

про рівень забруднення на конкретній території за певний проміжок часу та про склад і об'єми викидів забруднювальних речовин; оцінку рівня та ступеня небезпеки забруднення для навколишнього середовища та життєдіяльності населення.

Список використаних джерел

1. Альона Вишницька. Повітря під час війни. Чому важливо моніторити забруднення та розповісти про це. – URL: <https://ua.boell.org/uk/2022/11/16/povitrya-pid-chas-viyny-chomu-vazhlyvo-monitoryty-zabrudnennya-ta-rozpovidaty-pro-tse>

2. Веб-сайт EPA Air Data. Управління якістю повітря - моніторинг навколишнього повітря. – URL: <https://www.epa.gov/air-quality-management-process/managing-air-quality-ambient-air-monitoring>

УДК 631.8.022.3

Маслоїд А.П., аспірант

Інститут агроєкології і природокористування
НААН (м. Київ, Україна)

ВПЛИВ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ ТА ПЕРЕДПОСІВНОЇ ІНОКУЛЯЦІЇ НА ФОСФАТМОБІЛІЗУВАЛЬНІ БАКТЕРІЇ РИЗОСФЕРИ ЦУКРОВОГО БУРЯКУ

Анотація. У статті наведено результати досліджень впливу систем удобрення та передпосівної інокуляції на фосфатмобілізувальні бактерії ризосфери цукрового буряку. Для бактеризації насіння було взято: Поліміксобактерин (на основі бактерій *Bacillus pabuli*, які здатні до трансформації важкорозчинних неорганічних фосфатів та органофосфатів, а також до продукування речовин фітогормональної дії) та комплекс Поліміксобактерин+*Trichoderma* (*Trichoderma harzianum* IA115 зданий до руйнування рослинних залишків та покращення структури ґрунту). Проведення мікробіологічного аналізу ґрунту ризосфери буряку без бактеризації насіння свідчить, що розвиток мікроорганізмів, які розчиняють мінеральні форми фосфатів, залежить від агрофону. Застосування як мінеральних, так і органо-мінеральних добрив стимулює розвиток досліджуваної групи мікроорганізмів. Для формування угруповання мікроорганізмів, які мобілізують важкорозчинні мінеральні фосфати в ризосфері рослин буряку (без бактеризації насіння), є застосування $N_{160}P_{120}K_{160}$ із додаванням гною 32 т/га. Для формування угруповання мікроорганізмів, які мобілізують органофосфати, оптимальним є використання лише мінеральних добрив у кількості $N_{160}P_{120}K_{160}$.

Ключові слова: цукровий буряк, фосфатмобілізувальні бактерії, органо-мінеральні добрива.

Вступ. Використання бактеріальних препаратів є рекомендованим елементом біологічного землеробства та частиною екологічно безпечної і ресурсозберігаючої технології вирощування цукрових буряків. Широко відомим є факт позитивного впливу мікробних препаратів на рослини буряку та опубліковані дані про використання їх ефективних композицій, що дають змогу підвищити урожай цих коренеплодів [4; 7]. Такий вплив мікроорганізмів на рослини буряку може бути зумовлений різними чинниками, наприклад продукуванням мікроорганізмами симуляторів росту, синтезом сидерофорів чи ферментів здатних регулювати рівень рослинних гормонів або їх здатність до солубілізації важливих мінеральних речовин, таких як фосфор [1].

Отже, для того щоб забезпечити найбільш ефективне використання обмежених запасів фосфорних добрив і уникнути в майбутньому їх нестачі, необхідно вивчати та широко застосовувати у практиці сільськогосподарського виробництва засоби, що сприяють розвитку фосфатмобілізувальних мікроорганізмів у ризосфері рослин, які забезпечать ефективне використання цього елемента як із ґрунтових запасів, так і з внесених добрив [10].

Тому метою дослідження постало встановлення впливу різних систем удобрення та бактеріальних препаратів на чисельність фосфатмобілізувальних мікроорганізмів у ризосфері буряку.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Чисельні публікації закордонних і вітчизняних дослідників свідчать про надзвичайно важливе значення мікроорганізмів у ґрунтоутворенні й підтриманні родючості ґрунтів, а також про їх глобальну роль у збагаченні ґрунтів доступними

сполуками азоту, за рахунок азотфіксації атмосферного азоту та фосфору, завдяки мобілізації його з важкорозчинних неорганічних та органічних сполук [3; 6; 9; 12].

Загальновідомо, що мікроорганізми, здатні мобілізувати фосфати, сприяють росту рослин, і часто це супроводжується синтезом рослинних гормонів (ауксинів, гіберелінів тощо). Kudoyarova G.R. із співавторами показали ступінь внеску цих характеристик у стимулювання росту рослин [8].

