

## **ФІЗІОЛОГІЧНО АКТИВНІ РЕЧОВИНИ ЯК ФАКТОР АКТИВІЗАЦІЇ АЗОТФІКСУВАЛЬНИХ СИМБІОЗІВ ТА АЗОТНОГО ОБМІНУ СОЇ**

**Комок М.С.**

Інститут сільськогосподарської мікробіології НААН,  
вул. Шевченка, 97, м. Чернігів, 14027  
E-mail: max\_komok@mail.ru

*Наведено результати досліджень впливу компонентів, що входять до складу комплексного мікробного препарату Ризогуміну, на активність взаємодії між бульбочковими бактеріями та рослинами сої. Визначено, що сумісне поєднання інокулянту з фізіологічно активними речовинами біогумусу сприяє найбільшій активації бобово-ризобіальної взаємодії. В польових дослідах проведено порівняння ефективності мікробного препарату Ризобофітута комплексного інокулянту Ризогуміну за наявності та відсутності в ґрунті фонових популяцій ризобій сої. Встановлено, що комплексний біопрепарат найбільшою мірою сприяє підвищенню ефективності симбіотичної системи та покращує азотний обмін бобової рослини.*

*Ключові слова: фітогормони, бульбочкові бактерії, нітрогеназна активність, соя, глутамінсинтетаза.*

Провідним напрямом «стійкого» землеробства є контроль за азотом в агроценозах, при цьому одна з головних ролей відводиться збільшенню частки біологічного азоту в сучасних системах сільськогосподарського виробництва [1, 2]. Бобові рослини в агросистемах є основними азотфіксаторами за рахунок утворення високоефективних симбіозів з бульбочковими бактеріями, біля 80 % біологічного азоту в них фіксується за участю бобово-ризобіальних симбіозів [2]. Одним із основних факторів активізації бобово-ризобіальної взаємодії є інокуляція насіння бобових культур або ґрунту препаратами на основі ефективних штамів ризобій. Проте на формування бобово-ризобіальних симбіозів можуть впливати численні негативні чинники, що призводить до зниження ефективності цього агроприйому. Встановлено, що достовірний позитивний ефект цей агрозахід забезпечує лише в 60–70 % випадків його використання [3]. Тому актуальним є пошук

шляхів активізації бобово–ризобіальної взаємодії.

У регуляції бобово–ризобіального симбіозу одну з головних ролей виконують фізіологічно активні речовини (ФАР), зокрема, фітогормони. Сьогодні накопичено достатню кількість експериментальних даних, що вказують на важливу роль ауксинів, цитокінінів, абсцизової кислоти та гіберелінів у процесах формування та регуляції бобово-ризобіальних симбіозів [4–6]. Про важливе значення ФАР у симбіотичній взаємодії також свідчать дослідження, в яких показано можливість синтезу ризобіями основних класів фітогормонів [7, 8]. Синтез бульбочковими бактеріями цих речовин та подальша їх секреція може впливати на фітогормональний баланс бобової рослини, тим самим здійснювати контроль процесу симбіотичної взаємодії [5]. Тому застосування фітогормонів при інокуляції може прискорювати зміну їх співвідношень і, відповідно, активізувати нодуляційний процес і функціонування азотфіксувального симбіозу.

У багатьох дослідженнях показано позитивний вплив фітогормонів на нодуляційну здатність ризобій, нітрогеназну активність корневих бульбочок, ріст, розвиток і урожайність бобових культур [9, 10] та стійкість рослин до фітопатогенів [11]. З врахуванням зазначених аспектів в Інституті сільськогосподарської мікробіології НААН розроблено спосіб виготовлення мікробних препаратів комплексної дії, що враховує взаємодію бактеріального компоненту з фізіологічно активним. Одним із препаратів, що містить, крім *Bradyrhizobium japonicum*, ФАР біологічного походження є Ризогумін. Додатковим джерелом фітогормонів у ньому є біогумус, виготовлений за спеціального режиму вермикомпостування.

У наших попередніх дослідженнях визначено вміст речовин ауксинової та цитокінінової природи у водних екстрактах біогумусу та встановлено оптимальне фітогормональне забезпечення, яке сприяє найбільшій активізації взаємодії між симбіонтами [12].

Метою даного дослідження є визначення впливу складових компонентів на формування та активність соєво-ризобіальної взаємодії, а також порівняння ефективності традиційного препарату та комплексного інокулянту за різних умов інокуляції.

