

ПРОДУКТИВНІСТЬ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ІНОКУЛЯЦІЇ ТА БІОЛОГІЧНИХ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ В УМОВАХ ПІВНІЧНО-СХІДНОЇ ЧАСТИНИ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

ГЛУПАК З.І. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент

<https://orcid.org/0000-0001-5330-1905>

Сумський національний аграрний університет

БУТЕНКО А.О. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент

<https://orcid.org/0000-0001-5431-3481>

Сумський національний аграрний університет

ШКУРАТ С.В. – здобувач вищої освіти

факультету агротехнологій та природокористування

<https://orcid.org/>

Сумський національний аграрний університет

Постановка проблеми. Соя належить до найбільш цінних білково-олійних культур світового землеробства. Завдяки її унікальному хімічному складу вона має широкий спектр використання, тому посівні площі під нею в Україні збільшуються. Вагомим резервом збільшення виробництва сої є використання регуляторів росту рослин, які поряд з екологічною безпечністю є найбільш економічними і не потребують великих додаткових матеріальних ресурсів. Тим паче, що останнім часом у світі спостерігається тенденція до екологічно чистого або біологічного ведення землеробства.

Як бобова культура соя має дуже цінну здатність – у симбіозі з азотфіксуючими бактеріями утворювати кореневі бульбочки і накопичувати біологічний азот. Завдяки азотфіксації соя значною мірою забезпечує свою потребу в азоті, покращує азотний баланс ґрунту, поліпшує екологію, і є одним з кращих попередників у сівозміні. Тому у сучасних технологіях вирощування сої велике значення має правильний підбір мікробних препаратів (інокулянтів) та використання біологічних регуляторів росту рослин, які здатні активізувати дію інокулянтів і підвищити захисні та адаптогенні властивості рослинного організму.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На думку А.О. Бабица та ін. [1], застосування регуляторів росту рослин сприяє підвищенню урожайності сільськогосподарських культур та їх стійкості проти несприятливих факторів навколишнього середовища, критичних перепадів температур, дефіциту вологи, а також сприяє покращенню якості продукції, відіграючи при цьому не менш важливу роль, ніж використання мінеральних добрив або засобів захисту рослин. За С.П. Пономаренко [2], застосування регуляторів росту дає результати, яких не можна досягти шляхом використання інших елементів технології.

Інокуляція насіння суттєво активізує діяльність азотфіксуючого потенціалу рослин сої, підвищує показники морфологічної структури та насінневу продуктивність порівняно з даними дослідів без використання азотфіксуючих бульбочкових бактерій [3]. Регулятори росту рослин покращують фізико-хімічні

властивості ґрунту і через них створюють більш сприятливі умови для росту і розвитку рослин [4].

Під дією регуляторів росту рослин урожайність зерна зернобобових культур може збільшуватись до 36%, а приріст вегетативної маси рослин порівняно з контролем перевищувати 30%. Поряд зі зростанням рівня врожаю у всіх випадках відзначено прискорення настання фази цвітіння рослин та дозрівання. Тому вони є одним із важливих засобів підвищення урожаю, поліпшення якості і зберігання насіння [5]. Але відхилення від вимог щодо їх застосування призводить до різкого зниження ефективності, що відбивається на рівні врожайності [6; 7].

Є й протилежні думки щодо використання регуляторів росту. Деякі вчені вважають, що використання регуляторів росту для оброблення насіння є неефективним, тому що до 90% препарату залишається в ґрунті з оболонкою насіння [8]. Тому виникає необхідність проводити в цьому напрямі більш детальні дослідження.

Мета наших досліджень – оптимізувати обробку насіння ризолойном та біологічними регуляторами росту рослин, виявити їх вплив на продуктивність сої в умовах північно-східної частини Лісостепу України.

Матеріали та методика досліджень. Наукові дослідження проводилися протягом 2019–2021 рр. на базі навчально-наукового виробничого комплексу Сумського НАУ, який розташований у зоні північно-східного Лісостепу України. Досліди були закладені на чорноземі потужному важко-суглинковому середньо-гумусному, який характеризується такими показниками, як: вміст гумусу в орному шарі (за І.В. Тюриним) – 4,0%, реакція ґрунтового розчину близька до нейтральної (рН 6,5), вміст легкогидралізованого азоту (за І.В. Тюриним) – 9,0 мг, рухомого фосфору і обмінного калію (за Ф. Чиріковим) – відповідно 14 мг і 6,7 мг на 100 ґрунту. Описані ґрунти займають значну частину ґрунтового покриву зони північно-східної частини Лісостепу України. Це дає можливість вважати, що польові дослідження проводились в типових для зони ґрунтових умовах.

