DOI: http://dx.doi.org/10.18524/2307-4663.2020.2(49).209620

УДК 579.6:634.75

Н.В. Коротаєва, Н.В. Ліманська, І.В. Страшнова, В.О. Іваниця

Одеський національний університет імені І.І. Мечникова
вул. Дворянська, 2, Одеса, 65082, Україна,
e-mail: korotaeva.n@onu.edu.ua

ВПЛИВ БАКТЕРІЙ *LACTOBACILLUS PLANTARUM ONU87* НА РОЗВИТОК БАКТЕРІАЛЬНОГО РАКУ НА РОСЛИНАХ ВИНОГРАДУ

Метою *даного дослідження було встановити вплив бактерій L. plantarum ONU87 на розвиток бактеріального раку на рослинах винограду за штучної інокуляції R. radiobacter C58.* ***Методи****. Інокуляцію чубуків винограду проводили культурами фітопатогенних ризобії та бактеріями штаму L. plantarum ONU87. Усього було використано 295 чубуків винограду сорту Піно чорний. Чубуки зрізаними базальними кінцями поміщали у суспензії бактерій або у контрольні рідини, витримували годину, а потім висаджували і залишали в умовах теплиці для вкорінення. Через 30 днів проводили оцінку морфологічних показників винограду. Через 90 днів з оброблених чубуків виділяли ризобії та виявляли їх патогенність методом ПЛР.* ***Результати.*** *Встановлено, що обробка бактеріями L. plantarum ONU87 за штучного інфікування чубуків винограду R. radiobacter C58 призводила до зменшення на 76,8% кількості заражених рослин та стимулювала ріст і розвиток винограду: спостерігалося підвищення кількості життєздатних чубуків у порівнянні з інфікованими фітопатогенними ризобіями на 18,8%, а кількість бруньок, що розпустилися, збільшилася на 21,5–33,9%.* ***Висновок****. Обробка бактеріями штаму L. plantarum ONU87 за штучного інфікування винограду R. radiobacter C58 призводить до значного зменшення кількості чубуків, у які потрапив збудник бактеріального раку (на 76,8%), та покращує стан піддослідних рослин винограду за показниками життєздатності оброблених чубуків та бруньок, що розпустилися.*

Ключові слова: бактеріальний рак рослин, Rhizobium radiobacter, антагоністична активність, Lactobacillus plantarum.

Однією з стратегій захисту рослин, сучасною і безпечною для навколишнього середовища, є біологічний контроль, який передбачає використання мікроорганізмів із корисними властивостями [13]. Введення у ґрунт та на рослинні поверхні бактерій-антагоністів дозволяє ефективно пригнічувати ріст фітопатогенів, а у багатьох випадках – також покращувати розвиток рослини завдяки стимулювальним речовинам, які синтезуються бактеріями. Біологічний контроль постає все більш привабливим через накопичення у навколишньому середовищі токсичних хімічних речовин, які активно застосовуються у сільському господарстві [2]. В Україні та багатьох країнах світу поширеними

© Н.В. Коротаєва, Н.В. Ліманська, І.В. Страшнова, В.О. Іваниця, 2020

хворобами рослин, які наносять значні збитки аграрному комплексу, є бактеріальний рак [1]. Проти збудників бактеріального раку – *Rhizobium vitis* та *R. radiobacter* у біологічному контролі застосовуються бактерії – представники різноманітних родів – авірулентні *R. radiobacter* [13], *R. vitis* [6], *Pseudomonas sp.* [4]. Широкий спектр мікроорганізмів, що пригнічуються молочнокислими бактеріями роду *Lactobacillus*, і те що вони відносяться до групи з найвищим рівнем безпеки для людини та навколишнього середовища, робить зазначені антагоністи привабливими не тільки з точки зору захисту слизових оболонок людини і тварин, але й для захисту рослин [9, 12, 15]. Так, відоме застосування молочнокислих бактерій проти *Ralstonia solanacearum* [11], *Xanthomonas campestris* [3], *Fusarium* [6]. Нами було виявлено антагоністичний ефект бактерій штаму *Lactobacillus plantarum* ONU87 проти збудника бактеріального раку *R. radiobacter* на тест-моделях рослин: коренеплоди моркви *(Daucus carota subsp. sativus L.)* і каланхое *(Kalanchoe daigremontiana Mill.)* [10].

