dalgalarondo M et al.* Isolation, taxonomic identification and hydrogen peroxide production by *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *lactis* T31, isolated from Mongolian yoghurt: inhibitory activity on food-borne pathogens. *Journal of Applied Microbiology*. 2007; 103: 584–593.

2. *Cebeci A, Gurakan C* Properties of potential probiotic *Lactobacillus plantarum* strains. *Food Microbiology*. 2003; 20: 511-518.

3. *Kleerebezem M.* Quorum sensing control of lantibiotic production; nisin and subtilin autoregulate their own biosynthesis. *Peptides*. 2004; 25 (9): 1405-1414.

4. *Klein G, Pack A, Bonaparte C and Reuter G.* Taxonomy and physiology of probiotic lactic acid bacteria. *International Journal of Food Microbiology*. 1998; 41: 103–125.

5. *Limanska N, Korotaeva N, Biscola V, Ivanytsia T, Merlich A., Franco B.D.G.M., Chobert JM, Ivanytsia V, Haertle T.* Study of the potential application of lactic acid bacteria in the control of infection caused by *Agrobacterium tumefaciens* // *Plant Pathology and Microbiology*. – 2015. – Vol. 6, №8: doi: 10.4172/2157-7471.1000292

6. *Limanska NV, Korotaeva NV, Yamborko GV, Ivanytsia VO.* Effect of *Lactobacillus plantarum* on tumor formation caused by *Rhizobium radiobacter* // *Microbiology and Biotechnology*. – 2014. – №1. – P. 8 – 18.

7. *Karapetyan KJ.* Comparative evaluation of a number of lactic acid bacteria new strains properties. *Armenia Biological Journal*. 2009; 4 (61):36-42.

8. *Samusenko NV.* The scientific rationale of the antagonistic bacteria use for carrots root crops prolonged refrigerated storage. PhD thesis, St. Petersburg State University of Refrigeration and Food Engineering, 2001: 20

9. *Tychonovich IA, Provorov NA.* Cooperation of plants and microorganisms: new approaches to the design of environmentally sustainable agricultural systems. *Modern Biology Advances*. 2007; 4: 339-357.

Стаття надійшла до редакції 29.11.2016 р.

