

<https://doi.org/10.15407/frg2022.06.528>

УДК 577.1+604.6

ЧУТЛИВІСТЬ «БОРОДАТИХ» КОРЕНІВ ПОЛИНУ *ARTEMISIA TILESII* LEDEB. ДО КОМПЛЕКСУ СПОЛУК, СИНТЕЗОВАНИХ *PRIESTIA ENDOPHYTICA* УКМ В-7515

Н.А. МАТВЄЄВА¹, В.П. ДУПЛІЙ^{1,2}, М.А. ХАРХОТА³, Я. БРИНДЗА⁴,
Л.В. АВДЄЄВА³

¹Інститут клітинної біології та генетичної інженерії Національної академії наук України

03143 Київ, вул. Академіка Заболотного, 148

e-mail: dupliyv@icbge.org.ua

²Інститут фізіології рослин і генетики Національної академії наук України

03022 Київ, вул. Васильківська, 31/17

³Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного Національної академії наук України

03143 Київ, вул. Академіка Заболотного, 154

⁴Словацький аграрний університет у Німрі

94976 Німра, Трієда Андрея Глінку, 2, Словацька Республіка

Взаємодія ґрунтових мікроорганізмів і рослин протягом багатьох років привертає увагу дослідників. Це пов'язано з тим, що мікроорганізми, які тісно контактують із ризосферою, здатні впливати на життєдіяльність рослин і тим самим зменшувати або збільшувати урожайність сільськогосподарських культур. Разом з тим залишається малодослідженим аспект безпосереднього впливу екскретованих бактеріями сполук, відомих своїм позитивним впливом на рослини, зокрема на їх ріст і біосинтетичну активність. Ми визначали особливості дії сполук, що містяться у стерильній культуральній рідині (тестовий розчин), отриманій після добового культивування бактерій *Priestia endophytica* УКМ В-7515, на ріст «бородатих» коренів полину *Artemisia tilesii* Ledeb. як модельного зразка. Корені рослин двох ліній відрізнялися за чутливістю до тестового розчину за вмістом флавоноїдів. Підвищення концентрації тестового розчину в поживному середовищі стимулювало ріст коренів лінії № 10, приріст маси яких у всіх дослідних варіантах був більшим за приріст маси контрольних коренів у 1,69; 2,31 та 2,54 раза при додаванні відповідно 0,025; 0,05 і 0,1 % тестового розчину. Водночас відмінностей у прирості маси коренів лінії № 4 не виявлено. Незважаючи на те що питомий вміст флавоноїдів (мг/г сирої речовини) у контрольних «бородатих» коренів лінії № 10 був у 1,5 раза вищим, ніж у коренів, що росли з додаванням культурального середовища бактерії, загальний вміст флавоноїдів (у всій отриманій масі) підвищувався зі зростанням відсотка доданого культурального середовища через більшу швидкість росту і відповідно більшу масу коренів. Водночас для лінії № 4 відмінності у значеннях обох показників були у межах статистичної похибки. Отже, вільне від бактеріальних клітин культуральне середовище, отримане після добового культивування бактерій *P. endophytica* УКМ В-7515, збільшувало загальний вміст флавоноїдів і приріст

Цитування: Матвєєва Н.А., Дуплій В.П., Хархота М.А., Бриндза Я., Авдєєва Л.В. Чутливість «бородатих» коренів полину *Artemisia tilesii* Ledeb. до комплексу сполук, синтезованих *Priestia endophytica* УКМ В-7515. *Фізіологія рослин і генетика*. 2022. 54, № 6. С. 528–536. <https://doi.org/10.15407/frg2022.06.528>

маси сирої речовини для однієї з ліній «бородатих» коренів та було нейтральним для іншої. Таким чином, на ріст коренів можуть впливати навіть невеликі концентрації сполук, які виділяють мікроорганізми *P. endophytica* УКМ В-7515 у процесі їхнього росту, однак різні лінії коренів відрізняються за чутливістю до компонентів, синтезованих бактеріями *P. endophytica* УКМ В-7515.

Ключові слова: «бородаті» корені, ґрунтові мікроорганізми, *Priestia endophytica* УКМ В-7515, *Artemisia tilesii*, біостимулянти, флавоноїди.