Метою даного дослідження було встановити вплив бактерій *L. plantarum* ONU87 на розвиток бактеріального раку на рослинах винограду за штучної інокуляції *R. radiobacter*.

Матеріали і методи дослідження

В роботі використано фітопатогенний штам *Rhizobium radiobacter* C58, отриманий з пухлин вишні (*Prunus sp cv Montmorency*), який характеризується високою вірулентністю [5], а також штам антагоніст *Lactobacillus plantarum* ONU87 з колекції кафедри мікробіології, вірусології та біотехнології Одеського національного університету імені І.І. Мечникова, виділений з кисломолочних продуктів домашнього виробництва півдня України. Бактерії *R. radiobacter* C58, для моделювання інфекційного процесу бактеріального раку рослин, культивували 24 год у рідкому середовищі LB при 28 ºС і використовували для подальших досліджень у концентрації 10^8 КУО/мл. Молочнокислі бактерії *L. plantarum* ONU87 вирощували 24 год у рідкому середовищі MRS при 37 ºС і використовували для подальших досліджень у концентрації 10^9 КУО/мл.

Для вивчення впливу бактерій *L. plantarum* ONU87 на розвиток бактеріального раку проводили на рослинах винограду. Усього було використано для зараження 295 чубуків винограду сорту Піно чорний, який у кліматичних умовах України є сприйнятливим до ураження бактеріальним раком. Чубуки вимочували впродовж однієї години у воді, живильних середовищах як контролях, та у суспензіях бактерій. Цей процес імітував вимочку лози перед щепленням або садінням, як це практикується у розсадницьких господарствах. Чубуки зрізаними базальними кінцями поміщали у суспензії бактерій або у контрольні рідини, витримували годину, а потім відразу ж висаджували у комерційний ґрунт з високим вмістом торфу і залишали в умовах теплиці для вкорінення.

За негативні контролі було обрано: вода нестерильна, pH 6,0; вода нестерильна, pH 4,0; середовище MRS, pH 4,0; суміш середовищ MRS: LB, pH 5,5–6,0. Позитивні контролі – бактеріальна культура *R. radiobacter* C58; суспензія *L. plantarum* ONU87. Дослідний варіант – суміш суспензій *L. plantarum*

ONU87 та *R. radiobacter* C58 у співвідношенні 1:1. Через 30 днів проводили оцінку морфологічних показників винограду, для чого обчислювали частку пагонів, що вижили та частку бруньок, що розпустилися. Дані у графічному вигляді оформлювали в Microsoft Word Excel, статистичний аналіз виконували в програмі R 3.6.0 з заданим рівнем значущості не менше 95%.

Через 90 днів з оброблених чубуків виділяли збудники бактеріального раку. Для виділення, яке проводили за методом Lehoczky (1968), використовували середовище Roy&Sasser (1983). Частину чубуків розрізали на дрібні фрагменти (приблизно 0,5 см у довжину) і вимочували у стерильній воді протягом 30 хв на шейкері за 200–250 об/хв за кімнатної температури. З кожного зразка здійснювали посів 50 мкл суспензії на середовище Roy&Sasser з 1,5% агару. ДНК бактерій, які виросли на середовищі виділяли методом теплового лізису. У наведеній методиці ПЛР застосовували наступні пари праймерів до послідовності гену *ipt*: 5’ – GAT CG(G/C) GTC CAA TG(C/T) TGT- 3’ і 5’ -GAT ATC CAT CGA TC(T/C) CTT – 3’. Готували реакційну суміш для проведення класичної ПЛР. Склад реакційної суміші для проведення класичної ПЛР: 7,8 мкл дейонізованої води; 2 мкл 10х ПЛР буфера; 2,0 мкл 2 мМ дезоксинуклеозидтрифосфатів (200 мкМ); 1,0 мкл кожного із пари 10 мМ праймерів до послідовності гену *ipt* (0,5 мкМ); 0,8 мкл 50 мМ Mg^{++} (2 мМ Mg^{++}); 0,4 мкл Tag – полімерази, 5 Од/мкл (2 Од). Наведені кількості на одну реакцію у об’ємі 20 мкл. Ампліфікацію проводили згідно наступних параметрів: 1 хв денатурації при 94 ºС, 1 хв відпалу при 52 ºС, 1 хв елонгації при 72 ºС, і кількість таких циклів дорівнювала 40. У першому циклі час денатурації збільшено до 3 хв, а у останньому циклі час елонгації збільшено до 7 хв порівняно з методикою Haas et al (1995). Облік результатів ПЛР проводили за допомогою електрофорезу в 1,5% агарозному гелі. Результати ПЛР оцінювали, порівнюючи розмір ампліконів з розміром маркерів молекулярної ваги.

