

ВПЛИВ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ГОРОХУ В УМОВАХ ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

В. В. Гангур, кандидат сільськогосподарських наук

Інститут свинарства і АПВ НААН України

Л. С. Єремко, кандидат сільськогосподарських наук

Полтавська державна сільськогосподарська дослідна станція ім. М. І. Вавилова Інституту свинарства і АПВ НААН України

Дослідженнями, проведеними на дослідному полі Полтавської ДСГДС ім. М. І. Вавилова ІС і АПВ протягом 2011–2013 рр. на чорноземі типовому малогумусному важкосуглинковому встановлено, що найбільш сприятливі умови для формування азотфіксуючого симбіотичного апарату створюються за поєднання допосівної інокуляції насіння з внесенням мінеральних добрив у нормі $P_{70}K_{82}$. д. р. Внесення мінерального азоту негативно впливає на симбіотичний зв'язок між рослинами гороху та бульбочковими бактеріями.

Допосівна інокуляція насіння ризогуміном на фоні внесення мінеральних добрив в нормах $N_{20}P_{70}K_{82}$ та $N_{10}P_{20}K_{20}$ сприяє підвищенню інтенсивності наростання біомаси рослин, що в подальшому визначає їх індивідуальну продуктивність та загальну урожайність агробіоценозу. Вказані рівні мінерального живлення є ефективними і за сіви насінням без його інокуляції. Шляхом поєднання інокуляції насіння з внесенням мінеральних добрив у нормі $N_{20}P_{70}K_{82}$ д. р. зернову продуктивність гороху можливо підвищити до 2,78 т/га.

Ключові слова: горох, мінеральні добрива, інокуляція насіння, елементи структури врожаю, асиміляційна поверхня, урожайність.

Забезпечення населення продуктами харчування, а галузі тваринництва – високобілковими повноцінними кормами є однією з ключових проблем АПК України.

Основним джерелом збалансованого за амінокислотним складом екологічно безпечного білка є зернобобові культури, серед яких значний інтерес для сільськогосподарського виробництва має горох. До складу зерна гороху входить 22 % сирого протеїну, біологічно збалансованого за вмістом незамінних амінокислот.

Важливою особливістю рослин гороху є здатність до симбіозу з бульбочковими бактеріями виду *Rhizobium leguminosarum*, оскільки за рахунок біологічної азотфіксації йде активне засвоєння з атмосфери молекулярного азоту. За даними М. А. Вишнякової [2], посіви гороху підвищують забезпеченість азотом озимої пшениці як наступної культури на 0,75–0,99 т/га, що рівноцінно внесенню 30–60 кг/га мінерального азоту.

Створення сприятливих умов для активної симбіотичної фіксації молекулярного азоту атмосфери можливе за рахунок регулювання метаболізму бульбочкових бактерій та агротехнічних прийомів, що покращують умови росту і розвитку рослин і відповідно впливають на бобово-ризобіальний симбіоз.

Горох, як і інші зернобобові культури, має симбіотрофний і автотрофний типи азотного живлення. У цьому відношенні досить важливим є визначення необхідності внесення мінеральних азотних добрив при вирощуванні гороху. Єдиної думки щодо застосування даного агротехнічного заходу наразі не існує. Одні дослідники вважають, що за інокуляції насіння високоефективними штамами бульбочкових бактерій та створення оптимальних умов життєдіяльності макро- і мікросимбіонту, рослини здатні повністю забезпечувати себе азотом за рахунок фіксації його з повітря. Інші стверджують, що до початку симбіотичної фіксації молекулярного азоту (впродовж 15–25 днів після появи сходів) живлення рослин йде за рахунок запасу ґрунтового азоту, тому важливо вносити «стартові» дози азотних добрив.

Існує думка, що отримання високого врожаю зернобобових культур можливе шляхом забезпечення мінеральним азотом незалежно від його впливу на симбіотичний апарат, адже екологічні умови вирощування часто не співпадають з біологічними вимогами рослин, внаслідок чого симбіотична фіксація азоту з повітря послаблюється [1].

Між ефективністю поглинання азоту і фосфору існує тісний взаємозв'язок. За поганої забезпеченості рослин азотом скорочується засвоєння фосфору і навпаки. Зниження потреби рослин у фосфорі за умови дефіциту азоту пояснюється послабленням синтезу фосфоровмісних органічних сполук у клітинах [3].

Фосфор пов'язаний з усіма системами перетворення енергії у живій клітині [7]. За умов його дефіциту в цитоплазмі клітин вуглець, асимільований у процесі фотосинтезу, накопичується в хлоропластах у вигляді крохмалю. Додаткове внесення фосфору посилює поглинання калію [8]. Калій, в свою чергу, підвищує гідрофільність цитоплазми і збільшує її водоутримуючу здатність, сприяє пересуванню пластичних речовин і кращому забезпеченню рослин фотоасимілятами [9].

