

••• МІКРОБІОЛОГІЯ ••• MICROBIOLOGY •••

УДК: 579.64:632.3/9

Антагоністична активність проти фітопатогенних бактерій та здатність до утворення біоплівки бактерій *Enterococcus italicus* ONU547 та їх консорціумів з *Lactobacillus plantarum*

А.Г.Мерліч, І.Д.Жуцько, Н.В.Ліманська, В.О.Іваниця

Одеський національний університет імені І.І.Мечникова (Одеса, Україна)
andriymerlich@gmail.com

Вивчено антагоністичні властивості бактерій штаму *E. italicus* ONU547 та його консорціумів з *Lactobacillus plantarum* ONU12 та ONU311 проти фітопатогенів *in vivo* та їх здатність до утворення біоплівки на корінцях крес-салату та пшениці. Бактерії штаму *E. italicus* ONU547 проявили антагоністичну активність проти фітопатогенів *Rhizobium radiobacter* C58 та *Erwinia carotovora* ZM1 *in vivo*, спричиняючи 33,3 та 24,8% інгібування, відповідно, та утворювали біоплівку середнього рівня сформованості на корінцях рослин. Консорціуми бактерій ентерококу з *L. plantarum* у більшості випадків проявили вищу антагоністичну активність та здатність до утворення біоплівки. Консорціум бактерій всіх трьох використаних в роботі штамів молочнокислих бактерій проявив найвищу антагоністичну активність проти *R. radiobacter*, спричиняючи 77,7% інгібування. Крім цього консорціуму, фітопатоген *E. carotovora* найкраще інгібувала також суміш ентерококу з *L. plantarum* ONU311 (33,3% інгібування). Показано, що механізмом інгібувальної дії бактерій штаму *E. italicus* ONU547 проти фітопатогенів могли бути високі адгезивні властивості та/або конкуренція за поживні речовини, тоді як антагоністичну активність їх консорціумів з лактобацилами можна пояснити, крім того, дією органічних кислот.

Ключові слова: антагоністичні властивості, молочнокислі бактерії, біоплівки.

Antagonistic activity against plant pathogenic bacteria and ability to biofilm formation of *Enterococcus italicus* ONU547 bacteria and their consortia with *Lactobacillus plantarum*

A.G.Merlich, I.D.Zhunko, N.V.Limanska, V.O.Ivanytsia

Antagonistic properties of bacteria of *E. italicus* ONU547 strain and their consortia with *Lactobacillus plantarum* ONU12 and ONU311 against plant pathogens *in vivo* and their ability to form biofilm on the roots of cress plant and wheat have been studied. The bacteria of *E. italicus* ONU547 strain showed antagonistic activity against the plant pathogens *Rhizobium radiobacter* C58 and *Erwinia carotovora* ZM1 *in vivo* causing 33.3 and 24.8% of inhibition, respectively, and formed the biofilm of middle level on the plant roots. The consortia of enterococci bacteria with *L. plantarum* showed in most cases higher antagonistic activity and ability to biofilm formation. Bacterial consortia of all used lactic acid bacteria strains showed the highest antagonistic activity against *R. radiobacter* causing 77.7% of inhibition. Besides this consortium, the phytopathogen *E. carotovora* was inhibited preferably by the mixture of enterococci with *L. plantarum* ONU311 (33.3% of inhibition). It has been shown that high adhesive properties and/or competition for nutrients could be the mechanism of inhibitory activity of bacteria of *E. italicus* ONU547 strain against plant pathogens, whereas the antagonistic activity of their consortia with lactobacilli can be explained, in addition, by the action of organic acids.

Key words: antagonistic properties, lactic acid bacteria, biofilms.