Питаннями взаємодії ґрунтових мікроорганізмів і рослин дослідники цікавляться протягом багатьох років, оскільки мікроорганізми, які тісно контактують із ризосферою, можуть впливати на життєдіяльність рослин і зменшувати або збільшувати врожайність сільськогосподарських культур. Значну кількість опублікованих робіт присвячено вивченню ризосферних бактерій, функціонування яких може сприяти росту рослин різних видів (так звані Plant Growth Promoting Rhizobacteria, PGPR) [1–3]. Зокрема, низка мікроорганізмів, що належать до родів *Acetobacter*, *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Bacillus*, *Pseudomonas*, були визначені як такі, що стимулюють ріст рослин [4].

Ґрунтові мікроорганізми можуть перетворювати складну форму основних поживних речовин, таких як азот, фосфор, на доступну для рослин, яка транспортується коренями [5, 6]. Бактерії також підвищують стійкість рослин до стресових чинників [7, 8]. Сполуки, синтезовані цими бактеріями, здатні захищати рослини від патогенів [9]. Крім того, ґрунтові мікроорганізми, які належать до PGPR, синтезують сполуки, що стимулюють ріст рослин [10]. Наприклад, *P. endophytica* стимулювали приріст біомаси, зокрема кореневища рослин *Curcuma longa* L. [11]. Водночас бактерії цього виду збільшували біомасу коренів, вегетативної надземної частини рослин і плодів, вміст проліну, цукрів, білків, хлорофілів *a* і *b*, каротиноїдів, фітогормонів [12]. Такі особливості бактерій є основою для розроблення технологій із використання мікроорганізмів для стимуляції росту рослин, захисту їх від патогенів, підвищення стійкості до стресових чинників [13].

Особливості дії на рослини ґрунтових мікроорганізмів, які належать до PGPR, зазвичай досліджують в умовах *in vivo* інокулюванням бактеріальних препаратів у ґрунт. Разом з тим досі не з'ясовано, чи можуть сполуки, що синтезуються у процесі культивування таких бактерій *in vitro* та виділяються у поживне середовище, впливати на ріст рослин. Також не досліджені особливості впливу цих мікроорганізмів саме на корені рослин. Їх можна провести з використанням культивованих *in vitro* «бородатих» коренів, які є результатом *Agrobacterium*-опосередкованої трансформації. Особливостями «бородатих» коренів є відсутність позитивного геотропізму, здатність рости необмежений час на середовищах без добавляння регуляторів росту та змінений синтез біоактивних сполук [14]. «Бородаті» корені застосовують для отримання фармацевтичних сполук, тому дослідження саме на них є особливо важливими. Використання «бородатих» коренів у експериментах дає змогу оцінити рістстимулювальний потенціал сполук, синтезованих і виділених у поживне середовище при

культивуванні PGPR. Крім того, проведення експериментів з використанням різних ліній «бородатих» коренів, отриманих за допомогою генетичної трансформації одного генотипу рослин одним генотипом агробактерій, дає можливість також оцінити фізіологічні особливості різних трансформаційних подій. У результаті в певній мірі випадкового вбудовування генетичного матеріалу в геном рослини такі лінії відрізняються за стандартних умов вирощування як за морфологічними, так і за ростовими ознаками. Зокрема, проведені раніше експерименти з низкою зразків «бородатих» коренів рослин різних видів виявили також їхні істотні відмінності за такими параметрами, як приріст маси, вміст флавоноїдів, рівень антиоксидантної активності та активності ферментів супероксиддисмутази і каталази [15].

Метою роботи було визначення впливу культурального середовища, отриманого після культивування бактерій *Priestia endophytica* УКМ В-7515, на ріст і біосинтетичну активність двох ліній «бородатих» коренів полину *Artemisia tilesii* Ledeb., культивованих *in vitro*.

Методика

«Бородаті» корені полину *Artemisia tilesii* Ledeb. (лінії № 4 і № 10) з колекції Інституту клітинної біології та генетичної інженерії НАН України вирощували на агаризованому поживному середовищі Мура-сиге і Скуга (Duchefa Biochemie, Netherlands) зі зменшеною вдвічі концентрацією компонентів (1/2 МС) та додаванням 30 г/л сахарози. Термінальні частини коренів завдовжки 10–12 мм вносили у колби (на 100 мл) із рідким поживним середовищем 1/2 МС (по 30 мл у колбу). Корені вирощували у термостатованому приміщенні (24 °С) на шейкері (130 об/хв) за освітлення 16 год/доба.