Об'єкт досліджень – процеси формування урожайності сої залежно від біологічного препарату.

Предмет дослідження – варіанти біологічної обробки насіння. Для досліджень використовували ультраранньостиглий сорт сої Танаїс, оригінатор – ТОВ «Насінєва Приватна компанія», в реєстрі з 2011 року.

Схема досліду:

1. Контроль – обробка насіння водою (2%).
2. Ризолайн – для інокуляції (3 л/1 т насіння).
3. Гумісол – 10 л/т.
4. Реоплант – 250 мл/т.
5. Емістим С – 10 мл/т.
6. Ризолайн + Гумісол (10 л/т).
7. Ризолайн + Реоплант 250 мл/т, (250 мл/т).
8. Ризолайн + Емістим С (10 мл/т).

Площа посівної ділянки становила 30,0 м², облікової – 25,0 м². Повторення – триразове. Варіанти в повтореннях закладалися систематичним методом, повторення розміщалися в одну смугу. Оброблення насіння ризолайном та регуляторами росту проводили в день сівби.

Попередник – пшениця озима. Підготовка ґрунту полягала у луценні стерні та зяблевій оранці. Перед сівбою – проведення культивуації з боронуванням. Сівбу проводили у строк, коли ґрунт на глибині 10 см прогріється до 10°C, звичайним рядковим способом з міжряддям 15 см на глибину 4–5 см. Догляд за посівами полягав у проведенні досходового та двох післясходових боронувань.

Планування, проведення польових дослідів, спостереження та обліки здійснювали за Б.О. Доспеховим [9]. Для обробки отриманих даних використовували методи математичної статистики. Статистична обробка врожайних даних проводилась методом дисперсійного аналізу з використанням пакета прикладних програм Statistica for Windows, Microsoft Excel. Супутні спостереження, обліки та аналізи проводили за «Методикою Державного сортопробування сільськогосподарських культур» [10; 11].

Результати досліджень. Проведені нами дослідження виявили позитивний вплив інокуляції та біологічних регуляторів росту на ріст та розвиток рослин сої. Так, передпосівна обробка насіння інокулянтом ризолайн сприяла підвищенню висоти рослин на 2,2–2,6 см порівняно з контролем в усі роки проведення досліджень. Найвищі рослини були за сумісного застосування ризолайну та емістиму С, висота становила у фазу наливу насіння у середньому за роки дослідження 77,3 см.

Для одержання максимального урожаю сої вирішальне значення має оптимальний розмір листової поверхні. Соя формує рослини у фазу кінець цвітіння–утворення бобів. Так, у середньому за роки проведення досліджень інокуляція насіння ризолайном сприяла збільшенню площі листової поверхні рослин сої на 1,1–1,4 тис. м²/га порівняно з контролем. Обробка насіння гумісолом – на 1,5–2,1 тис. м²/га порівняно з контролем. Найвища площа листової поверхні формувалася на варіанті обробки насіння ризолайном у поєднанні з емістимом С – 46,1–67,4 тис. м²/га.

Слід зазначити, що показник площі листової поверхні більшою мірою залежав від погоднокліматичних умов років проведення досліджень, аніж від факторів, які досліджувалися. Так, найнижчим цей

показник був у найменш сприятливому 2021 році на всіх варіантах досліду, а найвищим – у 2019 році.

За індивідуальною продуктивністю рослин сої можна розрахувати біологічну урожайність посівів, що є важливим елементом програмування урожаю сільськогосподарських культур [12]. У наших дослідженнях індивідуальна продуктивність рослин сої визначалася висотою прикріплення нижнього боба, кількістю бобів на рослині, кількістю насінин на рослині та масою 1000 насінин.

