

УДК 635.655:631.86(477.4)(292.485)

DOI:10.37128/2707-5826-2021-2-6

**ОПТИМІЗАЦІЯ СИСТЕМИ  
УДОБРЕННЯ СОЇ НА ОСНОВІ  
ВИКОРИСТАННЯ ПРЕПАРАТІВ  
БІОЛОГІЧНОГО ПОХОДЖЕННЯ  
В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ  
ПРАВОБЕРЕЖНОГО**

**В.І. ЦИГАНСЬКИЙ**, канд. с-г  
наук, старший викладач  
Вінницький національний аграрний  
університет

У даній статті наведені результати досліджень щодо вивчення впливу препаратів біологічного походження, а саме інокулянта Різолاین, мікоризоутворюючого препарату Мікофренд та біодобрива на основі фосфор-калій мобілізуючих бактерій Граундфікс на ростові процеси та формування продуктивності сортів сої. Проведенням польових досліджень передбачалось вивчення впливу різних комбінацій досліджуваних біологічних препаратів з метою визначення найбільш ефективної моделі їх використання.

На основі проведених спостережень та обліків встановлено, що в умовах Лісостепу правобережного на сірих лісових ґрунтах досліджувані препарати біологічного походження мали безпосередній вплив як на ростові процеси рослин так і на формування продуктивності. Виявлено, що висота рослин у досліді змінювалась залежно від сорту та варіанта застосування біологічних препаратів, найбільш ефективним виявилось комплексне використання Різолاین + Мікофренд + Граундфікс, за цих умов висота рослин сої у сорту Медісон становила 121,6 см, у сорту Золотиста – 104,6 см. Поряд із цим встановлено позитивний вплив даної комбінації біологічних препаратів на формування індивідуальної продуктивності рослин, так на даних варіантах зафіксовано найвищу у досліді кількість бобів на рослині - 42,1 шт./рослину у сорту Золотиста та 39,5 шт./рослину у сорту Медісон і найбільшу масу насіння з рослини, відповідно – 10,4-11,9 г. На контролі досліді де висівали сорт Медісон маса 1000 насіння становила 126,8 г, у сорту Золотиста на 2,9 г менше (123,9 г). На варіантах із застосуванням обробки насіння композицією Різолاین + Мікофренд та внесення ґрунтового біодобрива Граундфікс дані показники становили відповідно 132,5 і 129,3 г.

Комплексне застосування біологічних препаратів Різолاین (3 л/т насіння), Мікофренд (1,5 л/т насіння) та Граундфікс (5 л/га у передпосівну культивуацію) забезпечили формування найвищої у досліді урожайності зерна 4,05 т/га у сорту Медісон та 3,88 т/га у сорту Золотиста, при чому приріст урожаю до контролю становив 17,9-18,1 %.

**Ключові слова:** соя, інокуляція, мікоризоутворюючий препарат, біодобриво, продуктивність, урожайність.

**Табл. 4. Літ 14.**

**Постановка проблеми.** В сучасних умовах ведення аграрного виробництва у багатьох провідних країнах, крім інтенсивного використання засобів хімізації у технологічному процесі вирощування сільськогосподарських культур, все більша увага приділяється пріоритетному значенню та використанню біологічних препаратів різного механізму дії.

Використання даних препаратів забезпечує збереження відповідного вмісту органіки у ґрунті, сприяє стабілізації та пришвидшенню розкладання кореневих та стеблових решток, утворенню складних органічних речовин, та особливо гумусу, ключова роль у даних процесах належить бактеріям, які у процесі своєї життєдіяльності перетворюють азот з повітря в органічні азотовмісні сполуки доступні для рослин [11].

На сьогодні досить актуальним питанням є використання біопрепаратів створених на основі активних штамів азотфіксуючих, фосфор і калій мобілізуючих мікроорганізмів та мікроорганізмів-продуцентів речовин антифунгальної та фітогормональної дії для поліпшення мінерального живлення рослин, стимулювання ростових процесів та підвищення стійкості проти хвороб [3].

Проблематика симбіотичної азотфіксації є однією з найбільш важливих у області біологічних наук, вона має високу актуальність в нашій країні та за кордоном, проте велика кількість питань ще залишаються маловивченими.

Використання біологічних препаратів у системі удобрення при вирощуванні сільськогосподарських культур дає можливість в певній мірі замінити мінеральний азот із добрив на біологічно фіксований мікроорганізмами з повітря.

Варто відмітити, що застосування біопрепаратів не виключає внесення відповідних доз мінеральних добрив, у зв'язку з тим, що низький вміст елементів мінерального живлення на початковому етапі росту рослин може спричиняти уповільнення процесів, метаболізмів у тому числі і фотосинтезу.

У випадку коли рослини забезпечені повним комплексом елементів живлення, у тому числі і за рахунок мікроорганізмів, вони здатні формувати збалансоване живлення та в повній мірі реалізовувати свій генетичний потенціал та формування високої урожайності. Ефективним технологічним прийомом спрямованим на підвищення кількості та фізіологічної активності ефективних мікроорганізмів у прикореневій зоні сільськогосподарських рослин, є використання у системі удобрення мікробних біологічних препаратів [7].