Антагонистическая активность против фитопатогенных бактерий и способность к образованию биопленок бактерий *Enterococcus italicus* ONU547 и их консорциумов с *Lactobacillus plantarum*

А.Г.Мерлич, И.Д.Жуцько, Н.В.Лиманская, В.А.Иваниця

Изучены антагонистические свойства бактерий штамма *E. italicus* ONU547 и его консорциумов с *Lactobacillus plantarum* ONU12 и ONU311 против фитопатогенов *in vivo* и их способность к образованию биопленок на корешках кресс-салата и пшеницы. Бактерии штамма *E. italicus* ONU547 проявили антагонистическую активность против фитопатогенов *Rhizobium radiobacter* C58 и *Erwinia carotovora* ZM1 *in vivo*, вызывая 33,3 и 24,8% ингибирования, соответственно, и образовывали биопленки среднего уровня сформированности на корешках растений. Консорциумы бактерий энтерококка с *L. plantarum* в большинстве случаев проявили высшую антагонистическую активность и способность к

образованию биопленки. Консорциум бактерий всех трех использованных в работе штаммов молочнокислых бактерий проявил наивысшую антагонистическую активность против *R. radiobacter*, вызывая 77,7% ингибирования. Кроме этого консорциума, фитопатоген *E. carotovora* ингибировала также смесь энтерококка с *L. plantarum* ОНУ311 (33,3% ингибирования). Показано, что механизмом ингибирующего действия бактерий штамма *E. italicus* ОНУ547 против фитопатогенов могли быть высокие адгезивные способности и/или конкуренция за питательные вещества, тогда как антагонистическую активность их консорциумов с лактобациллами можно объяснить, кроме того, действием органических кислот.

Ключевые слова: антагонистические свойства, молочнокислые бактерии, биопленки.

Вступ

Молочнокислі бактерії (МКБ) – група мікроорганізмів, для яких відомі високі антагоністичні властивості проти фітопатогенних бактерій (Ржевская и др., 2014). Відомо, що фітопатогени несуть серйозну загрозу сільському господарству, і тому лактобактерії, які здатні пригнічувати їх ріст, заслуговують особливого інтересу (Булеца на ін., 2015). З літературних джерел відомо про інгібувальну активність різних видів МКБ проти фітопатогенних бактерій, таких як *Rhizobium radiobacter*, *Erwinia carotovora*, *Ralstonia solanacearum*, *Pseudomonas syringae*, яку було показано *in vivo* (Limanska et al., 2012, 2014; Korotaeva et al., 2013; Narasimha et al., 2012; Visser et al., 1986). Крім того, ще однією корисною для сільського господарства властивістю МКБ є здатність до біоплівкоутворення на поверхні рослин, оскільки однією з численних функцій біоплівки є захист рослин від фітопатогенів (Галкін та ін., 2012). Однак антагоністичні властивості проти фітопатогенів *in vivo* і здатність до утворення біоплівки на поверхнях рослин МКБ виду *Enterococcus italicus* та їх консорціумів з *Lactobacillus plantarum* досі ще не було вивчено.

Тому метою цієї роботи було дослідити антагоністичні властивості та здатність до утворення біоплівки бактерій штаму *E. italicus* ОНУ547 та їх консорціумів з *L. plantarum* на моделях *in vivo*.

Об'єкти та методи дослідження

В експериментах було використано бактерії штаму *Enterococcus italicus* ОНУ547, який ізолювали з тайської ферментованої капусти, та два штами *Lactobacillus plantarum* – ОНУ12 та ОНУ311, що були виділені з виноградного суслу та ідентифіковані в наших попередніх дослідженнях (Merlich et al., 2013). Добові культури указаних штамів МКБ було вирощено у рідкому середовищі de Man, Rogosa and Sharpe (MRS) (Василиук та ін., 2014) при 37°C. Фітопатогенні бактерії штамів збудника бактеріальної гнилі *E. carotovora* ZM1, що був люб'язно наданий д.б.н., проф. Ф.І.Товкачем, та збудника бактеріального раку *R. radiobacter* C58 було вирощено при 28°C в NB (nutrient broth, Himedia, Індія) для отримання добових культур.

