

УДК 633.31/37+631.8

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.146.2.10>

## ЕФЕКТИВНІСТЬ БІОДОБРІВ У СТИМУЛЮВАННІ ФОРМУВАННЯ СІМБІОТИЧНОГО АПАРАТУ СОЇ

**Триус В.О.** – аспірант кафедри агротехнологій та ґрунтознавства,  
Сумський національний аграрний університет  
[orcid.org/0000-0002-6670-1139](https://orcid.org/0000-0002-6670-1139)

**Мурач О.М.** – науковий співробітник,  
Інститут сільського господарства Північного Сходу Національної академії  
аграрних наук України  
[orcid.org/0009-0000-6227-0493](https://orcid.org/0009-0000-6227-0493)

У статті представлено результати комплексних досліджень щодо оптимізації процесів формування та функціонування симбіотичного апарату сої в умовах Північно-Східного Лісостепу України шляхом застосування сучасних біологічних препаратів різного спрямування. Актуальність роботи зумовлена необхідністю пошуку шляхів підвищення азотфіксуючого потенціалу культури в умовах змін клімату та мінімізації використання мінеральних добрив. У ході польових експериментів вивчено вплив передпосівної інокуляції насіння та позакоренових обробок по вегетації на кількісні та якісні показники розвитку бульбочок на коріннях рослин.

Встановлено, що передпосівна інокуляція насіння препаратом Ризогумін та обробка регулятором росту Гуміфілд ВР-18 у поєднанні з наступним позакореновим підживленням рослин забезпечують потужний стимулюючий ефект на розвиток ризобіальних структур протягом усього періоду вегетації. Доведено, що динаміка формування симбіотичного апарату має чітко виражений характер із досягненням пікових значень у фазу цвітіння. Найвищу ефективність зафіксовано за умови комплексного застосування Ризогуміну в поєднанні з дворазовим обприскуванням посівів у фази бутонізації та наливу зерна. Така схема обробки забезпечує формування максимальної кількості бульбочок на рівні 36,7 од./роsl. із відповідною сировою масою 0,323 г/роsl.

Виявлено, що стимулюючий ефект специфічного інокулянту Ризогумін суттєво перевищує показники варіантів із застосуванням гуматного препарату Гуміфілд ВР-18, хоча останній також демонструє стабільний приріст відносно контролю. Встановлено, що найбільш критичним та стратегічно важливим періодом для проведення вегетаційних обробок є фаза бутонізації: стимуляція рослин саме в цей термін закладає фізіологічну основу для пролонгації активної роботи симбіозу на пізніх етапах органогенезу, зокрема у фазу наливу бобів. Натомість одноразове обприскування лише у пізню фазу наливу зерна виявилось найменш дієвим заходом.

**Ключові слова:** соя, Ризогумін, Гуміфілд, симбіотична активність, ризобіальні бульбочки, бульбочкові бактерії.

### **Trius V.O., Murach O.M. Effectiveness of biofertilizers in stimulating the formation of the soybean symbiotic apparatus**

The article presents the results of comprehensive studies on the optimization of the formation and functioning of the soybean symbiotic apparatus in the conditions of the North-Eastern Forest-Steppe of Ukraine through the use of modern biological preparations of various purposes. The relevance of the work is driven by the need to find ways to increase the nitrogen-fixing potential of the crop under climate change and to minimize the use of mineral fertilizers. During field experiments, the effect of pre-sowing seed inoculation and foliar treatments during the growing season on the quantitative and qualitative indicators of nodule development on plant roots was studied.

© Триус В.О., Мурач О.М., 2025

Стаття поширюється на умовах ліцензії CC BY 4.0

*It was established that pre-sowing seed inoculation with Ryzohumin and treatment with the growth regulator Humifield VR-18, in combination with subsequent foliar feeding, provide a powerful stimulating effect on the development of rhizobial structures throughout the entire growing season. It was proven that the dynamics of the symbiotic apparatus formation has a clearly defined character, reaching peak values during the flowering stage. The highest efficiency was recorded under the condition of integrated application of Ryzohumin in combination with double spraying of crops during the budding and grain filling stages. This treatment scheme ensures the formation of a maximum number of nodules at the level of 36.7 units/plant with a corresponding fresh weight of 0.323 g/plant.*

*The study revealed that the stimulating effect of the specific inoculant Ryzohumin significantly exceeds the indicators of variants using the humate preparation Humifield VR-18, although the latter also demonstrates a stable increase relative to the control. It was established that the most critical and strategically important period for carrying out vegetation treatments is the budding stage: plant stimulation at this time lays the physiological foundation for prolonging the active functioning of the symbiosis at late stages of organogenesis, particularly during the pod filling stage. Conversely, a single spraying only during the late stage of grain filling proved to be the least effective measure.*