Результати дослідження та їх обговорення

Встановлено, що стан чубуків винограду, які підлягали вкоріненню після обробки лактобацилами, різнився залежно від варіанту досліду та його показники вказували на позитивний ефект молочнокислих бактерій у пригніченні розвитку бактеріального раку рослин (табл., рис.1).

Рослинний матеріал з насаджень Одеської області характеризувався доброю приживлюваністю, оскільки відсоток життєздатних чубуків, які були вимочені у воді, на момент обліку результатів становив 100% (рис. 2).

Чубуки, вимочені у суспензії лактобацил, також характеризувалися 100% виживанням. Вимочування у суспензії штаму *R. radiobacter* C58 призвело до значного зменшення кількості чубуків, що прижилися – 76,2%, тобто зменшення на 23,8% (розрахунковий коефіцієнт критерію Стьюдента t = -21,1, при p< 2.2e-16**)** (табл., рис. 2). Це свідчить про негативний вплив метаболітів фітопатогенних ризобій на життєздатність чубуків винограду.

Як видно з рисунка 2, застосування лактобацил для захисту рослин призвело до значного покращення показника життєздатності оброблених чубуків – кількість чубуків, що вижили, складала 95% (порівняно з контролем, розрахунковий коефіцієнт критерію Стьюдента склав t = -0,8, p =0,42). Підвищення

кількості життєздатних чубуків у порівнянні з інфікованими фітопатогенними ризобіями склало 18,8% (t = 14,3, при p < 2,2e-16).

Таблиця

Показники стану чубуків винограду після обробок *R. radiobacter* C58 і лактобацилами

Варіант досліду	Кількість життєздатних пагонів, %	Кількість бруньок, що розпустилися, %	Середня довжина пагонів, см	Середня площа листка, см^2
Вода pH 6,0	100±0,0	54,3±5,2	11,8±3,3	6,7±0,7
L. plantarum ONU87	100±0,0	54,8±6.3	14,9±4,0	8,9±1,1
R. radiobacter C58	76,2±6,5	42,35±5,3	12±2,8	7,0±0,8
Суміш *L. plantarum* ONU87: *R. radiobacter* C58	95±3,4	76,3±6,8	12,4±3,4	9,3±1,1
Вода, pH 4,0	100±0,0	54,5±5,2	10,9±3,2	5,6±0,6
MRS, pH 4,0	91±4,3	59,0±6,1	8,3± 3,4	5,8± 1,2
MRS: LB, pH 5,5 – 6,0	80±6,3	46±8,7	11,6± 3,6	5,6±0,6

А Б В Г Е Є Ж

Рис. 1. Чубуки винограду на 32 день після постановки експерименту. Зліва направо: А – вода (pH 6,0), Б – *L. plantarum* ONU87, В – суміш *L. plantarum* ONU87: *R. radiobacter* C58, Г – живильне середовище MRS (pH 4,0), Е – суміш живильних середовищ MRS і LB, Є, Ж – *R. radiobacter* C58

Fig. 1. Grape shoots on the 32 day after the experiment.
From the left to the right: A – water (pH 6.0), B – *L. plantarum* ONU87, B – a mixture of *L. plantarum* ONU87: *R. radiobacter* C58, D – medium MRS (pH 4.0), E – a mixture of MRS and LB, E, F – *R. radiobacter* C58

