
ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНІ АГРОТЕХНОЛОГІЇ

УДК: 579.26/631.95

ФОРМУВАННЯ СИМБІОТИЧНОГО АПАРАТУ ГОРОХУ ЗА ВПЛИВУ БАКТЕРІАЛЬНИХ ПРЕПАРАТІВ, МІКРОЕЛЕМЕНТІВ І СТИМУЛЯТОРА РОСТУ

О.М. Мурач¹, В.В. Волкогон²

¹Інститут сільського господарства Північного Сходу НААН,

²Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН

У польовому досліді з горохом досліджено ефективність мікробного препарату Ризо-гумін, мікроелементів та стимулятора росту рослин Біосил, застосованих у різних поєднаннях. Найефективнішим чинником формування азотфіксуючого симбіозу та врожайності культури є мікробний препарат. Застосування Ризогуміну для передпосівної інокуляції насіння з наступною обробкою рослин під час їх вегетації розчинами мікроелементів та Біосилу сприяло отриманню найвищих у досліді показників вмісту білка в зерні.

Ключові слова: горох, мікробний препарат Ризогумін, мікроелементи, стимулятор росту рослин.

Симбіотичний азотфіксуючий і продуктивний потенціал гороху в Україні використовується далеко не повною мірою. Серед чинників, спроможних позитивно вплинути на ситуацію, є передпосівна бактеризація насіння за використання активних штамів бульбочкових бактерій, застосування мікроелементів і стимуляторів росту рослин (СРР). Проте однозначної відповіді щодо поєднання цих прийомів у одному технологічному процесі немає. У літературі є повідомлення про посилення активності процесу симбіотичної азотфіксації за поєднання передпосівної бактеризації і застосування СРР [1, 2]. Поряд із тим існують і застереження проти цього, оскільки обидва види препаратів містять фізіологічно активні речовини, дія яких на продукційний процес культурних рослин у разі передозування може мати негативні наслідки [3].

Нашою метою було дослідження ефективності поєднання передпосівної бактеризації, мікроелементів та СРР у технології вирощування гороху.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження проводили впродовж 2012–2013 рр. у польовому стаціонарному досліді Інституту сільського господарства Північного Сходу НААН на чорноземі типовому малогумусному слабовилугуваному крупнопилувато-середньосуглинковому на лесі, орний шар якого характеризується такими основними показниками: вміст гумусу — 4,1%, рН_{сол.} — 6,3, сума увібраних основ — 31 мг-екв, вміст рухомих форм фосфору — 11,3 мг, обмінного калію — 9,2, гідролізованого азоту за Корнфільдом — 11,2 мг на 100 г ґрунту.

Дослідження проводили з горохом сорту Царевич, внесеним до Реєстру сортів рослин України у 2008 р.

Загальна площа ділянки у досліді — 80 м², облікова — 60 м², повторність — чотириразова, розміщення ділянок — систематичне.

Культура-попередник — пшениця озима.

Підготовку ґрунту, сівбу, догляд за посівами та збирання врожаю здійснювали згідно з зональними рекомендаціями.

Норма висіву гороху — 1,4 млн насінин на 1 га у звичайно-рядковий спосіб сівби (15 см).

© О.М. Мурач, В.В. Волкогон, 2014

Насіння гороху за 14 днів до сівби обробляли протруйником Максим XL 035 FS (1 л/т), у день посіву — препаратами та фізіологічно-активними речовинами згідно зі схемою досліду за методикою використання бактеріальних препаратів і відповідними рекомендаціями [4].

Для передпосівної інокуляції використовували біопрепарат комплексної дії Ризогумін (ТУ У 24.1-00497360-003:2007) на основі *Rhizobium leguminosarum* bv. *viciae* 245A. Крім бактеріальних клітин, препарат містить їх метаболіти, а саме: фізіологічно активні речовини, ауксини, цитокиніни, амінокислоти, гумінові кислоти, мікроелементи у невеликих концентраціях. Біопрепарат має багатофункціональний вплив на ріст і розвиток рослин. Забезпечує збільшення польової схожості і енергії проростання насіння, сприяє формуванню розвиненої кореневої системи і активного рослинно-бактеріального азотфіксуючого симбіозу, інтенсифікує процес фотосинтезу у рослин. Завдяки цьому інокульовані рослини мають збільшену площу асиміляційної поверхні як коріння, так і наземної частини, що впливає на засвоєння поживних речовин [4].