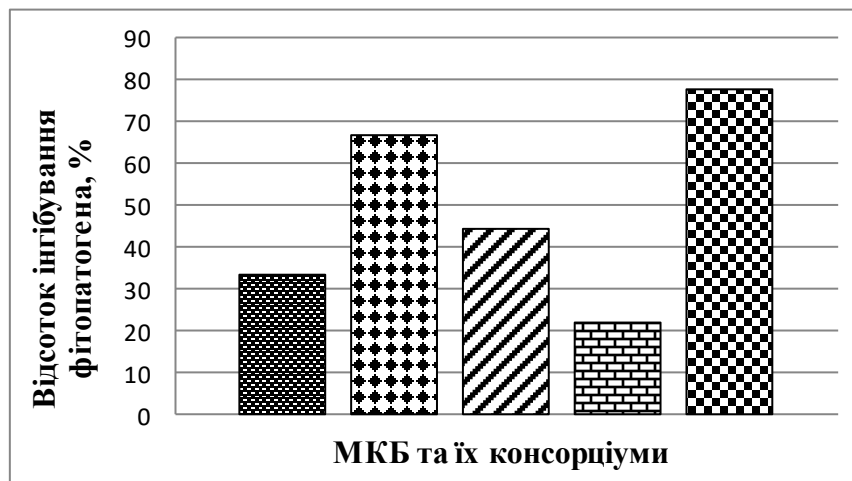
Визначення антагоністичної активності лактобактерій проти фітопатогенів *in vivo* проводили на експлантах моркви (*Daucus carota* L.). З попередньо ретельно промитих коренеплодів знімали у стерильних умовах верхній шар, фломбували та нарізали для отримання дисків-експлантів (Ryder et al., 1985). Їх клали апікальною стороною вгору в вологі чашки Петрі (з шаром фільтрувального паперу на дні), що містили 10 мл стерильної води з водогону. Добові культури бактерій штамів *E. italicus* ОНУ547, *L. plantarum* ОНУ12 та *L. plantarum* ОНУ311 використовували в концентраціях 10^8 , 10^9 та 10^9 кл/мл, відповідно. З добових культур готували консорціуми бактерій *E. italicus* ОНУ547 + *L. plantarum* ОНУ12, *E. italicus* ОНУ547 + *L. plantarum* ОНУ311, *L. plantarum* ОНУ12 + *L. plantarum* ОНУ311 в пропорції 1:1 та *E. italicus* ОНУ547 + *L. plantarum* ОНУ12 + *L. plantarum* ОНУ311 в пропорції 1:1:1. Далі 100 мкл отриманих консорціумів та окремо бактерій *E. italicus* ОНУ547 наносили на поверхню експлантів моркви в зоні розміщення камбіального кільця та після цього додавали 100 мкл добових культур *R. radiobacter* C58 або *E. carotovora* ZM1. В якості контролів використовували експланти, на які наносили окремо фітопатогени, MRS та фітопатогени. Інкубацію здійснювали при кімнатній температурі протягом 15–30 діб. Було виконано чотири незалежних експерименти по три повтори в кожному, облік результатів і статистичну обробку проводили, як описано в наших попередніх роботах (Мерліч, Ліманська, 2016; Limanska et al., 2015).

Здатність до утворення біоплівки на поверхнях рослин вивчали на моделі крес-салату (*Lepidium sativum* L.) та пшениці (*Triticum vulgare*). Для цього насіння рослин стерилізували за допомогою 25% перекису водню на протязі однієї хвилини, три рази промивали в стерильній воді з водогону та пророщували в стерильній вологій камері впродовж трьох діб. Суспензії добових культур МКБ доводили до концентрації 10^8 кл/мл стерильним фізіологічним розчином, готували

комбінації консорціумів бактерій, як описано вище, та вносили у лунки планшету в об'ємі 1,5 мл. Потім у кожен лунку поміщали проросток крес-салату або пшениці. Інкубацію здійснювали при 37°C впродовж доби. На другий день утворені біоплівки на поверхнях рослин фіксували за допомогою 96% етанолу протягом 15 хв та забарвлювали 1% розчином акридинового помаранчевого впродовж 10 хв. Потім проростки викладали на предметні скельця та після висихання корінці обстежували на наявність біоплівок за допомогою мікроскопа зі збільшенням $\times 320$. Експерименти були виконані в п'яти повторях, та рівень сформованості біоплівок оцінювали за системою плюсів, як описано у роботах (Галкін та ін., 2012).