**Key words:** soybean, Ryzohumin, Humifield, symbiotic activity, rhizobial nodules, nodule bacteria.

**Вступ.** Питання отримання «безкоштовного» азоту задля підвищення сталості виробництва, а також збільшення економічної ефективності вирощування сільськогосподарських культур є надзвичайно актуальним в умовах сьогодення. Загалом, світова тенденція вирощування агропродукції рухається у бік збільшення врожаїв та, водночас, зменшення використання мінеральних добрив задля можливості покращення екологічної ситуації [1]. Завдяки цьому розвивається ринок біодобрив, що містять собі ефективні мікроорганізми [2] та продукти їх життєдіяльності, активно вивчається питання використання мікоризних грибів, біочару [3] та інших засобів, що дозволяють покращити ефективність засвоєння мінеральних речовин рослинами, проте не мати негативного впливу на навколишнє середовище.

Вчені України та світу провели величезну кількість дослідів із вивчення впливу біодобрив у різних кліматичних зонах, що максимально відображає, коли такі добрива є дійсно ефективними, а в яких умовах їх дія буде мінімальною, або ж взагалі відсутньою. Також, детально досліджене питання способів внесення таких добрив, зокрема, через інокуляцію насіння, внесення в ґрунт чи фоліарно. Так, наприклад, польові дослідження проведені в умовах Правобережного Лісостепу встановили, що комплексне застосування біологічних препаратів – інокулянта Різолан, мікоризоутворюючого препарату Мікофренд та фосфор-каліймобілізуючого біодобрива Граундфікс – забезпечило максимальний ростостимулюючий ефект. Зокрема, ця комбінація сприяла формуванню найвищої індивідуальної продуктивності (до 42,1 бобів/рослину) та найбільшої маси насіння з рослини (10,4–11,9 г), що відповідно забезпечило найвищу врожайність сої на рівні 4,05 т/га (сорт Медісон) із достовірним приростом до контролю у межах 17,9–18,1%. Таким чином, підтверджено високу агрономічну ефективність комплексної біологізації живлення сої на сірих лісових ґрунтах [4]. Проведені дослідження, що охопили період 2017–2021 років на сірих лісових ґрунтах, чітко засвідчили, що для забезпечення максимальної фотосинтетичної продуктивності посівів сої критично важливе комплексне застосування біологічних препаратів на фоні повного мінерального живлення. Зокрема, використання ґрунтового біодобрива Граундфікс (5 л/га) у передпосівну культивуацію разом із передпосівною обробкою насіння Мікофренд (1,5 л/т) на фоні  $N_{60}P_{60}K_{60}$  забезпечило формування

максимальної площі асиміляційної поверхні – 40,4 тис. м<sup>2</sup>/га, що на 11,6 тис. м<sup>2</sup>/га перевищило контрольний варіант. Такий підхід також зумовив найвищий фотосинтетичний потенціал та найбільшу чисту продуктивність фотосинтезу, що підтверджує, що біологізація живлення є ефективним способом оптимізації роботи асиміляційного апарату сої та має тісний кореляційний зв'язок із кінцевим рівнем урожайності [5].

Проведені у 2023 році в умовах Північно-Східного Лісостепу дослідження встановили високу ефективність екологічно безпечних технологічних прийомів для підвищення симбіотичної активності та врожайності сої. Максимальний синергетичний ефект досягнуто при поєднанні інокуляції насіння препаратом Ризогумін з позакореневим підживленням рослин розчинами регулятора росту Гуміфілд ВР-18 (у фазу бутонізації) та водорозчинного добрива Фульвігрін Бор (у фазу наливу бобів). Такий комплексний підхід забезпечив найвищий показник врожайності – 2,60 т/га, що на 22,1% перевищує контрольний варіант (2,13 т/га), тоді як лише передпосівна обробка насіння Гуміфілд ВР-18 збільшила врожайність лише на 15%. Це підтверджує, що додавання до існуючої технології обробки насіння інокулянтом та подальше позакореневе підживлення є суттєвим додатковим елементом, який позитивно впливає на ріст, розвиток і кінцеву продуктивність сої [6]. Дослідження виконані Дідорою та іншими [7] підтвердили високу ефективність ЕМ-препаратів для підвищення продуктивності сої та відновлення родючості ґрунту. Встановлено, що дворазове позакореневе підживлення цими препаратами (ВВСН 13–19 та 49–59) оптимізує фотосинтетичну активність (44–45 тис. м<sup>2</sup>/га), значно стимулює симбіотичну азотфіксацію (маса бульбочок 156–158 кг/га), що забезпечує накопичення 242 кг/га біологічного азоту. У кінцевому підсумку це призводить до формування високої врожайності сої на рівні 3,3–3,4 т/га, підтверджуючи перспективність ЕМ-технології для екологічного рослинництва зі зменшенням потреби у мінеральних добривах.

