

ЕФЕКТИВНІСТЬ БАКТЕРІЙ РОДУ *BACILLUS* ПРОТИ ХВОРОБ ЯЧМЕНЮ, ЯКІ СПРИЧИНЯЮТЬСЯ ГРИБОМ *BIPOLARIS SOROKINIANA*, НА РІЗНИХ ЗА СТІЙКІСТЮ СОРТАХ

Л.О. КРЮЧКОВА, доктор біологічних наук,
професор кафедри фітопатології ім. акад. В.Ф. Пересипкіна

E-mail: lkriuchkova@nubip.edu.ua

<https://orcid.org/0000-0003-4993-216X>

Т.І. ПАТИКА, доктор сільськогосподарських наук,
професор кафедри фізіології, біохімії рослин та біоенергетики
Національний університет біоресурсів і природокористування України
<https://orcid.org/0000-0003-1316-0516>

Анотація. Досліджено ефективність двох штамів р. *Bacillus*, *B. subtilis* 16 and *B. pumilus* 11, проти хвороб ячменю ярого, що спричиняються грибом *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoemaker. Встановлено, що антагоністична активність залежить як від стійкості сорту, так і від штаму бактерії. Суттєве зниження розвитку темно-бурої плямистості листків відмічали на найбільш сприйнятливому до хвороби сорті ячменю Нащадок у разі обробки рослин суспензією клітин штаму *B. subtilis* 16. За внесення в ризосферу ячменю бактеріальних суспензій обох штамів відмічене суттєве зниження розвитку звичайної кореневої гнилі на сприйнятливому до хвороби сорті ячменю ярого Сяйво, що, проте, не супроводжувалося збільшенням маси проростків. Суттєвий приріст біомаси коренів і проростків при обробці бактеріальними інокулянтами відмічали на сортах із середньою стійкістю до хвороби: Себастьян і Антей.

Ключові слова: *Bacillus* spp., біологічний метод, *Bipolaris sorokiniana*, ячмінь ярий.

Актуальність.

Ячмінь є важливою зерновою культурою, четвертою у світі за значущістю після пшениці, кукурудзи й рису. І хоча на сьогодні традиційно понад 90 % зерна ячменю використовується на корм тваринам та для виробництва солоду й пивоваріння, значення ячменю як джерела дієтичного харчування для людей зростає. Зерно ячменю є чудовим джерелом харчових волокон. Стінки клітин ендосперму багаті на β -глюкани, що позитивно впливає на рівень холестерину в крові. Ячмінь містить легку форму крохмалю – мальтозу, яка легко засвоюється організмом. У ньому міститься мінімальна кількість жиру та добре збалансований за амінокислотним складом білок (Tricase et al., 2018). З огляду на вищесказане, захист ячменю від хвороб потребує розроблення екологічно безпечних методів, серед яких створення стійких сортів та використання біологічних препаратів є найбільш перспективними.

Аналіз останніх досліджень та публікацій.

В останні роки використанню біологічних препаратів для боротьби з хворобами рослин приділяється все більше уваги. Багато штамів бактерій з антагоністичними властивостями щодо збудників хвороб рослин стали активними інгредієнтами комерційних біопрепаратів, ще більше штамів розглядаються як перспективні для створення біофунгіцидів. Дослідження антагоністичних властивостей штамів р. *Bacillus* переважно спрямовані на виявлення та ідентифікацію антимікробних речовин (Kim et al., 2016), моніторинг експресії генів, що беруть

участь у синтезі антибіотиків, та механізми індукції стійкості (Chowdhury et al., 2015, Ding et al., 2017, Gond et al., 2015, Kulimushi et al., 2017, N.V. Patyka & T.I. Patyka, 2020a, T.I. Patyka & N.V. Patyka, 2020b). Проте є необхідність у додаткових дослідженнях, спрямованих на оцінювання чинників довкілля, як біотичних, так і абіотичних, які можуть пригнічувати ефективність бактеріальних інокулянтів у виробничих умовах.