Результати та обговорення

Фітопатогенні бактерії штаму *R. radiobacter* C58 виявилися чутливими до використаних в роботі МКБ та їх консорціумів. Так, бактерії штаму *E. italicus* ОНУ547 інгібували ріст фітопатогена на 33,3%, а найвищу активність проявив консорціум бактерій всіх трьох штамів МКБ, який пригнічував ріст на 77,7% (рис. 1). Високу антагоністичну активність показав також консорціум бактерій штамів *L. plantarum* ОНУ12 + *L. plantarum* ОНУ311, який інгібував ріст *R. radiobacter* C58 на 66,7%, що, однак, на 33,3% менше, ніж антагоністична дія окремих штамів (Мерліч, Ліманська, 2016). Додавання *E. italicus* ОНУ547 до консорціуму лактобактерій сприяло збільшенню антагоністичної активності проти *R. radiobacter* C58 на 11%. Комбінація бактерій штамів *E. italicus* ОНУ547 + *L. plantarum* ОНУ12 пригнічувала ріст фітопатогена на 44,7%, а *E. italicus* ОНУ547 + *L. plantarum* ОНУ311 – на 22,3%.








-  *E. italicus* ОНУ547
-  *L. plantarum* ОНУ12 + ОНУ311
-  *E. italicus* ОНУ547 + *L. plantarum* ОНУ12
-  *E. italicus* ОНУ547 + *L. plantarum* ОНУ311
-  *E. italicus* ОНУ547 + *L. plantarum* ОНУ12 + *L. plantarum* ОНУ311

Рис. 1. Антагоністична активність консорціумів бактерій штамів *E. italicus* ОНУ547, *L. plantarum* ОНУ12 та *L. plantarum* ОНУ311 проти *R. radiobacter* C58 на експлантах моркви

Бактерії штаму *E. italicus* ОНУ547 інгібували ріст *E. carotovora* ZM1 на 24,8% (рис. 2). Найвищу антагоністичну активність проти цього штаму фітопатогенних бактерій продемонстрували консорціуми бактерій штамів *E. italicus* ОНУ547 + *L. plantarum* ОНУ 311 та всіх трьох штамів МКБ, що спричинили 33,3% інгібування.

Консорціуми бактерій *E. italicus* ОНУ547 + *L. plantarum* ОНУ12 та *L. plantarum* ОНУ12 + *L. plantarum* ОНУ311 інгібували ріст *E. carotovora* ZM1 на 22% та 16,5% відповідно. Таким чином, додавання бактерій штаму *E. italicus* ОНУ547 до бактерій штамів *L. plantarum* ОНУ12 та ОНУ311 сприяло підвищенню інгібувальної активності на 5,5% та 16,8%. Низьку інгібувальну активність

суміші *L. plantarum* ОНУ12 + *L. plantarum* ОНУ311 можна пояснити низьким антагонізмом окремого штаму *L. plantarum* ОНУ311, який був показаний в нашому попередньому дослідженні (Мерліч, Ліманська, 2016).

