

Н. В. Ліманська, Н. Ю. Адарма

Одеський національний університет імені І.І. Мечникова,
вул. Дворянська, 2, Одеса, 65082, Україна,
e-mail: limanska@gmail.com

ВПЛИВ *LACTOBACILLUS PLANTARUM* НА *FUSARIUM SP.* ЗБУДНИКА ФУЗАРІОЗУ СІЯНЦІВ СОСНИ

Мета. Вивчити вплив *L. plantarum* на мікроміцети *Fusarium sp.*, виділений з уражених поляганням сіянців сосни звичайної. **Методи.** Антагоністичний вплив лактобацил виявляли лунковим методом дифузії в агар. Вплив *L. plantarum* на проростання інфікованого насіння вивчали шляхом внесення добової культури лактобацил і відмитих клітин лактобацил у ґрунт перед посівом насіння. Добовою культурою також обробляли сіянці сосни. **Результати.** Дослідження впливу культур лактобацил на ріст *Fusarium sp.* 17, виділеного з ураженого сіянця сосни, показало, що добові культури *L. plantarum* ОНУ 12, ОНУ 311, ОНУ 355 та їх консорціуми спричиняли зони затримки росту міцелію гриба. Обробка ґрунту перед посівом добовою культурою штаму *L. plantarum* ОНУ 311 збільшувала схожість насіння сосни на 17,3%, виживання рослин на 7%, і середню висоту сіянців на 8%. Внесення у ґрунт суспензії відмитих клітин і обробка ними сіянців були неефективними. **Висновок.** Бактерії виду *L. plantarum* можуть бути розглянуті як перспективні мікроорганізми для покращення схожості насіння сосни звичайної і захисту сіянців за дотримання певних умов обробки ґрунту.

Ключові слова: *Fusarium*, *Lactobacillus plantarum*, *Pinus sylvestris* L., полягання, антагонізм.

Полягання сіянців сосни призводить до загибелі 33,0–40,0% молодих рослин у розсадниках лісових культур України та інших країн світу [2, 3]. Це небезпечне захворювання спричиняють мікроміцети родів *Alternaria*, *Botrytis*, *Pythium*, *Rhizoctonia*, *Phytophthora*, але найчастіше – представники роду *Fusarium* [2, 4, 9]. Різні автори вказують на можливість спричинення полягання такими видами, як *Fusarium oxysporum* [13], *F. acuminatum*, *F. equiseti* [11,14], *F. commune*, *F. redolens*, *F. chlamydosporum* [10], *F. moniliforme* [8].

Біологічний захист рослин за допомогою штамів мікроорганізмів є перспективною альтернативою застосування хімічних препаратів з антифунгальною дією. За вираженістю дії біологічні препарати поступаються хімічним, але вони відрізняються більш вузьким спектром дії і не порушують рівновагу у біоценозі, що стає перевагою за перевантаження навколишнього середовища шкідливими речовинами [12]. Бактерії роду *Lactobacillus* характеризуються високою антагоністичною активністю, в тому числі – проти збудників фу-



заріозів рослин [6]. Лактобацили відносяться до мікроорганізмів зі статусом GRAS ("Generally Recognized as Safe"), тобто вони є абсолютно безпечними для здоров'я людини і тварин, що є додатковою перевагою їх застосування. Дотепер не було відомостей щодо впливу лактобацил на збудників полягання сіянців сосни.

У зв'язку з цим метою дослідження було вивчити вплив *L. plantarum* на мікроміцети штаму *Fusarium sp.*, виділеного з уражених поляганням сіянців сосни звичайної.

Матеріал і методи дослідження

Мікроміцети виділяли методом відбитків з уражених поляганням одномісячних сіянців сосни звичайної *Pinus sylvestris* L. [5, 14]. Для виділення та очищення ізольованої культури мікроміцета використовували середовище Сабуро, температура культивування 25 °С. Для ідентифікації вивчали морфолого-культуральні властивості мікроміцета. Конідії досліджували під світловим мікроскопом (збільшення 400х).

Для посівів культуру мікроміцета вирощували на агарі Сабуро впродовж двох тижнів, а потім відбирали фрагмент середовища з міцелієм, поміщали у колбу зі стерильною дистильованою водою і струшували для отримання суспензії, в якій надалі підраховували кількість конідій під світловим мікроскопом (збільшення 400х). Для посівів використовували суспензію з концентрацією 10^5 конідій в мл.

