

Siddique K.H.M., Farooq M. Plant photosynthesis under heat stress: Effects and management. ЕЕВ, 2023. No. 206, Article 105178. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2022.105178>

УДК:581.1:579.64

**ОСОБЛИВОСТІ РЕАКЦІЇ РОСЛИН НА ДІЮ
КОМПЛЕКСІВ РИЗОСФЕРНИХ РОСТОСТИМУЛЮЮЧИХ
МІКРООРГАНІЗМІВ**

Комінарець О. Є., Мельникова Н. М., Коць С.Я.

Інститут фізіології рослин і генетики Національної академії наук
України

E-mail:anqueitas@ukr.net

Протягом життєвого циклу рослини взаємодіють зі значною кількістю мікроорганізмів, зокрема прикореневою мікрофлорою, функціонування якої є одним із найважливіших факторів впливу на ріст і розвиток, а також продуктивність рослинного організму. Серед ростостимулюючих ризосферних мікроорганізмів найвідоміші бактерії родів *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Rhizobium*, *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Enterobacter* [1, 2]. Водночас, надзвичайно важливу роль у покращенні розвитку рослин відіграють везикулярно-арбускулярні гриби та гриби-аскоміцети роду *Trichoderma*, які також зустрічаються у ризосфері рослин [1, 2].

Основними властивостями ризобактерій, що лежать в основі їх ростостимулюючої активності, є здатність мобілізувати необхідні для живлення рослин мінеральні елементи з важкодоступних форм, контролювати рівень фітопатогенів у прикореневій зоні, секретуючи речовини з антибіотичною дією, продукувати фітогормони та інші біологічно активні метаболіти, які разом з іншими чинниками відіграють суттєву роль у підвищенні ступеня реалізації життєвого потенціалу рослин [1, 2]. Інтродукція в ризосферу ростостимулюючих бактерій є одним із найбільш перспективних шляхів вирішення проблеми збільшення урожайності цінних сільськогосподарських культур [1, 3] для забезпечення продовольством зростаючої кількості населення Землі, що особливо важливо в умовах глобальних кліматичних змін та під час реалізації концепції сталого розвитку.

Експериментальна ботаніка і фізіологія рослин

Літературні дані вказують на здатність різних видів ризобактерій, у разі використання їх для інокуляції рослин як монокультури, впливати на перебіг фізіологічних процесів, зокрема фотосинтезу, транспорту поживних речовин, функціонування захисних механізмів [2, 3], а також на синтез біологічно активних речовин, наприклад флавоноїдів, осмолітів, фітогормонів [1, 4], що обумовлює активізацію проростання насіння, вегетативний ріст рослин і збільшення їх продуктивності [1]. Зазначене вище вказує на те, що рослини реагують на дію ризосферної мікрофлори різнорівнево, а саме: шляхом регуляції біосинтетичних процесів у клітинах, змін у спрямованості функціонування окремих систем і органів, а також модифікації вегетативної маси й урожайності.

Натомість, змішані мікробні композиції, до складу яких входять два і більше видів і/або штамів мікроорганізмів можуть більшою мірою впливати на ріст і розвиток рослин, з огляду на можливість синергічної дії їх компонентів, яку забезпечують різні набори ростостимулюючих властивостей. Тобто, поєднання ризобактерій, які характеризуються, наприклад, азотфіксувальною активністю, з фосфатмобілізувальними мікроорганізмами має більший стимулюючий вплив на ріст і розвиток рослин та їх продуктивність порівняно з використанням окремих складових бінарної композиції [5], оскільки змішана мікробна культура здатна забезпечити збалансованіше живлення рослинного організму за рахунок надходження в прикореневу зону відразу двох важливих мінеральних елементів, а саме азоту і фосфору.

Полікомпонентні мікробні культури, на відміну від монокультур, за рахунок більшої кількості ризосферних мікроорганізмів у їх складі можуть активувати ширше коло біохімічних і фізіологічних процесів, викликаючи суттєвіші зміни метаболізму рослин та їх морфометричних показників. Було показано, що інтродукція в ризосферу рослинного організму композицій ростостимулюючих ризобактерій привела до збільшення вегетативної маси рослин та вмісту у надземній масі мінеральних елементів, інтенсифікації фотосинтезу та активізації ферментних систем, тоді як використання досліджуваних ризосферних мікроорганізмів у вигляді монокультур мало значно