Різниця між мінеральними та бактеріальними добривами полягає у тому, що за умови використання бактеріальних зростає схожість насіння, підвищується стійкість рослин до хвороб, а також до заморозків, в певній мірі зменшується період вегетації культур, рослини швидше досягають фізіологічної стиглості, підвищується рівень урожайності культур на 15-30%, поліпшується якість отриманої продукції, в продуктивних органах рослин не

накопичуються нітрити і нітрати, суттєво знижується потреба у мінеральних добривах за їх сумісного використання з біологічними препаратами, відновлюється родючість та поліпшується структура ґрунту, прискорюються процеси мінералізації у ґрунті. Поряд із цим відносно не висока вартість на ринку, досить висока окупність та проста технологія використання зумовлюють їх інтенсивне використання [4].

Рослини сої під час взаємодії з симбіотичними бактеріями роду *Bradyrhizobium japonicum* залишають у ґрунті 80-130 кг біологічного фіксованого азоту та в певній мірі чисте від бур'янистої рослинності поле, що робить її добрим попередником для послідуєчих сільськогосподарських культур. При чому в повній мірі забезпечуються потреби рослин сої у азоті, значення якого є ключовим у загальному балансі [14].

Серед технологічних прийомів, які безпосередньо мають вплив на ростові процеси і розвиток рослин сої, вагоме значення має передпосівна інокуляція насіння біологічними препаратами на основі симбіотичних бактерій. Даний процес є одним із обов'язкових енергозберігаючих елементів сучасної технології вирощування сої та важливим елементом екологізації землеробства.

Суть даного технологічного прийому полягає у тому, щоб сумісно із насінням у ґрунт внести велику кількість клітин відповідного штаму симбіотичних бактерій, що значно підвищує процес утворення бульбочок на коренях рослин. Виходячи з цього основним фактором, що визначає ефективність дії препарату є активність штаму симбіотичних бактерій, крім того на ефективність симбіозу суттєво впливають рівень родючості та кислотність ґрунту, гідротермічні умови впродовж вегетаційного періоду, технологія вирощування культури [2]. Численними дослідженнями встановлено, що інокуляція насіння сої ефективними штамами бульбочкових бактерій забезпечує зростання урожайності на 10-15 %, а в нових районах посіву сої, де у ґрунті відсутні аборигенні популяції даного виду бактерій прибавка урожайності сягає 25-30 %, при цьому суттєво зростає вміст протеїну у зерні [6, 8, 12]. В останній час важливими агротехнічними заходами для підвищення продуктивності посівів сільськогосподарських культур є використання регуляторів росту рослин, фосфор-калій мобілізуючих та мікоризоутворюючих препаратів, які є екологічно безпечними, сприяють інтенсифікації фізіологічно-біохімічних процесів у рослин, підвищують стійкість проти хвороб, а також позитивно впливають на екологічний стан ґрунтів. За даними досліджень, сумісне проведення інокуляції насіння та використання на посівах сої регуляторів росту рослин та мікродобрив супроводжувалося суттєвим підвищенням продуктивності рослин [1].

Таким чином вивчення ефективності передпосівної інокуляції насіння у поєднанні із сучасними біологічними препаратами на основі фосфор-калій мобілізуючих та мікоризоутворюючих бактерій є актуальним і має важливе практичне значення.

**Умови та методика проведення досліджень.** Польові дослідження проводились впродовж 2018 - 2019 років на дослідному полі факультету агрономії та лісівництва, яке розміщене у центрі Вінницької області, територія дослідного поля рівнинна.

Методичною основою дослідження було вивчення комплексного застосування інокулянта Різолайн та ґрунтового добрива Граунфікс з новим мікоризним препаратом МікоФренд для обробки насіння сої. А також вивчався їх комплексний вплив на формування елементів продуктивності різних сортів сої.

В досліді висівалось два сорти сої: Золотиста та Медісон. Технологія вирощування сої - загальноприйнята для зони Лісостепу. Попередник - пшениця озима. Площа посівної ділянки - 60 м<sup>2</sup>, облікова - 40 м<sup>2</sup>. Дослід закладено в 4-кратній повторності, розміщення варіантів - систематичне.

Ґрунт дослідного поля сірий лісовий. Орний шару ґрунту становить 30 см, гранулометричний склад середньо-суглинковий. Щільність ґрунту становить – 1,31–1,40 г/см<sup>3</sup>. За даними агрохімічного обстеження орний шар ґрунту має такі фізико-хімічні показники: вміст гумусу (за Тюрінім) становить 2,06 %, лужногідролізованого азоту (за Корнфілдом) 62 мг/кг, рухомого фосфору та обмінного калію (за Чириковим), відповідно, 149 і 80 мг на 1 кг ґрунту, рН сол. витяжки 5,9. Гідролітична кислотність – 1,14 мг-екв на 100 г ґрунту.