Крім того, існують дослідження щодо чисельності фосфатмобілізуючих бактерій у чорноземі та трансформації фосфору в кореневій зоні рослин кукурудзи за умов впливу бактеріальних препаратів [16]. Експериментально було показано, що за умов бактеризації насіння кукурудзи та обробки рослин у фазі 3–5 листків або 7–9 листків у їх кореневій зоні зростає чисельність бактерій, які гідролізують органічні фосфати на 54% (до 24,2 млн/г ґрунту), і тих, що розчиняють мінеральні фосфати кальцію на 145% (до 26,0 млн/г ґрунту). [2].

Аналіз літературних джерел дає можливість стверджувати, що незважаючи на існуючий суттєвий обсяг досліджень групи фосфатмобілізувальних мікроорганізмів, залишається низка нерозкритих питань щодо впливу різноманітних чинників, у тому числі й добрив, на їх чисельність у ризосфері рослин, зокрема буряку цукрового.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження проводили на полях Сквирської дослідної станції органічного виробництва Інституту агроєкології і природокористування НААН загальноприйнятим методом у 2019–2021 рр.

Схема досліду

Варіанти інокуляції насіння перед сівбою:

1. Контроль без бактеризації.
2. Обробка Поліміксобактерином.
3. Обробка сумішшю Поліміксобактерин+*Trichoderma*.

Оброблене насіння висаджено в ґрунт на фоні удобрення:

1. Контроль без внесення добрив.
2. N₁₆₀P₁₂₀K₁₆₀.
3. Гній 32 т/га+ N₁₆₀P₁₂₀K₁₆₀.

Поліміксобактерин – препарат на основі бактерій *Penybacillus polimuxa*, які здатні до трансформації важкорозчинних неорганічних фосфатів та органофосфатів, а також до продукування речовин фітогормональної дії. Препарат на основі *Trichoderma harzianum* IA115 зданий до руйнування рослинних залишків та покращення структури ґрунту.

Результати та їх обговорення. Мікробіологічний аналіз ґрунту ризосфери буряку без бактеризації насіння свідчить, що розвиток мікроорганізмів, які розчиняють мінеральні форми фосфатів, залежить від агрофону. Застосування як мінеральних, так і органо-мінеральних добрив стимулює розвиток досліджуваної групи мікроорганізмів.

Найбільше сприяло розвитку бактерій, що мобілізують мінеральні фосфати, за такої обробки насіння, внесення мінеральних добрив N₁₆₀P₁₂₀K₁₆₀. Ймовірно, саме такий мінеральний фон у ґрунті є найбільш сприятливим для розвитку інтродукованих бактерій *Bacillus polimuxa*, що містить Поліміксобактерин.

Використання для передпосівної бактеризації насіння Поліміксобактерин+*Trichoderma* у порівнянні з обробкою просто Поліміксобактерином є більш ефективним, сприяє зростанню чисельності бактерій на 64% на фоні N₁₆₀P₁₂₀K₁₆₀ та знижується на 14% на фоні внесення гній ґною 32 т/га+N₁₆₀P₁₂₀K₁₆₀. Тобто найбільш ефективно використання комплексу Поліміксобактерин+*Trichoderma* (як і для Поліміксобактерину) можливе лише на фоні мінеральних добрив, які, ймовірно, є найбільш сприятливим для розвитку інтродукованих мікроорганізмів.

Оптимальним для розвитку мікроорганізмів, які розчиняють мінеральні форми фосфатів у ризосфері рослин буряку, є застосування мінеральних добрив N₁₆₀P₁₂₀K₁₆₀. Додавання ґною 32 т/га до мінеральних добрив за умов висіву бактеризованого насіння призводить до істотного зниження чисельності бактерій, що розчиняють мінералофосфати. Так, внесення як мінеральних добрив, так і органо-мінеральних добрив при висіві бактеризованого насіння стимулює розвиток бактерій, які розчиняють органофосфати. Найоптимальним для формування угруповання мікроорганізмів, що гідролізують органофосфати у ризосфері рослин буряку, є обробка насіння Поліміксобактерин+*Trichoderma* та внесення мінеральних добрив N₁₆₀P₁₂₀K₁₆₀. Ймовірно, мікроорганізми, які

містить гній, виступають конкурентами для інтродукованих бактерій за поживні речовини і саме за рахунок цього їх кількість на органо-мінеральних добривах менша, ніж на мінеральних.

Висновки. Оптимальним для формування угруповання мікроорганізмів, які мобілізують важкорозчинні мінеральні фосфати в ризосфері рослин буряку (без бактеризації насіння), є застосування $N_{160}P_{120}K_{160}$ із додаванням гною 32 т/га. Для формування угруповання мікроорганізмів, які мобілізують органофосфати, оптимальним є використання мінеральних добрив $N_{160}P_{120}K_{160}$.