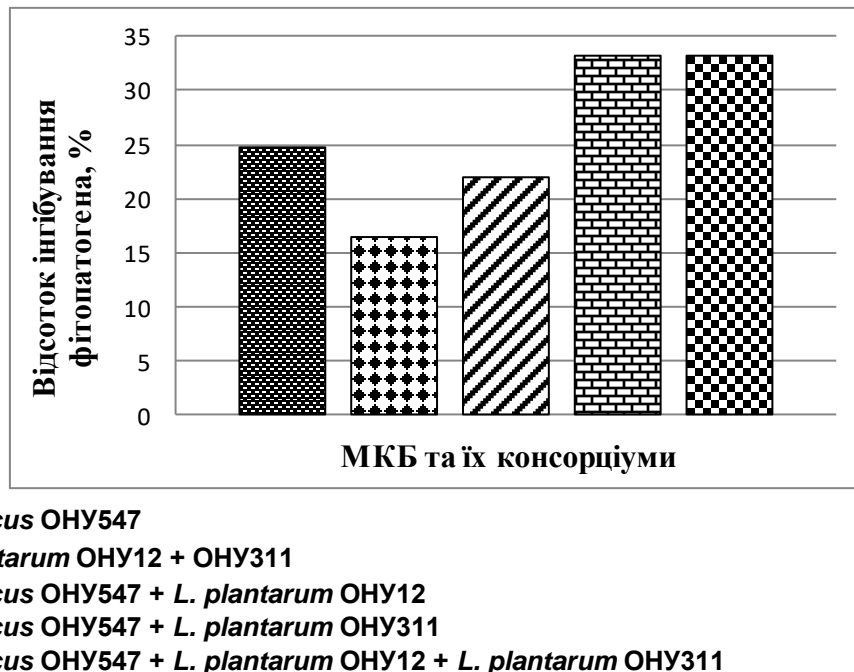


Рис. 2. Антагоністична активність консорціумів бактерій штамів *E. italicus* ОНУ547, *L. plantarum* ОНУ12 та *L. plantarum* ОНУ311 проти *E. carotovora* ZM1 на експлантах моркви

Антагоністичну активність бактерій виду *L. plantarum* проти фітопатогенів на коренеплодах моркви було показано в роботах Ж.Сергєєвої (Сергєєва та ін., 2012, 2016) та наших попередніх публікаціях (Мерліч, Ліманська, 2016; Limanska et al., 2015). Інгібувальну активність їх консорціумів з бактеріями виду *E. italicus* проти фітопатогенів *in vivo* в цій роботі показано вперше. Крім того, це перше повідомлення про антагоністичну активність МКБ виду *E. italicus* проти фітопатогенних бактерій *E. carotovora* та *R. radiobacter*, як і проти фітопатогенів взагалі. Відомо, що МКБ проявляють свою антагоністичну активність шляхом конкурентної адгезії та конкуренції за поживні речовини та, крім того, за допомогою продукції спектру антагоністичних речовин, які включають органічні кислоти, перекис водню, діацетил та бактеріоцини (Гармашева та ін., 2015; Сергєєва та ін., 2012; Lindgren, Dobrogosz, 1990). Особливої уваги заслуговує механізм антагоністичної активності бактерій *E. italicus* ОНУ547 проти використаних в роботі фітопатогенів. В наших попередніх дослідженнях для *E. italicus* ОНУ547 показано здатність до продукції бактеріоцину, який, проте, виявився неактивним проти грамнегативних бактерій, включаючи *E. carotovora* ZM1 та *R. radiobacter* C58 (Мерліч та ін., 2017). Як показано в нашій попередній роботі (Мерліч та ін., 2017), цей штам МКБ через добу не закисляв в значній мірі культуральну рідину (рН 5). Тому, найбільш вірогідним механізмом інгібувальної дії *E. italicus* ОНУ547, як і інших МКБ, проти фітопатогенів *in vivo* можуть бути високі адгезивні властивості або/та здатність до конкуренції за поживні речовини. Можливими механізмами інгібування фітопатогенів консорціумами лактобацил можуть бути також органічні кислоти, які вони утворюють. Дійсно, на відміну від *E. italicus*, рН консорціумів лактобацил складав від 4,3 (*L. plantarum* ОНУ12 + *L. plantarum* ОНУ311) до 4,7 (*E. italicus* ОНУ547 + *L. plantarum* ОНУ311), що пояснюється дією органічних кислот лактобацил.