Актуальність дослідження зумовлена світовою тенденцією до збільшення сталості аграрного виробництва, яке вимагає підвищення врожайності сої та водночас зменшення використання дорогих і екологічно небезпечних мінеральних добрив, зокрема азотних. Таким чином, вивчення та обґрунтування ефективності сучасних біопрепаратів, як-от Ризогумін, для стимулювання формування симбіотичного апарату сої є критично важливим для підвищення економічної ефективності вирощування культури та покращення екологічної ситуації в цілому.

**Постановка завдання.** Вивчення впливу досліджуваного біодобрива проводилось в умовах Інституту сільського господарства Північного Сходу НААН. Дослідна ділянка розташовувалась на полі, де ґрунт ідентифікується як чорнозем типовий із вмістом гумусу 4,6%, а рН<sub>КCl</sub> – 5,5. Вміст основних макроелементів у ґрунті наведений у Таблиці 1.

Таблиця 1

**Вміст доступних форм макроелементів на досліджуваній ділянці**

Показник	Кількість, мг/100 г ґрунту
Азот легкогідрозований (Корнфілд)	14,2
Фосфор рухомий	19,3
Калій обмінний	8,1

На Рисунку 1 представлена динаміка основних кліматичних показників за період від квітня до вересня 2025 р. Графік демонструє чітку сезонну закономірність: температура та опади зростають від квітня, досягаючи свого максимуму в липні, що характерно для помірного клімату Сумської області.

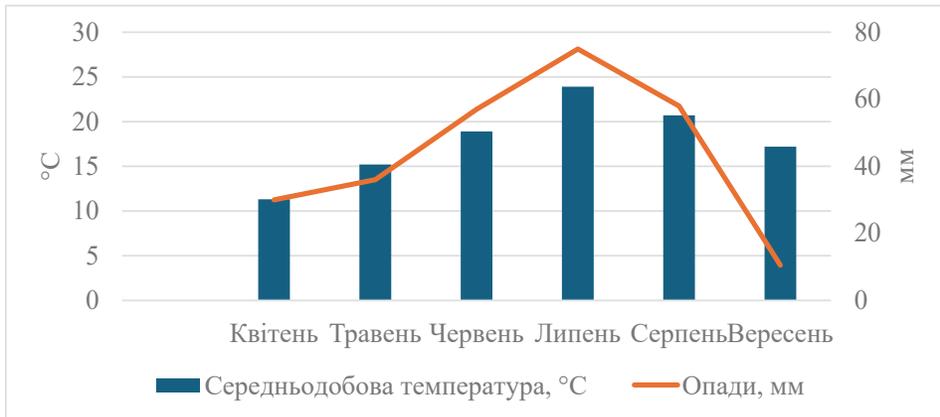


Рис. 1. Кліматичні показники вегетаційного сезону 2025р.

Середньодобова температура повітря зростає з 11°C у квітні до пікового значення 24°C у липні, після чого поступово знижується до 17°C у вересні. Аналогічна тенденція спостерігається і для опадів, які зростають від 30 мм (квітень) до максимального значення 75 мм у липні. При цьому відбулось значне падіння кількості опадів у вересні до 10 мм, що свідчить про настання посушливого періоду наприкінці вегетаційного сезону.

Технологія вирощування сої сорту Сіверка відповідала стандартним технологічним картам у Північно-Східному Лісостепу України, попередник – пшениця яра. Площа дослідної ділянки 100 м<sup>2</sup>. Схема дослідження включала 2 фактори, що більш детально відображені у Таблиці 2. Перед сівбою насіння сої проходило обов'язкову фунгіцидну обробку. За два тижні до сівби його протруювали препаратом Максим XL 035 FS у нормі 1 л/т. У день сівби підготовлене насіння обробляли регуляторами росту. Насіння контрольного варіанту зволожували водою (з розрахунку 1% від маси насіння), тоді як насіння дослідних варіантів обробляли стимулятором росту Гуміфілд ВР-18 в.с. у нормі 0,8 л/т. Препарати Гуміфілд ВР-18 в.с. та Фульвігрін Бор в.с. також використовувалися для позакореневої обробки вегетуючих рослин сої згідно зі схемою дослідження та у рекомендованих нормах концентрації.

Фенологічні спостереження в польових дослідженнях проводили з метою отримання достовірної оцінки згідно з «Методикою Державного сорто випробування сільськогосподарських культур».

Протягом вегетації та перед збиранням урожаю здійснювали низку ключових вимірювань. Для оцінки симбіотичної активності відбирали моноліти ґрунту розміром 25×25×30 см. Після ретельного відмивання кореневої системи з кожного варіанта відбирали по 5 типових рослин. На них відокремлювали ризобіальні бульбочки, підраховували їхню середню кількість на одну рослину, а також встановлювали їхню масу (після підсушування). Статистичну обробку даних було проведено із використанням Statistica 10.0.