У формуванні високопродуктивних агробіоценозів велике значення має оптимізація співвідношення елементів мінерального живлення з урахуванням потреби в них рослин, а також використання біопрепаратів на основі ефективних штамів мікроорганізмів для забезпечення високого рівня азотфіксації і тривалої діяльності бобово-ризобіального комплексу.

У зв'язку з цим метою досліджень було визначення найбільш раціональних доз мінеральних добрив на фоні допосівної інокуляції насіння та без неї.

Дослідження проводили на дослідному полі Полтавської ДСГДС ім. М. І. Вавилова ІС і АПВ.

Ґрунт дослідного поля – чорнозем типовий малогумусний важкосуглинковий, із вмістом гумусу в шарі 0–20 см 4,9–5,2 %; азоту, що гідролізується, 5,4–6,8 мг/100 г ґрунту (за Тюрнімом та Кононовою); P_2O_5 в оцтовокислій витяжці 10,0–12,3 мг/100 г ґрунту (за Чириковим); обмінного калію 17,0–17,7 мг/100 г ґрунту (за Масловою), реакція ґрунтового розчину слабокисла (рН сольової витяжки – 6,3).

Схема досліду наведена в таблиці 1. Технологія вирощування гороху – загальноприйнята для зони лівобережного Лісостепу, крім прийомів, що вивчалися. Дослідження проводили згідно з методикою польового досліду Б. О. Доспехова [4]. Облікова площа ділянки – 40 м². Повторність досліду триразова. Розміщення варіантів і повторень послідовне.

Для інокуляції насіння використовували мікробіологічний препарат комплексної дії ризогумін з розрахунку 300 г на одну гектарну норму насіння. Дози внесення мінеральних добрив визначали розрахунково-балансовим методом.

Гідротермічні умови вегетаційного періоду гороху у роки проведення досліджень були неоднорідними, що дало змогу всебічно оцінити агротехнічні заходи, що вивчалися.

Результати досліджень свідчать, що інокуляція насіння мала позитивний вплив на формування симбіотичного апарату гороху. Від застосування даного агротехнічного прийому кількість і маса бульбочок на одній рослині збільшувалися порівняно з контролем на 10 шт. і 56 мг відповідно (табл. 1).

Умови формування симбіотичного апарату гороху були найбільш сприятливими за сівби інокульованим насінням на фоні мінерального удобрення $P_{70}K_{82}$. У цьому варіанті значення кількості та маси бульбочок були найвищими. Внесення мінерального азоту негативно впливало на розміри симбіотичного апарату.

1. Формування симбіотичного апарату гороху залежно від рівня мінерального живлення та інокуляції насіння (фаза цвітіння, середнє за 2011–2013 рр.)

Варіант досліду	Кількість бульбочок, шт./рослину	Маса бульбочок, г/100 рослин
Контроль (без добрив)	22	10,9
$N_{20}P_{70}K_{82}$	21	13,5
$N_{10}P_{70}K_{82}$	31	15,7
$P_{70}K_{82}$	41	19,0
Ризогумін (інокуляція насіння)	32	16,5
Ризогумін (інокуляція насіння) + $N_{20}P_{70}K_{82}$	27	14,5
Ризогумін (інокуляція насіння) + $N_{10}P_{70}K_{82}$	43	19,0
Ризогумін (інокуляція насіння) + $P_{70}K_{82}$	56	22,4

Одним з основних показників фотосинтетичної діяльності рослин є величина асиміляційної поверхні. Енергія сонячних променів поглинається усіма органами рослини, але більшою мірою – листовими пластинками [6].

Забезпеченість рослин в онтогенезі основними елементами мінерального живлення відіграє значну роль у процесах росту, формуванні асиміляційної поверхні та продуктивності її фотосинтетичної роботи, що у свою чергу позитивно відображається на показниках врожайності [5].

Результати досліджень свідчать, що внесення мінеральних добрив, допосівна інокуляція насіння і поєднання даних агроприйомів у цілому покращували умови формування листової поверхні, підвищували інтенсивність накопичення органічної маси у рослин гороху.

На фонах мінерального удобрення, що вивчалися, площа листової поверхні рослин, їхня фітомаса, маса в абсолютно сухому стані збільшувалися порівняно з контролем відповідно на 5,3–8,3 тис. м²/га, 3,0–6,5 та 0,9–1,7 г (табл. 2).