**Матеріали і методи.** Об'єктами досліджень були рослини сої (*Glycine max* (L.) Merr.) сорту Устя та бульбочкові бактерії сої *Bradyrhizobium japonicum* М 8 [13]. У досліді використано новий

торф'яний препарат комплексної дії Ризогумін та стандартний торф'яний препарат Ризобофіт.

Культуру бульбочкових бактерій вирощували протягом 3 діб при 28 °С на середовищі такого складу (г/л): сахароза – 2,0; маніт – 3,0; глюкоза – 10,0;  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  – 1,0;  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  – 0,5;  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  – 0,5;  $\text{MgSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$  – 0,2;  $\text{CaCO}_3$  (стерилізований) – 0,1;  $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$  – 0,05; 150 мл люпинового відвару, рН – 6,8–7,0. Для виготовлення біопрепаратів використовували бактеріальну суспензію з титром  $2 \cdot 10^9$  клітин/мл.

Дослідження впливу компонентів комплексного препарату Ризогуміну на формування та активність бобово-ризобіальної взаємодії проводили в умовах вегетаційного досліду. Насіння сої сорту Устя перед посівом поверхнево стерилізували у 96 % розчині етилового спирту протягом 10 хвилин і пророщували. Обробку проростків проводили компонентами комплексного препарату згідно схеми: 1) контроль (без інокуляції); 2) бактеріальна суспензія *B. japonicum* М 8; 3) водна витяжка біогумусу; 4) Ризогумін. Бактеріальне навантаження у варіантах з інокуляцією складало 300 тис. клітин на одну насінину. Фітогормональне забезпечення у варіантах з обробкою водною витяжкою біогумусу та із застосуванням Ризогуміну було на рівні: ауксинів –  $1,46 \cdot 10^{-3}$  мкг на насінину та цитокінінів –  $3,3 \cdot 10^{-4}$  мкг на насінину. Концентрації фітогормонів доводили до необхідного рівня. Вміст індолілоцтової кислоти визначали за відповідною методикою твердофазного імуноферментного аналізу [14] із застосуванням попередньої екстракції та метилювання зразків. При визначенні вмісту цитокінінів використано відому методику отримання імуноферментної аналітичної тест-системи, призначеної для визначення кількісного вмісту цитокінінів у рослинному матеріалі, яка дає можливість визначати сумарний вміст двох форм цитокінінів – зеатину та зеатинрибозиду [15].

Рослини сої вирощували на чорноземі вилугуваному (рН<sub>сол</sub> 5,2; вміст гумусу – 3,01 %; вміст азоту, що легко гідролізується, – 109 мг/кг ґрунту; вміст  $\text{P}_2\text{O}_5$  – 168 мг/кг ґрунту; вміст  $\text{K}_2\text{O}$  – 58 мг/кг ґрунту) у пластикових посудинах ємністю 1,5 л. У субстрат вносили суміш Прянішнікова з вмістом азоту 0,2 норми. Вологість ґрунту протягом періоду вирощування підтримували на рівні 60 % від повної вологоємності. В кожній посудині вирощували по чотири рослини. Повторність дослідів – чотирикратна.

У польових дослідах порівнювали ефективність стандартного мікробного препарату та комплексного інокулянту. Досліди проводили в 2008–2010 рр. на чорноземі вилугуваному в Інституті сільськогосподарської мікробіології НААН.

Схема дослідів включала наступні варіанти: 1) контроль, без інокуляції насіння; 2) інокуляція біопрепаратом Ризобіофітом; 3) інокуляція біопрепаратом комплексної дії Ризогуміном. Дослідження проводили як за щільної популяції бульбочкових бактерій сої, так і за їх відсутності. Фонову популяцію бульбочкових бактерій створювали у попередні перед дослідженнями роки шляхом вирощування бактеризованої серологічно відмінним штамом *V. japonicum* 634 б сої. Повторність дослідів – чотирикратна. Розміщення ділянок – рендомізоване. Площа облікової ділянки складала 10 м<sup>2</sup>.

Біометричні дослідження проводили за використання відповідних методик [16, 17]. Вивчення активності симбіотичної азотфіксації проводили методом редукції ацетилену на газовому хроматографі «Chrom-4» [18]. Вміст водорозчинного білка досліджували методом Лоурі [19]. Активність глутамінсинтетази – за відповідною методикою [20]. Облік урожайності насіння сої проводили за загальноприйнятими методиками [16, 17]. Статистичну обробку одержаних результатів здійснювали згідно існуючих методик [16].