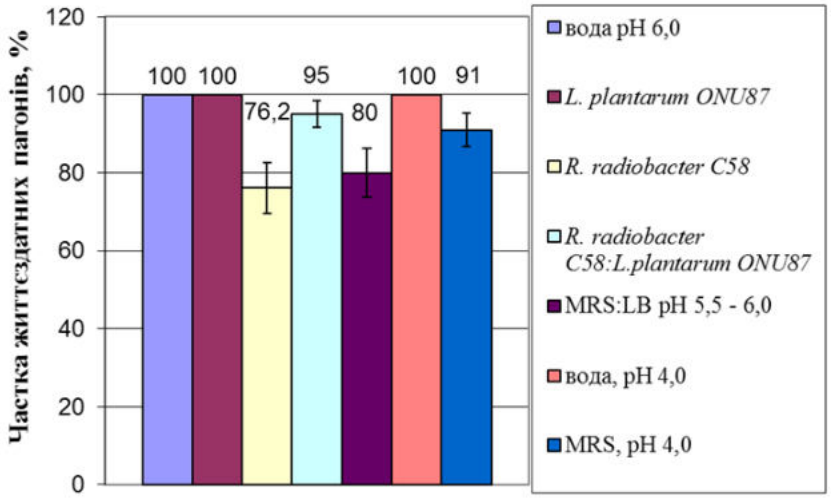

Рис. 2. Вплив на життєздатність пагонів сорту Піно чорний різних дослідних обробок лактобацилами і ризобіями

Fig. 2. The viability effect of Pinot Black shoots after experimental treatment with Lactobacilli and Rhizobia

Встановлено, що кількість життєздатних пагонів у варіантах з вимочуванням у живильних середовищах (91±4,3% та 80±6.3%) була навіть дещо меншою порівняно з вимочуванням у воді (розрахований критерій Стьюдента при порівнянні контролю і середовища MRS, pH 4,0 склав t = 17,9 при p < 2.2e-16; розрахований критерій Стьюдента при порівнянні контролю і суміші середовищ MRS: LB, pH 5,5 – 6,0 склав t = 21,4 при p < 2.2e-16) (табл.), і це свідчить про те, що позитивний вплив на рослини мали саме бактеріальні клітини *L. plantarum* ONU87, а не інші його елементи, такі як складові живильного середовища (рис. 2).

Низький pH середовищ також не має статистичного впливу на стан чубуків при їх вимочуванні протягом години, як це видно з даних, отриманих при обробці водою з pH 4,0 (розрахований критерій Стьюдента становив t = -0.12 при p=0,91) (рис. 2). Кислотність води взагалі ніяк не вплинула на життєздатність чубуків при вимочуванні протягом години, і це є дуже доброю ознакою, оскільки виноград не виносить низьких pH, але за такого нетривалого терміну обробки при низькому pH чубуки не ушкоджуються, і цей час є достатнім для захисту рослин від бактеріального раку за допомогою добових культур *L. plantarum* ONU87.

Кількість бруньок, що розпустилися, у чубуків, заражених патогенними ризобіями, достовірно відрізнявся від позитивного контролю на 12% (розрахований критерій Стьюдента становив t = 12,1 при p < 2.2e-16) (рис. 3), що свідчило про згубний вплив токсичних речовин збудників бактеріального раку на стан обробленого чубука, скоріш за все, зумовлений некрозами у судинах рослин, утворення яких пригнічує ефективність руху живильних речовин та води по ксилемі та флоемі.

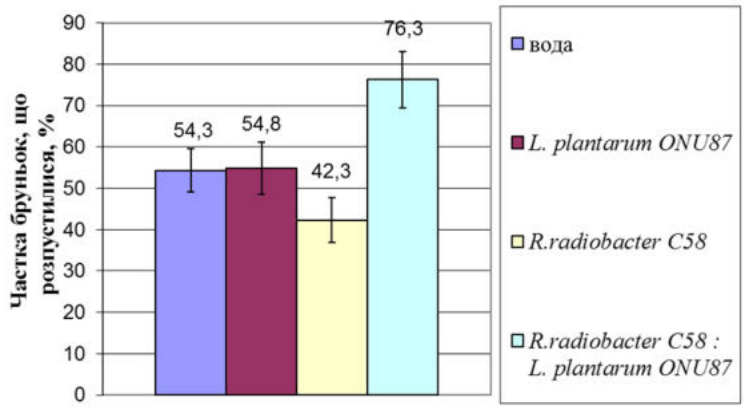

Рис. 3. Вплив інокуляції чубуків бактеріями на кількість бруньок, що розпустилися