Таблиця 2

## Схема польового досліджу

№ п/п	Фактор А: Обробка насіння (Доза)	Фактор В: Обробка рослин по вегетації	Комбінація (Варіант досліджу)
1	Контроль (обробка насіння водою)	1. Контроль (без обробки препаратами)	A1B1 (Абсолютний контроль)
2	Контроль (обробка насіння водою)	2. Гуміфілд ВР-18 в.с. (0,4 л/га) – фаза бутонізації	A1B2
3	Контроль (обробка насіння водою)	3. Фульвігрін Бор в.с. (0,5 л/га) – фаза наливу бобів	A1B3
4	Контроль (обробка насіння водою)	4. Гуміфілд ВР-18 (0,4 л/га) + Фульвігрін Бор (0,5 л/га)	A1B4
5	Ризогумін (2 кг/т насіння)	1. Контроль (без обробки препаратами)	A2B1
6	Ризогумін (2 кг/т насіння)	2. Гуміфілд ВР-18 в.с. (0,4 л/га) – фаза бутонізації	A2B2
7	Ризогумін (2 кг/т насіння)	3. Фульвігрін Бор в.с. (0,5 л/га) – фаза наливу бобів	A2B3
8	Ризогумін (2 кг/т насіння)	4. Гуміфілд ВР-18 (0,4 л/га) + Фульвігрін Бор (0,5 л/га)	A2B4 (Максимальна обробка)

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Візуалізація отриманих даних (Рис. 2) свідчить про суттєву перевагу варіантів із застосуванням біопрепаратів над контрольними показниками, де обробка насіння проводилася водою.

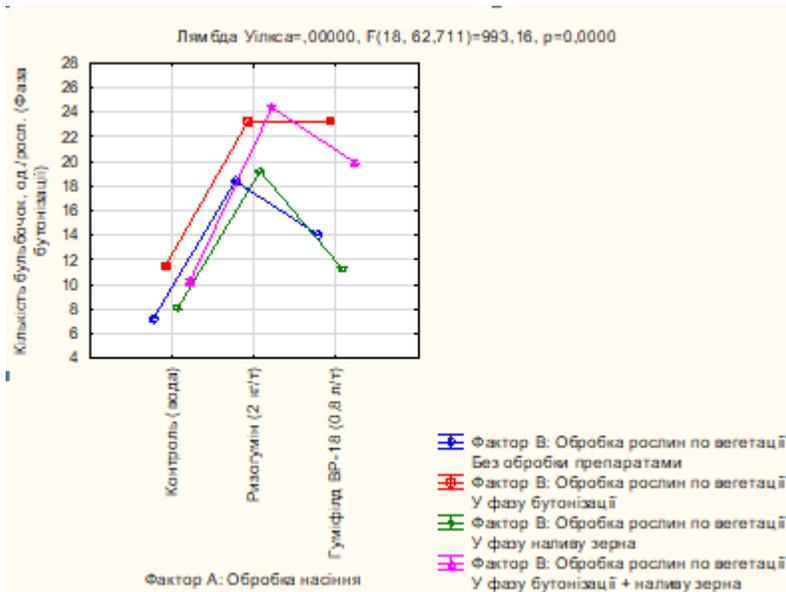


Рис. 2. Вплив передпосівної обробки насіння та позакореневого підживлення на кількість бульбочок (од./роsl.) у фазу бутонізації

Встановлено, що найбільш інтенсивне формування симбіотичного апарату у фазу бутонізації забезпечує поєднання інокуляції насіння Ризогуміном із позакореневою обробкою у фазу бутонізації, що дозволяє досягти показника понад 23 од./роsl. Варіант із застосуванням Гуміфілду ВР-18 також демонструє високу ефективність, особливо за умов подвійного обприскування по вегетації (бутонізація + налив зерна), де кількість бульбочок досягає максимальних значень для цього препарату – близько 24,4 од./роsl. Найменший приріст відносно контролю спостерігається у варіантах із обробкою рослин лише у фазу наливу зерна, що пояснюється фізіологічними особливостями розвитку бобових культур на ранніх етапах. Статистична значущість отриманих результатів підтверджується значенням Лямбда Вілкса (0,00000) та критерієм Фішера ( $F=993,16$ ), що вказує на високу вірогідність впливу досліджуваних факторів на формування кількості бульбочок.

Аналіз представлених даних з Рисунка 3 свідчить про досягнення пікових значень формування симбіотичного апарату саме у фазу цвітіння, що підтверджується високою статистичною значущістю моделі (Лямбда Уїлкса = 0,00000;  $F = 993,16$ ).