Таблиця 1

**Схема польового досліді**

Сорт Фактор (А)	Біологічні препарати Фактор (В)
1. Золотиста; 2. Медісон.	1. Різолайн (3 л/т насіння) (контроль); 2. Різолайн (3 л/т насіння) + Мікофренд (1,5 л/т насіння); 3. Різолайн (3 л/т насіння) + Граунфікс (5 л/га); 4. Різолайн (3 л/т насіння) + Мікофренд (1,5 л/т насіння) + Граунфікс (5 л/га).

Джерело: сформовано на основі власних досліджень.

Під час підготовки ґрунту до сівби, коли проводилась передпосівна культивування внесли біологічне ґрунтове добриво Граунфікс. Перед посівом насіння обробили інокулянтом Різолайн та мікоризним препаратом МікоФренд. Норма висіву склала 650 тис/га схожих насінин. Спосіб сівби - широкорядний із міжряддями 45 см.

У досліді використовували біоінокулянт *Різолайн*. Ефект від використання: фіксує атмосферний азот (в умовах симбіозу з бобовими культурами) та перетворює його у форму, доступну для засвоєння рослинами; інтенсифікує процеси бульбочкоутворення; забезпечує рослини рістстимулюючими речовинами (вітамінами, фітогормонами); збільшує вміст протеїну, жиру, вітамінів групи В у продукції; підвищує урожайність до 15%; покращує агрохімічні та фізичні показники ґрунту; зменшує витрати азотних добрив [13].

*Мікоризний препарат Мікофренд.* Ефект від використання: активне заселення кореневої та прикореневої зони мікоризними грибами та сапрофітними ризосферними бактеріями; збільшення площі поглинання кореневою системою рослин за рахунок утворення та розвитку мікоризи; вироблення природних антибіотиків заселеними грибами і бактеріями та пригнічення розвитку збудників хвороб (фузаріозу, фітофторозу, альтернаріозу, бактеріозів чорного, базального та ін.) та шкідників (ураження нематодами тощо); забезпечення рослин вітамінами, фітогормонами, амінокислотами; забезпечення рослин збалансованим мінеральним живленням (азотом, фосфором, калієм, кальцієм тощо); покращення схожості насіння [13].

*Грунтове біодобриво Граундфікс.* Ефект від використання: забезпечує поступове збільшення у ґрунті доступних для рослин рухомих форм фосфору і обмінного калію; підвищує коефіцієнт використання поживних елементів з добрив у 1,2-1,5 рази; дозволяє зменшити використання добрив до 20%; має позитивну післядію; збільшує біологічну активність ґрунту; підвищує стресостійкість рослин; збільшує продуктивність сільськогосподарських культур; підвищує доступність і рухомість в ґрунті фосфору і обмінного калію, а також збільшує кількість різних форм азоту в ґрунті та добривах; поліпшує агрохімічні показники ґрунту; покращує біологічну активність ґрунту та пригнічує розвиток фітопатогенів [13].

Фенологічні спостереження і відповідні обліки проводили згідно «Методики державного сорто випробування сільськогосподарських культур» [9], «Методика проведення дослідів по кормовиробництву» Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН [10], «Методика полевого опыта» Б.А. Доспехов [5].

**Результати досліджень.** У польових дослідженнях ми вивчали динаміку висоти рослин у сортів сої під впливом інокулянта, мікоризоутворюючого препарату та ґрунтового біодобрива. Висоту рослин ми визначали по основним фазам росту і розвитку.

Результати досліджень свідчать, що в середньому за два роки висота рослин сої досліджуваного середньораннього сорту Медісон була вищою за висоту рослин сої ранньостиглого сорту Золотиста, і становила 104,9-121,6 см. Також висота суттєво змінювалась залежно від обробки насіння та внесення біологічних препаратів.

У сорту Золотиста висота рослин у фазу третього трійчастого листка (табл.2) на контролі становила 16,1 см, а за використання мікоризоутворюючого препарату Мікофренд зросла до 17,9 см. Використання комплексу препаратів Різолайн+Мікофренд+Граундфікс забезпечило збільшення висоти рослин кукурудзи до 18,3 см.

У фазу повної стиглості висота рослин сої становила 93,2 см на контролі, а за використання мікоризоутворюючого препарату Мікофренд висота зросла на 8,2 см порівняно з контролем.

Таблиця 2

**Динаміка висоти рослин сої залежно від сортових особливостей та біологічних добрив, см (у середньому за 2018-2019 рр.)**

Сорт	Спосіб передпосівної обробки насіння	Фаза росту і розвитку рослин				
		3-й трійчастий листок	початок цвітіння	кінець цвітіння	наливання насіння	повна стиглість
Золотист	Різолайн(контроль)	16,1	40,8	71,7	85,2	93,2
	Різолайн + Мікофренд	17,9	44,1	75,0	94,7	101,4
	Різолайн + Граунфікс	16,8	42,4	73,4	89,9	99,1
	Різолайн + Мікофренд+ Граунфікс	18,3	46,0	78,6	98,6	104,6
Медісон	Різолайн(контроль)	17,0	49,1	85,4	100,7	104,9
	Різолайн + Мікофренд	18,7	52,7	94,8	110,5	114,8
	Різолайн + Граунфікс	17,9	51,4	90,5	106,5	112,8
	Різолайн + Мікофренд+ Граунфікс	19,5	55,3	98,9	115,7	121,6

Джерело: сформовано на основі власних досліджень.