Fig. 3. The effect of inoculation the bacteria on the number of buds that bloomed

Дослідниками показано, що високі концентрації бактерій *R. vitis* і *R. radiobacter* (приблизно 10^6–10^8 КУО/мл) є високо некротичними для паренхіми ксилеми винограду. У відповідь на інокуляцію такою дозою фітопатогену спостерігається [10] затримка росту винограду, слабкий ріст, значно підвищується відсоток загибелі чубуків та прищеплених рослин. Подібний некрогенез лімітує утворення пухлин на винограді. Існують гіпотези про те, що основним чинником впливу на рослинні клітини є підвищена кількість ауксину, а також полігалактуроназа, яка руйнує клітинні стінки [2].

Що стосується обробок лактобацилами, то, як видно з рисунка 3, одночасна присутність в суміші, якою обробляють рослини, бактерій збудника бактеріального раку і лактобацил призводить до статистично значного підвищення кількості бруньок, що розпустилися (збільшення на 22% від негативного контролю, розрахований критерій Стьюдента становив t = 26,56 при < 2.2e-16). Такий значний стимулювальний ефект суміші є неочікуваним і свідчить про наявність у бактерій суміші стимулювальної активності. Поодинці ризобії і лактобацили не спричиняють такого впливу. Це явище описано нами вперше, і може бути пояснене декількома причинами.

По-перше, ймовірно, що загибель клітин фітопатогенних ризобій під впливом антагоністичних речовин лактобацил супроводжується руйнуванням клітин і виходом речовин, що мають стимулювальну для рослин дію, але не секретуються у середовище. По-друге лактобацили можуть споживати речовини, що вивільняються із загиблих клітин фітопатогенних ризобій, і у відповідь на споживання нових джерел вуглецю та амінокислот виділяти ширший спектр метаболітів, що стимулюють ріст. По-третє, можливо, що стимулювальній активності лактобацил повною мірою заважає накопичена підвищена концентрація перекису водню – звичайного метаболіту молочнокислих бактерій. У нашому випадку каталаза ризобій, навіть із зруйнованих клітин, може зменшувати рівень перекису водню до рівня, нетоксичного для рослини, і таким чином нівелювати вплив цієї сполуки. Натомість, стимулювальний

ефект інших метаболітів лактобацил вже не маскується негативним впливом перекису.

Через три місяці з оброблених чубуків проводили виділення збудників бактеріального раку за методом Lehoczky (1968). ПЛР-аналіз (рис. 4), проведений з ДНК бактерій, виділених з судин, дозволив виявити чубуки, в які проник збудник *R. radiobacter* C58 (табл.).

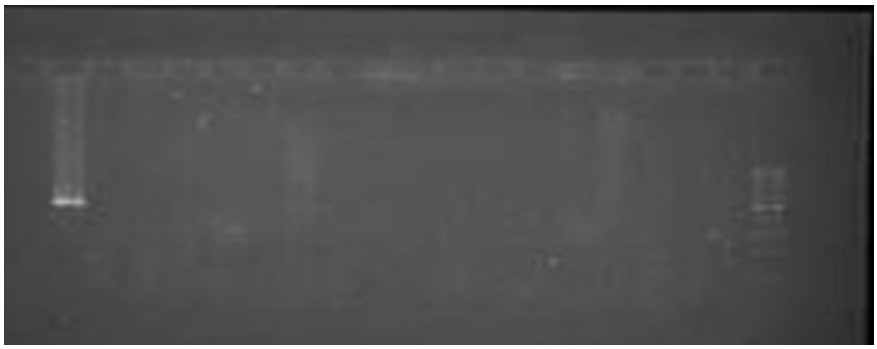

Рис. 4. Електрофореграма продуктів ПЛР з праймерами до послідовностей *ipt* патогенних ризобій:
1 – *ipt*-позитивний штам, 2–19 – непатогенні штами, 20 – маркери молекулярної маси (1000 – 100 п.о.)