Лактобацили штамів *L. plantarum* ОНУ 12, ОНУ 311, ОНУ 355 та їх консорціями *L. plantarum* ОНУ 12 і *L. plantarum* ОНУ 311 та *L. plantarum* ОНУ 12 і *L. plantarum* ОНУ 355 вирощували у середовищі MRS ("de Man, Rogosa and Sharpe agar"), за температури 37 °С впродовж трьох діб. Молочнокислі бактерії відділяли від культуральної рідини центрифугуванням при 10000 g впродовж 20 хв. Вплив продуктів метаболізму рідкої культури на ріст мікроміцета досліджували лунковим методом дифузії на агаризованому середовищі Сабуро. Результати враховували на 7–10-й день культивування мікроміцетів.

Для вивчення впливу лактобацил на проростання насіння сосни і виживання сіянців у ґрунт «Поліський універсальний» вносили добову культуру *L. plantarum* ОНУ 311 з концентрацією клітин 10^8 кл/мл шляхом поливу. В іншому варіанті у ґрунт вносили лактобацили добової культури, відмиті від культуральної рідини стерильною дистильованою водою методом трьохразового центрифугування при 10 000 g впродовж 10 хв, і доведені до первинної концентрації 10^8 КУО/мл.

Відразу після внесення лактобацил у ґрунт здійснювали посів насіння сосни звичайної *Pinus sylvestris* L. комерційного постачальника, яке за попереднього тестування виявилось зараженим збудником полягання. Контролем слугувало насіння з цієї ж партії, засіяне у ґрунт без внесення лактобактерій. Крім того, один з варіантів досліду полягав у тому, що добову культуру лактобацил, розведену до концентрації 10^7 кл/мл, вносили у ґрунт під двотижневими сіянцями сосни та обприскували суспензією проростки. Дослідження проводили у двох незалежних експериментах, у кожному варіанті засівали по 75 насінин. Сіянци вирощували за умов, що сприяють розвитку грибкових



інфекцій [4]. Статистичну достовірність відмінностей визначали за критерієм Стьюдента ($p \leq 0,05$).

Результати дослідження та їх обговорення

У результаті висіву методом відбитків мікробіоти сіяньців сосни (рис. 1) на середовище Сабуро було виділено культуру мікроскопічних грибів.

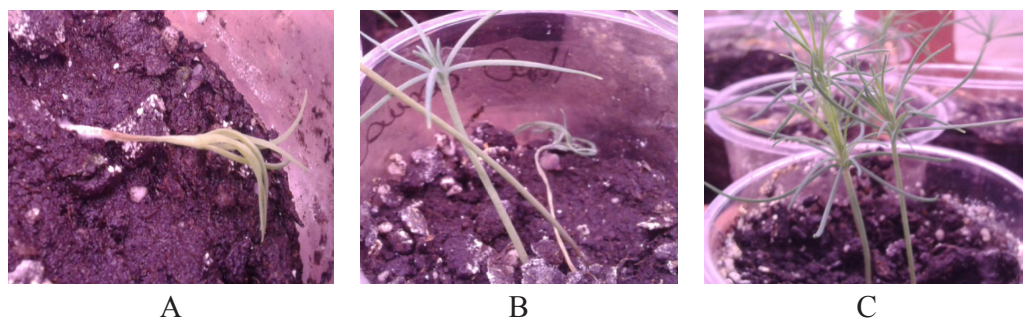


Рис. 1. Вигляд сіяньців сосни звичайної, уражених поляганням (А, В – рослина справа) і здорових сіяньців (С).

Fig. 1. Seedlings of Scots pine infected with damping-off (A, B – plant on the right) and healthy seedlings (C).

За морфологічними особливостями (рис. 2) міцелію (рожево-білий, добре розвинутий, на деяких ділянках – занурений у середовище, субстрат забарвлений у винно-червоний колір) та конідій (мікроконідії еліпсоподібні, макроконідії – веретеноподібні, зі слабо вираженою ніжкою) ізольовані мікроміцети було ідентифіковано за Визначником [1] як такі, що належать до роду *Fusarium*. У роботі надалі використовували штам *Fusarium sp.* 17.