Бактерії *Priestia endophytica* УКМ В-7515 з Української колекції мікроорганізмів Інституту мікробіології і вірусології НАН України були ізолювані раніше з філосфери бавовнику [16]. Їх культивували в рідкому поживному середовищі LB за 37 °С протягом 24 год з періодичним перемішуванням (180 об/хв). Отриману через 1 добу культуральну рідину відокремлювали від клітинної біомаси центрифугуванням за 9000 об/хв (Eppendorf Centrifuge 5415C) протягом 10 хв і стерилізували крізь мембранний фільтр (0,22 мкм, Sartorius, Minisart). Культуральну рідину добавляли до середовища в колбах у концентраціях 0,025; 0,05; 0,1 %. Через 20 діб вирощування корені відділяли від середовища, промивали, промокали фільтрувальним папером, зважували й використовували для проведення біохімічних аналізів.

Приріст маси визначали як різницю маси через 20 діб вирощування та початкової маси. Вміст флавоноїдів вимірювали модифікованим методом з використанням розчину $AlCl_3$ [17]. Для цього корені зважували, гомогенізували в 70 %-му етанолі, отримані екстракти центрифугували протягом 10 хв за 10 000 об/хв (Eppendorf Centrifuge 5415C), надосадову речовину відбирали й використовували для визначення вмісту флавоноїдів за допомогою спектрофлуориметра Флюорат-02 Панорама ($\lambda = 510$ нм). Питомий вміст флавоноїдів C за калібрувальним графіком: $C = 0,7889x$ ($R^2 = 0,9928$) розраховували в

міліграмах RE на 1 г сирої речовини коренів; загальний вміст флавоноїдів у всьому зразку виражали у міліграмах RE.

Усі експерименти проведено в трьох повтореннях. Результати представлено як середнє значення та довірчий інтервал на рівні 95 %. Дані проаналізовано на статистичну значущість за допомогою ANOVA з подальшим використанням тесту Тьюкі.

Результати та обговорення

Встановлено, що додавання тестового розчину до поживного середовища в різних концентраціях стимулювало ріст коренів лінії № 10 (рис. 1, 2). Так, приріст маси цих коренів у всіх дослідних варіантах був більшим за приріст маси контрольних коренів у 1,69; 2,31 та 2,54 раза за додавання відповідно 0,025; 0,05; 0,1 % тестового розчину. Водночас не виявлено відмінностей у прирості маси коренів лінії № 4 незалежно від концентрації внесеного до середовища тестового розчину. Зокрема, цей показник у контролі становив $0,89 \pm 0,26$, а в експериментальних варіантах — $0,84 \pm 0,12$; $0,89 \pm 0,04$ та $0,87 \pm 0,27$ г.

Отже, результати досліджень свідчать про наявність відмінностей у фізіологічній реакції коренів двох ліній на внесення тестового розчину, а саме в стимулюванні росту коренів лінії № 10, причому збільшення кількості внесеного тестового розчину приводило до збільшення маси коренів, і водночас до відсутності реакції коренів лінії № 4 у відповідь на додавання тестового розчину до поживного середовища. Можливо, виявлена стимулювальна дія тестового розчину на ріст «бородатих» коренів пов'язана з наявністю в ньому ауксиноподібних сполук бактеріального походження. Відомо, що такі сполуки, зокрема індоліл-3-оцтова кислота, можуть продукуватися різними

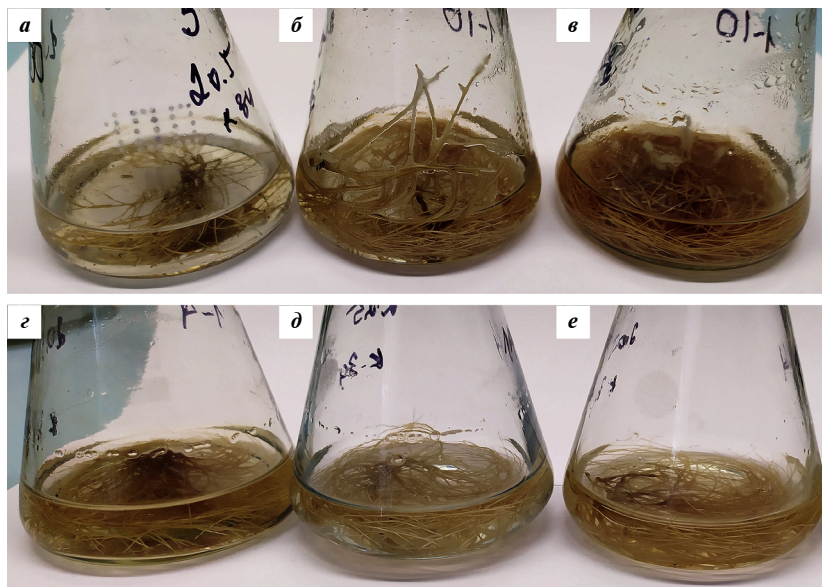


Рис. 1. Вирощування коренів полину *Artemisia tilesii* Ledeb. ліній № 10 (а, б, в) та № 4 (г, д, е) на поживному середовищі 1/2 МС з додаванням тестового розчину в концентраціях 0 (а, г), 0,025 (б, д), 0,1 % (в, е)