Експериментальна ботаніка і фізіологія рослин

менший ефект на ці показники [1, 3, 5]. Численні дослідження відзначають більш виражений стимулюючий вплив мікробних комплексів ризобактерій при формуванні симбіотичних та асоціативних взаємовідносин з рослинами, на що вказує, зокрема, істотніша активізація бульбочкоутворення на коренях бобових рослин, суттєвіше підвищення рівня азотфіксації в прикореневій зоні злакових культур та вмісту азоту в надземній частині, а також значне збільшення вегетативної маси порівняно до варіантів, де для інокуляції використовували бактеріальні монопрепарати [1, 5]. Прикладом реакції рослин на дію змішаних культур мікроорганізмів є також суттєве збільшення вмісту різних метаболітів і значне розширення спектру органічних сполук у корневих виділеннях [4]. Необхідно вказати на існування відмінності не лише у спрямованості відгуку рослин на дію композицій ризосферних мікроорганізмів та окремих штамів ризобактерій, які входять до складу цих композицій, а й у швидкості реакції [4], яка може бути обумовлена видовими чи сортовими особливостями рослинного організму, а також мікробною активністю. Важливо відзначити, що мікроорганізми в змішаних культурах можуть значно впливати на ступінь прояву ростостимулювальних властивостей кожним із них [1, 5]. Це, разом з іншими чинниками, наприклад, абіотичними і біотичними стресовими факторами довкілля, може бути опосередкованим механізмом, який демонструє особливість формування рослинно-мікробних систем за участі комплексів прикореневої мікрофлори.

Незважаючи на значний прогрес у вивченні різних аспектів впливу змішаних композицій ризобактерій на рослини, залишається багато запитань, відповіді на які—дозволять розширити наші уявлення про механізми взаємодії рослинного організму із прикореневою мікробною спільнотою. Встановлення особливостей реакції рослин на вплив ризосферних мікроорганізмів із ростостимулюючою активністю у моно- та полікультурах має велике значення для розробки ефективних мікробних комплексів і новітніх технологій при створенні багатокомпонентних рослинно-мікробних систем із метою їх використання у землеробстві та відновленні екосистем.

Список літератури

1. Melnykova N. M. Rhizosphere microorganisms as a factor

Експериментальна ботаніка і фізіологія рослин

- influencing the rhizobia-legume symbiosis/ N. M. Melnykova, L. M. Mykhalkiv, S. V. Omelchuk, S. K. Beregovenko// Fiziol. Rast. Genet. – 2018. – N 4(50). – P. 299–321.
2. Bhat M. A. Plant growth promoting rhizobacteria in plant health: a perspective study of the underground interaction/ M. A. Bhat, A. K. Mishra, S. Jan, M. A. Bhat, M. A. Kamal, S. Rahman, A. A. Shah, A. T. Jan// Plants. – 2023. – N 12. – P. 629.
 3. Begum N. Co-inoculation of arbuscular mycorrhizal fungi and the plant growth-promoting rhizobacteria improve growth and photosynthesis in tobacco under drought stress by up-regulating antioxidant and mineral nutrition metabolism/ N. Begum, L. Wang, H. Ahmad, K. Akhtar, R. Roy, M. I. Khan, T. Zhao// Microb. Ecol. – 2022. – N 4(83). – P. 971–988.
 4. Morel M. A. The pattern of secreted molecules during the co-inoculation of alfalfa plants with *Sinorhizobium meliloti* and *Delftia* sp. strain JD2: an interaction that improves plant yield/ M. A. Morel, C. Cagide, M. A. Minteguiaga, M. S. Dardanelli, S. Castro-Sowinski// МРМІ. – 2015. – N2(28). – P. 134–142.
 5. Коць С. Я. Биологическая фиксация азота: бобово-ризобияльный симбиоз/ С. Я. Коць, В. В. Моргун, В. Ф. Патыка, С. М. Маличенко, П. М. Маменко, Д. А. Киризий, Л. М. Михалкив, С. К. Береговенко, Н. М. Мельникова. – Киев: Логос, 2011. – Т. 2. – 523 с.

УДК 547.979.7 + 547.495.2 + 633.11 303.723

ВЗАЄМОЗВ'ЯЗОК ВМІСТУ ФОТОСИНТЕТИЧНИХ ПІГМЕНТІВ І ЕЛЕМЕНТІВ ПРОДУКТИВНОСТІ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО ПІД ЧАС ПІДЖИВЛЕННЯ КАРБАМІДОМ

Конончук О. Б., Герц А. І., Прокопів І. Б.

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

E-mail: kononchuk@chem-bio.com.ua, herts@chem-bio.com.ua,
prokopiv@chem-bio.com.ua

Ячмінь є важливою зерною культурою, що вирощується на харчові, кормові і технічні потреби. В Україні культура