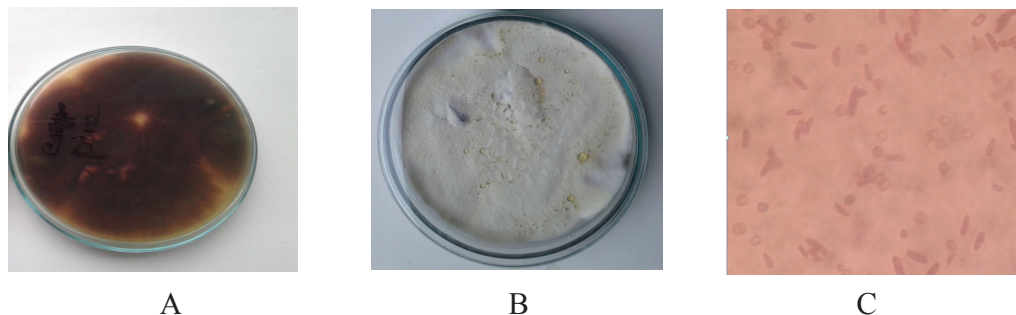


Рис. 2. Морфолого-культуральні властивості мікроміцета *Fusarium sp.* 17: А – культура гриба на середовищі Сабуро, реверзум колонії; В – міцелій гриба; С – мікроконідії та макроконідії гриба (збільшення 400х).

Fig. 2. Morphological and cultural properties of micromycete *Fusarium sp.* 17 from damping-off pine seedlings: А – fungal culture on Saburo medium; В – fungal mycelium; С – microconidia and macroconidia of a fungus, 400x.

Дослідження впливу культур лактобацил на ріст *Fusarium sp.* 17 показало, що добові культури *L. plantarum* ОНУ 12, ОНУ 311, ОНУ 355 та їх консорціуми спричиняли зони затримки росту міцелію гриба (2–6 мм) (рис. 3, а). Трьохдобові культури були менш ефективними (3, б).

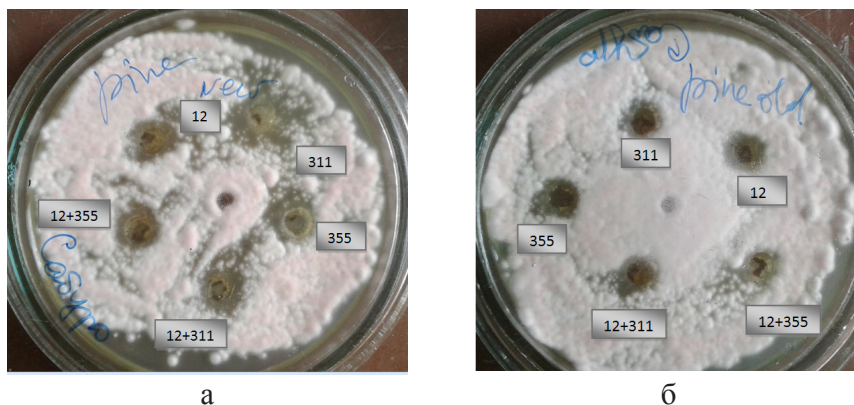


Рис. 3. Зони затримки росту *Fusarium sp.* 17 на середовищі Сабуро під впливом культур *Lactobacillus plantarum* (центральна лунка – негативний контроль без внесення культур).

Fig. 3. Zones of inhibition of *Fusarium sp.* 17 growth on Saburo medium caused by *Lactobacillus plantarum* cultures (central well – negative control without addition of cultures).

Культуральна рідина лактобацил без клітин характеризувалася меншим пригнічувальним впливом і невеликими зонами затримки росту (до 2 мм).

У дослідженнях з впливу лактобацил на схожість насіння сосни звичайної і захист сіянців від збудника полягання сіянців сосни використовували штам *L. plantarum* ОНУ 311, оскільки бактерії цього штаму найбільше пригнічували ріст збудника фузаріозу на живильному середовищі у попередніх дослідженнях. Насіння сосни звичайної висівали у ґрунт, в який було внесено бактерії штаму *L. plantarum* ОНУ 311. Ґрунт обробляли у двох варіантах: суспензією відмитих клітин лактобацил і добовою культурою штаму *L. plantarum* ОНУ 311. Третій варіант включав обробку добовою культурою лактобацил вже після появи сходів (полив ґрунту і обприскування основ сіянців). Контролем слугувало насіння, висіяне у ґрунт, в який не вносили лактобацили.