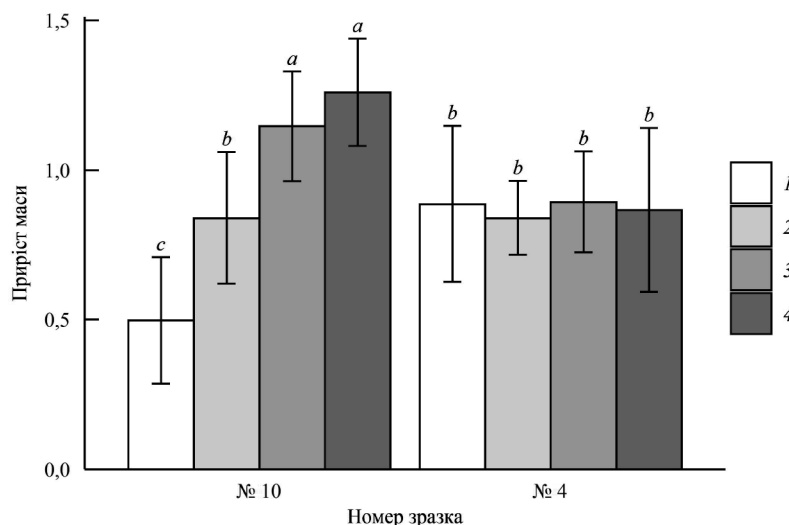


Рис. 2. Приріст маси (г сирої речовини) коренів полину *Artemisia tilesii* Ledeb. ліній № 4 і № 10 на поживному середовищі 1/2 МС з додаванням тестового розчину в концентраціях 0 (1), 0,025 (2), 0,05 (3), 0,1 % (4). Однаковими літерами позначено відсутність значущих відмінностей

грунтовими мікроорганізмами, що є одним з можливих механізмів взаємодії ґрунтових бактерій і рослин. Наприклад, *Bacillus thuringiensis* RZ2MS9 синтезували ауксини і стимулювали ріст кореневої системи томатів [18]. *Leclercia adecarboxylata* також синтезували ауксини і стимулювали ріст рослин *Solanum lycopersicum* [19]. *Metarhizium robertsii* внаслідок синтезу індоліл-3-оцтової кислоти сприяли росту рослин арабідопсису [20].

Аналіз питомого вмісту флавоноїдів також виявив відмінності між лініями «бородатих» коренів, що були використані в експерименті. Зокрема, значущі відмінності за цим параметром між контрольним і дослідними варіантами лінії № 4 були відсутні (рис. 3, а). Водночас питомий вміст флавоноїдів у контрольних коренях лінії № 10 був більшим, ніж у коренях, вирощених із додаванням тестового розчину. Така особливість біосинтетичного реагування коренів № 10, ймовірно, пов'язана зі стимулювальним впливом тестового розчину на швидкість росту коренів: більша швидкість росту супроводжується зниженням біосинтетичної активності. Проведений розрахунок загальної кількості флавоноїдів, що були синтезовані в коренях за весь період культивування, показав збільшення показника у коренях лінії № 10 при вирощуванні з тестовим розчином (див. рис. 3, б) порівняно з контролем. Так, загальна кількість флавоноїдів у контрольних коренях була меншою в 1,7 раза за загальну кількість флавоноїдів у коренях, які вирощували з додаванням 0,1 % тестового розчину.