**Результати та обговорення.** Оскільки для вегетаційного дослідів використовували ґрунт, у якому відсутні аборигенні популяції бульбочкових бактерій сої, у контролі та у варіанті з обробкою насіння водною витяжкою біогумусу не спостерігали утворення бульбочок на коренях дослідних рослин. Водночас, інокуляція насіння бактеріальною суспензією та комплексним інокулянтом Ризогуміном забезпечувала формування активного соєво–ризобіального симбіозу (табл. 1). Порівняння дії цих інокулянтів свідчить про перевагу Ризогуміну. Так, у варіанті з інокуляцією насіння сої комплексним біопрепаратом відмічали збільшення кількості кореневих бульбочок на 29,8 %, маси бульбочок – на 38,9 % та їх азотфіксувальної активності – на 42,9 % у порівнянні з показниками варіанту з інокуляцією бактеріальною суспензією. Така активізація азотфіксувального симбіозу, на нашу думку, досягається за рахунок синергічної дії штаму–інокулянту та ФАР біогумусу, що входять до складу препарату. Як зазначалося

вище, в багатьох дослідженнях також спостерігали позитивний вплив фітогормонів на нодуляційний процес та активність азотфіксації [4, 9, 10], що можна пояснити важливою роллю ФАР при формуванні симбіозу. Слід також зазначити, що до складу біогумусу, на відміну від більшості синтетичних аналогів фітогормонів, входить комплекс ФАР у збалансованій кількості, а також гумінові речовини та мікроелементи в хелатній формі, що прямо чи опосередковано впливає на формування та активність азотфіксувального симбіозу.

**Таблиця 1. Вплив компонентів Ризогуміну на формування та активність соєво-ризобіального симбіозу**

Варіанти дослідів	Кількість бульбочок, од./рослину	Маса бульбочок, г/рослину	Нітрогеназна активність, нмоль C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> /рослину
Контроль без інокуляції	0	0	0
Бактеріальна суспензія	25,2±2,3	0,18±0,02	1821,11±154,24
Водний екстракт біогумусу	0	0	0
Ризогумін	32,7±2,9	0,25±0,04	2603,33±330,51

При вивченні впливу компонентів Ризогуміну на накопичення вегетативної маси рослин сої встановлено позитивний вплив усіх досліджених чинників у порівнянні з контролем. Дія досліджуваних компонентів сприяла достовірному збільшенню довжини стебел рослин сої у порівнянні з показниками рослин контрольного варіанту. Найбільші значення довжини стебел спостерігали у варіанті з обробкою насіння сої Ризогуміном (табл. 2).

Дослідження впливу різних варіантів обробки насіння сої на накопичення надземної маси рослин свідчить про позитивну їх дію. В усіх дослідних варіантах спостерігали перевищення контрольних показників у межах від 7 % до 19 %. Найбільший приріст надземної маси (19 %) забезпечував комплексний біопрепарат (табл. 2).

Також встановлено позитивний вплив досліджуваних компонентів на формування маси коренів. Найбільші показники відмічено у варіантах з обробкою насіння Ризогуміном та водним екстрактом біогумусу – зафіксовано перевищення контрольних показників відповідно на 41 % та 44 %. Такий вплив можна пояснити стимуляцією процесів ризогенезу речовинами фітогормональної

природи, що входять до складу як Ризогуміну, так і водної витяжки біогумусу (табл. 2).

**Таблиця 2. Вплив компонентів Ризогуміну на ріст та формування вегетативної маси рослин сої**

Варіанти досліджу	Висота рослин, см	Маса рослин, г/рослину	Маса коренів, г/рослину
Контроль без інокуляції	33,7±2,6	0,72±0,03	0,34±0,03
Бактеріальна суспензія	42,6±1,9	0,79±0,01	0,39±0,01
Водний екстракт біогумусу	39,0±1,5	0,77±0,02	0,48±0,05
Ризогумін	45,1±2,6	0,86±0,08	0,49±0,05

У ході дослідження вивчали вплив компонентів Ризогуміну на активність азотного обміну рослин сої. Зокрема вивчали вміст водорозчинного білка в листках дослідних рослин сої – за цим показником всі досліджувані варіанти перевищували контроль. Найбільший приріст вмісту білка спостерігали у варіантах з утворенням активних азотфіксувальних симбіозів (табл. 3). Так, у варіантах з інокуляцією насіння Ризогуміном та бактеріальною суспензією отримали приріст вмісту білка на 2,7 % та 2,2 %, відповідно. У варіанті з обробкою насіння сої екстрактом біогумусу також спостерігали активізацію азотного обміну рослин сої, що є наслідком впливу ФАР, які містяться в біогумусі.