Fig. 4. The electrophoregram of the of PCR products with *ipt* gene of pathogenic rhizobia:
1 – *ipt*-positive strain, 2–19 – non-pathogenic strains, 20 – molecular weight markers (1000–100 bp)

Відсоток інфікованих чубуків, який спостерігався у варіанті обробок сумішами *R. radiobacter* C58: *L. plantarum* ONU87 становив 23,2% та був значно меншим, ніж у чубуків інфікованих патогенними ризобіями (позитивний контроль), який становив 100%.

Отже, отримані результати показали, що обробка бактеріями штаму *L. plantarum* ONU87 за штучного інфікування винограду *R. radiobacter* C58 призводить до значного зменшення кількості чубуків, у які потрапив збудник бактеріального раку (на 76,8%), та покращує стан піддослідних рослин винограду за показниками життєздатності оброблених чубуків та бруньок, що розпустилися.

N.V. Korotaeva, N.V. Limanska, I.V. Strashnova, V.O. Ivanytsia
Odesa National I.I. Mechnykov University,
2, Dvorianska str., Odesa, 65082, Ukraine,
e-mail: korotaeva.n@onu.edu.ua

EFFECT OF LACTOBACILLUS PLANTARUM ONU87 ON THE DEVELOPMENT OF CROWN GALL IN GRAPE

Summary
The aim *of this research was to study the influence of L. plantarum ONU87 on the development of crown gall infection in grape plants by artificial inoculation of R. radiobacter C58.* ***Methods.*** *Grape shoots were inoculated by pathogenic and antagonistic cultures. A total of 295 Pinot Black grape shoots were used. The cut off basal ends of grape shoots were placed into bacterial suspensions or into control liquids, kept for an hour and then immediately planted and left in a greenhouse for rooting. The morphological parameters of the grapes were evaluated in 30 days. In 90 days, rhizobia were isolated from the treated grape shoots and their pathogenicity was detected by PCR.* ***Results.*** *It was established that the treatment of grape shoots, previously artificially infected with R. radiobacter C58, by the L. plantarum ONU87 strain reduced the amount of infected samples by 76.8% and stimulated growth and development of grapes. An increase in the number of viable grape shoots reached 18.8% in comparison with the ones infected with phytopathogenic rhizobia. The number of buds that bloomed increased by 21.5–33.9%.* ***Conclusions.*** *The obtained results, the better condition of the experimental plants treated by L. plantarum ONU87 and the absence of negative effects of the large numbers of the introduced microbiota, allow to consider the lactobacilli treatment as a way to significantly reduce the infection of grape shoots with pathogenic rhizobia during their cultivation.*

Key words: crown gall, R. radiobacter, antagonism, L. plantarum.

Н.В. Коротаева, Н.В. Лиманская, И.В. Страшнова, В.А. Иваныця
Одесский национальный университет имени И.И. Мечникова,
ул. Дворянская, 2, Одесса, 65082
e-mail: korotaeva.n@onu.edu.ua

ВЛИЯНИЕ БАКТЕРИЙ *LACTOBACILLUS PLANTARUM ONU87* НА РАЗВИТИЕ БАКТЕРИАЛЬНОГО РАКА НА РАСТЕНИЯХ ВИНОГРАДА

Реферат
Целью *данного исследования было установить влияние бактерий L. plantarum ONU87 на развитие бактериального рака на растениях винограда при искусственном инфицировании бактериями штамма R. radiobacter C58.* ***Методы.*** *Исследования проводили на побегах винограда, которые инокулировали культурами фитопатогенных ризобий и бактериями*

L. plantarum ONU87. Всего было использовано 295 стеблей винограда сорта Пино Черный. Побеги срезанными базальными концами помещали и вымачивали в течение 1 часа в суспензиях бактерий или в контрольных жидкостях, а потом сразу высаживали в тепличные условия. Через 90 дней с обработанных побегов выделяли ризобии с последующим выявлением их патогенности методом ПЦР. ***Результаты.*** *Установлено, что обработка бактериями L. plantarum ONU87 при искусственном инфицировании побегов винограда R. radiobacter C58 уменьшила на 76,8% количество зараженных растений и стимулировала рост и развитие винограда. Наблюдалось повышение количества жизнеспособных побегов на 18,8%, а количество распустившихся почек увеличилось на 21,5–33,9%.* ***Вывод****. Полученные результаты показали, что обработка бактериями штамма L. plantarum ONU87 при искусственном инфицировании R. radiobacter C58 значительно уменьшает количество побегов винограда, в которые внедряется возбудитель бактериального рака растений (на 76,8%), а также улучшает состояние растений винограда по показателям жизнеспособности побегов и распустившихся почек.*

Ключевые слова: бактериальный рак растений, Rhizobium radiobacter, антагонистическая активность, Lactobacillus plantarum.