На відміну від хімічних фунгіцидів, активність бактеріальних інокулянтів в умовах *in vivo* істотно залежить від низки чинників довкілля, що суттєво обмежує їхнє практичне використання. Серед біотичних чинників генотип рослини розглядається як один із найважливіших (Notz et al., 2001, Huang et al., 2016). Високий рівень генетичної взаємодії відмічено між видами рослин та окремими штамми бактерії *Pseudomonas fluorescens*, що суттєво вплинуло на її антагоністичні властивості (Notz et al., 2001), сортами та лініями кукурудзи та штамми гриба р. *Trichoderma*, що визначало рістстимулюючу активність гриба (Harman, 2005).

Більшість біопрепаратів, створених на основі штамів р. *Bacillus*, використовуються за допомогою нанесення на насіння або листки у вигляді суспензії живих клітин бактерій. Проте результати ряду досліджень свідчать, що проміті клітини бактерій р. *Bacillus* не завжди пригнічують симптоми хвороби, особливо за нанесення їх на листову поверхню (Kriuchkova, 2017, Yoshida et al., 2001). Здатність бактерій колонізувати ризосферу та філоплану рослини, продукувати антигрибні ліпопептиди (антибіотики) та індукувати системну стійкість у рослині є

основними механізмами біологічного контролю штамів р. *Bacillus* (Cawoy et al., 2011). Властивості сорту, зокрема їхня стійкість до хвороб, можуть суттєво впливати на ці механізми.

Мета дослідження – дослідити ефективність штамів *B. subtilis* 16 та *B. pumilus* 11 проти темно-бурої плямистості та звичайної кореневої гнилі ячменю за інокуляції філоплани та ризосфери суспензією бактеріальних клітин; оцінити вплив сортових характеристик на супресивну активність інокулянтів.

Матеріали і методи дослідження.

Об'єктами дослідження були штами *B. subtilis* 16 та *B. pumilus* 11 із робочої колекції мікроорганізмів кафедри екобіотехнології та біорізноманіття Національного університету біоресурсів і природокористування України (НУБіП України) та ізолят гриба *Bipolaris sorokiniana* із колекції фітопатогенних грибів кафедри фітопатології ім. академіка В. Ф. Пересипкіна НУБіП України.

Штами бактерій вирощували методом глибинного культивування в колбах ємністю 250 мл із рідким середовищем LB, що містить пептон – 10 %, екстракт дріжджів – 5 % і NaCl – 10 % (рН 7,0) на качалці за 180 об./хв. протягом 72 год. за 250 °С. Суспензію клітин діставали методом центрифугування культуральної рідини при 9000 об./хв. Осад промивали 0,85 % NaCl (рН 7,0) і потім знову центрифугували в тих же умовах. Промиті клітини суспендували в стерильній воді й суспензії клітин довели до титру 10^9 КУО мл⁻¹.

Дослідження ефективності штамів р. *Bacillus* проти темно-бурої плямистості та звичайної кореневої

гнилі ячменю проводили на п'ятьох вітчизняних сортах ячменю ярого: Світоч, Антей, Сяйво, Себастьян та Нащадок. Рослини вирощували в пластикових ємностях по 5 шт., повторність досліду 10-кратна. Усього в кожному варіанті досліду аналізувались 50 рослин.

Дослідження ефективності штамів бактерій проти темно-бурої плямистості листків ячменю проводили на штучному інфекційному фоні, який створювали у фазі 3-4 справжніх листки. Спочатку на поверхню листків за допомогою пензлика наносили суспензію клітин бактерії (титр 10^9 КУО/мл) (Yoshida et al., 2001). У контрольному варіанті листки обробляли стерильною водою.

Зразу ж після висихання листової поверхні на рослини наносили суспензію конідій гриба *B. sorokiniana* (10^4 мл⁻¹) за допомогою ручного обприскувача. Для підтримання високої вологості, щоб стимулювати проростання конідій гриба та зараження, рослини поміщали в скляні ізолятори, які через 18 годин знімали та залишали рослини за кімнатної температури й вологості повітря. Обліки хвороби проводили на 7 добу після зараження, використовуючи 5-бальну шкалу (De Vleeschauwer et al., 2010).