2. Площа листової поверхні, маса надземної частини рослин гороху залежно від рівня мінерального живлення та інокуляції насіння (фаза цвітіння, середнє за 2011–2013 рр.)

Варіант досліджу	Площа листової поверхні, тис. м ² /га	Фітомаса 1 рослини, г	Маса 1 рослини в абсолютно сухому стані, г
Контроль (без добрив)	30,3	14,9	3,73
N ₂₀ P ₇₀ K ₈₂	38,6	21,4	5,42
N ₁₀ P ₇₀ K ₈₂	37,0	19,3	5,01
P ₇₀ K ₈₂	35,6	17,9	4,59
Ризогумін (інокуляція насіння)	32,8	16,6	4,19
Ризогумін (інокуляція насіння) + N ₂₀ P ₇₀ K ₈₂	40,4	23,9	6,43
Ризогумін (інокуляція насіння) + N ₁₀ P ₇₀ K ₈₂	39,6	21,3	6,00
Ризогумін (інокуляція насіння) + P ₇₀ K ₈₂	39,0	20,4	5,42

У варіанті із застосуванням мікробіологічного препарату комплексної дії ризогумін рослини формували листову поверхню площею 32,8 тис. м²/га, їхня фітомаса і абсолютно суха маса становили 16,6 і 4,2 г відповідно.

Поєднання таких операцій, як внесення мінеральних добрив та допосівна інокуляція насіння, сприяло підвищенню інтенсивності наростання надземної частини, накопиченню органічної маси рослинами гороху, про що свідчить збільшення значень площі листя, їх фітомаси та маси в абсолютно сухому стані порівняно з контролем – відповідно на 8,7–10,1 тис. м²/га, 5,5–9,0 та 1,7–2,7 г. Найбільш сприятливі умови для формування асиміляційної поверхні, наростання надземної частини та накопичення абсолютно сухої речовини у рослин гороху створювалися на фоні мінерального удобрення N₂₀P₇₀K₈₂.

3. Формування елементів структури врожаю гороху залежно від рівня мінерального живлення та інокуляції насіння (середнє за 2011–2013 рр.)

Варіант досліджу	Кількість бобів з 1 рослини, шт.	Кількість зерен з 1 рослини, шт.	Маса 1000 зерен, г
Контроль (без добрив)	3,1	11,7	221,2
N ₂₀ P ₇₀ K ₈₂	3,9	14,5	245,9
N ₁₀ P ₇₀ K ₈₂	3,7	14,0	241,7
P ₇₀ K ₈₂	3,5	13,3	236,9
Ризогумін (інокуляція насіння)	3,4	13,7	231,4
Ризогумін (інокуляція насіння) + N ₂₀ P ₇₀ K ₈₂	4,3	15,9	256,2
Ризогумін (інокуляція насіння) + N ₁₀ P ₇₀ K ₈₂	4,1	14,9	252,7
Ризогумін (інокуляція насіння) + P ₇₀ K ₈₂	3,7	14,6	248,8

Після цвітіння і запліднення у рослинному організмі протікають процеси формотво-

рення, в ході яких виникають усі частини зернівок, йде накопичення сухої речовини в зерні та її якісне перетворення при досяганні. Інтенсивність даних процесів була найвищою у варіанті поєднання інокуляції насіння і внесення мінеральних добрив у нормі $N_{20}P_{70}K_{82}$ д. р., де значення показників кількості зерен з однієї рослини і маси 1000 зерен становили відповідно 17,2 шт. і 234,6 г (див. табл. 3). У середньому на рослинах формувалося бобів 4,3 шт.

У варіантах із внесення різних доз мінеральних добрив кількість бобів та зерен у них варіювала в межах 3,5–3,9 та 13,3–14,5 шт. відповідно, а маса 1000 зерен становила 236,9–245,9 г.

Допосівна інокуляція насіння забезпечила збільшення кількості зерен на рослинах щодо контролю на 2 шт., маси 1000 зерен – на 10,2 г і в середньому на рослинах формувалося бобів 3,4 шт. За поєднання агротехнічних прийомів кількість бобів та зерен у них відповідно становила 3,7–4,3 та 14,6–15,9 шт., а маса 1000 зерен – 248,8–256,2 г.

Урожайність зерна є інтегральним показником продуктивності рослин, що визначає взаємозв'язок кількісних ознак з умовами навколишнього середовища. В середньому за 3 роки досліджень найвищі її значення (2,78 т/га) були за поєднання допосівної обробки насіння ризогуміном з внесенням мінеральних добрив у нормі $N_{20}P_{70}K_{82}$ д. р. (табл. 4). Прибавка урожайності зерна від застосування мінеральних добрив становила 0,31–0,46 т/га. Інокуляції насіння підвищувала зернову продуктивність посівів гороху на 0,20 т/га, а за поєднання агротехнічних прийомів значення даного показника збільшувалися на 0,46–0,69 т/га порівняно з контролем.