Облік результатів схожості насіння показав, що позитивний вплив внесення рідкої культури лактобацил у ґрунт спостерігався вже на 15-й день від посіву: обробка ґрунту життєздатними бактеріями разом з їх метаболітами прискорювала схожість насіння сосни на 17,3% (табл. 1).

Напроти, внесення у ґрунт відмитих лактобацил зменшувало схожість, що свідчить про непридатність такого варіанту обробки для насіння сосни. Отже, саме продукти метаболізму культуральної рідини з життєздатними лактобацилами мали стимулювальний вплив. Ймовірно, культуральна рідина, внесена разом з лактобацилами, створює сприятливі умови для первинного виживання молочнокислих бактерій і поступового їх включення у мікроценоз ґрунту.

Таблиця 1

Вплив *L. plantarum* ОНУ 311 на схожість насіння сосни звичайної

Table 1

Effect of *L. plantarum* ONU 311 on germination of Scots pine seeds

Варіант	15 днів	30 днів	45 днів
Необроблений ґрунт (контроль)	16,0 ± 0,7 %	33,3 ± 1,2 %	37,3 ± 2,7 %
Клітини <i>L. plantarum</i> ОНУ 311	8,0 ± 0,4 %	18,6 ± 1,7 %	29,3 ± 2,2 %
Культура <i>L. plantarum</i> ОНУ 311	33,3 ± 2,7 %*	41,3 ± 3,8 %*	50,7 ± 1,9 %*

Примітка: *значення достовірно перевищують такі у контролі ($p \leq 0,05$).Note: * values are significantly higher than those in the control ($p \leq 0,05$).

Така ж тенденція спостерігалася й за впливу молочнокислих бактерій на виживання сіянців сосни (рис. 4).

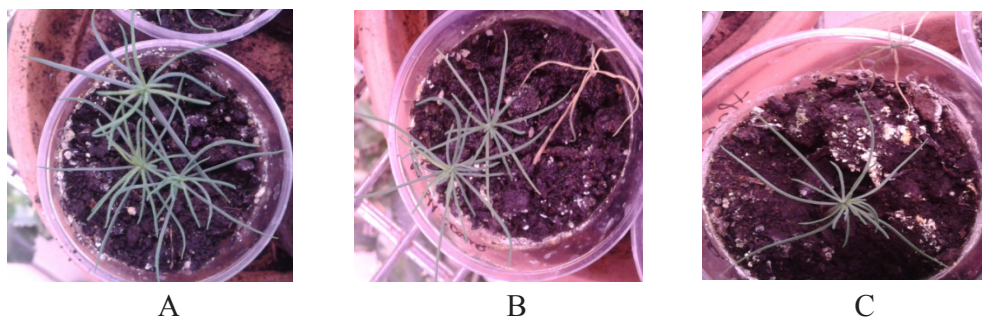


Рис. 4. Виживання сіянців сосни на 75-й день експерименту:

А, В – за внесення рідкої культури лактобацил у ґрунт;

С – за внесення відмитих клітин лактобацил.

Fig. 4. Surviving of pine seedlings on the 75th day of the experiment:

A, B – if soil was treated with non-washed lactobacilli;

C – if soil was treated with washed cells of lactobacilli.

Внесення у ґрунт відмитих клітин негативно відобразилося на виживанні рослин, а натомість, обробка ґрунту внесенням рідкої культури лактобацил підвищила виживання рослин на 7% (табл. 2).

Сіянці сосни, які вирости у різних варіантах, відрізнялися також за розмірами. Показано, що одноразове передпосівне внесення добової культури *L. plantarum* ОНУ 311 у ґрунт сприяло й кращому росту рослин (табл. 3). Середня висота сіянців у даному варіанті обробки на 8% перевищувала таку у контролі.

Отже, бактерії виду *L. plantarum* можуть бути розглянуті як перспективні мікроорганізми для покращення схожості насіння сосни звичайної і захисту сіянців від фітопатогенних грибів роду *Fusarium*.