**Таблиця 3. Вміст водорозчинного білка в листках рослин сої за дії структурних компонентів Ризогуміну**

Варіанти досліджу	Вміст водорозчинного білка в листках		Приріст до контролю, %
	мг/г	%	
Контроль без інокуляції	66,05±0,84	6,61±0,08	–
Бактеріальна суспензія	88,13±4,34	8,81±0,43	2,20
Водний екстракт біогумусу	83,33±3,13	8,33±0,31	1,72
Ризогумін	93,25±3,17	9,33±0,32	2,72

Таким чином, у вегетаційному досліді встановлено, що поєднання в Ризогуміні бактеріального компоненту та ФАР біологічного походження сприяє найбільшій активізації соєво-ризобіального симбіозу.

Наступним етапом нашого дослідження було порівняння ефективності дії мікробного препарату Ризобіфиту та комплексного

біопрепарату Ризогуміну в польових умовах за різних умов їх застосування.

Дослідження симбіотичних показників за дії інокулянтів свідчить про позитивний вплив бактеризації на нодуляційну здатність бульбочкових бактерій сої як за умов фонові популяції, так і за відсутності аборигенних популяцій ризобій (табл. 4).

Штучна популяція на основі штаму *V. japonicum* 634 б збереглась у ґрунті у достатній кількості, про що свідчить утворення бульбочок у контрольному варіанті. Так, у залежності від фази вегетації, кількість бульбочок у контрольному варіанті коливалась у межах від 21,9 до 40,1 од./рослину. Водночас, навіть за щільної аборигенної популяції ризобій сої, у варіантах з інокуляцією спостерігали достовірне збільшення кількості бульбочок у порівнянні з контрольним варіантом (табл. 4).

За відсутності в ґрунті «місцевих» популяцій бульбочкових бактерій сої логічною була відсутність корневих бульбочок у варіанті без бактеризації. За таких умов інокуляція насіння сої як Ризобіофітом, так і Ризогуміном сприяла формуванню активних соєво-ризобіальних симбіозів (табл. 4). При цьому у варіантах з Ризогуміном спостерігали тенденцію до зростання чисельності азотфіксувальних бульбочок.

**Таблиця 4. Вірулентність бульбочкових бактерій сої за дії різних біопрепаратів**

Варіанти дослідів	Кількість бульбочок, од./рослину					
	фонові популяції ризобій			за відсутності ґрунтових ризобій		
	фаза стеблуння	фаза цвітіння	фаза наливу бобів	фаза стеблуння	фаза цвітіння	фаза наливу бобів
Контроль	21,9±2,2	36,3±4,0	40,1±1,9	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0
Ризобіофіт	30,6±1,8	47,4±3,4	54,9±1,8	21,4±1,7	40,7±5,9	52,0±5,2
Ризогумін	33,9±2,0	50,7±3,0	57,1±3,1	29,9±3,7	46,1±7,7	58,6±3,7

Дослідження впливу біопрепаратів на накопичення маси корневих бульбочок дозволило встановити наступні особливості. Як за кількістю, так і за масою бульбочок, варіанти з бактеризацією в обох випадках перевищували показники контрольного варіанту (табл. 5).

**Таблиця 5. Маса кореневих бульбочок сої за дії різних біопрепаратів**

Варіанти досліджу	Маса бульбочок, г/рослину					
	фонова популяція ризобій			за відсутності ґрунтових ризобій		
	фаза стеблуння	фаза цвітіння	фаза наливу бобів	фаза стеблуння	фаза цвітіння	фаза наливу бобів
Контроль	0,20±0,04	1,09±0,11	1,23±0,05	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0
Ризобофіт	0,41±0,03	1,33±0,04	1,42±0,03	0,53±0,04	1,51±0,08	1,62±0,07
Ризогумін	0,49±0,02	1,43±0,05	1,58±0,09	0,63±0,05	1,63±0,08	1,75±0,06

Водночас, на відміну від нодуляційної активності, дія Ризогуміну забезпечувала достовірне зростання маси бульбочок у початковій фазі вегетації в порівнянні з показниками у варіанті з обробкою Ризобофітом. Так, у фазу стеблуння маса бульбочок у варіанті з комплексним інокулянтом перевищувала в середньому в 1,2 рази показники варіанту з обробкою традиційним мікробним препаратом (табл. 5).