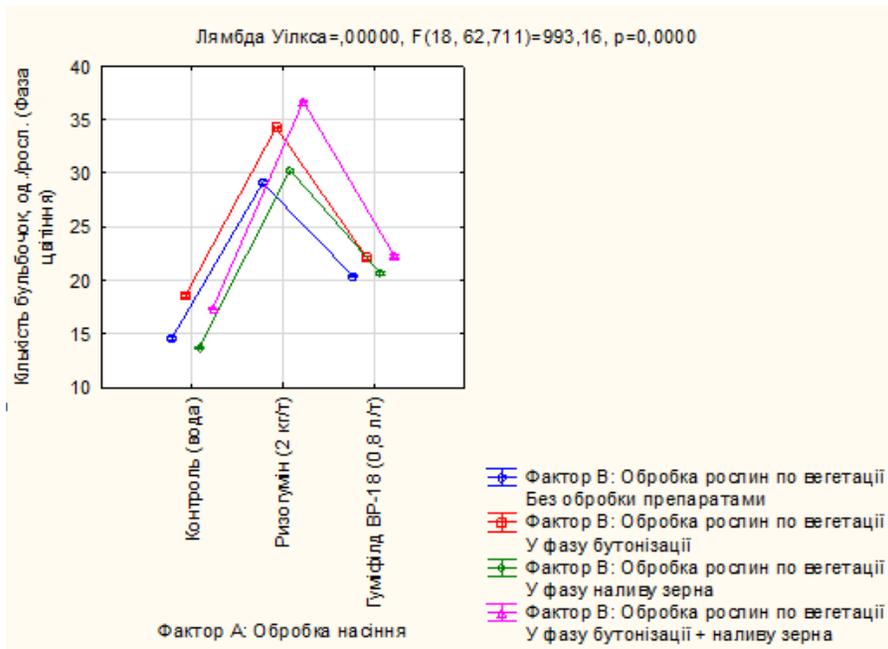


Рис. 3. Вплив передпосівної обробки насіння та позакореневого підживлення на кількість бульбочок (од./роsl.) у фазу цвітіння

Встановлено, що застосування Ризогуміну як самостійного чинника забезпечує формування близько 29,1 од. бульбочок на одну рослину, що значно перевищує показники контролю. Найвищу ефективність у цій фазі продемонструвала комбінована схема застосування Ризогуміну з подвійним обприскуванням по вегетації (у фазі бутонізації та наливу зерна), де кількість бульбочок сягнула максимальної позначки – 36,7 од./роsl. Використання Гуміфілду ВР-18 також сприяло інтенсифікації симбіозу порівняно з контролем, проте за абсолютними показниками

цей препарат поступався інокуляції Ризогуміном, варіюючи в межах 20,4–22,3 од./росл. залежно від способу обробки по вегетації. Характерно, що обприскування лише у фазу наливу зерна у всіх варіантах було менш ефективним, ніж обробка у фазу бутонізації, що вказує на важливість раннього стимулювання рослин для пролонгації активної роботи симбіотичного апарату.

Аналіз даних у фазу наливу бобів підтверджує збереження високої ефективності досліджуваних препаратів (Рис. 4.). Встановлено, що найбільшу кількість бульбочок на коріннях сформували рослини за варіанту обробки насіння Ризогуміном у поєднанні з обприскуванням посівів у фазу бутонізації – показник сягнув максимуму у 38,2 од./росл.

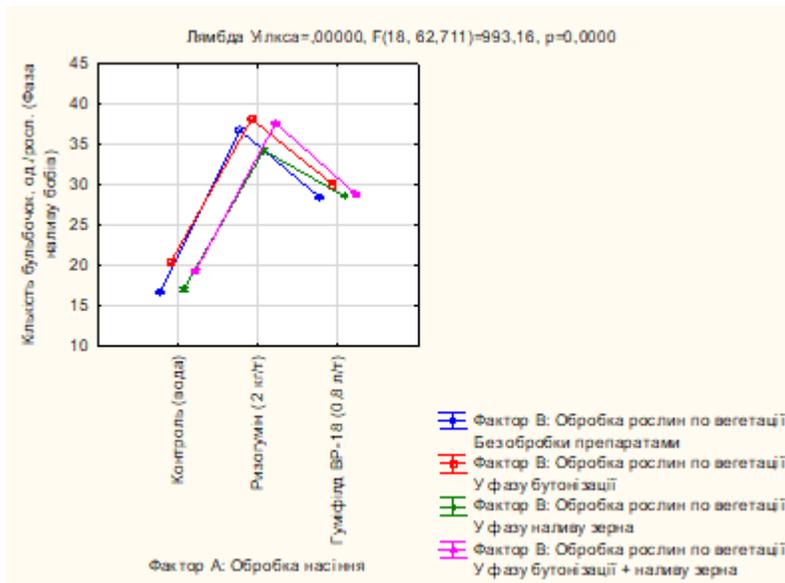


Рис. 4. Вплив передпосівної обробки насіння та позакореневого підживлення на кількість бульбочок (од./росл.) у фазу наливу бобів

При застосуванні Гуміфілду ВР-18 пікові значення спостерігалися за комбінованою схемою обробки у фазі «бутонізація + налив зерна», де кількість бульбочок становила близько 28,9 од./росл., що суттєво перевищує контрольні показники (16,7–20,6 од./росл.).