Дослідження ефективності штамів бацил проти звичайної кореневої гнилі ячменю проводили шляхом внесення суспензії клітин бактерії (титр 10^9 КУО/мл) в субстрат (стерильний пісок), у якому вирощували рослини. Зараження збудником хвороби та обліки розвитку звичайної кореневої гнилі проводили згідно з методиками, описаними Ownley et al. (1992), Bateman (1988) та модифікованими нами з врахуванням особливостей патогена (Крючкова, 2016). Біологічну ефективність штамів

бацил оцінювали за ступенем ураження проростків (0–4 бали), а також за ваговими параметрами наростання вегетативної маси надземної частини і коренів.

Статистичний обрахунок результатів дослідження здійснювали за допомогою пакетів програм “Statgrafics” та “Microsoft Excel”.

Результати дослідження та їх обговорення.

За результатами наших попередніх досліджень, штами *B. subtilis* 16 та *B. pumilus* 11 є досить перспективними для захисту від грибних хвороб у складі біопрепаратів для рослинництва. Відмічено їх високу антагоністичну активність проти фітопатогенних мікроміцетів *B. sorokiniana*, *Rhizoctonia solani*, *Gaeumannomyces graminis* при дослідженні в лабораторних умовах у чашках Петрі методом відстроченого антагонізму (Kriuchkova et al., 2017). Проте, передбачити активність штамів бактерій в умовах *in vivo* за даними, отриманими лише в лабораторії, малоймовірно. Мікроорганізми, які культивуються на штучних поживних

середовищах, знаходяться при цьому у не властивих для них умовах існування, і в разі потрапляння в природні умови їхня активність, у тому числі антагоністична, змінюється. Тому наступним етапом наших досліджень стало вивчення їхньої антипатогенної активності в умовах, наближених до природних. Такі умови забезпечуються у вегетаційному досліді, де посередником між бактерією-антагоністом та грибом-фітопатогеном є рослина-хазяїн, інфікована фітопатогеном, проти якого і ведеться боротьба.

Згідно з нашими попередніми даними (Kriuchkova, 2017), які збігаються з даними інших дослідників (Yoshida et al., 2001), обробка листової поверхні суспензією клітин бактерій може не лише не пригнічувати симптоми хвороби, але і стимулювати її розвиток. Результати ж даних досліджень свідчать, що на ефективність обробки листків ячменю бактеріальним інокулянтom впливають такі біотичні фактори як стійкість сорту до хвороби та вид (штам) бактерії. Так, обробка листків суспензією клітин штаму *B. subtilis* 16 суттє-

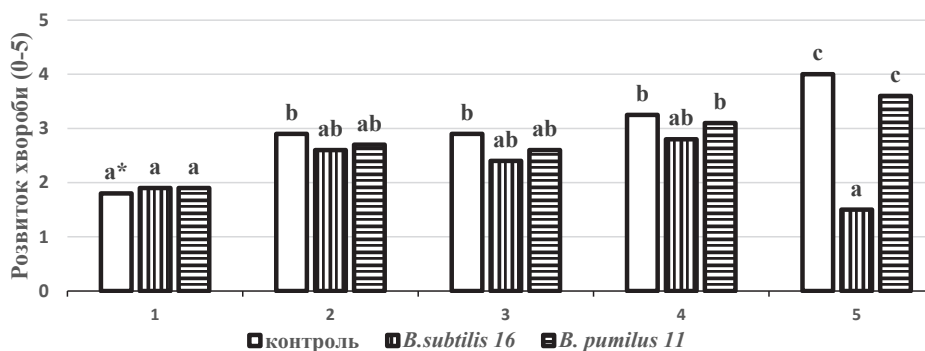


Рис. 1. Вплив штамів *p. Bacillus* на розвиток темно-бурої плямистості на листках сортів ячменю ярого.

Сорти: 1 – Світоч, 2 – Антей, 3 – Сяйво, 4 – Себаст'ян, 5 – Нащадок

Примітка: * - різні літери свідчать, що відмінність між середніми даними є істотною

во пригнічувала хворобу на найбільш сприйнятливому сорті Нашадок та дещо інгібувала її розвиток на середньо-стійких сортах Антей, Сяйво та Себастьян (рис. 1).