Крім антагоністичної активності *E. italicus* ОНУ547 окремо та консорціуми МКБ проявили здатність до утворення біоплівки, що було продемонстровано на моделях корінців проростків крес-салату та пшениці (табл. 1).

Таблиця 1.
 Утворення біоплівки бактеріями *E. italicus*, *L. plantarum* та їх консорціумів на коренях пшениці та крес салату

МКБ та їх консорціуми	Біоплівка на коренях крес-салату	Біоплівка на коренях пшениці
<i>E. italicus</i> ОНУ547	+++	++
<i>E. italicus</i> ОНУ547 + <i>L. plantarum</i> ОНУ12	+++	++++
<i>E. italicus</i> ОНУ547 + <i>L. plantarum</i> ОНУ311	++++	++++
<i>E. italicus</i> ОНУ547 + <i>L. plantarum</i> ОНУ12 + <i>L. plantarum</i> ОНУ311	++++	++++
<i>L. plantarum</i> ОНУ12 + <i>L. plantarum</i> ОНУ311	+++	+++

Так, бактерії штаму *E. italicus* ОНУ547 формували біоплівки на корінцях рослин крес-салату та пшениці. Найвищу здатність до формування біоплівок на обох моделях рослин проявили консорціуми *E. italicus* ОНУ547 + *L. plantarum* ОНУ311 та *E. italicus* ОНУ547 + *L. plantarum* ОНУ12 + *L. plantarum* ОНУ311. В літературних джерелах є повідомлення про здатність *L. plantarum* до утворення біоплівок на поверхнях рослин (Kachouri et al., 2016; Галкін та ін., 2012). Консорціум бактерій штамів *L. plantarum* ОНУ12 + *L. plantarum* ОНУ311 без *E. italicus* ОНУ547 в своєму складі проявив дещо нижчу здатність до біоплівоутворення. Це свідчить про те, що додавання бактерій ентерококу до консорціуму лактобацил підвищує рівень сформованості біоплівки. В наших попередніх експериментах відмічено здатність до утворення біоплівок на поверхнях коренів крес-салату бактеріями окремих штамів вищезгаданого консорціуму (неопубліковані данні). Рівень утворення біоплівки бактеріями консорціуму не відрізнявся від рівня, що проявили бактерії окремого штаму *L. plantarum* ОНУ12, та був вищим від *L. plantarum* ОНУ311.

Здатність МКБ до утворення біоплівок на поверхнях корінців рослин є цінною властивістю, яка здатна забезпечити ризосферну компетенцію, що в свою чергу є необхідною умовою для здійснення біологічного контролю за фітопатогенами (Shrestha et al., 2014).

Висновки

1. Бактерії штаму *E. italicus* ОНУ547 проявили антагоністичну активність проти фітопатогенів *R. radiobacter* та *E. carotovora in vivo*, як окремо, так і в консорціумах з бактеріями штамів *L. plantarum* та продемонстрували високу здатність до біоплівоутворення на коренях крес-салату та пшениці.

2. Вивчені консорціуми бактерій, які поєднують в собі такі властивості, як антагоністична активність проти фітопатогенів та здатність до утворення біоплівки на поверхні корінців рослин, можуть бути перспективними для створення екологічно чистих біопрепаратів для захисту рослин.