Таблиця 2
Вплив *L. plantarum* ОНУ 311 на виживання засіяного насіння сосни звичайної (%)
Table 2
Percentage of survived seedlings from general amount of Scots pine seeds (%)

Варіант	30 днів	45 днів	75 днів
Необроблений ґрунт (контроль)	30,6 ± 1,3 %	24,0 ± 2,8 %	22,6 ± 1,5 %
Внесення відмитих клітин ОНУ 311 у ґрунт	14,6 ± 2,1 %	17,3 ± 1,3 %	17,3 ± 1,3 %
Внесення добової культури ОНУ 311 у ґрунт	36,0 ± 1,1 %*	37,3 ± 2,3 %*	29,3 ± 1,5 %*
Обробка сіяньців добовою культурою ОНУ 311	28,0 ± 2,4 %	17,1 ± 1,6 %	18,6 ± 2,3 %

Примітка: * різниця достовірна з контролем ($p \leq 0,05$).
Note: * values are significantly higher than those in the control ($p \leq 0,05$).

Таблиця 3
Середня висота сіяньців сосни після обробок лактобацилами
Table 3
Mean height of pine seedlings after the treatment with lactobacilli

Варіант	Висота, см
Необроблений ґрунт (контроль)	3,70 ± 0,12
Внесення клітин ОНУ 311 у ґрунт	3,4 ± 0,26
Внесення добової культури ОНУ 311 у ґрунт	4,02 ± 0,15*
Обробка сіяньців добовою культурою ОНУ 311	3,52 ± 0,16

Примітка: *значення достовірно перевищують такі у контролі ($p \leq 0,05$).
Note: * values are significantly higher than those in the control ($p \leq 0,05$).

Дані у літературі щодо використання бактерій у біологічному контролі полягання сіяньців сосни обмежуються роботою Hwang et al. (1995), в якій було досліджено вплив *Bacillus subtilis* на *F. moniliforme*, виділеного з ураженої сосни. Антагонізм *L. plantarum* до *Fusarium sp.* – збудника фузаріозу сіяньців сосни, було показано нами уперше.

Внесення у ґрунт добової культури *L. plantarum* ОНУ 311 збільшувало схожість насіння сосни звичайної, інфікованого *Fusarium sp.* 17, на 17,3%, виживання сіяньців сосни – на 7%, середню висоту сіяньців сосни – на 8%.

Необхідними є подальші дослідження, направлені на пошук речовини з антифунгальною дією, яка синтезується бактеріями штаму *L. plantarum* ОНУ 311 і пригнічує ріст збудника фузаріозу *Fusarium sp.*



Н. В. Лиманская, Н. Ю. Адарма

Одесский национальный университет имени И.И. Мечникова,
ул. Дворянская, 2, Одесса, 65082, Украина,
e-mail: limanska@gmail.com

ВЛИЯНИЕ *LACTOBACILLUS PLANTARUM* НА ВОЗБУДИТЕЛЯ ФУЗАРИОЗА СЕЯНЦЕВ СОСНЫ

Реферат

Цель. Изучить влияние *L. plantarum* на микромицеты штамма *Fusarium sp.*, выделенного из сеянцев сосны обыкновенной, пораженных полеганием. **Методы.** Антагонистическое влияние лактобацилл выявляли луночным методом диффузии в агар. Влияние *L. plantarum* на прорастание инфицированных семян изучали путем внесения суточной культуры лактобацилл и отмытых клеток лактобацилл в почву перед посевом семян. Суточной культурой также обрабатывали сеянцы сосны. **Результаты.** Изучение влияния культур лактобацилл на рост *Fusarium sp.* 17, выделенного из пораженного сеянца, показало, что суточные культуры *L. plantarum* ОНУ 12, ОНУ 311, ОНУ 355 и их консорциумы вызывали зоны задержки роста мицелия гриба. Обработка почвы перед посевом суточной культурой штамма *L. plantarum* ОНУ 311 увеличивала всхожесть семян сосны на 17,3%, выживание растений на 7%, и среднюю высоту сеянцев на 8%. Внесение в почву суспензии отмытых клеток и обработка сеянцев были неэффективными. **Вывод.** Бактерии вида *L. plantarum* могут быть рассмотрены как перспективные микроорганизмы для улучшения всхожести семян сосны обыкновенной и защиты сеянцев при соблюдении определенных условий обработки почвы.

Ключові слова: *Fusarium*, *Lactobacillus plantarum*, *Pinus sylvestris L.*, полегание, антагонизм.