При нанесенні на листки ячменю сорту Нашадок суспензії клітин *B. subtilis* 16 розвиток хвороби знижувався у 2,7 рази і більше, на інших сортах це зниження становило 10,5-17,3 %. За обробки рослин суспензією клітин штаму *B. pumilus* 11 зниження розвитку хвороби не перевищувало 4,6-10,3 %. Водночас на сорті Світоч, стійкість якого до хвороби була найвищою, обробки штамами бацил не лише не сприяли пригніченню хвороби, але і дещо стимулювали розвиток симптомів.

Аналогічно, за внесення суспензії клітин штаму *B. subtilis* 16 у субстрат для вирощування рослин суттєвий інгібуючий ефект проти звичайної кореневої гнилі спостерігався на рослинах сорту Сяйво (до 33,2 %), який є найбільш сприйнятливим до хвороби (рис. 2).

Деякий супресивний ефект відмічено на сортах Себастьян (26,1 %) та

Антей (14,0 %). Штам *B. pumilus* 11 суттєво пригнічував розвиток хвороби на рослинах сорту Сяйво (до 43,2%), дещо менше – на сорті Антей (16,1 %). Проте, на стійких до хвороби сортах Нашадок та Світоч супресивного ефекту штамів бацил не спостерігали. Внесення в ризосферу суспензій клітин даних штамів не лише не супроводжувалося зменшенням розвитку хвороби, але навіть сприяло розвитку симптомів.

Рістстимулююча активність штамів р. *Bacillus* проявлялась у збільшенні кореневої та надземної маси проростків ячменю. Зокрема, це відмічали на сортах Себастьян та Антей. За внесення в ризосферу суспензії клітин штаму *B. subtilis* 16 маса коренів проростка збільшувалась у сорту Себастьян на 32,1 %, у сорту Антей – на 29,3 % (Рис.3).

Маса надземної частини проростка збільшувалась відповідно на 43,5 і 46,5 % (Рис. 4).

За використання суспензії клітин штаму *B. pumilus* 11 маса коренів та надземної частини проростка у сорту Антей збільшилась удвічі. Проте на

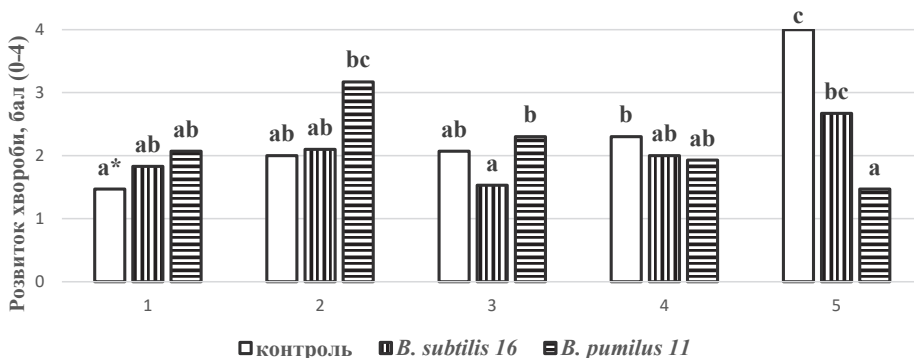


Рис. 2. Вплив штамів р. *Bacillus* на розвиток звичайної кореневої гнилі на сортах ячменю ярого.

Сорти: 1 – Нашадок, 2 – Світоч, 3 – Себастьян; 4 – Антей; 5 – Сяйво

Примітка: * - різні літери свідчать, що відмінність між середніми даними є істотною

