

ВИЗНАЧЕННЯ СУМІСНОСТІ БАКТЕРІАЛЬНИХ ІНОКУЛЯНТІВ НАСІННЯ СОЇ З ПРОТРУЙНИКАМИ: МЕТОДОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ І ШЛЯХИ ЇХ ВИРІШЕННЯ

Краснопірка В.А.

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Невід'ємною складовою інтенсивної технології вирощування сої є застосування бактеріальних інокулянтів. Вони необхідні для забезпечення біологічної фіксації атмосферного азоту та зниження потреби у внесенні мінеральних азотних добрив [1, 4].

Основними компонентами інокулянтів для сої є бактерії роду *Bradyrhizobium*, зокрема *B. japonicum* та *B. elkanii*. Ці мікроорганізми вступають у симбіотичні взаємини з рослиною, проникаючи в тканини коренів та формуючи бульбочки, в яких відбувається фіксація атмосферного азоту (N_2) у форму, доступну для засвоєння рослиною. [4].

Перші спроби цілеспрямованого використання бактеріальних інокулянтів у сільському господарстві припадають на кінець XIX століття. У 1895 році в Німеччині було вперше комерційно впроваджено препарат *Nitragin*, що містив азотфіксуючі бактерії роду *Rhizobium*, призначені для інокуляції деяких бобових культур. Спеціалізовані інокулянти для сої, які містять *Bradyrhizobium spp.*, почали широко використовуватися лише з середини XX століття, передусім у США, Бразилії та Канаді, а згодом — і в інших країнах, зокрема в Україні [1, 4].

Ефективність застосування бактеріальних інокулянтів для сої підтверджена численними науковими дослідженнями. За умови правильного внесення та відповідних агроекологічних умов інокуляція сприяє підвищенню урожайності, поліпшенню якості зерна та зниженню витрат на мінеральні добрива. Отже, інокулянти є науково обґрунтованим інструментом біологізації землеробства [2].

Інокулянти для сої виробляються в різних препаративних формах. Найпоширенішими є рідкі інокулянти, які зазвичай наносять на насіння одночасно з обробкою фунгіцидно-інсектицидними протруйниками. До складу таких препаратів додають прилипачі та біопротектори, які не мають прямої біологічної дії, проте забезпечують стабільність препарату, підвищують виживання бактерій на поверхні насіння та сприяють ефективнішому формуванню симбіозу з рослинами [1, 3].

Сухі інокулянти, до яких належать порошкові та торф'яні форми, зазвичай застосовуються шляхом нанесення на поверхню насіння безпосередньо перед висівом (часто у бункері сівалки). У їх складі також присутні прилипачі, функція яких полягає у покращенні фіксації бактерій на насінні. Найчастіше для цього використовують природні полімери, зокрема целюлозу, крохмаль або їх похідні, а також мінеральні компоненти, такі як талькографіт.

Усі форми інокулянтів потребують дотримання відповідного режиму під час зберігання та застосування, зокрема захисту від пересихання, перегріву й прямого сонячного випромінювання. Досягнення високої ефективності інокуляції можливе лише за умови точного виконання технологічних вимог, що забезпечують життєздатність бактерій та успішне формування симбіотичних структур. Водночас варто зазначити, що низка технологічних рекомендацій виробників інокулянтів — зокрема роздільне внесення протруйника та інокулянта, обмежений термін зберігання обробленого насіння (не більше 48 годин), а також попереднє зволоження насіння перед нанесенням сухих форм — у виробничих умовах великих сільськогосподарських підприємств є складними для реалізації, а в окремих випадках — практично нездійсненними.

На відміну від невеликих фермерських господарств, агрохолдинги, що вирощують сою на площах у кілька тисяч гектарів, змушені розпочинати підготовку посівного матеріалу за кілька тижнів, а іноді й місяців до початку посівної кампанії. Поширена практика, коли бактеріальний інокулянт і хімічний протруйник наносяться одночасно, у складі єдиної бакової суміші, яка до того ж використовується протягом кількох годин. Крім того, насіння сої є дуже чутливим до механічних пошкоджень під час протруювання та висіву. Тому додаткові цикли обробки або надлишок вологи при нанесенні інокулянта можуть негативно впливати на показники польової схожості.

У таких умовах особливої актуальності набувають дослідження, покликані оптимізувати промислову інокуляцію насіння сої з урахуванням як властивостей мікробіологічного препарату, так і технологічних обмежень великих господарств.

Визначення титру бактерій у складі рідких інокулянтів, як правило, є рутинною та технічно нескладною процедурою, яка здійснюється із застосуванням загальноприйнятого мікробіологічного методу серійних розведень. Натомість оцінювання життєздатності бактеріальних клітин у складі бакових сумішей із протруйниками або на поверхні насіння супроводжується суттєвими методичними труднощами.

Основна проблема полягає в тому, що *Bradyrhizobium japonicum* і *B. elkanii* є вибагливими до складу поживного середовища та характеризуються дуже повільним ростом. Перші ознаки формування їх колоній зазвичай спостерігаються не раніше сьомої доби після посіву, а підрахунок колоній здійснюється на десяту добу або пізніше. Водночас у складі протруйників та на поверхні насіння сої зазвичай наявні сапротрофні бактерії з високими темпами росту. Вони швидко колонізують поживне середовище, що ускладнює або навіть унеможлиблює виявлення та підрахунок повільноростучих колоній *Bradyrhizobium* spp.

Для вирішення зазначеної проблеми нами було застосовано вегетаційний метод оцінки життєздатності азотфіксуючих бактерій. Він ґрунтується на підрахунку не числа колоній бактерії на поживному середовищі, а бульбочок, що утворюються на коренях рослин сої. Для цього інокульоване насіння ми

вирощували у стерильних пластикових горщиках з вермікулітом у фітокамерах з контрольованими умовами середовища.