Крім передпосівної бактеризації, насіння у відповідних варіантах обробляли розчинами хелатованих мікроелементів фірми «Реаком» та СРР Біосил (розробник — науково-технологічний центр «Агробіотех» НАН України та Міністерство освіти і науки України). У деяких варіантах досліду застосування мікроелементів та СРР для обробки насіння поєднували з Ризогуміном. Перспективність мікроелементів і Біосилу досліджували також за їх використання під час вегетації рослин, у т.ч. й бактеризованих.

Біометричні дослідження проводили за використання загальноприйнятих методик [5]. Ефективність бобово-ризобіального симбіозу оцінювали у фази бутонізації, цвітіння та утворення бобів на рослинах за кількістю, масою і нітрогеназною активністю бульбочок. Активність симбіотичної азотфіксації визначали методом редукції ацетилену на газовому хроматографі

Chrom-4 [6]. Облік урожайності насіння гороху проводили загальноприйнятими методами [5]. У зерні визначали вміст білка (за показниками вмісту загального азоту з наступним перерахунком) [7].

Статистичну обробку одержаних результатів здійснювали згідно з існуючими методиками [5] за використання комп'ютерної програми Statistica 6.0.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Визначення в динаміці кількості азотфіксуючих бульбочок на корінні рослин гороху демонструє доволі високі показники у контрольному варіанті, що свідчить про наявність аборигенної популяції бульбочкових бактерій у ґрунті. Поряд із тим застосування для передпосівної інокуляції насіння мікробного препарату забезпечувало істотне збільшення чисельності бульбочок на корінні (табл. 1).

Використання для передпосівної обробки насіння розчинів мікроелементів та СРР хоча й сприяло у деякі фази органогенезу чітко вираженій тенденції до зростання чисельності бульбочок, однак достовірної зміни показників не забезпечувало.

За використання мікроелементів і (або) СРР після вегетації бактеризованих рослин у певні строки відбору зразків спостерігалася тенденція до збільшення нодуляційної активності порівняно з варіантом, де проводили передпосівну бактеризацію насіння.

Такі самі особливості формування симбіотичного апарату відзначено і під час порівняння маси бульбочок на корінні рослин гороху залежно від впливу досліджуваних чинників (табл. 1). Ці особливості проявляються впродовж обох років досліджень.

Результати дослідження нітрогеназної активності в бульбочках гороху свідчать про її прояв у контрольному варіанті на доволі високому рівні. Проте передпосівна бактеризація забезпечувала істотне зростання показників порівняно з контролем (табл. 2).

Передпосівна обробка насіння розчинами мікроелементів та СРР сприяла зростанню азотфіксуючої активності,

Таблиця 1

Динаміка формування азотфіксуючого симбіотичного апарату гороху залежно від біопрепаратів та способів їх застосування, 2013 р.

Варіанти дослідів	Кількість бульбочок, од./рослину			Маса бульбочок, г/рослину		
	I*	II**	III***	I*	II**	III***
Без препаратів	6,7	9,3	11,8	0,11	0,15	0,21
<i>Обробка насіння</i>						
Ризогумін	28,9	36,8	40,4	0,45	0,56	0,94
Мікроелементи	15,2	19,4	21,3	0,27	0,44	0,44
СРР****	14,6	16,9	18,7	0,28	0,30	0,33
Мікроелементи + СРР	24,5	30,3	35,9	0,44	0,61	0,82
Ризогумін + мікроелементи	25,3	35,8	39,3	0,40	0,78	0,85
Ризогумін + СРР	13,0	17,1	19,1	0,22	0,35	0,44
Ризогумін + мікроелементи + СРР	12,8	13,6	15,1	0,20	0,26	0,31
<i>Обробка рослин під час їх вегетації</i>						
Мікроелементи	16,5	20,7	24,3	0,18	0,40	0,64
СРР	12,9	16,6	18,1	0,21	0,29	0,32
Мікроелементи + СРР	15,8	20,0	22,5	0,22	0,36	0,49
Ризогумін***** + мікроелементи	30,4	37,3	40,7	0,48	0,78	1,29
Ризогумін***** + СРР	28,8	37,0	42,3	0,42	0,81	1,08
Ризогумін***** + мікроелементи + СРР	32,3	39,2	41,6	0,52	1,02	1,45
НІР ₀₅	14,6	17,9	20,1	0,23	0,51	0,61

Примітки: * I — фаза бутонізації; ** II — фаза цвітіння; *** III — фаза утворення бобів; **** СРР — стимулятор росту рослин; ***** — застосування для передпосівної бактеризації насіння.