References

1. Milkus BN, Limanska NV et al. Viral and bacterial ailments to grapes. Odesa: 2012. 157. (in Ukrainian).
2. Asghari S, Harighi B, Ashengroph M et al. Induction of systemic resistance to *Agrobacterium tumefaciens*by endophytic bacteria in grapevine. *Plant Pathol*. 2020; 69: 827-837. https://doi.org/10.1111/ppa.13175.
3. Dalirsaber JM, Khosro I, Ghasemi MF, Tabrizi SSKh. Antagonism of *Lactobacillus* species against *Xanthomonas campestris* isolated from different plants. Journal of Applied Environmental and Biological Sciences. 2012; 9: 480-484.
4. Dandurishvili N, Toklikishvili N, Ovadis M, Eliashvili P, Giorgobiani, N, Keshelava R, Tediashvili M,Vainstein A, Khmel I, Szegedi E, Chernin L. Broad-range antagonistic rhizobacteria *Pseudomonas fluorescens* and *Serratia plymuthica* suppress *Agrobacterium* crown gall tumours on tomato plants. Journal of applied microbiology. 2011; 110: 341-352. 10.1111/j.1365-2672.2010.04891.x.
5. Goodner B et al. Genome sequence of the plant pathogen and biotechnology agent *Agrobacterium tumefaciens* C58. Science. 2001; 294: 2323–2328.
6. Herlache TC, Triplett EW. Expression of a crown gall biological control phenotype in an avirulent strain of *Agrobacterium vitis* by addition of the trifolitoxin production and resistance genes. BMC Biotechnology. 2002; 2 (2):1-7 https://doi.org/10.1186/1472-6750-2-2
7. Hoda AH, Yomna AM, Shadia MA-A. *In vivo* efficacy of lactic acid bacteria in biological control against *Fusarium oxysporum* for protection of tomato plant.Life Science J. 2011; 8: 462-468.
8. Kang S, Radhakrishnan R, You Y, Khan A, Park J, Lee S and Lee I. Cucumber performance is improved by inoculation with plant growth-promoting

microorganisms. Acta Agriculturae Scandinavica. 2014; 65: 36-44. DOI: 10.1080/09064710.2014.960889.
9. Limanska N, Ivanytsia T, Basiul O et al. Effect of *Lactobacillus plantarum* on germination and growth of tomato seedlings. Acta Physiol Plant. 2013; 35**:** 1587-1595. https://doi.org/10.1007/s11738-012-1200-y
10. Limanska NV, Korotaeva NV, Yamborko GV, Ivanytsia VO. Effect of *Lactobacillus plantarum* on tumor formation caused by *Rhizobium radiobacter*. Microbiology&Biotechnology. 2014; №1(25): 8-18.
11. Lwin M, Ranamukhaarachchi SL. Development of biological control of *Ralstonia solanacearum* through antagonistic microbial populations. Int. J. Agricult. Biol. 2006; 8(5): 657-660.
12. Roselló G, Bonaterra A, Francés J *et al.* Biological control of fire blight of apple and pear with antagonistic *Lactobacillus plantarum*. Eur J Plant Pathol. 2013; 137: 621–633. doi:10.1007/s10658-013-0275-7
13. Sharma A, Diwevidi VD, Singh S, Pawar KK, Jerman M, Singh LB, Singh S, Srivastawa D. Biological Control and its Important in Agriculture. International Journal of Biotechnology and Bioengineering Research. 2013; 4(3): 175-180.
14. Shrestha A, Kim BS, Park DH. Biological control of bacterial spot disease and plant growth-promoting effects of lactic acid bacteria on peppe. Biocontrol Science and Technology. 2014; 24(7): 763-779. DOI: 10.1080/09583157.2014.894495
15. Zamani M, Soleimanian S, Sheikh M. Biocontrol of Gray mold disease on strawberry fruit by integration of *Lactobacillus plantarum* A7 with ajwain and cinnamon essential oils. Journal of Food Science. 2013; 78: 1582-1588. doi:10.1111/1750-3841.12242.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. *Мілкус Б.Н., Лімaнська Н.В., Жунько І.Д.* та ін. Вірусні та бактеріальні хвороби винограду. – Одеса. – 2012. – 157 с.
2. *Asghari S., Harighi B., Ashengroph M.* et al. Induction of systemic resistance to *Agrobacterium tumefaciens*by endophytic bacteria in grapevine. // *Plant Pathol*. – 2020. – 69. – P. 827–837.
3. *Dalirsaber J.M., Khosro I., Ghasemi M.F., Tabrizi S.S.Kh.* Antagonism of *Lactobacillus* species against *Xanthomonas campestris* isolated from different plants. // Journal of Applied Environmental and Biological Sciences. – 2012. – 9. – P. 480–484.
4. *Dandurishvili N., Toklikishvili N., Ovadis M., Eliashvili P., Giorgobiani N., Keshelava R., Tediashvili M.,Vainstein A., Khmel I., Szegedi E., Chernin L.* Broad-range antagonistic rhizobacteria *Pseudomonas fluorescens* and *Serratia plymuthica* suppress *Agrobacterium* crown gall tumours on tomato plants. // Journal of applied microbiology. – 2011. – 110. – P. 41-352.
5. *Goodner B.* et al. Genome sequence of the plant pathogen and biotechnology agent *Agrobacterium tumefaciens* C58. // Science. – 2001. – 294. – P. 2323–2328.
6. *Herlache T.C., Triplett E.W.* Expression of a crown gall biological control

