

нею спеціалісти поширювали отримані знання, що сприяло загальному зростанню продуктивності сільського господарства. Попри певні труднощі з матеріально-технічним забезпеченням, школа продовжувала розширювати свої наукові можливості та сприяти підготовці кваліфікованих аграрних спеціалістів. Її діяльність заклала міцний фундамент для подальшого розвитку аграрної науки в Україні, забезпечуючи передумови для вдосконалення сільськогосподарських технологій та підвищення врожайності основних сільськогосподарських культур.

Список літератури:

1. Кафедра технологій в рослинництві. Львівський Національний Університет Ветеринарної Медицини та Біотехнологій. URL: <https://lnup.edu.ua/en/kaftekhuros> (дата звернення: 03.04.2025).
2. Клименко М. Б. Становлення рільничої школи Дублян як освітньо-накового осередку у 1856-1876 рр. Історія науки і біографістика. 2025. № 1. doi.org/10.31073/istnauka202501-05
3. Rolnik : czasopismo dla gospodarzy wiejskich : organ urzędowy c. k. galicyjskiego Towarzystwa gospodarskiego. T.6, [Zeszyt 3] (marzec 1870)
4. Surzycki, S. Rozwój wiedzy rolniczej w Polsce. Krakow: Ksiegarnia Gebethnera i Wolffa. 1928, 329 s.

УДК: 581.1:579.64

**РОЛЬ РИЗОСФЕРНИХ МІКРООРГАНІЗМІВ У
ФОРМУВАННІ БОБОВО-РИЗОБІАЛЬНОГО СИМБІОЗУ**

Комінарець О. Є. Обезюк І. М.

Інститут фізіології рослин і генетики Національної академії
наук України

E-mail: anqueitas@ukr.net

Створення нових високоврожайних сортів зернових культур, що позитивно реагують на великі дози азотних добрив, спричинило зелену революцію в сільському господарстві та стало причиною більш, ніж десятикратного збільшення врожайності

аграрних культур у країнах, що розвиваються. Разом із тим надмірне використання синтетичних добрив стало причиною виникнення численних екологічних проблем, таких як глобальне потепління, забруднення ґрунтових вод, порушення колаобігу азоту в природі, тощо. Слід також зазначити, що мінеральні азотні добрива потребують для свого виробництва значних витрат енергії та коштів. У зв'язку з цим виникла потреба в нових джерелах азоту, на заміну штучно синтезованим добривам. Біологічна фіксація азоту – здатність ґрунтових бактерій у симбіозі з бобовими рослинами перетворювати атмосферний N_2 у легкозасвоюваний аміак може бути надзвичайно перспективною альтернативою використання синтетичних азотних добрив [5]. Важливу роль у процесі життєдіяльності рослин, зокрема бобових, відіграють ґрунтові мікроорганізми прикореневої зони. Серед відомих і найбільш досліджуваних представників можна виокремити бактерії таких родів як *Pseudomonas*, *Azotobacter*, *Azospirillum* та інші. Активно населяючи ризосферу, вони можуть впливати на ріст і розвиток рослин, використовуючи прямі та непрямі механізми. Пряма дія полягає в збільшенні доступних форм корисних мінералів, таких як фосфор, калій, залізо, а також у впливі на рівень азотфіксувальної активності, синтезі фітогормонів. Непряма, здебільшого, направлена на обмеження розвитку фітопатогенів [4]. Тому аналіз впливу мікробних ґрунтових спільнот на формування і ефективність бобово-ризобіального симбіозу на сьогоднішній день є актуальним.

Мікроорганізми прикореневої зони фіксують атмосферний азот в сполуки, які є доступними для рослин, підтримують ростові процеси, а також виступають в якості джерел азоту, що позитивно впливає на формування проростків. Крім того, мікрофлора прикореневої зони здатна продукувати речовини, що мають стимулюючу властивість, такі як вітаміни, фітогормони [2], а також метаболіти, що можуть пригнічувати ріст мікроорганізмів і рослин. Слід зазначити, що рівень впливу речовин-стимуляторів корелює з їх концентрацією в ризосфері.

Мікроорганізми ризосфери окрім здатності до впливу на розвиток рослин також беруть участь в процесі формування бактеріальної мікрофлори, здійснюючи регуляцію кількості бактерій, зокрема, через виділення специфічних метаболітів. До

того ж, ґрунтові бактерії проявляють антагоністичну активність, чим ослаблюють вплив фітопатогенів, відповідно зменшуючи симптоми прояву хвороб у рослин. Цей вид активності притаманний для бактерій родів *Azotobacter*, *Bacillus*, *Azospirillum* та інших.