Виявлено зменшення питомого вмісту флавоноїдів у експериментальних варіантах зразка № 10 порівняно з контролем. Разом з тим унаслідок значного перевищення приросту маси коренів у експериментальних варіантах загальний вміст флавоноїдів, розрахований на загальну масу коренів, які виростили за 20 діб, вищий за кон-

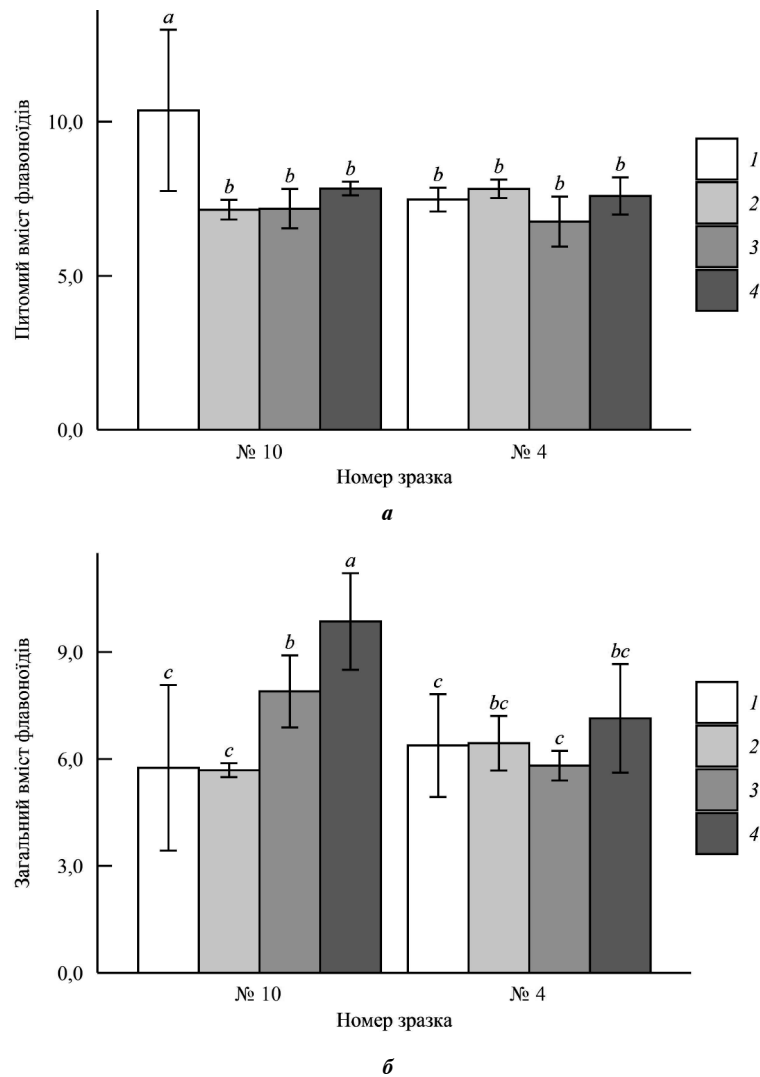


Рис. 3. Вміст флавоноїдів (а — питомий, мг РЕ/г сирової речовини; б — загальний, мг РЕ) у коренях полину *Artemisia tilesii* Ledeb. ліній № 4 і № 10 на поживному середовищі 1/2 МС із додаванням тестового розчину в концентраціях 0 (1), 0,025 (2), 0,05 (3), 0,1 % (4). Однаковими літерами позначено відсутність значущих відмінностей

трольний у 1,37 та 1,71 раза саме в експериментальних варіантах, куди добавляли культуральне середовище в концентраціях 0,05 та 0,1 % відповідно. Отже, тестовий розчин можна використовувати для збільшення загального виходу флавоноїдів при культивуванні чутливих ліній «бородатих» коренів, за вирощування яких спостерігається більший приріст маси при додаванні тестового розчину порівняно з контролем.

Таким чином, вільний від бактеріальних клітин тестовий розчин, що є культуральним середовищем, отриманим після добового культивування бактерій *Priestia endophytica* УКМ В-7515, виявляв рістстимулювальну активність щодо «бородатих» коренів полину. Встановлено, що на ріст рослин можуть впливати навіть невеликі