що свідчить про активізацію взаємодії з рослинами аборигенних бульбочкових бактерій гороху, але показники у цьому варіанті дослідів були нижчими, ніж відповідні величини у варіанті з Ризогуміном.

Застосування мікроелементів під час вегетації бактеризованих рослин гороху забезпечувало у деякі фази органогенезу зростання нітрогеназної активності порівняно з позитивним контролем (обробка насіння бактеріальним препаратом), проте стабільним цей ефект визнати не можна. СРР, застосований на бактеризованих рослинах під час їх вегетації, не сприяв позитивним змінам. Поряд із тим використання Ризогуміну для передпосівної бактеризації насіння з наступною обробкою рослин мікроелементами під час їх вегетації разом з СРР забезпечувало позитивну тенденцію

до збільшення активності досліджуваного процесу.

Інтегральним показником ефективності технологічних чинників є врожайність культури. Облік урожаю гороху свідчить про достовірне зростання продуктивності завдяки застосуванню Ризогуміну (табл. 3).

Передпосівна обробка насіння розчинами мікроелементів не сприяла достовірному зростанню врожайності в досліджувані роки. Використання для інокуляції насіння розчину СРР забезпечило достовірні зміни врожайності культури лише у 2012 р.

Роз'єднане у часі використання Ризогуміну і мікроелементів демонструє достовірні зміни показників урожайності порівняно з абсолютним контролем і тенденцію до зростання порівняно з величинами, отриманими у варіанті з передпосівною бакте-

Таблиця 2

Динаміка симбіотичної активності азотфіксації за дії Ризогуміну, мікроелементів та Біосилу*

Варіанти досліду	Азотфіксувальна активність, мкмоль C ₂ H ₄ /рослину за 1 год					
	2012 р.			2013 р.		
	I	II	III	I	II	III
Без препаратів	7,12	3,63	4,94	0,44	0,61	0,04
<i>Обробка насіння</i>						
Ризогумін	57,7	11,5	8,57	2,10	3,82	0,13
Мікроелементи	28,3	3,78	7,27	1,33	1,20	0,04
СРР	62,3	9,88	7,99	0,89	2,17	0,04
Мікроелементи + СРР	24,4	5,81	7,41	1,14	4,22	0,18
Ризогумін + мікроелементи	32,3	5,81	6,10	2,54	1,28	0,15
Ризогумін + СРР	19,9	6,39	7,70	0,62	1,10	0,09
Ризогумін + мікроелементи + СРР	11,3	6,10	7,70	0,78	1,13	0,07
<i>Обробка рослин під час їх вегетації</i>						
Мікроелементи	6,23	4,65	5,81	1,12	3,15	0,05
СРР	7,12	5,38	5,38	2,17	1,12	0,05
Мікроелементи + СРР	17,0	5,52	5,67	0,77	2,18	0,05
Ризогумін + мікроелементи	71,6	6,83	7,70	3,10	2,29	0,27
Ризогумін + СРР	46,4	7,70	8,14	1,95	1,27	0,06
Ризогумін + мікроелементи + СРР	45,8	15,1	12,8	2,40	4,36	0,16
НІР ₀₅				0,26	0,09	0,13

Примітка: * див. табл. 1.

ризацією. Застосування СРР на попередньо бактеризованих рослинах під час їх вегетації лише у 2012 р. сприяло незначному підвищенню врожайності (статистично недостовірному).

Не можна вважати стабільним щодо зростання врожайності ефект від поєднання всіх трьох досліджуваних прийомів. Поряд із тим таке поєднання сприяло отриманню найвищих у досліді показників умісту білка у зерні гороху. Як свідчать дані таблиці 3, найпотужнішим чинником синтезу білка у досліді був мікробний препарат.

Застосування мікроелементів і СРР (як для передпосівної інокуляції насіння, так і для обробки рослин під час їх вегетації) хоча і забезпечувало зростання рівня вмісту протеїну в зерні, проте показники, як правило, поступалися величинам варіанта

з Ризогуміном. Передпосівна бактеризація з наступною обробкою рослин під час їх вегетації мікроелементами і СРР сприяло отриманню найвищих у досліді показників умісту протеїну в зерні гороху.