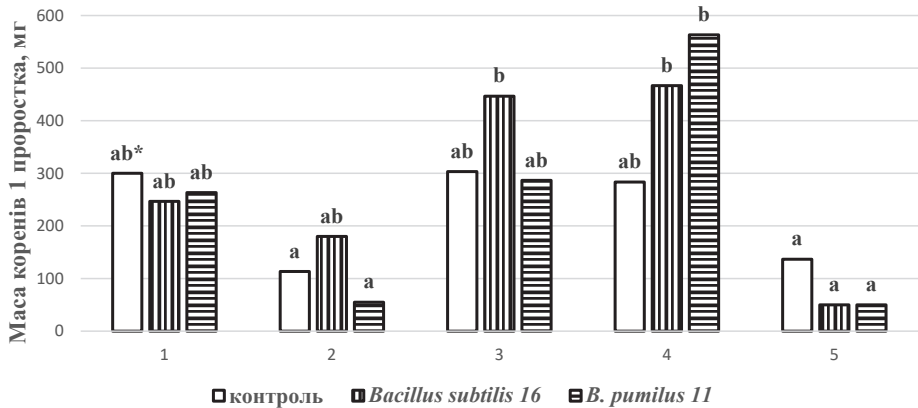


Рис. 3. Зміни маси коренів проростків ячменю ярого за обробки бактеріальними суспензіями штамів *B. subtilis* 16 та *B. pumilus* 11 на фоні зараження *B. sorokiniana*

Сорти: 1 – Нашадок; 2 – Світоч, 3 – Себастьян; 4 – Антей; 5 – Сяйво

Примітка: * - різні літери свідчать, що відмінність між середніми даними є істотною

стійких сортах Нашадок та Світоч, а також на найбільш сприйнятливому сорті Сяйво, збільшення ростових параметрів проростків не відмічали.

Отже, результати наших досліджень свідчать про вплив генетич-

ного компонента на біологічну ефективність мікробних штамів. Це може бути зумовлено кількома причинами. Наприклад, Notz et al. (2001) вважають, що генотип хазяїна на рівні виду та сорту суттєво впливає на

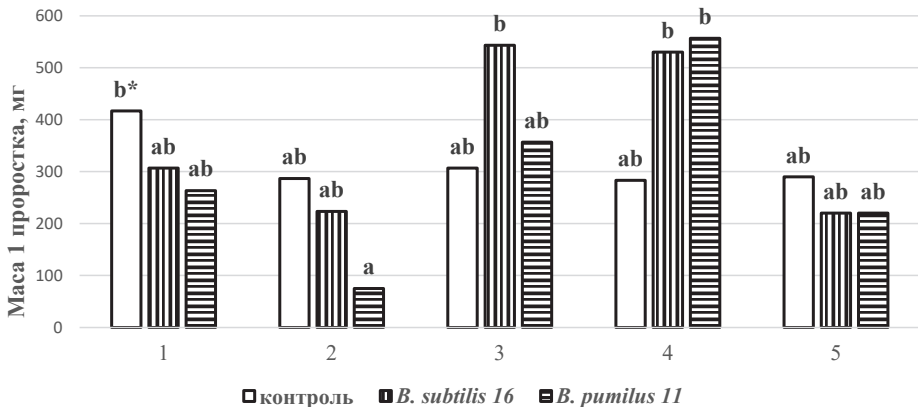


Рис. 4. Зміни маси надземної частини проростків ячменю ярого за обробки бактеріальними суспензіями штамів *B. subtilis* 16 та *B. pumilus* 11 на фоні зараження *B. sorokiniana*

Сорти: 1 – Нашадок; 2 – Світоч, 3 – Себастьян; 4 – Антей; 5 – Сяйво

Примітка: * - різні літери свідчать, що відмінність між середніми даними є істотною

синтез антимікробних речовин (антибіотиків) бактерією *Pseudomonas fluorescens* СНА0 в ризосфері пшениці, кукурудзи, квасолі та огірків. У дослідженнях Harman (2005) за високого рівня генетичної взаємодії між гібридами й сортами кукурудзи та штамом *Trichoderma* T22 найбільший рістстимулюючий ефект проявився тоді, коли сорт кукурудзи мав певну генетичну слабкість або спостерігався біотичний чи абіотичний стрес. І в наших дослідженнях найбільш ефективними виявилися обробки рослин ячменю штамами р. *Bacillus* тоді, коли сорти ячменю були сприйнятливі до хвороби, а не навпаки.