концентрації сполук, які синтезуються мікроорганізмами у процесі їхнього росту та виділяються у поживне середовище. Виявлено також, що корені різних ліній відрізнялися за чутливістю до цього розчину, причому ці відмінності спостерігалися як за приростом маси, так і за загальним вмістом флавоноїдів. Це може бути пов'язано з особливостями «бородатих» коренів, отриманих за допомогою генетичної трансформації з використанням *Agrobacterium thizogenes*. Під час трансформування власні агробактеріальні гени (*rol*) переносяться до геному рослин [21, 22]. При цьому місце вбудовування цих генів не є детермінованим, а їх наявність може приводити до широкого спектра змін у функціонуванні рослинних клітин. Вбудовані гени можуть також опосередковано впливати на активність власних генів рослин, а місце вбудовування — мати принципове значення для цього впливу. Встановлено вплив перенесених до рослин бактеріальних *rol* генів на метаболізм «бородатих» коренів, причому різні лінії можуть значно відрізнятися. Наприклад, дві лінії «бородатих» коренів *Dionaea muscipula* відрізнялися за низкою параметрів (співвідношенням вільних жирних кислот до ліпідів, активністю супероксиддисмутази і каталази, загальним пулом глутатіону й каротиноїдів, вмістом окремих фенолокіслот та ін.) [23]. Раніше в проведених нами дослідженнях активності супероксиддисмутази у низці зразків «бородатих» коренів рослин різних видів також було виявлено значну варіабельність у різних лініях [24]. Отже, логічно припустити, що отримані дані щодо різного реагування двох ліній «бородатих» коренів полину на дію добавленого тестового розчину, ймовірно, є результатом різних місць вбудовування зазначених генів у геном коренів різних ліній, які є окремими трансформаційними подіями.

REFERENCES

1. Bhattacharyya, P.N. & Jha, D.K. (2012). Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR): emergence in agriculture. World J. Microbiol. Biotechnol., 28, pp. 1327-1350. <https://doi.org/10.1007/s11274-011-0979-9>
2. Vejan, P., Abdullah, R., Khadiran, T., Ismail, S. & Nasrullah Boyce, A. (2016). Role of plant growth promoting rhizobacteria in agricultural sustainability — a review. Molecules, 21, No. 5, p. 573. <https://doi.org/10.3390/molecules21050573>
3. Perez-Montano, F., Alias-Villegas, C., Bellogin, R.A., del Cerro, P., Espuny, M.R., Jimenez-Guerrero, I., Lopez-Baena, F.J., Ollero, F.J. & Cubo, T. (2014). Plant growth promotion in cereal and leguminous agricultural important plants: from microorganism capacities to crop production. Microbiol. Res., 169, No. 5-6, pp. 325-336. <https://doi.org/10.1016/j.micres.2013.09.011>
4. Jones, K.M., Kobayashi, H., Davies, B.W., Taga, M.E. & Walker, G.C. (2007). How rhizobial symbionts invade plants: the Sinorhizobium-Medicago model. Nat. Rev. Microbiol., 5, pp. 619-633. <https://doi.org/10.1038/nrmicro1705>
5. Kang, S.M., Radhakrishnan, R., Lee, K.E., You, Y.H., Ko, J.H., Kim, J.H. & Lee, I.J. (2015). Mechanism of plant growth promotion elicited by Bacillus sp. LKE15 in oriental melon. Acta Agric. Scandinavica. Section B: Soil Plant Sci., 65, No. 7, pp. 637-647. <https://doi.org/10.1080/09064710.2015.1040830>
6. Yousuf, J., Thajudeen, J., Rahiman, M., Krishnankutty, S., Alikunj, A.P. & Mohamed, M.H. (2017). Nitrogen fixing potential of various heterotrophic Bacillus strains from a tropical estuary and adjacent coastal regions. J. Basic Microbiol., 57, No. 11, pp. 922-932. <https://doi.org/10.1002/JOBM.201700072>
7. Gururani, M.A., Upadhyaya, C.P., Baskar, V., Venkatesh, J., Nookaraju, A. & Park, S.W. (2013). Plant growth-promoting rhizobacteria enhance abiotic stress tolerance in