Проведеними нами дослідженнями виявлено позитивний вплив інокуляції та біологічних регуляторів росту на висоту прикріплення нижнього бобу, яка є важливою господарською ознакою, від якої залежить величина втрат у разі механізованого збирання врожаю. Так, у середньому за три роки рослини, насіння яких було інокуюване ризолайном, формували висоту прикріплення нижнього боба на 0,6 см вище від контролю (табл. 1). Сумісне застосування інокулянту з гумісолом сприяло закладанню нижнього бобу на висоті 10,1 см, що вище на 1,8 см порівняно з варіантом контролю. Найвища висота прикріплення нижнього боба була сформована на варіанті передпосівної обробки насіння ризолайном у поєднанні з емістимом С – 10,4 см, що є на 2,1 см вище від контролю.

У середньому за три роки проведення досліджень максимальну кількість бобів (15,5 шт.), насінин (28,8 шт.) та масу насіння з однієї рослини (4,78 г) було сформовано рослинами на варіантах, де насіння перед сівбою було оброблено ризолайном у поєднанні з емістимом С, що порівняно з контролем вище на 3,8 і 9,0 шт. та 1,67 г відповідно.

Таблиця 1 – Індивідуальна продуктивність сої залежно від інокуляції та біологічних регуляторів росту (середнє за 2019–2021 рр.)

Варіант	Висота прикріплення нижнього боба, см	Кількість бобів на одній рослині, шт.	Кількість насінин на одній рослині, шт.	Маса насіння з одної рослини, г	Маса 1000 насінин, г
Контроль	8,3	11,7	19,8	3,11	160
Ризолайн	8,9	12,5	21,4	3,41	161
Гумісол	9,1	12,9	22,3	3,59	162
Реоплант	8,6	12,8	22,0	3,56	162
Емістим С	9,5	13,1	23,6	3,81	163
Ризолайн + Гумісол	10,1	14,3	26,7	4,41	165
Ризолайн + Реоплант	9,9	14,1	25,2	4,14	165
Ризолайн + Емістим С	10,4	15,5	28,8	4,78	167
НІР ₀₅ =	0,53	0,74	0,74	0,51	1,02

Показник маси 1000 штук насінин був менш варіабельним і коливався від 160 г на варіанті контролю до 167 г на варіанті обробки насіння перед сівбою ризолайном у поєднанні з емістимом С.

Інтегральним показником, який визначає доцільність застосування будь-якого агротехнічного прийому, є врожайність. Вона є наслідком різнобічного впливу факторів на хід продукування рослин, зокрема гідротермічних умов, строку і способу сівби, добрив, регуляторів росту, пестицидів та інших елементів технології вирощування культури [13]. Одним із головних показників ефективності дії інокуляції та регуляторів росту є їх вплив на формування урожайності та якості зерна сої.

У результаті проведених досліджень встановлено позитивний вплив інокуляції та біологічних регуляторів росту на урожайність сої (табл. 2).

Таблиця 2 – Урожайність насіння сої залежно від інокуляції та біологічних регуляторів росту, т/га

Варіант	Рік			Середнє
	2019	2020	2021	
Контроль	1,57	1,49	1,44	1,50
Ризолайн	1,72	1,53	1,49	1,58
Гумісол	1,74	1,52	1,49	1,58
Регоплант	1,73	1,51	1,47	1,57
Емістим С	1,73	1,52	1,49	1,59
Ризолайн + Гумісол	1,94	1,77	1,68	1,79
Ризолайн + Регоплант	1,90	1,74	1,63	1,75
Ризолайн + Емістим С	1,93	1,78	1,70	1,80
НІР ₀₅ =	0,24	0,57	0,51	0,16

Так, у середньому за три роки інокуляція насіння ризолайном сприяла підвищенню врожайності на 0,08 т/га порівняно з контролем. Передпосівна обробка насіння гумісолом мала аналогічний ефект і урожайність при цьому становила 1,58 т/га. На варіанті сумісного застосування інокулянту ризолайн у поєднанні з регулятором росту гумісол одержано врожайність 1,79 т/га. Найвищу врожайність у середньому за три роки проведення досліджень одержано на варіанті обробки насіння ризолайном у поєднанні з емістимом С – 1,80 т/га, що на 0,3 т/га вище від варіанту контролю.