Серед усієї різноманітності ризосферних бактерій рослин, зокрема бобових, окрему групу складають ризобії, які формують симбіоз і утворюють бульбочки – орган, у якому відбувається асиміляція азоту [1]. У сільському господарстві набуває поширення застосування інокуляції бобових культур для поліпшення їх росту і розвитку та підвищення урожайності. Ефективність симбіозу бульбочкових бактерій і бобових рослин залежить серед іншого і від впливу мікроорганізмів, що населяють прикореневу зону, а також комплексної дії факторів, таких як: розмір популяцій бактеріальної мікрофлори і їх конкурентноздатність, сумісність рослини з певним штамом, умови вирощування рослин, склад ґрунтів і їх температура. Всі ці фактори впливають також на склад мікробної спільноти та їх ростостимулюючий потенціал і функціональну активність.

Літературні джерела вказують на позитивний ефект від інокуляції насіння бобових культур суспензією швидко або повільнорослих ризобій і ґрунтових мікроорганізмів, більшість із яких здатні виділяти речовини рістстимулюючої і антибіотичної дії, а також мобілізувати важливі мінеральні елементи, необхідні для росту рослин, чим і пояснюється їх ефекторна дія.

У процесі азотного живлення бобові рослини витрачають молекули АТФ, тож їм життєво необхідний фосфор, до складу яких він входить. Це пояснює важливу роль в ризосфері фосфатмобілізуючих бактерій, адже за низького вмісту фосфору ризобії проникають у корінь, але не формують бульбочок.

Деякі ризосферні бактерії можуть частково нівелювати температурні зміни в зоні кореня, що позитивно позначається на рівні азотфіксувальної активності. Зафіксовані також випадки позитивного впливу фосфатмобілізуючих і ростостимулюючих мікроорганізмів у складі композицій з ризобіями на урожай сої в умовах низького рН ґрунту.

Проте, позитивний вплив ризобактерій на розвиток симбіозу бобових рослин і бульбочкових бактерій

спостерігається не завжди. Результати досліджень науковців Інституту мікробіології і вірусології ім Д.К. Заболотного НАН України вказують, що характер впливу бактерій роду *Azotobacter* та *Bacillus* sp. є неоднозначним і як правило залежить від складу і співвідношення бактеріальних агентів у бінарних інокулянтах [3].

Отже, ґрунтові ризосферні мікроорганізми відіграють важливу роль в процесі росту, розвитку, живленні і формуванні урожайності рослин, захисті їх від стресових факторів, а також беруть участь в регулюванні бобово-ризобіального симбіозу. Для забезпечення ефективної рослинно-мікробної взаємодії доцільно всебічно досліджувати властивості інтродукованих мікроорганізмів та мікробіоти прикореневої зони рослин за різних ґрунтово-кліматичних умов вирощування.

Список літератури

1. Особливості взаємодії рослин і азотфіксуючих мікроорганізмів: монографія. / Коць С. Я., Береговенко С. К., Кириченко О. В., Мельникова Н. М. Київ: Наук. думка, 2007. 315 с.
2. Коць С. Я., Грищук О. О. Фітогормональна регуляція бобово-ризобіального симбіозу. Фізіологія рослин і генетика. 2019. Том. 51, № 1. С. 3–27.
3. Мельникова Н. М., Булаченко Л. В., Курдиш І. К. Формування і функціонування бобово-ризобіального симбіозу у рослин сої при інтродукції штамів родів *Azotobacter* і *Bacillus*. Прикладна біохімія і мікробіологія. 2002. Том. 38, № 4. С. 427–432.
4. Alemneh A. A., Zhou Y., Ryder M. H., Denton M. D. Mechanisms in plant growth-promoting rhizobacteria that enhance legume–rhizobial symbioses. Journal of Applied Microbiology. 2020. Vol. 129, No 5. P. 1133–1156.
5. Saha B., Saha S., Das A., Bhattacharyya P.K., Basak N., Sinha A.K., Poddar P. Biological Nitrogen Fixation for Sustainable Agriculture. Agriculturally Important Microbes for Sustainable Agriculture. 2017. P. 81–128.