phenotype in an avirulent strain of *Agrobacterium vitis* by addition of the trifolitoxin production and resistance genes. // BMC Biotechnology. – 2002. – V. 2 N 2. – P. 1–7.

7. *Hoda A.H., Yomna A.M., Shadia M.A-A. In vivo* efficacy of lactic acid bacteria in biological control against *Fusarium oxysporum* for protection of tomato plant.Life // Science J. – 2011. – 8. – P. 462–468.
8. *Kang S., Radhakrishnan R., You Y., Khan A., Park J., Lee S. and Lee I.* Cucumber performance is improved by inoculation with plant growth-promoting microorganisms. // Acta Agriculturae Scandinavica. – 2014. – 65. – P. 36–44.
9. *Limanska N., Ivanytsia T., Basiul O.* et al. Effect of *Lactobacillus plantarum* on germination and growth of tomato seedlings. // Acta Physiol Plant. – 2013. – 35. – P. 1587–1595.
10. *Limanska N.V., Korotaeva N.V., Yamborko G.V., Ivanytsia V.O.* Effect of *Lactobacillus plantarum* on tumor formation caused by *Rhizobium radiobacter*. // Мікробіологія і біотехнологія. – 2014. – №1(25) . – P. 8–18.
11. *Lwin M., Ranamukhaarachchi S.L.* Development of biological control of *Ralstonia solanacearum* through antagonistic microbial populations. // Int. J. Agricult. Biol. – 2006. – 8(5) . – P. 657–660.
12. *Roselló G., Bonaterra A., Francés J* et al. Biological control of fire blight of apple and pear with antagonistic *Lactobacillus plantarum*. // Eur J Plant Pathol . – 2013. –137. – P. 621–633.
13. *Sharma A., Diwevidi V.D., Singh S., Pawar K.K., Jerman M., Singh L.B., Singh S., Srivastawa D.* Biological Control and its Important in Agriculture. // International Journal of Biotechnology and Bioengineering Research. –2013. –4(3) . – P. 175–180.
14. *Shrestha A., Kim B.S., Park D.H.* Biological control of bacterial spot disease and plant growth-promoting effects of lactic acid bacteria on peppe. Biocontrol Science and Technology. –2014. –24(7) . – P. 763–779.
15. *Zamani M., Soleimanian S., Sheikh M.* Biocontrol of Gray mold disease on strawberry fruit by integration of *Lactobacillus plantarum* A7 with ajwain and cinnamon essential oils. // Journal of Food Science. – 2013. –78. – P. 1582–1588.

Стаття надійшла до редакції 09.08.2020 р.