Визначення нітрогеназної активності дозволило встановити позитивний вплив інокуляції на цей показник. Як за фонові популяції, так і за відсутності ґрунтових ризобій сої, у варіантах з інокуляцією спостерігали формування активних симбіотичних систем (табл. 6). Найбільші показники азотфіксувальної активності бульбочок відзначали у варіанті з інокуляцією Ризогуміном у першій фазі вегетації рослин. Так, у фазу стеблуння та цвітіння показники нітрогеназної активності у варіанті з обробкою комплексним інокулянтом достовірно перевищували показники варіанту з інокуляцією Ризобофітом (у 1,1 і 1,2 рази за фонові популяції, і в 1,4 і 1,2 рази – за відсутності аборигенних популяцій ризобій сої). Висока нітрогеназна активність бобово-ризобіального симбіозу в ці фази особливо важлива для бобової рослини, оскільки в цей час відбувається основне формування азотного пулу, що в подальшому впливає на формування урожайності культури. Крім того, показники азотфіксувальної активності у варіанті з інокуляцією Ризогуміном свідчать про активацію ферментної системи симбіозу за участі ФАР, що входять до складу препарату. Так, якщо нодуляційна активність у цьому варіанті за фонові популяції зростає в середньому в 1,4–1,5 рази (табл. 4), то нітрогеназна активність симбіозу – у 2,1–



3,5 раза (табл. 6). Таким чином, підвищується питома активність азотфіксації.

**Таблиця 6. Нітрогеназна активність бульбочок сої за дії різних біопрепаратів**

Варіанти дослідів	Нітрогеназна активність, мкмоль $C_2H_4$ на рослину за годину					
	фонова популяція ризобій			за відсутності ґрунтових ризобій		
	фаза стеблуння	фаза цвітіння	фаза наливу бобів	фаза стеблуння	фаза цвітіння	фаза наливу бобів
Контроль	0,94±0,12	1,60±0,58	1,54±0,27	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0
Ризобофіт	2,99±0,12	4,72±0,36	2,49±0,63	3,39±0,23	5,07±0,34	2,89±0,29
Ризогумін	3,39±0,10	5,57±0,21	3,18±0,41	4,61±0,37	5,89±0,46	2,82±0,36

Як відомо, азотфіксувальна активність впливає на азотний обмін рослини–живителя. Так, перший стабільний продукт азотфіксації  $NH_4^+$  є не тільки основним джерелом азоту, а й сигнальною молекулою – індуктором синтезу ряду ферментів, які виконують функцію асиміляції продуктів азотфіксації: глутамінсинтетази, глутаматдегідрогенази, аланіндегідрогенази, аспаратдегідрогенази, аспартази. Цей зв'язок є зворотнім і активність ферментів асиміляції аміаку також впливає на інтенсивність азотфіксації симбіозу [21]. Також з літературних джерел відомо, що фітогормони, особливо цитокінінової дії, активно впливають на азотний обмін рослин. Зокрема, цитокініни впливають на синтез білка, підвищуючи швидкість синтезу і-РНК [22]. Тому в ході дослідження ми вивчали вплив біопрепаратів на активність ключового ферменту асиміляції аміаку – глутамінсинтетази та накопичення водорозчинних форм білка в листках рослин сої.

Дослідження показують, що бактеризація забезпечила достовірні прирости вмісту водорозчинного білка в обох дослідях. Проте, слід зазначити, що вплив інокулянтів на синтез білка в рослинах чіткіше проявляється за відсутності фонові популяції бульбочкових бактерій. Так, дія Ризогуміну і Ризобофіту забезпечила приріст білка у порівнянні з контрольними показниками на 3,4 % та 3,7 % за відсутності ґрунтових ризобій і лише на 1,3 % та 1,9 % – за фонові популяції (табл. 7).