- solanum tuberosum through inducing changes in the expression of ROS-scavenging enzymes and improved photosynthetic performance. *J. Plant Growth Reg.*, 32, No. 2, pp. 245-258. <https://doi.org/10.1007/s00344-012-9292-6>
8. Bashir, S., Iqbal, A., Hasnain, S. & White, J.F. (2021). Screening of sunflower associated bacteria as biocontrol agents for plant growth promotion. *Arch Microbiol.*, 203, pp. 4901-4912. <https://doi.org/10.1007/s00203-021-02463-8>
9. Salinas, K.A. & Kotcon, J. (2013). Effects of kodiak (*Bacillus subtilis* strain GBO3) on soil-inhabiting nematodes near the rhizosphere of treated versus untreated snap bean seeds. *Situ J. Sustainable Agricult.*, 29, pp. 5-12. https://doi.org/10.1300/J064v29n03_03
10. Kang, S.M., Radhakrishnan, R. & Lee, I.J. (2015). *Bacillus amyloliquefaciens* subsp. *plantarum* GR53, a potent biocontrol agent resists *Rhizoctonia* disease on Chinese cabbage through hormonal and antioxidants regulation. *World J. Microbiol. Biotechnol.*, 31, No. 10, pp. 1517-1527. <https://doi.org/10.1007/S11274-015-1896-0>
11. Chauhan, A.K., Maheshwari, D.K., Kim, K. & Bajpai, V.K. (2016). Termitarium inhabiting *Bacillus endophyticus* TSH42 and *Bacillus cereus* TSH77 colonizing *Curcuma longa* L.: isolation, characterization and evaluation of their biocontrol and plant growth promoting activities. *Canad. J. Microbiol.*, 62, No. 10, pp. 880-892. <https://doi.org/10.1139/cjm-2016-0249>
12. Kousar, B., Bano, B. & Khan, N. (2020). PGPR Modulation of secondary metabolites in tomato infested with *spodoptera litura*. *Agronomy*, 10, No. 6, p. 778. <https://doi.org/10.3390/agronomy10060778>
13. Sharma, K., Sharma, S., Vaishnav, A., Jain, R., Singh, D., Singh, H.B., Goel, A. & Singh, S. (2022). Salt-tolerant PGPR strain *Priestia endophytica* SK1 promotes fenugreek growth under salt stress by inducing nitrogen assimilation and secondary metabolites. *J. Appl. Microbiol.*, Online ahead of print. <https://doi.org/10.1111/JAM.15735>
14. Gutierrez-Valdes, N., Hakkinen, S.T., Lemasson, C., Guillet, M., Oksman-Caldentey, K-M., Ritala, A. & Cardon F. (2020). Hairy root cultures-a versatile tool with multiple applications. *Front. Plant Sci.*, 11, p. 33. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00033>
15. Matvieieva, N.A., Morgun, B.V., Lakhneko, O.R., Duplij, V.P., Shakhovsky, A.M., Ratushnyak, Y.I., Sidorenko, M., Mickevicius, S. & Yevtushenko, D.P. (2020). Agrobacterium rhizogenes-mediated transformation enhances the antioxidant potential of *Artemisia tilesii* Ledeb. *Plant Physiol. Biochem.*, 152, pp. 177-183. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2020.04.020>
16. Reva, O.N., Smirnov, V.V., Pettersson, B. & Priest, F.G. (2002). *Bacillus endophyticus* sp. nov., isolated from the inner tissues of cotton plants (*Gossypium* sp.). *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.*, 52, pp. 101-107. <https://doi.org/10.1099/00207713-52-1-101>
17. Matvieieva, N., Drobot, K., Duplij, V., Ratushniak, Y., Shakhovsky, A., Kyrpa-Nesmiian, T., Mickevicius, S. & Brindza, J. (2019). Flavonoid content and antioxidant activity of *Artemisia vulgaris* L. «hairy» roots. *Preparative Biochem. Biotechnol.*, 49, No. 1, pp. 82-87. <https://doi.org/10.1080/10826068.2018.1536994>
18. Batista, B.D., Dourado, M.N., Figueredo, E.F., Hortencio, R.O., Marques, J.P.R., Piotto, F.A., Bonatelli, M.L., Settles, M.L., Azevedo, J.L. & Quecine, M.K. (2021). The auxin-producing *Bacillus thuringiensis* RZ2MS9 promotes the growth and modifies the root architecture of tomato (*Solanum lycopersicum* cv. Micro-Tom). *Arch. Microbiol.*, 203, No. 7, pp. 3869-3882. <https://doi.org/10.1007/s00203-021-02361-z>
19. Kang, S.M., Shahzad, R., Bilal, S., Khan, A.L., Park, Y.G., Lee, K.E., Asaf, S., Khan, M.A. & Lee, I.J. (2019). Indole-3-acetic-acid and ACC deaminase producing *Leclercia adecarboxylata* MO1 improves *Solanum lycopersicum* L. growth and salinity stress tolerance by endogenous secondary metabolites regulation. *BMC Microbiol.*, 19, No. 1, p. 80. <https://doi.org/10.1186/s12866-019-1450-6>
20. Liao, X., Lovett, B., Fang, W. & Leger, R.J. (2017). *Metarhizium robertsii* produces indole-3-acetic acid, which promotes root growth in *Arabidopsis* and enhances virulence to insects. *Microbiol. (Reading)*, 163, No. 7, pp. 980-991. <https://doi.org/10.1099/mic.0.000494>
21. Christey, M.C. & Braun, R.H. (2005). Production of hairy root cultures and transgenic plants by *Agrobacterium rhizogenes*-mediated transformation. *Methods. Mol. Biol.*, 286, pp. 47-60. <https://doi.org/10.1385/1-59259-827-7:047>
22. Mauro, M.L. & Bettini, P.P. (2021). *Agrobacterium rhizogenes* rolB oncogene: An intriguing player for many roles. *Plant Physiol. Biochem.*, 165, pp. 10-18. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2021.04.037>