Можна припустили, що різниця в ефективності залежить лише від рівня стійкості сорту до хвороби. Стійкі сорти рослин або несуть гени стійкості (R-гени), спрямовані проти ефекторних генів патогена (специфічна стійкість), або належать до таксономічних груп, що перебувають за межами ареалу цих патогенів (неспецифічна стійкість) (Nurnberger & Lipka, 2005). Гриб *B. sorokiniana*, як типовий гемібіотроф, має багато генів вірулентності, проте вони менш специфічні, ніж гени більш спеціалізованих збудників. Стійкість сортів ячменю до цього патогена базується на багатьох механізмах (включаючи конститутивні бар'єри та індуковані реакції). Вони захищають рослинну тканину від інвазії будь-яким мікроорганізмом, незалежно від того, є він патогенним, нейтральним, чи навіть корисним для рослини.

Стійкість сорту можна розглядати як важливий фактор, який протистоїть бактеріальному інокулянту в ризоплані та філоплані стійких сортів. Проте на стійких сортах і розвиток хвороби відбувається повільніше, а

це твердження дещо суперечить нашому попередньому висновку про вищу ефективність штамів бацил при температурі 17 °С, коли розвиток темно-бурої плямистості відбувається повільніше, ніж при 25 °С (Kriuchkova, 2017). Крім того, штами бактерій можуть активувати захисні реакції рослин, збільшуючи тим самим стійкість до хвороби (Rudrappa et al., 2005), тому стійкість сорту є важливим, але не єдиним поясненням низької ефективності біопрепаратів на стійких сортах. Важливим механізмом біологічного контролю штамів р. *Bacillus* є здатність колонізувати тканини рослин, де вони повинні ефективно конкурувати з іншими мікроорганізмами за поживні речовини (Cawoy et al., 2011). Існує багато непрямих доказів того, що конкуренція між патогенними та непатогенними мікроорганізмами за поживні речовини є важливим чинником обмеження розвитку хвороб рослин (Pal & McSpadden Gardener, 2006).

Результати даних досліджень також є непрямим підтвердженням того, що рослинні екsudати в ґрунті та на поверхні рослини більше, ніж механізми стійкості, можуть впливати на ефективність штамів р. *Bacillus*. Відсутність супресивної дії бактеріального інокулянта на стійких до *B. sorokiniana* сортах ячменю можна пояснити обмеженою кількістю поживних речовин, що постачаються рослиною-хазяїном до непошкодженої тканини рослин. Чим більше пошкодження листків та коренів збудником хвороби, тим вища їхня колонізація штамами р. *Bacillus*, що призводить до зниження розвитку хвороби та стимулювання росту рослини саме на сприйнятливих до хвороб сортах із високою ураженістю.

Висновки і перспективи.

Штами *B. subtilis* 16 та *B. pumilus* 11 є досить перспективними для захисту рослин від грибних захворювань у складі біопрепаратів для рослинництва. Проте їхня ефективність залежить від низки факторів, зокрема, від стійкості сорту. Нами встановлено, що найвищу ефективність штами р. *Bacillus* проявляють на сортах ячменю ярого, сприйнятливих до хвороб. Водночас на стійких сортах зниження розвитку хвороб та стимулювання росту рослин не спостерігається. Низьку ефективність бактеріального інокулянту на стійких сортах можна пояснити, по-перше, механізмами стійкості рослини до хвороби, які активізуються у разі нанесення суспензії клітин бактерії на рослину і зменшують їхнє виживання в ризоплані та філоплані. По-друге, на сприйнятливих сортах суттєво вищий рівень руйнування рослинної тканини патогеном, що супроводжується підвищеним вмістом багатих на поживні речовини рослинних ексудатів та сприяє їхній колонізації штамами р. *Bacillus*.

Є необхідність у подальших дослідженнях особливостей взаємовідношень фітопатогенних грибів з антагоністичними бактеріями – потенційними агентами біологічного контролю, прямо та опосередковано, через рослину-хазяїна. Беручи до уваги специфіку зараження рослини тим чи іншим фітопатогеном, особливості формування стійкості та вплив цих факторів на колонізацію тканин бактеріями - антагоністами, можна підвищити ефективність біологічних препаратів, що так само сприятиме екологізації захисту сільськогосподарських культур від хвороб.