Характерною особливістю цієї фази є те, що інокуляція насіння Ризогуміном забезпечує стабільно вищий рівень азотфіксації порівняно з використанням Гуміфілду, незалежно від схеми вегетаційних обробок. Водночас спостерігається певна тенденція до стабілізації або незначного зниження кількості активних бульбочок порівняно з фазою цвітіння, що пов'язано з природним перерозподілом пластичних речовин до репродуктивних органів. Одноразове обприскування лише у фазу наливу зерна виявилось найменш ефективним серед усіх варіантів із застосуванням препаратів, що підкреслює необхідність стимуляції рослин на більш ранніх етапах органогенезу.

Аналіз представлених даних (Рис. 5) свідчить про суттєву варіабельність маси симбіотичного апарату залежно від обраної схеми захисту та стимуляції рослин.

Встановлено, що застосування Ризогуміну у комплексі з позакореневим підживленням у фазі бутонізація + налив зерна забезпечує формування максимальної маси бульбочок – близько 0,215 г/росл.

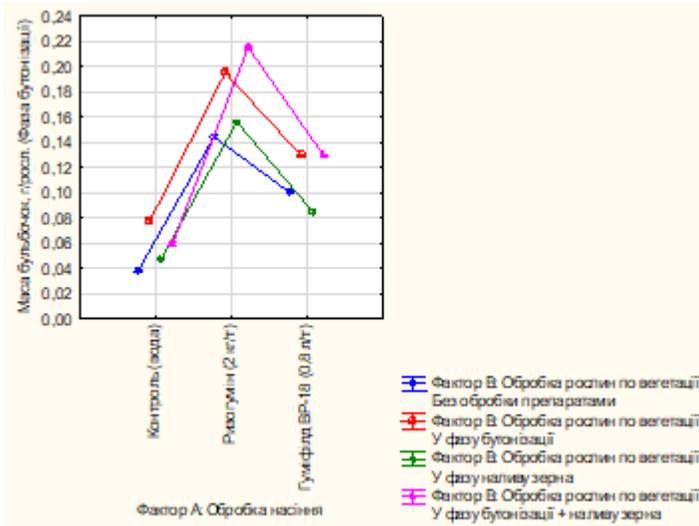


Рис. 5. Вплив передпосівної обробки насіння та позакореневого підживлення на сирі масу бульбочок у фазу бутонізації

Використання препарату Гуміфілд ВР-18 також демонструє позитивний ефект, проте пікові значення маси за цієї схеми обробки перебувають у межах 0,129 г/росл., що майже вдвічі менше порівняно з інокуляцією Ризогуміном. Характерно, що обприскування лише у фазу наливу зерна виявилось найменш ефективним серед усіх варіантів із застосуванням препаратів, де показники маси знижувалися до рівня 0,085 г/росл. (для Гуміфілду) та 0,156 г/росл. (для Ризогуміну).

Аналіз графічних даних (Рис. 6) свідчить про значну інтенсифікацію накопичення маси симбіотичного апарату у фазу цвітіння під впливом досліджуваних препаратів. Встановлено, що найбільшу масу бульбочок сформували рослини за варіанту інокуляції насіння Ризогуміном у поєднанні з подвійним позакореневим підживленням (бутонізація + налив зерна), де показник сягнув свого максимуму – 0,323 г/росл. Застосування препарату Гуміфілд ВР-18 також забезпечило суттєве зростання маси порівняно з контрольними варіантами, проте пікові значення для цього препарату були зафіксовані на рівні 0,165 г/росл. (при аналогічній подвійній обробці по вегетації), що вдвічі менше за показники інокуляції.

Обприскування лише у фазу наливу зерна (зелена лінія на графіку) виявилось найменш ефективним прийомом серед усіх варіантів із застосуванням препаратів, що підтверджує важливість стимулювання рослин саме на етапі бутонізації для досягнення максимальної продуктивності симбіозу.