Список літератури

- Булеца Н.М., Буценко Л.М., Пасічник Л.А., Патица В.П. Чутливість фітопатогенних бактерій до стрептоміцину за дії пестицидів // Мікробіологічний журнал. – 2015. – Т.77, №6. – С. 62–69. /Buletsa N.M., Butsenko L.M., Pasichnyk L.A., Palyka V.P. Chutlyvist' fitopatogennykh bakteriy do streptomitsynu za dii pestytsydiv // Mikrobiologichnyy zhurnal. – 2015. – T.77, no. 6. – S. 62–69./
- Василюк О.М., Коваленко Н.К., Гармашева І.Л. Антагоністичні властивості штамів *Lactobacillus plantarum*, ізольованих із традиційних ферментованих продуктів України // Мікробіологічний журнал. – 2014. – Т.76, №3. – С. 24–30. /Vasylyuk O.M., Kovalenko N.K., Garmasheva I.L. Antagonistychni vlastyvoli shtamiv *Lactobacillus plantarum*, izol'ovanykh iz tradytsiynykh fermentovanykh produktiv Ukrainy // Mikrobiologichnyy zhurnal. – 2014. – T.76, no. 3. – S. 24–30./
- Галкін М.Б., Ліманська Н.В., Філіпова Т.О., Іваниця В.О. Формування біоплівки бактеріями *Lactobacillus plantarum* на коренях рослин *Lepidium sativum* L. // Мікробіологія і Біотехнологія. – 2012. – №3. – С. 34–43. /Galkin M.B., Limanska N.V., Filipova T.O., Ivanytsya V.O. Formuvannya bioplivky bakteriyamy *Lactobacillus plantarum* na korenyakh roslin *Lepidium sativum* L. // Mikrobiologiya i Biotekhnologiya. – 2012. – No. 3. – S. 34–43./
- Гармашева І.Л., Василюк О.М., Коваленко Н.К., Олещенко Л.Т. Дослідження природи антагоністичної дії штамів *Lactobacillus plantarum* щодо умовно-патогенних та фітопатогенних мікроорганізмів // Мікробіологія і Біотехнологія. – 2015. – №2. – С. 49–58. /Garmasheva I.L., Vasylyuk O.M., Kovalenko N.K., Oleshchenko L.T. Doslidzhennya pryrody antagonistychnoi dii shtamiv *Lactobacillus plantarum* shchodo umovno-patogennykh ta fitopatogennykh mikroorganizmiv // Mikrobiologiya i Biotekhnologiya. – 2015. – No. 2. – S. 49–58./
- Мерліч А.Г., Жуньо І.Д., Ліманська Н.В., Іваниця В.О. Антагоністична активність продуктів