References

1. Tricase C., Amicarelli V., Lamonaca E., Rana R.L. (2018) Economic analysis of the barley market and related uses. Grasses as food and feed. / Ed. Z. Tadele Univ. of Bern, Switzerland. DOI: 10.5772/interchopen. 78967
2. Kim, Y.S., Balaraju, K., Jeon, Y.H. (2016) Biological characteristics of *Bacillus amyloliquefaciens* AK-0 and suppression of ginseng root rot caused by *Cylindrocarpum destructans*. *Journ Appl. Microbiol.*, 122. 166-179. <https://doi.org/10.1111/jam.13325>
3. Ding, T., Su, B., Chen, X., Xie, S., Gu, S., Wang, Q., Huang, D., Jiang, H. (2017) An endophytic bacterial strain isolated from *Eucommia ulmoides* inhibits southern corn leaf blight. *Front. Microbiol.*, 8, Article 903. DOI 10.3389/fmicb.2017.00903
4. Chowdhury, S.P., Uhl, J., Grosch, R., Alquerres, S., Pittroff, S., Dietel, K., Schmitt-Kopplin, P., Borriss, R., Hartmann, A. (2015) Cyclic lipopeptides of *Bacillus amyloliquefaciens* subsp. *plantarum* colonizing the lettuce rhizosphere enhance plant defense responses toward the bottom rot pathogen *Rhizoctonia solani*. *Mol Plant-Microbe Inter.*, 28. 984-995. <https://doi.org/10.1094/MPMI-03-15-0066-R>
5. Gond, S.K., Bergen, M.S., Torres, M.S., White, J. F. Jr. (2015) Endophytic *Bacillus* spp. produce antifungal lipopeptides and induce host defense gene expression in maize. *Microbiol Res.*, 172. 79-87. DOI: 10.1016/j.micres.2014.11.004
6. Kulimushi, P.Z., Arias, A.A., Franzil, L., Steel, S., Ongena, M. (2017) Stimulation of fengycin-type antifungal lipopeptides in *Bacillus amyloliquefaciens* in the presence of the maize fungal pathogen *Rhizomucor variabilis*. *Frontiers in Microbiol.* 8, article 850. DOI 10.3389/fmicb.2017.00850
7. Patyka, N.V., Patyka, T.I. (2020) Symbiotic microbial communities of insects: functioning and entomopathogenic action potential initiation on the example of *Bacillus*