Дослідженнями також встановлено значне коливання урожайності сої в роки проведення досліджень. Так, найнижчу врожайність отримано у найменш сприятливому 2021 році, де урожайність коливалася від 1,44 до 1,7 т/га залежно від варіанту передпосівної обробки насіння. Найнижчу прибавку врожайності в цьому році отримано на варіанті обробки насіння регоплантом – 0,03 т/га. Обробка насіння сої перед сівбою ризолайном, гумісолом та емістимом С сприяла збільшенню урожайності на 0,05 т/га. На кращому варіанті з використанням ризолайну в поєднанні з емістимом С урожайність становила 1,70 т/га, що на 0,26 т/га більше, ніж на контролі.

У 2019 році погодні умови були найбільш сприятливими для вирощування сої, що дозволило сформувати врожайність на рівні 1,57–1,93 т/га залежно

від варіанту дослідження. Прибавка урожайності сої на варіантах з використанням інокулянту ризолайн – 0,15 т/га, з використанням регопланту та емістимом С – 0,16 т/га, гумісолу – 0,17 т/га. За сумісного використання ризолайну та біологічних регуляторів росту урожайність збільшилася на 0,33–0,37 т/га порівняно з контролем.

Висновки. У результаті проведених досліджень встановлено позитивний вплив інокуляції та біологічних регуляторів росту на ріст, розвиток та продуктивність сої. Так, у середньому за три роки інокуляція насіння сої сприяла тому, що рослини були вищими на 2,4 см, формували вищу площу листової поверхні на 1,25 тис. м²/га, висоту прикріплення нижнього боба вище на 0,6 см порівняно з контролем. Найвищими ці показники були на варіанті з обробкою насіння ризолайном у поєднанні з біологічним регулятором росту емістимом С.

У середньому за роки проведення досліджень найвищі показники індивідуальної продуктивності рослин (кількість бобів на одній рослині – 15,5 шт., кількість насінин на одній рослині – 28,8 шт., маса насіння з 1 рослини – 4,78 г та маса 1000 штук насінин – 167 г) отримано на варіанті сумісного застосування інокулянту ризолайн у поєднанні з біологічним регулятором росту емістимом С. Прибавка урожайності при цьому становила 0,3 т/га порівняно з контролем.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Бабич А.О., Венедіктов О.М. Моделі технології вирощування сої як економічна ефективність та конкурентоспроможність. *Корми і кормовиробництво*. 2006. Вип. 56. С. 22–29.
2. Пономаренко С.П. Створення та впровадження нових регуляторів росту в агропромислому комплексі України. *Збірник наукових праць Уманської державної аграрної академії*. 2001. Вип. 51. С. 15–19.
3. Нагорний В. І., Романько Ю.О. Особливості застосування бактеріальних та мінеральних добрив у посівах сої. *Вісник Сумського НАУ*. 2007. Вип. 14–15. С. 61–67.
4. Макрушин М., Черемха Б., Гудков В. Регулятори росту – ефективний фактор підвищення продуктивності посівів. *Пропозиція*. 2001. № 5. С. 60.
5. Пономаренко С.П., Іутинська Г.О. Регулятори росту – екологічні аспекти застосування. *Захист рослин*. 1999. № 12. С. 15–18.
6. Анішин Л.А., Жилкін В.О., Пономаренко С.П. Рекомендації з впровадження регуляторів росту рослин у сільськогосподарське виробництво. 2000. 32 с.
7. Subba Rao N.S. Biofertilise agriculture. JRN Publishing co. N. Dehli. 1986. 160 P.
8. Волкогон В.В. Ефективність нового біологічного препарату ризогуміну для сої. *Селекція і насінництво* : міжвідомчий тематичний науковий збірник. Харків. 2005. Вип. 90. С. 254–260.
9. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. Москва : Колос, 1985. 415 с.
10. Методика проведення експертизи та державного випробування сортів рослин зернових, круп'яних та зернобобових культур. *Державна служба з охорони прав на сорти рослин*. 2003. № 2 (3). 2014 с.

11. Царенко О.М., Злобін Ю.А., Скляр В.Г., Панченко С.М. Комп'ютерні методи в агрономії та сільськогосподарській біології. Суми : Університетська книга, 2000. 203 с.

12. Петриченко В.Ф., Іванюк С. В. Вплив сортових і гідротермічних ресурсів на формування продуктивності сої в умовах Лісостепу. *Збірник наукових праць Інституту землеробства УААН*. Київ. 2000. Вип. 3–4. С. 19–24.