Вермікуліт — мінерал природного походження із групи гідрослюд, що утворюється з флогопіту або біотиту. У природі він має вигляд лускуватих кристалів, які під час термічної обробки при температурі 850–1000 °С набувають пористої структури в результаті випаровування міжшарової води. Об'єм частинок при цьому збільшується у 8–20 разів, що робить вермікуліт легким, повітропроникним і гігроскопічним матеріалом. Саме така форма — термічно розширений вермікуліт — використовується в агробіологічних дослідженнях як інертний субстрат для вирощування рослин [3].

За хімічним складом вермікуліт є алюмосилікатом магнію, заліза та алюмінію. Його шарувата будова з гідратованими катіонами у міжшаровому просторі забезпечує високу катіонообмінну ємність і здатність акумулювати вологу. Однією з найважливіших властивостей цього субстрату є його стерильність, що дозволяє уникнути впливу сторонньої мікрофлори при дослідженнях симбіозу бобових культур із азотфіксуючими бактеріями.

Пориста структура вермікуліту сприяє доступу повітря в кореневій зоні і запобігає ущільненню субстрату навіть за умов багаторазового поливу. Нейтральна або слаболужна реакція середовища є сприятливою для росту сої, а відсутність доступних форм азоту стимулює утворення симбіотичних бульбочок та активізацію процесів біологічної фіксації атмосферного азоту.

За результатами наших спостережень, термічно розширений вермікуліт є ефективним субстратом для лабораторного вирощування сої в контрольованих умовах, зокрема для оцінювання життєздатності інокулянтів, інтенсивності утворення бульбочок та здатності симбіотичних бактерій до фіксації атмосферного азоту.

Слід також зазначити, що процес формування бульбочок є тривалим і потребує вирощування рослин до фази появи перших трійчастих листків. Це потребує використання спеціалізованих вегетаційних камер, які забезпечують стабільне освітлення з відповідним спектральним складом, контроль температури, фотоперіоду, вологості та вентиляції повітря.

На нашу думку, використання запропонованої методики дозволить об'єктивно оцінювати чутливість бульбочкових бактерій до різних протруйників, а також визначати динаміку втрати їх життєздатності у бакових сумішах та на поверхні обробленого насіння. Отримані результати можуть стати основою для вдосконалення технологічних рішень щодо інокуляції сої в умовах великотоварного виробництва.

Роботу виконано під керівництвом кандидата біологічних наук, доцента О.Ю. Акулова.

Список використаних джерел

1. Кириченко В.В., Рябуха С.С., Кобизева Л.Н., Посилаєва О.О., Чернищенко П.В. Соя (*Glycine max* (L.) Merr.). Монографія, 2016. – Харків: Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН. – 400 с.
2. FAS USDA Report, 2024. Ukraine Soybean Area, Yield and Production. Available at: <https://ipad.fas.usda.gov/countrysummary/Default.aspx?id=UP&crop=Soybean>
3. Indrasumunar A., Gresshoff P. M. Vermiculite's strong buffer capacity renders it unsuitable for studies of acidity on soybean (*Glycine max* L.) nodulation and growth // BMC research notes. – 2013. – Vol. 6. – P. 1-8.
4. Schulz T.J., Kurt D.T. Soybean seed inoculant and fungicidal seed treatment effects on soybean // Crop science. – 2008. – Vol. 48, N5. – P. 1975-1983.



Національний університет біоресурсів і природокористування України
Національна академія аграрних наук України
Інститут сільського господарства Полісся НААН України
Інститут продовольчих ресурсів НААН України
Інститут садівництва НААН України
Актюбінський регіональний державний університет ім. К.Жубанова
RAGT Semences
Lulea University of Technology
Університет прикладних наук Вайєнштефан-Тріздорф
International Academy of Applied Sciences in Lomza

**Матеріали МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ
КОНФЕРЕНЦІЇ
«ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА, ЛОГІСТИКИ ТА
ПЕРЕРОБКИ ПРОДУКЦІЇ РОСЛИННИЦТВА»**

*присвяченої 110-річчю від дня народження видатного вченого,
основоположника кафедри технології зберігання, переробки та
стандартизації продукції рослинництва,
завідувача кафедри з 1968 по 1987 рр.,
доктора сільськогосподарських наук, професора
ЛЕСИКА БОРИСА ВАСИЛЬОВИЧА
2-3 червня 2025 року*

Київ - 2025

Матеріали доповідей міжнародної науково-практичної конференції «Інноваційні технології виробництва, логістики та переробки продукції рослинництва» присвяченої 110-річчю від дня народження видатного вченого, основоположника кафедри технології зберігання, переробки та стандартизації продукції рослинництва, завідувача кафедри з 1968 по 1987 рр., доктора сільськогосподарських наук, професора Лесика Бориса Васильовича, 2-3 червня 2025р./ Редкол.: Подпрятів Г.І. (відп. ред.) та ін. Київ, 2025. 260 с.

Матеріали доповідей подані в авторській редакції учасників конференції

Відповідальний редактор: Г.І. Подпрятів

Технічне редагування, комп'ютерна верстка: В.І.Войцехівський

Адреса установи:

Національний університет біоресурсів і природокористування України
(НУБіП України)

вул. Героїв оборони, 15, м. Київ

03041, Україна

<https://nubip.edu.ua>

Агробіологічний факультет: <https://nubip.edu.ua/structure/abf>

Кафедра технології зберігання, переробки та стандартизації продукції
рослинництва ім. проф. Б.В. Лесика:

<https://nubip.edu.ua/node/1106>

<https://nubip.edu.ua/node/25814>