Аналіз експериментальних даних (Рис. 7) у фазу наливу бобів свідчить про досягнення максимальних значень сирої маси симбіотичного апарату за весь період вегетації. Встановлено, що найвищі показники маси зафіксовані у варіанті з інокуляцією насіння Ризогуміном у поєднанні з подвійним обприскуванням

у фази бутонізації та наливу зерна – показник сягнув 0,345 г/роsl. При застосуванні препарату Гуміфілд ВР-18 також спостерігається суттєвий приріст маси відносно контролю, де за аналогічної схеми вегетаційних обробок маса бульбочок становила 0,201 г/роsl. Характерно, що на цьому етапі розвитку рослин різниця між варіантами обробки по вегетації у фазу бутонізації та у фазу бутонізації + наливу є найбільш вираженою, що вказує на кумулятивний ефект від повторного внесення стимуляторів.

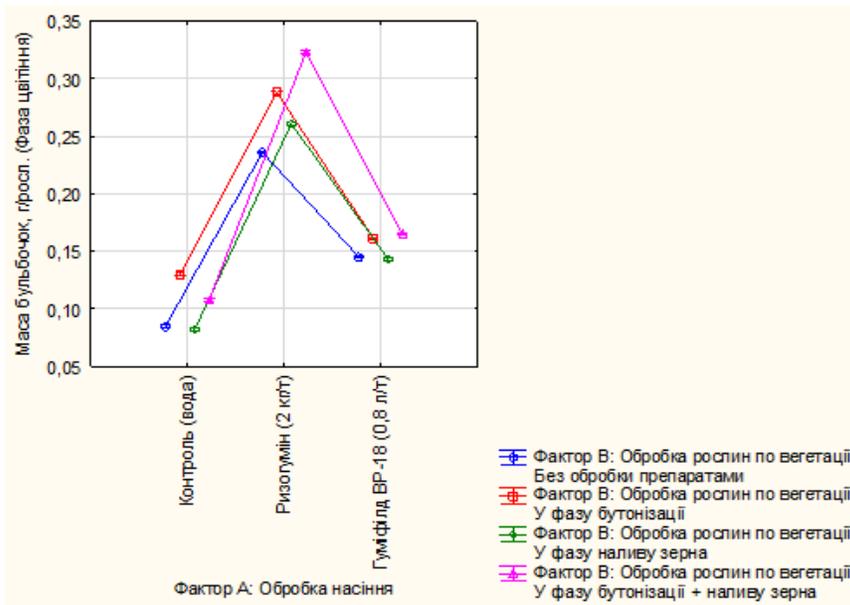


Рис. 6. Вплив передпосівної обробки насіння та позакореневого підживлення на сиру масу бульбочок у фазу цвітіння

Водночас одноразове обприскування лише у пізню фазу (налив зерна) продемонструвало найнижчу ефективність серед усіх дослідних варіантів, що підкреслює визначальну роль раннього формування потужного симбіотичного апарату для забезпечення азотфіксації на фінальних етапах органогенезу.

Схожого висновки про ефективність біодобрива було отримано у дослідженні [8]. Встановлено, що інокуляція насіння Ризогуміном критично необхідна для забезпечення максимальної ефективності азотфіксуючого симбіозу на фоні внесення азоту в дозах  $N_{60}P_{60}K_{60}$  на чорноземах Лісостепу. У результаті дослідження [9] було встановлено, що Ризогумін забезпечує активне формування бульбочок на коренях сої, при цьому максимальна кількість і маса бульбочок була відзначена у сортів Монада та Княжна. Застосування Ризогуміну також сприяло оптимізації продуктивності культури, забезпечивши максимальний врожай у тих самих сортів. Встановлено, що найбільш ефективним елементом технології вирощування сої є поєднання передпосівного розпушування ґрунту агрегатом АК-6 та бактеризації насіння препаратом Ризогумін. Така комбінація забезпечила найвищий рівень врожайності сої, що, завдяки інтенсифікації симбіотичної азотфіксації, призвело до найбільшого умовно чистого прибутку та рентабельності [10].