N. V. Limanska, N. Yu. Adarma

Odesa National I.I. Mechnykov University, 2, Dvorianska str., Odesa, 65082, Ukraine,
e-mail: limanska@gmail.com

EFFECT OF *LACTOBACILLUS PLANTARUM* ON THE AGENT OF DAMPING-OFF OF PINE SEEDLINGS

Summary

Aim. To study the effect of *L. plantarum* on micromycetes of *Fusarium sp.* strain isolated from Scots pine seedlings infected with damping-off disease. **Methods.** The antagonistic effect of lactobacilli was tested by well agar diffusion method. Effect of *L. plantarum* on germination of infected seeds was studied by pre-sowing treatment of soil with overnight culture of lactobacilli and washed cells of lactobacilli. Overnight culture was also used for treatment of pine seedlings. **Results.** Overnight cultures of *L. plantarum* ONU 12, ONU 311, ONU 355 and their consortia caused the inhibition zones on a lawn of *Fusarium sp.* 17 isolated from damping-off seedling. Pre-sowing treatment of soil with overnight *L. plantarum* ONU 311 culture increased germination of seeds in 17,3%, surviving of plants – in 7% and mean height of seedlings – in 8%. Inoculation of soil with washed



cells and treatment of seedlings were non-effective. **Conclusion.** Bacteria of *L. plantarum* species could be studied as perspective microorganisms for improving germination of Scots pine seeds and protection of seedlings under the certain condition of soil treatment.

Key words: *Fusarium*, *Lactobacillus plantarum*, *Pinus sylvestris* L., damping-off, antagonism.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Білай В. І. Фузарии. – Киев: Наукова думка, 1977. – 442 с.
2. Максимчук Н. В. Інфекційні цикли розвитку збудників дитячої хвороби сіянців сосни звичайної та заходи захисту від них у тимчасових розсадниках Київського Полісся // Лісознавство, лісівництво, лісова наука і освіта. – 2004. – № 14. – С. 67–71.
3. Черкус Т. М. Результаты изучения эффективности некоторых протравителей для защиты сеянцев сосны от поражения возбудителями фузариоза // Научные ведомости БелГУ. Серия Естественные науки. – 2015. – № 15(32). – С. 53–60.
4. Юсипович Ю. М., Ковальова В. А., Гут Р. Т. Діагностика грибів роду *Fusarium* у сіянцях сосни звичайної методом полімеразної ланцюгової реакції // Наукові праці Лісівничої академії наук України. – 2015. – № 13. – С. 55–58.
5. Ahangar M. A., Dar G. H., Bhat Z. A., Sofi N. R. Fungi associated with root rot of *Pinus wallichiana* seedlings in Kashmir // Plant Pathology Journal. – 2011. – V. 10 (1). – P. 42–45.
6. Gordon T. R., Swett C. L., Wingfield M. J. Management of *Fusarium* diseases affecting conifers // Crop protection. – 2015. – Vol. 73. – P. 28–39.
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. – Vol. 8. – P. 462–468.
8. Hwang S. F., Chakravarty P., Chang K.-F. The effect of two ectomycorrhizal fungi, *Paxillus involutus* and *Suillus tomentosus*, and of *Bacillus subtilis* on *Fusarium* damping-off in jack pine seedlings // Phytoprotection. – 1995. – Vol. 76, № 2. – P. 57–66.
9. James R. L., Gilligan C. J. Studies of *Fusarium* associated with containerized conifer seedling diseases: pathogenecity tests of isolates from Alpine nursery, Kalispell, Montana // Forest Pest Management. – 1984. – № 144. – P. 14–84.
10. Lazreg F., Belabid L., Sanchez J., Gallego E., Garrido-Cardenas J.A., Elhaitoum A. First report of *Fusarium redolens* as a causal agent of Aleppo pine damping-off in Algeria // Plant Disease. – 2013. – Vol. 97 (7). – P. 997.
11. Lori G. A., Salerno M. I. *Fusarium* species on seeds of *Pinus taeda* L. and *Pinus elliottii* Eugelm. in Argentine // Journal of Plant Diseases and Protection. – 2003. – Vol. 110 (5). – P. 437–443.
12. Okorski A., Oszako T., Nowakowska J. A., Pszolkowska A. The possibilities of biologically protecting plants against diseases in nurseries, with special consideration of *Oomycetes* and *Fusarium* fungi // Forest Research Papers. – 2014. – Vol. 75 (3). – P. 301–321.