Застосування разом з обробкою насіння внесення біодобрив у комплексі Різолайн + Мікофренд + Граунфікс висота зростає на 11,4 см порівняно до контролю.

Тенденція до збільшення висоти рослин була зафіксована і у сорту Медісон. Так на час настання фази третього трійчастого листка висота рослин на контролі становила 17 см., а за обробки насіння препаратами Різолайн + Мікофренд висота зростає до 18,7 см. Застосування у комплексі обробку насіння та внесення біодобрив Різолайн + Мікофренд+ Граунфікс забезпечило збільшення висоти до 19,5 см.

У фазу повної стиглості висота рослин сої у сорту Медісон становила 104,9 см на контролі, а за використання мікоризоутворюючого препарату Мікофренд висота зростає на 9,9 см порівняно з контролем. Застосування разом з обробкою насіння внесення біодобрив у комплексі Різолайн + Мікофренд+ Граунфікс висота зростає на 16,7 см порівняно з контролем.

Отже, можна зробити висновок, що висота рослин у даному досліді змінювалась залежно від сорту та використання досліджуваних біопрепаратів.

Найбільша висота рослин сої була зафіксована у сорту Медісон при застосуванні біодобрив у комплексі Різолайн + Мікофренд + Граунфікс. Також спостерігалось значне збільшення висоти при застосуванні мікоризоутворюючого препарату Мікофренд, адже він зміцнює кореневу систему рослин, що в свою чергу стимулює ростові процеси. При застосуванні ґрунтового біодобрива Граундфікс значного збільшення висоти рослин сої не спостерігалось. Проведені нами дослідження ґрунтуються на таких факторах впливу, як удобрення ґрунтовым біодобривом, передпосівна інокуляція та обробка насіння мікоризоутворюючим препаратом сортів Золотиста та Медісон. Результати структурного аналізу, висвітлені у таблицях 2 та 3, дають

змогу визначити вплив кожного із досліджуваних факторів на кінцевий результат – урожайність досліджуваних сортів сої.

Аналіз структури урожаю сої у середньому за 2018-2019 рр. показав, що застосування обробки насіння та удобрення збільшувало кількість вузлів, у обох сортів від 11,3 до 24,3% порівняно з контролем. При застосуванні обробки посівного матеріалу композицією Різолан+Мікофренд кількість вузлів становила 13,9 шт. у сорту Золотиста та 14,3 шт. у сорту Медісон та удобрення біодобривом Граундфікс сприяло збільшенню кількості вузлів з однієї рослини на 0,7 шт. і 3,4 шт. відповідно.

Наступними не менш важливими показниками структури врожаю є кількість бобів на рослині та кількість насінин в бобі. Адже зернобобові культури можуть формувати боби з невеликою кількістю насінин в них або ж зовсім без зав'язі. А отже, вивчення цих обох показників в комплексі дозволяє сформуванню цілісної картини формування структури врожаю сортів сої залежно від досліджуваних факторів. У середньому за роками у варіантах досліді рослини сої формували 35,5 шт. бобів. Максимальна кількість бобів у сорту Золотиста була відмічена у варіанті де у комплексі застосовували біодобрива Різолан + Мікофренд + Граунфікс і становила 42,1 шт., що більше за контроль на 1,7 шт. У сорту Медісон найбільша кількість бобів також зафіксована у варіанті де застосовували комплекс біопрепаратів і ця величина становила – 39,5, і це на 8,6 шт. більше ніж на контролі. Кількість насінин в бобі інтегральний показник, який показує наповненість бобів насінням, тобто свідчить про можливість потенційного збільшення продуктивності посівів за рахунок формування більшої кількості насіння.

Найбільша кількість насінин в одному бобі була зафіксована у сорту Золотиста на контролі, і становив 3,3 шт., тоді як найменший показник кількості насінин був у сорту Медісон у варіанті де застосовувався комплекс біодобрив Різолан+Мікофренд + Граунфікс, і становив 2,9 шт.

Проте, незважаючи на важливість показників кількості бобів на рослині та кількості насінини в бобі, більш важливими є їх маса з рослини, за якими можна відслідковувати основні тенденції реакції рослин на зміну умов вирощування.