- метаболізму бактерій *Lactobacillus plantarum* та *Enterococcus italicus* за сумісної дії проти фітопатогенних бактерій // Мікробіологія і Біотехнологія. – 2017. – №3. – С. 45–54. /Merlich A.H., Zhun'ko I.D., Limans'ka N.V., Ivanytsya V.O. Antagonistychna aktyvnist' produktiv metabolizmu bakteriy *Lactobacillus plantarum* та *Enterococcus italicus* za sumisnoi dii proty fitopatogennykh bakteriy // Mikrobiologiya i Biotekhnologiya. – 2017. – No. 3. – S. 45–54./
- Мерліч А.Г., Ліманська Н.В. Антагоністична активність бактерій *Lactobacillus plantarum*, виділених з рослинних джерел України та Франції, проти фітопатогенних бактерій // Мікробіологія і Біотехнологія. – 2016. – №4. – С. 71–85. /Merlich A.H., Limans'ka N.V. Antagonistychna aktyvnist' bakteriy *Lactobacillus plantarum*, vydilyenykh z roslynykh dzherel Ukrainy ta Frantsii, proty fitopatogennykh bakteriy // Mikrobiologiya i Biotekhnologiya. – 2016. – No. 4. – S. 71–85./
- Ржевская В.С., Отурина И.П., Теплицкая Л.М. Изучение биологических свойств штаммов молочнокислых бактерий // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И.Вернадского, Серия «Биология, химия». – 2014. – Т.27 (66), №1. – С. 145–160. /Rzhevskaya V.S., Oturina I.P., Teplytskaya L.M. Izucheniye biologicheskikh svoystv shtammov molochnokislykh bakteriy // Uchenyye zapiski Tavricheskogo natsionalnogo universiteta im. V.I.Vernadskogo, Seriya "Biologiya, khimiya". – 2014. – T.27(66), no. 1. – S. 145–160./
- Сергеева Ж.Ю., Крилова К.Д., Ліманська Н.В. та ін. Вплив *Lactobacillus plantarum* ONU87 та автолізу бактерій *Erwinia carotovora* ZM1 на інфекційність збудників м'якої гнилі // Мікробіологія і Біотехнологія. – 2012. – №4. – С. 18–28. /Sergeyeva Zh.Yu., Krylova K.D., Limans'ka N.V. ta in. Vplyv *Lactobacillus plantarum* ONU87 ta avtolizatu bakteriy *Erwinia carotovora* ZM1 na infektsiynist' zbudnykiv m'yakoi gnyli // Mikrobiologiya i Biotekhnologiya. – 2012. – No. 4. – S. 18–28./
- Сергеева Ж.Ю., Басюл О.В., Горшкова О.Г. та ін. Антагоністична активність лактобактерій, ізольованих із ферментованих рослинних продуктів із В'єтнаму // Мікробіологія і Біотехнологія. – 2016. – №4. – С. 50–59. /Sergeyeva Zh.Yu., Basyul O.V., Gorshkova O.H. ta in. Antagonistychna aktyvnist' laktobakteriy, izol'ovanykh iz fermentovanykh roslynykh produktiv iz V'etnamu // Mikrobiologiya i Biotekhnologiya. – 2016. – No. 4. – S. 50–59./
- Kachouri F., Ksontini H., El Abed S. et al. *Lactobacillus plantarum*: effect of a protective biofilm on the surface of olives during storage // Brazilian Journal of Microbiology. – 2016. – Vol.47. – P. 202–209.
- Korotaeva N.V., Kondratiuk T.V., Basiul O.V. et al. Effect of *Lactobacillus plantarum* ONU87 in mixture with autolysate of erwinias on formation of tumors caused by *Rhizobium radiobacter* C58 // Microbiology and Biotechnology. – 2013. – No. 2. – P. 6–14.
- 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. – No. 1. – P. 8–18.
- Limanska N., Ivanytsia T., Choiset Y. et al. Effect of *Enterococcus durans* bacteriocin on bacterial wilt agent // Microbiology and Biotechnology. – 2012. – No. 2. – P. 30–40.
- Limanska N., Korotaeva N., Biscola V. et al. Study of potential application of lactic acid bacteria in the control of infection caused by *Agrobacterium tumefaciens* // Plant Pathology & Microbiology. – 2015. – Vol.6, issue 8. – P. 1–9.
- Lindgren S.E., Dobrogosz W.J. Antagonistic activities of lactic acid bacteria in food and feed fermentations // FEMS Microbiology Reviews. – 1990. – Vol.7 (1–2). – P. 149–163.
- Merlich A.G., Ivanytsia V.O., Korotaeva N.V. et al. *Lactobacillus plantarum* from berries of grape cultivated in the south of Ukraine // Microbiology and Biotechnology. – 2013. – No. 3. – P. 31–39.
- Narasimha M., Malini M., Savitha J., Srinivas C. Lactic acid bacteria (LAB) as plant growth promoting bacteria (PGPB) for the control of wilt of tomato caused by *Ralstonia solanacearum* // Pest Management in Horticultural Ecosystems. – 2012. – Vol.18, no. 1. – P. 60–65.
- Ryder M.H., Tate M.E., Kerr A. Virulence properties of strains of *Agrobacterium* on the apical and basal surfaces of carrot root discs // Plant Physiol. – 1985. – Vol.77. – P. 215–221.
- Shrestha A., Kim B.S., Park D.H. Biological control of bacterial spot disease and plant growth-promoting effects of lactic acid bacteria on pepper // Biocontrol Science and Technology. – 2014. – Vol.24, no. 7. – P. 763–779.
- Visser R., Holzapfel W.H., Bezuidenhout J.J., Kotzé J.M. Antagonism of lactic acid bacteria against phytopathogenic bacteria // Applied and Environmental Microbiology. – 1986. – Vol.52, no. 3. – P. 552–555.

Представлено: Б.Н.Мілкус / Presented by: B.N.Milkus

Рецензент: Є.Е.Перський / Reviewer: Ye.E.Persky

Подано до редакції / Received: 05.10.2017