**Таблиця 7. Вплив бактеріальних препаратів на азотний обмін рослин сої**

Варіанти досліджу	Фонові популяції ризобій		За відсутності ґрунтових ризобій	
	активність глутамін-синтетази, (кмоль Р/мг·хв)	вміст водорозчинного білка, %	активність глутамін-синтетази, (кмоль Р/мг·хв)	вміст водорозчинного білка, %
Контроль	8,33±1,11	3,72±0,27	7,98±0,89	3,04±0,20
Ризобіофіт	12,23±4,80	5,06±0,62	18,56±3,25	6,39±0,58
Ризогумін	14,48±1,68	5,57±0,42	21,54±0,38	6,77±0,56

Подібну ситуацію спостерігали і під час дослідження активності глутамінсинтетази (табл. 7). За відсутності в ґрунті аборигенних популяцій бульбочкових бактерій сої достовірний приріст активності ферменту забезпечували обидва препарати, а за фонові – спостерігали лише у варіанті з бактеризацією комплексним інокулянтом. Найсуттєвіше глутамінсинтетазна активність в обох випадках зростала у варіанті з інокуляцією насіння Ризогуміном (табл. 7). Високу активність глутамінсинтетази у цьому варіанті можна пояснити високою нітрогеназною активністю бульбочок сої і позитивним впливом фізіологічно активних речовин (особливо цитокінінової природи), що входять до складу препарату.

Інтегральним показником ефективності симбіозу є формування урожайності зерна макросимбіоту. Вивчення продуктивності сої сорту Устя за щільної фонові популяції ризобій у ґрунті свідчить про позитивну дію інокуляції (табл. 8). Найвищий показник урожайності сої за цих умов відмічено у варіанті з інокуляцією насіння Ризогуміном. В середньому за 3 роки досліджень урожайність у цьому варіанті переважала контрольні показники на 28,8 % (для прикладу, продуктивність культури за використання Ризобіофіту зростала на 12,1 %).

Ще більш виражену позитивну дію від бактеризації спостерігали в досліді за відсутності в ґрунті мікросимбіотів сої. За цих умов у рослин контрольного варіанту не відбувалося формування симбіозу. Тому приріст урожайності у варіантах з інокуляцією в середньому за 3 роки знаходився в межах від 53,8 % до 60,9 % (табл. 8). Як і в попередньому досліді, найбільший приріст урожайності зерна сої забезпечував біопрепарат комплексної дії –

Ризогумін. Позитивний вплив цього препарату на продуктивність сої можна пояснити як стимулюванням азотфіксувальної активності, так і активізацією процесів азотного обміну рослин у порівнянні з іншими варіантами.

**Таблиця 8. Урожайність зерна сої в залежності від інокулянта та умов вирощування сої**

Варіанти дослідів	2008 р.		2009 р.		2010 р.		Середнє за 3 роки	
	ц/га	%	ц/га	%	ц/га	%	ц/га	%
<i>За фоновієї популяції ризобій сої у ґрунті</i>								
Контроль	18,4	–	15,2	–	9,3	–	14,3	–
Ризобофіт	19,9	8,2	18,5	21,3	10,9	17,2	16,4	14,7
Ризогумін	24,6	33,7	19,5	27,8	11,2	20,4	18,4	28,8
НІР <sub>05</sub>	5,2		1,95		1,87			
<i>За відсутності ґрунтових ризобій</i>								
Контроль	14,4	–	14,9	–	8,2	–	12,5	–
Ризобофіт	25,2	74,7	22,1	49,8	10,4	26,5	19,2	53,8
Ризогумін	25,7	78,4	23,8	60,1	10,8	31,2	20,1	60,9
НІР <sub>05</sub>	2,3		1,6		1,9			

Дослідження, спрямовані на вивчення якісних показників отриманої продукції, показали, що кількість білка в зерні сої зростала у варіантах з передпосівною обробкою насіння біопрепаратами (табл. 9).

**Таблиця 9. Вплив бактеріальних препаратів на вміст білка в зерні сої**

Варіанти дослідів	Вміст білка, %.	
	фоновіа популяція ризобій	за відсутності ґрунтових ризобій
Контроль	36,06±4,06	35,73±2,53
Ризобофіт	43,23±4,21	42,27±3,32
Ризогумін	44,28±3,63	45,61±2,89

При цьому, в залежності від умов їх застосування, виявлено наступні особливості. За відсутності аборигенних популяцій бульбочкових бактерій у ґрунті застосування як Ризогуміну, так і Ризобофіту, забезпечувало достовірний приріст вмісту

білка в зерні сої. За щільної фонові популяції брадиризобій достовірно збільшення вмісту білка спостерігали лише у варіанті з використанням комплексного біопрепарату.

Таким чином, у ході дослідження встановлено, що сумісне застосування як інокулянту насіння сої бульбочкових бактерій і фітогормональних речовин біогумусу значно активізує азотфіксувальний симбіоз у порівнянні з окремою обробкою насіння бактеріальною суспензією чи екстрактом біогумусу.