Максимальна маса насінин з рослини у сортів Золотиста та Медісон спостерігалась у варіантах де проводили обробку насіння і вносили біодобриво у комплексі препаратами Різолан + Мікофренд + Граунфікс, ці показники становили відповідно – 10,4-11,9 г. Найнижча маса насінин з рослини у даних сортів відмічалась на контролі, і становила відповідно – 8,3-9,3 г. Одним із головних показників який характеризує виповненість насіння рослин сої є маса тисячі насінин, де також відмічено зростання біометричних показників залежно від обробки насіння та внесення біодобрив.

Так, на ділянках контрольного варіанту сорту Медісон маса 1000 насінин становила 126,8 г, у сорту Золотиста на 2,9 г менше. На ділянках досліді із застосуванням обробки насіння композицією Різолан + Мікофренд та внесення ґрунтового біодобрива Граунфікс у сорту Медісон маса 1000 насінин

Таблиця 3

**Структура урожаю сортів сої залежно від біологічних добрив  
(у середньому за 2018 – 2019 рр.)**

Сорт	Спосіб передпосівної обробки насіння	Кількість продуктивних вузлів на рослині, шт.	Загальна кількість бобів на 1 рослині, шт.	Кількість насінин в 1 бобі, шт.	Маса насіння з однієї рослини, г	Маса 1000 насінин, г
Золотиста	Різолайн(контроль)	12,9	32,2	3,3	9,3	123,9
	Різолайн + Мікофренд	13,9	36,3	3,2	10,5	126,2
	Різолайн + Граунфікс	13,7	35,7	3,1	9,9	125,6
	Різолайн + Мікофренд+ Граунфікс	14,6	42,1	3,1	11,9	129,3
Медісон	Різолайн(контроль)	13,4	30,9	3,1	8,3	126,8
	Різолайн + Мікофренд	14,3	36,1	3,0	9,9	131,9
	Різолайн + Граунфікс	15,3	35,3	3,0	9,6	131,3
	Різолайн + Мікофренд+ Граунфікс	17,7	39,5	2,9	10,4	132,5

*Джерело: сформовано на основі власних досліджень.*

становила 132,5 г, а у сорту Золотиста - 129,3 г, це найвищі показники по всіх варіантах досліджу.

Результати наших досліджень дають підставу стверджувати, що за рахунок технологічних прийомів, зокрема бактеризації та внесенню біодобрив можливо керувати майбутнім рівнем урожаю сої, завдяки покращенню таких ознак, як кількість бобів і насіння, маса насіння тощо. У середньому за роки дослідження було встановлено, що показники кількості бобів, насіння та маси 1000 насінин сої в значній мірі залежали від факторів, які були поставлені на вивчення. Відповідно рівень урожайності зерна зростає із збільшенням індивідуальної продуктивності рослин.

Формування високого врожаю сої досягається науково-обґрунтованим взаємопов'язаним комплексом агротехнічних прийомів, які об'єднуються в цілісну технологію вирощування. Серед досліджуваних нами елементів технології вирощування сої одним із вирішальних чинників формування врожаю культури виявився сорт (таблиця 4). Так, досліджувані нами сорти сої ранньостиглий Золотиста та середньоранній Медісон в середньому за роки проведення досліджень формували врожайність в межах 3,29 – 4,05 т/га залежно від варіанту досліджу.

Використання ґрунтового біодобрива активізувало ростові процеси в рослинах, сприяло наростанню листової поверхні, збільшенню фотосинтетичного потенціалу та чистої продуктивності фотосинтезу, що в цілому позитивно відобразилося на формуванні врожайності культури. Відмічено, що застосування комплексу біодобрив: Різолайн + Граундфікс дає додаткові 9,1-10,0 % приросту врожаю, залежно від сорту.



Таблиця 4

**Урожайність сої залежно від сорту та біологічних добрив, т/га  
(у середньому за 2018–2019 рр.)**

Сорт	Спосіб передпосівної обробки насіння	Урожай- ність, т/га	Приріст	
			т/га	%
Золотиста	Різолайн(контроль)	3,29	-	-
	Різолайн + Мікофренд	3,54	0,25	7,6
	Різолайн + Граунфікс	3,62	0,33	10,0
	Різолайн + Мікофренд+ Граунфікс	3,88	0,59	17,9
Медісон	Різолайн(контроль)	3,43	-	-
	Різолайн + Мікофренд	3,65	0,22	6,4
	Різолайн + Граунфікс	3,74	0,31	9,1
	Різолайн + Мікофренд+ Граунфікс	4,05	0,62	18,1

Примітка: А – сорт; В – біологічні добрива.

$НІР_{0,05}$  т/га (2018–2019 рр.) А– 0,11–0,16; В– 0,15–0,17; АВ–0,19–0,22.

Джерело: сформовано на основі власних досліджень.

Ще більший приріст урожаю спостерігався у сортів при застосуванні мікоризоутворюючого препарату Мікофренд, до його складу входять мікроорганізми, гриби та бактерії, які заселяють прикореневу зону рослин і тим самим забезпечують швидку допомогу росту та розвитку рослин, а також кращі умови для утворення і функціонування мікоризи, що в кінцевому результаті підвищує урожай. Тож у досліджуваних варіантах де застосовували комплекс біодобрив Різолайн + Мікофренд спостерігалось збільшення урожаю на 6,4-7,6 %.