23. Makowski, W., Krolicka, A., Tokarz, B., Miernicka, K., Kolton, A., Pieta, L., Malek, K., Ekiert, H., Szopa, A. & Tokarz, K.M. (2021). Response of physiological parameters in *Dionaea muscipula* J. Ellis teratomas transformed with rolB oncogene. BMC Plant Biol., 21, No. 1, p. 564. <https://doi.org/10.1186/s12870-021-03320-y>
24. Matvieieva, N., Shakhovsky, A., Tashyreva, H., Ratushnyak, Y., Duplij, V., Bohdanovych, T. & Kuchuk, M. (2021). Study of superoxide dismutase activity in long-term cultivated *Artemisia* and *Althaea* «hairy» roots. Curr. Microbiol., 79, No. 1, p.14. <https://doi.org/10.1007/s00284-021-02709-0>

Received 31.10.2022

SENSITIVITY OF THE «HAIRY» ROOTS OF *ARTEMISIA TILESII* LEBED. TO
A COMPLEX OF COMPOUNDS SYNTHESIZED BY *PRIESTIA ENDOPHYTICA*
UCM B-7515

N.A. Matvieieva¹, V.P. Duplij^{1,2}, M.A. Kharkhota³, J. Brindza⁴, L.V. Avdieieva³

¹Institute of Cell Biology and Genetic Engineering, National Academy of Sciences of Ukraine
148 Akademika Zabolotnogo, St., Kyiv, 03143, Ukraine

²Institute of Plant Physiology and Genetics, National Academy of Sciences of Ukraine
31/17 Vasylykivska, St., Kyiv, 03022, Ukraine

³D.K. Zabolotny Institute of Microbiology and Virology, National Academy of Sciences of Ukraine
154 Akademika Zabolotnogo, St., Kyiv, 03143, Ukraine

⁴Slovak University of Agriculture in Nitra
2 Trieda Andreja Hlinku, Nitra, 94976, Slovak Republic

The interaction between soil microorganisms and plants has attracted the attention of researchers for many years. This is because microorganisms in close contact with the rhizosphere can affect the vital activity of plants, thus reducing or increasing the yield of crops. At the same time, the aspect of the direct effect of compounds excreted by soil bacteria, which are known for their positive impact on plants, in particular, on their growth and biosynthetic activity, remains understudied. This work was aimed to determine the specifics of the action of the compounds contained in the sterile culture fluid (test solution) obtained after the daily cultivation of the bacteria *Priestia endophytica* UCM B-7515 on the growth of the «hairy» roots of the wormwood (*Artemisia tilesii*) as a model sample. The roots of the two lines differed in sensitivity to the test solution. An increase in the concentration of the test solution in the nutrient medium has led to the stimulation of the growth of the roots of line 10, the weight of which in all experimental variants was greater than the weight of the control roots in 1.69; 2.31; and 2.54 times when adding 0.025; 0.05; and 0.1 % of the test solution, respectively. At the same time, no differences were found in the growth of the root weight of line 4. There were no significant differences in the content of flavonoids between the control and experimental variants of line 4. The specific content of flavonoids in the control roots of line 10 was significantly higher than in the roots grown with the addition of the test solution. However, the content of flavonoids in root line 10 grown with the addition of the test solution, based on the total weight, was greater than in the control samples due to significantly faster weight increase. Therefore, a free-of-bacterial-cells culture medium obtained after daily cultivation of *P. endophytica* UCM B-7515 bacteria showed stimulating activity to the «hairy» roots of *A. tilesii*, although the two lines of these roots differed in their sensitivity to this solution. Thus, plant growth can be affected by even small concentrations of compounds secreted by microorganisms *P. endophytica* UCM B-7515 during their growth.

Key words: «hairy» roots, soil microorganisms, *Priestia endophytica* UCM B-7515, *Artemisia tilesii*, biostimulants, flavonoids.