ВИСНОВКИ

Серед досліджуваних технологічних чинників найвпливовішим щодо врожайності культури і якості продукції виявився мікробний препарат Ризогумін. Застосування мікроелементів і Біосилу для обробки насіння поступалося за ефективністю передпосівній бактеризації. Поєднана обробка насіння в різних сполученнях препаратів також не забезпечувала перевищення показників, отриманих у варіанті з Ризогуміном.

Роз'єднане в часі застосування агроприйомів (Ризогуміну для передпосівної

Таблиця 3

Продуктивність гороху та якість продукції за впливу біологічного препарату, мікроелементів і Біосилу *

Варіанти дослідів	Урожайність, т/га			Уміст білка, %		
	2012 р.	2013 р.	середнє	2012 р.	2013 р.	середнє
Без препаратів	2,74	4,16	3,45	22,52	24,72	23,62
<i>Обробка насіння</i>						
Ризогумін	3,36	4,75	4,06	25,78	27,25	26,86
Мікроелементи	3,12	4,63	3,88	24,25	26,42	25,34
СРР	3,55	4,60	4,08	24,56	26,90	25,73
Мікроелементи + СРР	3,21	4,68	3,95	25,70	26,40	26,05
Ризогумін + мікроелементи	3,34	4,71	4,03	24,99	27,31	26,15
Ризогумін + СРР	3,12	4,31	3,72	24,98	25,82	25,40
Ризогумін + мікроелементи + СРР	3,10	4,24	3,67	24,96	26,39	25,68
<i>Обробка рослин під час їх вегетації</i>						
Мікроелементи	3,18	4,40	3,79	23,59	26,13	24,86
СРР	3,12	4,46	3,79	23,66	27,64	25,65
Мікроелементи + СРР	3,00	4,52	3,76	23,79	25,29	24,54
Ризогумін + мікроелементи	3,73	4,78	4,26	25,01	27,94	26,13
Ризогумін + СРР	3,44	4,70	4,07	25,77	28,30	27,04
Ризогумін + мікроелементи + СРР	3,35	4,82	4,09	25,88	28,06	26,97
НІР ₀₅	0,56	0,39		2,16	2,22	

Примітка: * див. табл. 1.

бактеризації та мікроелементів і СРР під час вегетації) не забезпечувало стабільного ефекту щодо врожайності культури. Зважаючи на вартість препаратів і витрат на їх застосування, доцільність такого поєднання сумнівна. Поряд із тим для отримання максимальних величин виходу білка з одиниці площі таке сполучення є корисним.

ЛІТЕРАТУРА

1. Підвищення насіннєвої продуктивності люцерни при інокуляції різними штамами *Rhizobiummeliloti* та застосуванні регуляторів росту / С.Я. Коць, І.В. Драгозов, В.К. Яворська та ін. // Бюл. ІСГМ. — 2000. — № 6. — С. 28–30.
2. Вплив стимуляторів росту на активність азотфіксації рослин пшениці і гороху / А.М. Ніколаєнко, В.П. Патица, О.Д. Круглова, І.В. Ніколаєнко // Бюл. ІСГМ. — 1999. — № 5. — С. 12–14.
3. Вплив інокуляції і регулятора росту триман-1 на активність азотфіксації, розвиток та формування симбіозу люцерни з бульбичковими бактеріями / В.П. Сальник, В.В. Волкогон, Н.М. Мальцева, О.Е. Мамчур // Физиол. и биохим. культ. раст. — 2001. — № 6. — С. 529–534.
4. Мікробні препарати у землеробстві. Теорія і практика: монографія / [В.В. Волкогон, О.В. Надкернична, Т.М. Ковалевська та ін.]; за ред. В.В. Волкогона. — К.: Аграрна наука, 2006. — 312 с.
5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований / Б.А. Доспехов. — [5-е изд., доп. и пер.]. — М.: Агропромиздат, 1985. — 351 с.
6. Theacetylene-ethyleneassayforN₂-fixation: Laboratory and fieldevaluation / R.W.F. Hardy, R.D. Holsten, E.K. Jackson, R.C. Burns // PlantPhysiol. — 1968. — Vol. 43, No. 8. — P. 1185–1207.
7. Методы биохимического исследования растений / под ред. А.И. Ермакова. — Л.: Колос, 1972. — 445 с.