Максимальний рівень врожаю зафіксований у сорту Медісон у варіанті де біодобрива Різолайн + Мікофренд + Граунфікс застосовували у комплексі, і становив 4,05 т/га. Загалом у варіантах де застосовували комплекс Різолайн + Мікофренд + Граунфікс приріст урожаю був у межах 17,9-18,1%. Це свідчить про те що, при комплексному застосуванні даних біопрепаратів суттєво підвищуються показники урожайності рослин сої.

**Висновки і перспективи подальших досліджень.** Дослідження вегетативного та генеративного періоду росту рослин сої дозволили виявити вплив препаратів біологічного походження на формування продуктивності культури та на їх основі зробити наступні висновки:

- висота рослин у досліді змінювалась залежно від сорту та варіантів внесення біопрепаратів. Найбільша висота рослин зафіксована у сорту Медісон – 121,6 см, та у сорту Золотиста – 104,6 см, при комплексну використанні Різолайн + Мікофренд + Граунфікс.

- на основі аналізу структури урожаю сої у середньому за 2018-2019 рр. встановлено позитивний вплив даної комбінації біологічних препаратів на формування індивідуальної продуктивності рослин, так на даних варіантах зафіксовано найвищу у досліді кількість бобів на рослині - 42,1 шт./рослину у сорту Золотиста та 39,5 шт./рослину у сорту Медісон і найбільшу масу насінин

з рослини, відповідно – 10,4-11,9 г. На контролі досліду де висівали сорт Медісон маса 1000 насінин становила 126,8 г, у сорту Золотиста на 2,9 г менше (123,9 г). На варіантах із застосуванням обробки насіння композицією Різоланн + Мікофренд та внесення ґрунтового біодобрива Граунфікс дані показники становили відповідно 132,5 і 129,3 г.

- комплексне застосування біологічних препаратів Різоланн (3 л/т насіння), Мікофренд (1,5 л/т насіння) та Граунфікс (5 л/га у передпосівну культивуацію) забезпечили формування найвищої у досліді урожайності зерна 4,05 т/га у сорту Медісон та 3,88 т/га у сорту Золотиста, при цьому приріст урожаю до контролю становив 17,9-18,1 %.

### Список використаної літератури

1. Didur, I.M., Tsyhanskyi V.I., Tsyhanska, O.I. etc. (2019) The effect of fertilizer system on soybean productivity in the conditions of right bank forest-steppe. *Ukrainian Journal of Ecology*. 9(1). 76-80.
2. Горденко О. Інокуляція сої – заощадження добрив. *Farmer*. 2010. № 3. С. 20–21.
3. Гордійчук Н. Інокулянти для сої: екологічно безпечна та економічно вигідна технологія підвищення врожайності. *Агроном*. 2011. № 1. С. 150–152.
4. Григор'єва О. М. Біопрепарати для сої – дієвість перевірено. *Агробізнес сьогодні*. 2019. №4. С. 9–12.
5. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. (5-е изд. Доп. И перераб.). М.: *Агропромиздат*. 1985. 351 с.
6. Заболотний Г.М., Циганський В.І., Циганська О.І. Урожайність та енергетична ефективність вирощування сої в умовах Лісостепу Правобережного. *Вісник СНАУ*. 2015. №9. С. 151–154.
7. Заболотний Г.М., Мазур В.А., Циганська О.І., Дідур І.М., Циганський В.І., Панцирева Г.В. Агробіологічні основи вирощування сої та шляхи максимальної реалізації її продуктивності: монографія. Вінниця: ВНАУ. 2020. 276 с.
8. Камінський, В.Ф., Мосьондз Н.П. Вплив елементів технології вирощування на урожайність сої в умовах північного Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. 2010. № 66. С. 91–95.
9. Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур. Методи визначення показників якості рослинницької продукції. *Київ*. 2000. Вип. 7. 144 с.
10. Методика проведення дослідів з кормовиробництва та годівлі тварин: [під редакцією А. О. Бабича]: *Вінниця*. 1998. 78 с.
11. Паламарчук В. Д., Поліщук І. С., Мазур О. В., Паламарчук О. Д. Новітні агротехнології у рослинництві. Вінниця: ВНАУ, 2017. 334 с.
12. Поліщук І. С. Поліщук М. І., Мазур О. В. Польова схожість насіння сортів сої залежно від строків сівби за температурним режимом ґрунту. *Сільське господарство та лісівництво*. 2018. №11. С. 36–43.

13. Продукція для АПК. URL:<https://btu-center.com/promisloviy-sektor/> (дата звернення: 10.04.2021).

14. Циганський В. І. Заболотний Г. М., Циганська О. І. Симбіотична продуктивність сої залежно від рівня удобрення в Правобережному Лісостепу. *Національний науковий центр "Інститут землеробства НААН"*. 2015. №1. С. 46–53.