Отримані результати свідчать, що інокуляція є ефективним агроприйомом як за відсутності в ґрунті аборигенних популяцій, так і за наявності щільних місцевих популяцій бульбочкових бактерій сої. Водночас, порівнюючи дію відомого мікробного препарату Ризобофіту і нового біопрепарату комплексної дії, слід зазначити, що в обох випадках доцільніше використовувати Ризогумін. Застосування комплексного інокулянту суттєво підвищує нітрогеназну активність симбіозу та азотний обмін рослини-живителя, що в свою чергу позитивно впливає як на урожайність, так і на якість отриманої продукції.

1. Bohloo B.B. Biological nitrogen fixation for sustainable agriculture: A perspective /B.B. Bohloo, J.K. Ladha, D.P. Garrity, T. George //Plant and soil. – 1992. – Vol. 141, № 1. – P. 1–11.

2. Вэнс К. Симбиотическая азотфиксация у бобовых: сельскохозяйственные аспекты /К. Вэнс //Rhizobiaceae. Молекулярная биология бактерий, взаимодействующих с растениями /Пер. с англ. под ред. И.А. Тихоновича и Н.А. Проворова. – С.Пб: ИПК Бионт, 2002. – С. 541–563.

3. Okon Y. Field inoculation of grasses with *Azospirillum* /Y. Okon //Biological nitrogen fixation in tropical agriculture. – 1982. – P. 459–467.

4. Особенности взаимодействия растений и азотфиксирующих микроорганизмов /[Коць С.Я., Береговенко С.К., Кириченко Е.В., Мельникова Н.Н.]. – К.: Наукова думка, 2007. – 316 с.

5. Ferguson B.J. Signaling interactions during nodule development /B.J. Ferguson, U. Mathesius //J. Plant Growth Regulation. – 2003. – Vol. 22, № 1. – P. 47–72.

6. Hirsch A.M. The role of phytohormones in plant-microbe symbioses /A.M. Hirsch, Y. Fang, S. Asad, Y. Kapulnik //Plant and Soil. – 1997. – Vol. 194, № 1–2. – P. 171–184.

7. Boiero L. Phytohormone production by three strains of *Bradyrhizobium japonicum* and possible physiological and technological implications

/L. Boiero, D. Perrig, O. Masciarelli [et al.] //Appl. Microbiol. Biotechnol. – 2007. – Vol. 74, № 1. – P. 874–880.

8. Ghosh S. Production of 3-indolylacetic acid in root nodules and culture by a *Rhizobium* species isolated from root nodules of the leguminous Pulse *Phaseolus mungo* /S. Ghosh, C. Sengupta, T.K. Maiti, P.S. Basu //Folia Microbiol. – 2008. – Vol. 53, № 4. – P. 351–355.

9. Кириченко О.В. Симбіотичні властивості *Bradyrhizobium japonicum* 6346 за дії фіторегулятора Reglalg /О.В. Кириченко, Л.В. Титова, А.В. Жеймода [та ін.] //Мікробіол. журн. – 2008 – Т. 70, № 1. – С. 17–25.

10. Леонова Н.О. Ефективність застосування Нітрагіну і регуляторів росту рослин при вирощуванні сої /Н.О. Леонова, Л.В. Титова, А.Ф. Антипчук //С.-г. мікробіол.: міжвід. темат. наук. зб. – Чернігів: ЦНТЕІ, 2007. – № 5. – С. 74–85.

11. Корнійчук М.С. Вплив регуляторів росту на розвиток бактеріальних хвороб сої /М.С. Корнійчук, С.В. Поліщук, Л.Г. Жмурко [та ін.] //С.-г. мікробіол.: міжвід. темат. наук. зб. – Чернігів: ЦНТЕІ, 2008. – № 7. – С. 138–147.

12. Комок М.С. Оптимізація вмісту фітогормонів у біопрепараті комплексної дії Ризогуміні /М.С. Комок, С.Б. Дімова, В.В. Волкогон //С.-г. мікробіол.: міжвід. темат. наук. зб. – Чернігів: ЦНТЕІ, 2010. – № 12. – С. 27–35.

13. Пат. UA 39545 A, 7C12N1/20, C05F11/08. Штам бульбочкових бактерій *Bradyrhizobium japonicum* М 8, який використовують для виготовлення бактеріального препарату, що підвищує урожайність сої /Толкачов М.З., Патики В.П., Каменева І.О., Грітчина Л.Ю.; заявник і патентовласник Південний філіал інституту сільськогосподарської мікробіології УААН. – № 200105680; заявл. 06.10.00; опубл. 15.06.01, Бюл. № 5.