13. Omokhua G. E., Godwin-Egein M. I., Okereke V. C. Damping-off disease of two pulp and paper forest species (*Pinus caribae* Morelet and *Pinus oocarpa* Schiede) in the nursery // African Research Review. – 2009. – Vol. 3 (4). – P. 275–282.

14. Salerno M.I., Lori G., Morelli P. Effect of seedborn *Fusarium* on nursery diseases of *Pinus panderosa* Dougl. ex Laws in Argentina // XII World Forestry Congress (Quebec, Canada, 2003): Proc. <http://www.fao.org/docrep/ARTICLE/WFC/XII/0588-B3.HTM>

References

1. Bilai VI. Fusarii. K.: Naukova dumka, 1977. 442 p. (in Russian).
2. Maksymchuk NV. Infekziini tsykly rozvitku zbudnykiv dytiachoi khvoroby siaintsiv sosny zvychainoi ta zahody zahystu vid hih u tymchasovykh rozsadnikah Kyivs'kogo Polissia. Lisoznavstvo, lisivnytstvo, lisova nauka i osvita. 2004. 14:67-71 (in Ukrainian).
3. Cherkis TM. Rezultaty izucheniia effektivnosti nekotorykh protravitelei dlia zaschity seianzev sosny ot porazheniia vzbuditeliami fusariosa. Nauchnie vedomosti BelGu. Serii Estestvennie nauki. 2015. 15(32):53-60 (in Russian).
4. Yusipovych YuM, Kovaliova VA, Gut RT. Diagnostyka grybiv rodu *Fusarium* u siaintsiah sosny zvychainoi metodom polimeraznoi lanzuigovoi reakzii. Naukovi pratsi Lisivnichoi akademii nauk Ukrainy. 2015. 13:55 - 58 (in Ukraine).
5. Ahangar MA, Dar GH, Bhat ZA, Sofi NR. Fungi associated with root rot of *Pinus wallichiana* seedlings in Kashmir. Plant Pathology Journal. 2011. 10: 42 - 45.
6. Gordon TR, Swett CL, Wingfield MJ. Management of *Fusarium* diseases affecting conifers. Crop protection. 2015. 73:28 - 39.
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. Hwang SF, Chakravarty P, Chang K-F. The effect of two ectomycorrhizal fungi, *Paxillus involutus* and *Suillus tomentosus*, and of *Bacillus subtilis* on *Fusarium* damping-off in jack pine seedlings. Phytoprotection. 1995. 76: 57 - 66.
9. James RL, Gilligan CJ. Studies of *Fusarium* associated with containerized conifer seedling diseases: pathogenecity tests of isolates from Alpine nursery, Kalispell, Montana. Forest Pest Management. 1984.144: 14 - 84.
10. Lazreg F, Belabid L, Sanchez J, Gallego E, Garrido-Cardenas JA, Elhaitoum A. First report of *Fusarium redolens* as a causal agent of Aleppo pine damping-off in Algeria. Plant Disease. 2013. 97 (7):997.
11. Lori GA, Salerno MI. *Fusarium* species on seeds of *Pinus taeda* L. and *Pinus elliottii* Eugelm. in Argentina. Journal of Plant Diseases and Protection. 2003. 110: 437 - 443.
12. Okorski A, Oszako T, Nowakowska JA, Pszolkowska A. The possibilities of biologically protecting plants against diseases in nurseries, with special consideration of *Oomycetes* and *Fusarium* fungi. Forest Research Papers. 2014. 75: 301 - 321.
13. Omokhua GE, Godwin-Egein MI, Okereke VC. Damping-off disease of two pulp and paper forest species (*Pinus caribae* Morelet and *Pinus oocarpa*



Schiede) in the nursery. African Research Review. 2009. 3:275 - 282.

14. Salerno MI, Lori G, Morelli P. Effect of seedborn *Fusarium* on nursery diseases of *Pinus panderosa* Dougl. ex Laws in Argentina. XII World Forestry Congress (Quebec, Canada, 2003): Proc. <http://www.fao.org/docrep/ARTICLE/WFC/XII/0588-B3.HTM>

Стаття надійшла до редакції 30.01.2018 р.