4. Урожайність зерна гороху залежно від рівня мінерального живлення та інокуляції насіння, т/га (середнє за 2011–2013 рр.)

Варіант досліджу	Урожайність зерна за 14 % вологості, т/га			Середнє за 3 роки	± до контролю	
	2011 р.	2012 р.	2013 р.		т/га	%
Контроль (без добрив)	2,77	1,52	1,98	2,09	–	–
$N_{20}P_{70}K_{82}$	3,38	1,83	2,44	2,55	0,46	22,0
$N_{10}P_{70}K_{82}$	3,29	1,78	2,40	2,49	0,40	19,1
$P_{70}K_{82}$	3,14	1,77	2,28	2,40	0,31	14,8
Ризогумін (інокуляція насіння)	3,09	1,65	2,14	2,29	0,20	9,6
Ризогумін (інокуляція насіння) + $N_{20}P_{70}K_{82}$	3,82	1,91	2,62	2,78	0,69	33,0
Ризогумін (інокуляція насіння) + $N_{10}P_{70}K_{82}$	3,66	1,83	2,57	2,69	0,60	28,7
Ризогумін (інокуляція насіння) + $P_{70}K_{82}$	3,37	1,82	2,47	2,55	0,46	22,0

$НІР_{0,95}$, т/га

0,08

0,10

0,14

Висновки

1. Найбільш сприятливі умови для формування азотфіксуючого симбіотичного апарату створюються за поєднання допосівної інокуляції насіння з внесенням мінеральних добрив у нормі $P_{70}K_{82}$ д. р. Внесення мінерального азоту негативно впливає на симбіотичний зв'язок між рослинами гороху і бульбочковими бактеріями.

2. Допосівна інокуляція насіння ризогуміном на фоні внесення мінеральних добрив $N_{20}P_{70}K_{82}$ та $N_{10}P_{20}K_{20}$ посилює наростання біомаси рослин, що в подальшому визначає їхню індивідуальну продуктивність і загальну врожайність агроценозу. Вказані рівні мінерального живлення є ефективними і за сівби насінням, яке не підлягало інокуляції.

3. Шляхом інокуляції насіння і внесення мінеральних добрив у нормі $N_{20}P_{70}K_{82}$ д. р. можливо підвищити зернову продуктивність гороху до 2,78 т/га.

Бібліографічний список

1. Біологічний азот: [моногр.] / [В. П. Патики, С. Я. Коць, В. В. Волкогон та ін.]; за ред. В. П. Патики. – К.: Світ, 2003. – 424 с.
2. Вишнякова М. А. Генофонд зернобобових культур и адаптивная селекция как факторы биологизации и экологизации растениеводства / М. А. Вишнякова // С.-х. биология. – 2008. –

№ 3. – С. 3–23.

3. *Гуляев Б. И.* Фосфор как энергетическая основа процессов фотосинтеза, роста и развития растений / *Б. И. Гуляев, В. Ф. Патыка* // *Агроэкологічний журн.* – 2004. – № 2. – С. 3–9.
4. *Доспехов Б. А.* Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований / *Доспехов Б. А.* – М.: Колос, 1985. – 416 с.
5. *Карпова Г. А.* Оптимизация продукционного процесса агрофитоценозов проса, яровой пшеницы и ячменя при использовании регуляторов роста и бактериальных препаратов в Лесостепи Среднего Поволжья: дис. ... доктора с.-х. наук: 06.01.09 / *Г. А. Карпова.* – Пенза, 2009. – 350 с.
6. *Новичкова Н. С.* Продукционный процесс и регуляция фотосинтеза C-3 растений в изменяемых условиях углеродного и азотного питания: автореф. дис. на соискание ученой степени канд. биол. наук: спец. 03.00.12 «Физиология и биохимия растений». – Пушкино, 2001. – 25 с.
7. *Рубин Б. А.* Курс физиологии растений / *Б. А. Рубин.* – М.: Высш. шк., 1971. – 671 с.
8. Частная физиология полевых культур / [*Е. И. Кошкин, Г. Г. Гатаулина, А. Б. Дьяков* и др.]; под ред. *Е. И. Кошкина.* – М.: Колос, 2005. – 344 с.
9. *Швартау В. В.* Особенности реакции растений на дефицит фосфора / *В. В. Швартау, Б. И. Гуляев, А. Б. Карлова* // *Физиология и биохимия культурных растений.* – 2009. – Т. 41, № 6. – С. 208–210.