14. Дімова С.Б. Імуноферментне визначення вмісту індолілоцтової кислотивкультуральнійрідинімікроорганізмів/С.Б. Дімова, О.О. Дмитрук, О.Є. Мамчур, Л.П. Коломієць, В.В. Волкогон //С.-г. мікробіол.: міжвід. темат. наук. зб. – Чернігів: ЦНТЕІ, 2009. – № 9. – С. 179–187.

15. Кудоярова Г.Р. Иммуноферментная тест-система для определения цитокининов /Г.Р. Кудоярова., С.Ю. Веселов, Н.Н. Каравайко [и др.] //Физиол. раст. – 1990. – Т. 37, Вып. 1. – С. 193–199.

16. Доспехов В.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований /В.А. Доспехов. – [5-е изд. доп. и перер.]. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

17. Посыпанов Г.С. Методы изучения биологической фиксации азота воздуха: Справочное пособие /Г.С. Посыпанов. – М.: Агропромиздат, 1991. – 300 с.

18. Hardy R.W.F. The acetylene-ethylene assay for N<sub>2</sub> fixation:

laboratory and field evaluation /R.W.F. Hardy, R.D. Holsten, E.K. [et al.] //Plant Physiol. – 1968. – Vol. 43, № 8. – P. 1185–1207.

19. Агрохімічний аналіз: Підручник /[М.М. Городній, А.П. Лісовал та ін.]. – К., 2005. – С. 299–302.

20. Евстигнеева З.Г. Определение активности глутаминсинтетазы /З.Г. Евстигнеева, Е.Г. Громыко, К.Б. Асеева //Биохимические методы. – М.: Наука, 1980. – С. 84–86.

21. Евстигнеева З.Г. Ферменты ассимиляции аммония у бобовых растений /З.Г. Евстигнеева //Биологическая фиксация молекулярного азота: материалы VI Всесоюзного Баховского коллоквиума. – К.: Наукова думка, 1983. – С. 131–136.

22. Boutler D. Regulation of storage protein synthesis and deposition in developing legume seeds /Boutler D. //Seed Proteins. – London: Acad. press, 1983. – P. 217–222.

## **ФИЗИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА БИОГУМУСА КАК ФАКТОР АКТИВИЗАЦИИ АЗОФИКСИРУЮЩИХ СИМБИОЗОВ И АЗОТНОГО ОБМЕНА СОИ**

**Комок М.С.**

Институт сельскохозяйственной микробиологии НААН,  
г. Чернигов

*Приведены результаты исследования влияния компонентов, входящих в состав комплексного микробного препарата Ризогумина, на активность взаимодействия между клубеньковыми бактериями и растениями сои. Определено, что совместное использование инокулянта с фитогормонами биогумуса способствует наибольшей активизации бобово-ризобияльного взаимодействия. В полевых исследованиях проведено сравнение эффективности микробного препарата Ризобифита и комплексного инокулянта Ризогумина в условиях фоновых популяций ризобий сои и при отсутствии таковых. Установлено, что комплексный биопрепарат способствует наибольшему повышению эффективности симбиотической системы и улучшает азотный обмен растений сои.*

*Ключевые слова: фитогормоны, клубеньковые бактерии, нитрогеназная активность, соя, глутаминсинтетаза.*

# PHYSIOLOGICALLY ACTIVE COMPOUNDS OF BIOHUMUS AS AN ACTIVATION FACTOR OF NITROGEN-FIXING SYMBIOSIS AND NITROGEN METABOLISM IN SOYBEAN

**Komok M. S.**

Institute of Agricultural Microbiology NAAS, Chernihiv

*The paper examines the influence of complex biopreparation Rhizogumin components into the interaction activity between rhizobia and soybean plants. It was determined, that the joint applying of inoculums with the phytohormones present in biohumus has activated the legume-rhizobial interactions. The efficiency of the microbial preparation Rhizobofit and complex inoculant Rhizogumin was compared in field studies under the presence or absence of «local» populations of the rhizobia in the soil. It was established that a complex biopreparation has increased the efficiency of the symbiotic systems and has improved nitrogen metabolism of legume plants.*

*Key words: phytohormones, nodule bacteria, nitrogenase activity, soybean, glutaminy synthetase.*