Застосування мікробних препаратів здатне суттєво впливати на збільшення чисельності бактерій, які розчиняють органічні форми фосфатів у ризосфері рослин буряку, як на мінеральному, так і на органо-мінеральному фоні. Для розвитку мікроорганізмів, які розчиняють мінеральні форми фосфатів у ризосфері бактеризованих рослин буряку, найбільш сприятливим є застосування мінеральних добрив. Оптимальним для розвитку мікроорганізмів, які розчиняють мінеральні форми фосфатів у ризосфері рослин буряку, є обробка насіння Поліміксобактерин+*Trihoderma* і застосування мінеральних добрив $N_{160}P_{120}K_{160}$. Найбільш оптимальним для формування угруповання мікроорганізмів, що гідролізують органофосфати у ризосфері рослин буряку, є обробка насіння Поліміксобактерин+*Trihoderma* та внесення мінеральних добрив $N_{160}P_{120}K_{160}$.

Список використаних джерел

1. Глазко В.И. Генетически модифицированные организмы: от бактерий до человека / Под.ред. Н.В. Ройка. Киев: КВЦ, 2002. 209 с.
2. Дмитрук Ю.М., Собко В.І. Вміст та перерозподіл фосфору в ґрунтах агроєкосистеми західного лісостепу. *Агроєкологічний журнал*. 2018. №. 2. С. 38–44. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2018.157571>
3. Літвінова В.В., Лаврентьєва К.В., Скляр Т.В. Роль ґрунтової мікрофлори у процесах мобілізації фосфору з його малорозчинних сполук. *Вісник проблем біології і медицини*. 2018. №1 (142). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-gruntovoyi-mikroflori-u-protsehah-mobilizatsiyi-fosforu-z-yogo-malorozchinnih-spoluk>
4. Патики В.П., Мельничук Т.М., Шерстобоев М.К. та ін. Біотехнологія ризосфери овочевих рослин: монографія / за наук. ред. В.П. Патики. Київ: Едельвейс і К, 2015. 264 с.
5. Токмакова Л.М., Шевченко Л.А., Ларченко І.В., Лепеха О.П. Чисельність фосфат-мобілізівних бактерій у чорноземі вилуженому та трансформація фосфору в кореневій зоні рослин кукурудзи за впливу поліміксобактерину. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2018. Вип. 28. С. 53–62. DOI: <https://doi.org/10.35868/1997-3004.28.53-62>
6. Bi Q.-F., Li K.-J., Zheng B.-X., Liu X.-P., Li H.-Z. Partial replacement of inorganic phosphorus (P) by organic manure reshapes phosphate mobilizing bacterial community and promotes P bioavailability in a paddy soil. *Science of The Total Environment*. 2020. Vol. 703. P. 134977. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134977>.
7. Demyanyuk O.S., Mudrak O.V., Masloyid A.P., Mudrak G.V. Ecologically comparative effect of bacterial preparations on field germination of sugar beets. *Збалансоване природокористування*. 2020. No. 2. P. 66–72. DOI: <https://doi.org/10.33730/2310-4678.2.2020.208810>
8. Kudoyarova G.R., Vysotskaya L.B., Arkhipova T.N. et al. Effect of auxin producing and phosphate solubilizing bacteria on mobility of soil phosphorus, growth rate, and P acquisition by wheat plants. *Acta Physiol Plant*. 2017. Vol. 39. P. 253. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11738-017-2556-9>.
9. Kumar A. Phosphate solubilizing bacteria in agriculture biotechnology: diversity, mechanism and their role in plant growth and crop yield. *International Journal of Advanced Research*. 2016. Vol. 4, Issue 4. P. 116–124. DOI: <https://doi.org/10.21474/IJAR01/111>.
10. Maçık M., Gryta A., Fraç M. Biofertilizers in agriculture: An overview on concept, strategies and effects on soil microorganisms. *Advances in Agronomy*. 2020. Vol. 162. P. 31–87.
11. Samaddar S., Chatterjee P., Truu J., Anandham R., Kim S., SaT. Long-term phosphorus limitation changes the bacterial community structure and functioning in paddy soils. *Applied Soil Ecology*. 2019. Vol. 134. P. 111–115. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2018.10.016>.
12. Shrivastava M., Srivastava P.C., D'Souza S.F. Phosphate-Solubilizing Microbes: Diversity and Phosphates Solubilization Mechanism. *Role of Rhizospheric Microbes in Soil*. 2018. P. 137–165. DOI: https://doi.org/10.1007/978-981-13-0044-8_5.