#### Список використаної літератури у транслітерації / References

1. Didur, I.M., Tsyhanskyi V.I., Tsyhanska, O.I. etc. (2019). The effect of fertilizer system on soybean productivity in the conditions of right bank forest-steppe. *Ukrainian Journal of Ecology*, 9(1), 76-80 [in English].

2. Hordenko O. (2010). Inokuliatsiia soi – zaoshchadzhenia dobryv. [*Soybean inoculation is a saving of fertilizers*]. *Farmer*. Vol. № 3. P. 20–21 .

3. Hordiichuk N. (2011). Inokulianty dlia soi: ekolohichno bezpechna ta ekonomichno vyhidna tekhnolohiia pidvyshchennia vrozhaivosti [*Soybean inoculants: environmentally friendly and cost-effective technology to increase yields*]. *Ahronom – Agronomist*. Vol. 1. P. 150–152 [in Ukrainian].

4. Hryhorieva O. M. (2019). Biopreparaty dlia soi – diievist perevireno [*Biologicals for soybeans - effectiveness tested*]. *Agrobiznes s`ogodni – Ahrobiznes sohodni*. №4. 9–12. [in Ukrainian].

5. Dospekhov B. A. (1985). Metodyka polevoho opyta. [*Field experiment technique (with the basics of statistical processing of research results)*]. [in Russian].

6. Zabolotnyi H.M., Tsyhanskyi V.I., Tsyhanska O.I. (2015). Urozhainist ta enerhetychna efektyvnist vyroshchuvannia soi v umovakh Lisostepu Pravoberezhnogo [*Yield and energy efficiency of soybean cultivation in the conditions of the Forest-Steppe of the Right Bank*]. *Visnyk SNAU – Visnyk SNAU*. №9. P. 151–154. [in Ukrainian]

7. Zabolotnyi H.M., Mazur V.A., Tsyhanska O.I., Didur I.M., Tsyhanskyi V.I., Pantsyreva H.V. (2020). Ahrobiolohichni osnovy vyroshchuvannia soi ta shliakhy maksimalnoi realizatsii yii produktyvnosti: monohrafiia Monohrafiia [*Agrobiological bases of soybean cultivation and ways of maximum realization of its productivity*]. *Vinnytsia: VNAU*. [In Ukraine].

8. Kaminskyi, V.F., Mosondz N.P. (2010). Vplyv elementiv tekhnolohii vyroshchuvannia na urozhainist soi v umovakh pivnichnogo Lisostepu Ukrainy [*Influence of elements of cultivation technology on soybean yield in the conditions of the northern Forest-steppe of Ukraine*]. *Kormy i kormovyrobnytstvo – Feed and feed production..* № 66. 91–95. [In Ukraine].

9. Metodyka derzhavnoho sortovyprobuvannia silskohospodarskykh kultur. Metody vyznachennia pokaznykiv yakosti roslynnytskoi produktsii 2000. [*Methods of state varietal testing of crops. Methods for determining the quality of plant products*]. *Kyiv*. Issue. 7. 144. [In Ukraine].

10. Metodyka provedennia doslidiv z kormovyrobnytstva ta hodivli tvaryn (1998): [*Methods of conducting experiments on feed production and animal feeding*] *Vinnytsia*. [In Ukraine].

11. Palamarchuk V. D., Polishchuk I. S., Mazur O. V., Palamarchuk O. D. (2017). Novitni ahrotekhnolohii u roslynnnytstvi [*The latest agricultural technologies in crop production*]. Vinnytsia. VNAU. [In Ukraine].

12. Polishchuk I. S. Polishchuk M. I., Mazur O. V. (2018). Polova skhozhist nasinnia sortiv soi zalezno vid strokiv sivby za temperaturnym rezhymom gruntu [*Field germination of soybean seeds depending on sowing dates by soil temperature*]. Silske hospodarstvo ta lisivnytstvo. – *Agriculture and forestry*. №11. 36–43. [In Ukraine].

13. Produktsiia dlia APK [*Products for agro-industrial complex*]. URL:<https://btu-center.com/promisloviy-sektor/> (data zvernennia: 10.04.2021).

14. Tsyhanskyi V. I. Zabolotnyi H. M., Tsyhanska O. I. (2015). Symbiotychna produktyvnist soi zalezno vid rivnia udobrennia v Pravoberezhnomu Lisostepu [*Symbiotic productivity of soybeans depending on the level of fertilizer in the Right Bank Forest-Steppe*]. Natsionalnyi naukovyi tsentr "Instytut zemlerobstva NAAN". – *National Research Center "Institute of Agriculture NAAS"* №1. 46–53. [In Ukraine].