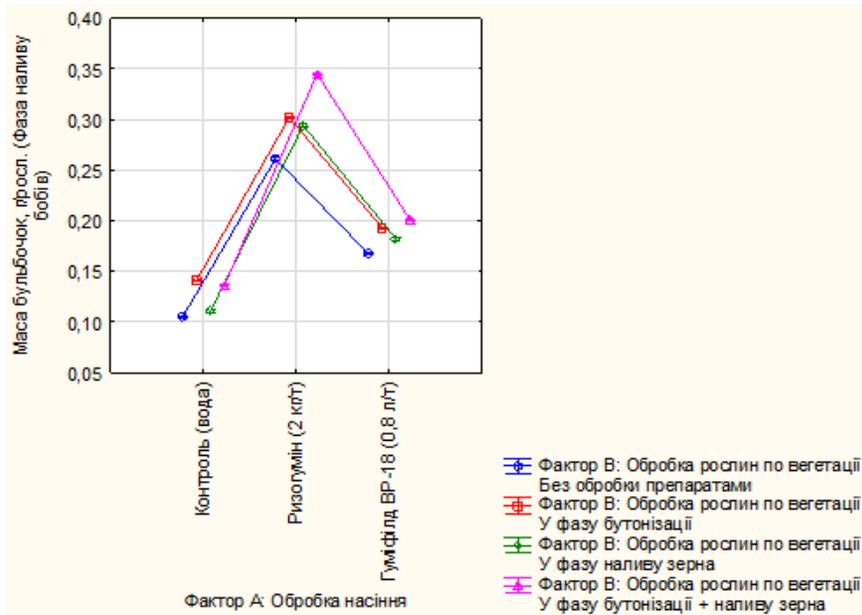


Рис. 7. Вплив передпосівної обробки насіння та позакореневого підживлення на сиру масу бульбочок у фазу наливу бобів

**Висновки.** На основі проведеного аналізу встановлено, що динаміка накопичення маси симбіотичного апарату сої прямо залежить від обраної схеми передпосівної та вегетаційної обробки, досягаючи своїх пікових значень у фазу наливу бобів. Найвищу ефективність продемонструвало поєднання інокуляції насіння Ризогуміном із дворазовим позакореневим підживленням у фази бутонізації та наливу зерна, що дозволило сформувати максимальну сиру масу бульбочок на рівні 0,345 гр/росл. Застосування Гуміфілду ВР-18 також забезпечило суттєве зростання маси відносно контролю (0,201 гр/росл. проти 0,105 гр/росл. у контролі без обробок), проте цей препарат продемонстрував меншу стимулюючу здатність порівняно з інокулянтом. Доведено, що одноразове обприскування рослин лише у пізню фазу наливу зерна є найменш ефективним заходом, що підкреслює визначальну роль ранньої стимуляції рослин для пролонгації активної роботи азотфіксуючих структур на фінальних етапах вегетації.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Datsko O. Regenerative farming as a tool to combat climate change. *Modern Phytomorphology*. 2025. Vol. 19. P. 117–120.
2. Дацько О. М. Рослинні пробіотики: вплив на рослини в умовах стресу. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The series: Agronomy and Biology*. 2021. Вип. 43(1). С. 10–18. DOI: <https://doi.org/10.32845/agrobio.2021.1.2>.
3. Clough T., Condon L., Kammann C., Müller C. A Review of Biochar and Soil Nitrogen Dynamics. *Agronomy*. 2013. Vol. 3(2). P. 275–293. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy3020275>.
4. Tsyhanskyi V. Optimization of the soy fertilization system based on the use of drugs of biological origin in the conditions of the right bank. *Agriculture and Forestry*. 2021. № 2. С. 69–81. DOI: <https://doi.org/10.37128/2707-5826-2021-2-6>.

5. Didur I., Tsyhanskyi V. Formation of the photosynthetic productivity of soybean crops under a biologized food system. *Agriculture and Forestry*. 2023. P. 44–56. DOI: <https://doi.org/10.37128/2707-5826-2023-3-4>.
6. Trius V. O. Effectiveness of application of microbial preparations and physiologically active substances on soybean productivity indicators in the conditions of the Northeastern Forest Steppe of Ukraine / et al. *Taurian Scientific Herald*. 2024. Vol. 2(136). P. 181–188. DOI: <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.2.22>.
7. Дідора В. Г., Дербон І. Ю., Стоцька С. В. Продуктивність сої в умовах полісся залежно від ем-препаратів. *Podilian Bulletin: Agriculture, Engineering, Economics*. 2025. Вип. 46. С. 42–52. DOI: <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2025-1.5>.
8. Kalenska S., Novytska N., Kalenskii V., Garbar L., Stolyarchuk T., Doktor N., Kormosh S. and Martunov A. The efficiency of combined application of mineral fertilizers, inoculants in soybean growing technology, and functioning of nitrogen-fixing symbiosis under increasing nitrogen rates. *Agronomy Research*. 2022. 20(4), 730–750. <https://doi.org/10.15159/AR.22.075>.
9. Ходаницька О. О., Погоріла Л. Г., Шевчук О. А., Ткачук О. О. та Рудик О. Б. Продуктивність сої під впливом мікробних препаратів. *Корми та кормо виробництво*. 2024. № 97. С. 77–84. <https://doi.org/10.31073/kormovyrobnytstvo202497-08>
10. Гангур В. В., Пипко О. С., Прокопів О. О. Продуктивність сої залежно від технології передпосівного обробітку ґрунту та інокулювання. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2021. № 4. С. 85–90. DOI: <https://doi.org/10.31210/visnyk2021.04.10>.

Дата першого надходження рукопису до видання: 18.11.2025

Дата прийнятого до друку рукопису після рецензування: 22.12.2025

Дата публікації: 31.12.2025

---