13. Огурцов Є.М., Міхеєв В.Г. Дешевий і екологічно чистий спосіб збільшення врожайності сої. *Вісник ХНАУ. Серія «Рослинництво, селекція і насінництво, овочівництво»*. 2006. Вип 4. С. 67–70.

REFERENCES:

1. Babych, A.O., Venediktov, O.M. (2006). Modeli tekhnolohii vyroshchuvannia soi yak ekonomichna efektyvnist ta konkurentospromozhnist [Models of soybean growing technology as economic efficiency and competitiveness]. *Kormy i kormovyrobnyctvo*, 56, 22–29 [in Ukrainian].

2. Ponomarenko, S.P. (2001). Stvorennia ta vprovadzhennia novykh rehulatoriv rostu v ahropromyslovomu kompleksi Ukrainy [Creation and implementation of new growth regulators in the agro-industrial complex of Ukraine]. *Zbirnyk naukovykh prats Umanskoï derzhavnoi ahramoi akademii*, 51, 15–19 [in Ukrainian].

3. Nahornyi, V.I., Romanko, Yu.O. (2007). Osoblyvosti zastosuvannia bakterialnykh ta mineralnykh dobryv u posivakh soi [Features of application of bacterial and mineral fertilizers in soybean crops]. *Visnyk Sumskoho NAU*, 14–15, 61–67 [in Ukrainian].

4. Makrushyn, M., Cheremkha, B., Hudkov, V. (2001). Rehulatory rostu – efektyvnyi faktor pidvyshchennia produktyvnosti posiviv [Growth regulators are an effective factor in increasing crop productivity]. *Propozytsiia*, 5, 60 [in Ukrainian].

5. Ponomarenko, S.P., Iutynska, H.O. (1999). Rehulatory rostu – ekolohichni aspekty zastosuvannia [Growth regulators – environmental aspects of application]. *Zakhyst roslyn*, 12, 15–18 [in Ukrainian].

6. Anishyn, L.A., Zhytkin, V.O., Ponomarenko, S.P. (2000). Rekomendatsii z vprovadzhennia rehulatoriv rostu roslyn u silskohospodarske vyrobnytstvo [Recommendations for the introduction of plant growth regulators in agricultural production], 32 [in Ukrainian].

7. Subba Rao N.S. (1986). Biofertilise agriculture. JRN Publishing co. N. Dehli. 160 P [in English].

8. Volkohon, V.V. (2005). Efektyvnist novoho biologichnoho preparatu ryzohuminu dlia soi [Efficacy of a new biological preparation of rhizohumin for soybeans.]. *Selektsiia i nasinnnytstvo: Mizhvidomchyi tematychnyi naukovyi zbirnyk*. Kharkiv, 90, 254–260 [in Ukrainian].

9. Dosphehov, B.A. (1985). Metodika polevogo opyita [The methodology of field experiment]. Moskva: Kolos [in Russian].

10. Metodyka provedennia ekspertyzy ta derzhavnoho vyprovuvannia sortiv roslyn zernovykh, krupyanykh ta zernobobovykh kul'tur. (2003). [Methods of examination and state testing of varieties of plants of cereals, cereals and legumes]. *Derzhavna sluzhba z okhorony prav na sorty roslyn*. Kyiv [in Ukrainian].

11. Tsarenko, O.M., Zlobin, Yu.A., Sklyar, V.H., Panchenko, S.M. (2000). Kompyuterni metody v ahronomiyi ta silskohospodarskoyi biologiyi [Computer methods in agronomy and agriculture biology]. Sumy: Universytetska knyha [in Ukrainian].

12. Petrychenko, V.F., Ivaniuk, S.V. (2000). Vplyv sortovykh i hidrotermichnykh resursiv na formuvannia produktyvnosti soi v umovakh Lisostepu [Influence of varietal and hydrothermal resources on the formation of soybean productivity in the Forest-Steppe conditions]. *Zbirnyk naukovykh prats Instytutu zemlerobstva UAAH*. Kyiv, 3–4, 19–24 [in Ukrainian].

13. Ohurtsov, Ye. M., Mikhieiev, V. H. (2006). Deshevyi i ekolohichno chystyi sposib zbilshennia vrozhaïnosti soi [Cheap and environmentally friendly way to increase soybean yields]. *Visnyk KhNAU. Seriia "Roslynnytstvo, selektsiia i nasinnnytstvo, ovochivnytstvo"*, 4, 67–70 [in Ukrainian].