#### **АННОТАЦИЯ**

### **ОПТИМИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УДОБРЕНИЯ СОИ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРЕПАРАТОВ БИОЛОГИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ ПРАВОБЕРЕЖНОЙ**

В данной статье приведены результаты исследований по изучению влияния препаратов биологического происхождения, а именно инокулянта Ризолайн, микоризообразующего препарата Микофренд и биоудобрения на основе фосфор-калий мобилизующих бактерий Граундфикс на ростовые процессы и формирования продуктивности сортов сои. Проведением полевых исследований предполагалось изучения влияния различных комбинаций исследуемых биологических препаратов с целью определения наиболее эффективной модели их использования. На основе проведенных наблюдений и учетов установлено, что в условиях Лесостепи правобережной на серых лесных почвах исследуемые препараты биологического происхождения имели непосредственное влияние как на ростовые процессы растений так и на формирование продуктивности.

Выявлено, что высота растений в опыте менялась в зависимости от сорта и варианта применения биологических препаратов, наиболее эффективным оказалось комплексное использование Ризолайн + Микофренд + Граундфикс, в этих условиях высота растений сои сорта Мэдисон составляла 121,6 см, а сорта Золотистая - 104,6 см. Наряду с этим установлено положительное влияние данной комбинации биологических препаратов на формирование индивидуальной продуктивности растений, так на данных вариантах зафиксирована самая высокая в опыте количество бобов на растении - 42,1 шт. / растение у сорта Золотистая и 39,5 шт. / растение в сорта Мэдисон и наибольшую массу семян с растения, соответственно - 10,4-11,9 г. на контроле опыта где сеяли сорт Мэдисон масса 1000 семян составила 126,8 г, у сорта Золотистая на 2,9 г меньше (123,9 г). На вариантах с применением обработки семян композицией Ризолайн + Микофренд и внесения почвенного биоудобрения Граундфикс данные показатели составляли соответственно 132,5 и 129,3 г. Комплексное применение биологических препаратов Ризолайн (3 л / т семян), Микофренд (1,5 л / т семян) и Граундфикс (5 л / га в предпосевную культивацию) обеспечили формирование урожайности зерна на уровне 4,05 т / га у сорта Мэдисон и 3,88 т / га у сорта Золотистая, причем прирост урожая к контролю составлял 17,9-18,1%.

**Ключевые слова:** соя, инокуляція, микоризообразовательный препарат, биоудобрение, продуктивность, урожайность.

**Табл. 4. Лит 14.**

**ANNOTATION**  
**OPTIMIZATION OF THE SOY FERTILIZATION SYSTEM BASED ON**  
**THE USE OF DRUGS OF BIOLOGICAL ORIGIN IN THE CONDITIONS OF**  
**THE RIGHT BANK**

*This article presents the results of research to study the effect of drugs of biological origin, namely the inoculum Rhizolin, mycorrhizal drug Mycofriend and biofertilizers based on phosphorus-potassium mobilizing bacteria Groundfix on growth processes and the formation of soybean varieties. Field studies were supposed to study the effect of various combinations of studied biological drugs in order to determine the most effective model of their use.*

*Based on the observations and calculations, it was established that in the conditions of the Forest-Steppe of the right bank on gray forest soils the studied preparations of biological origin had a direct impact on both plant growth processes and productivity formation. It was found that the height of plants in the experiment varied depending on the variety and application of biological products, the most effective was the integrated use of Rizoline + Mycofriend + Graunfix, under these conditions the height of soybean plants in Madison was 121.6 cm, in Golden - 104.6. Along with this, a positive effect of this combination of biological preparations on the formation of individual plant productivity was established, so the highest number of beans per plant was recorded in these variants - 42.1 pieces / plant in the Golden variety and 39.5 pieces / plant in Madison variety and the largest mass of seeds from the plant, respectively - 10.4-11.9 g. ). In the variants with the use of seed treatment with the composition Rizoline + Mycofriend and the application of soil biofertilizer Graunfix, these figures were 132.5 and 129.3 g, respectively.*

*The complex application of biological products Rizoline (3 l / t of seeds), Mykofriend (1.5 l / t of seeds) and Graunfix (5 l / ha in pre-sowing cultivation) ensured the formation of the highest grain yield in the experiment of 4.05 t / ha in the variety Madison and 3.88 t / ha in the variety Golden, with the increase in yield before control was 17.9-18.1%.*

**Key words:** soybean, inoculation, mycorrhizal preparation, biofertilizer, productivity, yield.

**Table. 4. Lit. 14.**

**Інформація про авторів**

**Циганський В'ячеслав Іванович** – кандидат сільськогосподарських наук, старший викладач кафедри рослинництва, селекції та біоенергетичних культур Вінницького національного аграрного університету (21008, м. Вінниця, вул. Сонячна 3.).

**Цыганский Вячеслав Иванович** – кандидат сельскохозяйственных наук, старший преподаватель кафедры растениеводства, селекции и биоэнергетических культур Винницкого национального аграрного университета (21008, г. Винница, ул. Солнечная 3.).

**Tsyhanskyi Viacheslav** – Candidate of Agricultural Sciences, Senior lecturer of the Department of of Plant Production, Selection and Bioenergetic Cultures of Vinnytsia National Agrarian University (21008, Vinnytsia, Soniachna Str. 3).