- thuringiensis. Mikrobiol Z., 82(1). 62–73. (In Ukrainian). <https://doi.org/10.15407/microbiolj82.01.062>
8. Patyka, T.I., Patyka, N.V. (2020) *Bacillus thuringiensis* spp. *israelensis* and Control of *Aedes aegypti* Invasive Mosquitoes Species in Ecosystems. Mikrobiol Z., 82(5). 88–97. (In Ukrainian). <https://doi.org/10.15407/microbiolj82.05.088>
9. Notz, R., Maurhofer, M., Schnider-Keel, U., Duffy, B., Haas, D., Defago, G. (2001) Biotic factors affecting expression of the 2,4-diacetylphloroglucinol biosynthesis gene *phlA* in *Pseudomonas fluorescens* biocontrol strain CHA0 in the rhizosphere. Phytopathol. 91. 873-881. <https://doi.org/10.1094/PHTO.2001.91.9.873>
10. Huang, C. N., Lin, C. P., Hsieh, F. C., Lee, S. K., Cheng, K. C., & Liu, C. T. (2016). Characterization and evaluation of *Bacillus amyloliquefaciens* strain WF02 its biocontrol activities and genetic responses against bacterial wilt in two different regarding resistant tomato cultivars. World journal of microbiology & biotechnology, 32(11), 183. <https://doi.org/10.1007/s11274-016-2143-z>
11. Harman, G.E. (2006) Overview of mechanisms and uses of *Trichoderma* spp. Phytopathol., 96. 190-194. <http://dx.doi.org/10.1094/PHTO-96-0190>
12. Kriuchkova, L. (2017) Biological control of leaf disease of barley with *Bacillus* strain. Biologija, 63 (3). 289-295. <https://doi.org/10.6001/biologija.v63i3.3584>
13. Yoshida, S., Hiradate, S., Tsukamoto, T., Hatakeda, K., Shirata, A. (2001) Antimicrobial activity of culture filtrate of *Bacillus amyloliquefaciens* RC-2 isolated from mulberry leaves. Phytopathol., 91. 181-187. <http://dx.doi.org/10.1094/PHTO.2001.91.2.181>
14. Cawoy, H., Bettiol, W., Fickers, P., Ongena, M. (2011) *Bacillus*-based biological control of plant diseases, in: Stoytcheva, M. (Eds.), *Pesticides in the Modern World – Pesticides Use and Management*. IntechOpen, pp. 273-302. <http://www.intechopen.com/books/pesticides-in-the-modern-world-pesticides-use-and-management/bacillus-based-biological-control-of-plant-diseases>
15. De Vleeschauwer, D., Yang, Y., Cruz, C.V., Hofte, M. (2010) Absciscic acid-induced resistance against the brown spot pathogen *Cochliobolus miyabeanus* in rice involves MAP kinase-mediated repression of ethylene signaling. Plant Physiol., 152. 2036-2052. www.plantphysiol.org/cgi/doi/10.1104/pp.109.152702
16. Ownley, B.H., Weller, D.M., Thomashow, L.S. (1992) Influence of in situ and in vitro pH on suppression of *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici* by *Pseudomonas fluorescens* 2-79. Phytopathol. 82. 178-184.
17. Bateman, G.L. (1988) *Pseudocercospora anguioides*, a weakly pathogenic fungus associated with eyespot in winter wheat at a site in England. Plant Path. 37. 291 – 296
18. Kriuchkova L. (2016) *Korenevi i prykorenevi khvoroby pshenytsi* [Root and stem-base diseases of wheat]. NULESU, Kyiv, 164 p. (In Ukrainian)
19. Kriuchkova, L., Patyka, T., Shmyhel, T. (2017) In vitro potential of two *Bacillus* strains as biocontrol agents against plant pathogenic fungi. VI annual scientific conference «Biotechnology: accomplishment and hopes». NULESU, Kyiv. 24-25.
20. Nurnberger, T., Lipka, V. (2005). Non-host resistance in plants: new insights into an old phenomenon. Mol Plant Pathol. 6(3). 335-345. <https://doi.org/10.1111/j.1364-3703.2005.00279.x>
21. Rudrappa, T., Czymmek, K.J., Pare, P.W., Bais, H.P. (2008). Root-secreted malic acid recruits beneficial soil bacteria. Plant Physiol. 148. 1547-1556. DOI: <https://doi.org/10.1104/pp.108.127613>
22. Pal, K.K., McSpadden Gardener, B. (2006). Biological control of plant pathogens. in: *The Plant Health Instructor*. pp. 1-25. DOI 10.1094/PHI-2006-1117-02.

L.O. Kriuchkova, T. I. Patyka (2020). EFFICACY OF BACILLUS SPP. STRAINS AGAINST BARLEY DISEASES CAUSED BY BIPOLARIS SOROKINIANA ON CULTIVARS OF DIFFERENT RESISTANCE. BIOLOGICAL SYSTEMS: THEORY AND INNOVATION, 11(4): 66-75. <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Biologiya/article/view/14553>. <https://doi.org/10.31548/biologiya2020.04.006>.

Abstract. The effect of *Bacillus* strains, *B. subtilis* 16 and *B. pumilus* 11, on two barley diseases caused by *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoemaker has been studied. It was found that the activity depends on both the resistance of the cultivar against disease and the bacterial strain. The severity of spot blotch of barley decreased significantly when the cell suspension of *B. subtilis* strain 16 was sprayed on the leaves of disease-susceptible cultivars Nashchadok, but failed to inhibit the disease on the leaves of resistant cultivars. Applying the cell suspensions into plant growth media significantly inhibited the common root rot on susceptible cultivar Syaivo, which, however, was not accompanied by an increase in the biomass of seedlings. A significant increase in the weight of shoots and roots of seedlings was observed on cultivars with medium resistance to the disease: Sebastian and Antey.

Keywords: *Bacillus* spp., barley, biological control, *Bipolaris sorokiniana*, common root rot, spot blotch
