

ЕФЕКТИВНІСТЬ БІОПРЕПАРАТІВ У ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ НА ЧОРНОЗЕМІ ЗВИЧАЙНОМУ ВАЖКОСУГЛИНКОВОМУ ПРАВОБЕРЕЖНОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

О. М. Григор'єва¹, С. Б. Дімова², Т. М. Алмаєва¹

¹Інститут сільського господарства Степу НААН
вул. Центральна, 2; с. Созонівка, Кропивницький р-н, Кіровоградська обл., 27602, Україна;
e-mail: grigorgeva_elen@ukr.net

²Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН
вул. Шевченка, 97; м. Чернігів, 14035, Україна; e-mail: dimova13@ukr.net

Мета. Вивчення ефективності передпосівної інокуляції насіння сої біопрепаратами у різних препаративних формах із попереднім протруєнням насіння та без нього за різних систем захисту від бур'янів. **Методи.** Польовий, лабораторний, біохімічний, математично-статистичний, економічний. **Результати.** В стаціонарному польовому досліді вивчено вплив різних форм біопрепаратів на ріст та розвиток сої в умовах Правобережного Степу України. Встановлено, що під час протруєння насіння перевагу слід надавати препарату Максим XL, який зумовлює підвищення продуктивності сої, якщо порівняти його з препаратом Скарлет, а серед інокулянтів обирати Ризобофит як у рідкій, так і в торф'яній препаративній формі. Доведено, що страхові гербіциди сприяють зниженню забур'яненості посіву сої, що забезпечує кращі умови для росту і розвитку рослин, збільшення кількості бульбочок на коренях, підвищення урожайності зерна. Застосування біопрепаратів сприяло збільшенню не лише кількості бульбочок на корінні рослин сої, а й їх маси щодо контролю без інокуляції (відповідно на 7,8–76,9 або 26,7–109,7 %). За ресурсозбережної системи захисту посівів сої від бур'янів вищі показники отримали у варіантах із застосуванням для передпосівної обробки насіння протруєника Скарлет, за інтенсивної — препарату Максим XL. Використання біопрепаратів у технології вирощування культури дало можливість істотно підвищити урожайність — на 0,2–0,3 т/га (або на 9,2–13,8 %) за обох систем захисту посівів від бур'янів. **Висновки.** На чорноземі звичайному важкосуглинковому Правобережного Степу України передпосівна інокуляція сої біопрепаратами є обов'язковим агротехнічним заходом, який у комбінації з протруєнням насіння дозволяє отримати істотний приріст врожаю та сприяє покращенню якості зерна в процесі вирощування культури за використання обох досліджуваних систем захисту посівів від бур'янів.

Ключові слова: соя, біопрепарати, фунгіциди, гербіциди, бур'яни, урожайність, економічна ефективність.

Вступ. Останнім часом у багатьох країнах, незважаючи на широкі можливості застосування агрохімікатів під час вирощування сільськогосподарських культур, пріоритетне значення надається використанню мікробних препаратів. Актуальним сьогодні є застосування біопрепаратів на основі азот-

фіксувальних, фосфатмобілізувальних мікроорганізмів та продуцентів речовин фітогормональної дії для поліпшення мінерального живлення рослин, стимуляції їхнього росту і розвитку та підвищення імунного статусу [1; 2].

У вирішенні проблеми забезпечення на-

селення планети рослинним білком важливе місце відводиться розширенню посівних площ зернобобових культур, білок яких легко засвоюється та містить у своєму складі незамінні амінокислоти. Крім того, відома роль зернобобових у вирішенні питання оптимізації азотного балансу ґрунту. Природний феномен, яким є здатність симбіотичних бульбочкових бактерій фіксувати атмосферний азот, дозволяє до мінімуму знизити використання мінеральних добрив, а у деяких випадках і повністю відмовитися від них, що відповідає вимогам органічного землеробства [3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Однією з найважливіших зернобобових культур у світовому землеробстві є соя. В її зерні міститься 33–52 % білків, 14–25 % олії, 25–27 % вуглеводів, 5–7 % клітковини, вітаміни А, В₁, В₂, С, D, Е, РР, ферменти та інші важливі органічні та неорганічні речовини. Це приваблива з екологічного боку культура. Вона є хорошим попередником для багатьох сільськогосподарських культур, оскільки здатна збагачувати ґрунти біологічним азотом, поліпшувати їхні фізичні та хімічні властивості [4–5].

Серед факторів, що значною мірою впливають на ріст і розвиток рослин сої, важливе значення має передпосівна бактерізація насіння. Основними чинниками, які визначають ефективність препаратів-інокулянтів у виробничих умовах, є активність штамів бульбочкових бактерій та їх конкурентоздатність, а також такі фактори, як погодні умови вегетаційного періоду, кислотність і рівень родючості ґрунту та агротехніка вирощування культури [6].

На перших етапах росту рослин сої інтенсивно розвивається коренева система, а ріст стебла сповільнений. Це зумовлює її невисоку конкурентоздатність щодо бур'янів, які обмежують продуктивність культури. Застосування гербіцидів у посівах сої є доволі дієвим заходом контролювання бур'янів, проте відомо, що гербіциди можуть негативно впливати на формування азотфіксувальних бульбочок на коренях культури [7–9].

Питання взаємодії протруйників із мікробними препаратами за різних технологій захисту посівів сої від бур'янів залишається мало вивченим в умовах Правобережного Степу України.

Метою досліджень є вивчення ефективності передпосівної інокуляції насіння різними біопрепаратами у двох препаративних формах за умови застосування попереднього протруєння двома фунгіцидами та різних систем захисту рослин сої від бур'янів.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження проводили протягом 2016–2018 рр. в лабораторії землеробства Кіровоградської державної сільськогосподарської дослідної станції НААН (з жовтня 2018 р. — Інститут сільського господарства Степу НААН).

Ґрунт дослідної ділянки — чорнозем звичайний важкосуглинковий з високим вмістом гумусу (4,69 %). Кислотність ґрунту близька до нейтральної ($\text{pH}_{\text{сол}} = 5,9$).

У досліді висівали сорт сої Ромашка. Попередник — ячмінь ярий. Площа облікової ділянки — 43,2 м². Повторність триразова.

Передпосівне протруєння насіння сої проводили заздалегідь — за 1–2 тижні до сівби, а інокуляцію — в день посіву. Добрива вносили у вигляді нітроамофоски восени під оранку.

Дослід трьохфакторний. **Фактор А** — система захисту від бур'янів:

1. Ресурсозбережна (ґрунтові гербіциди).
2. Інтенсивна (ґрунтові і страхові гербіциди).

Фактор В — обробка насіння фунгіцидами:

1. Скарлет, 0,4 л/т.
2. Максим XL, 1,0 л/т.

Фактор С — біопрепарати:

1. Без інокуляції.
2. Ризогумін торф'яний, 200 г на гектарну норму насіння.
3. Ризогумін рідкий, 200 мл на гектарну норму насіння.
4. Ризобіфіт торф'яний, 200 г на гектарну норму насіння.
5. Ризобіфіт рідкий, 200 мл на гектарну норму насіння.
6. Нітро-Лег рідкий, 200 мл на гектарну норму насіння.

Сою висівали селекційною сівалкою СКС-6-10 з нормою висіву 650 тис. схожих насінин на 1 га. Збирання врожаю проводили комбайном «SAMPO SR-2010 Pilot».

Умови вирощування сої за роки досліджень характеризуються, зокрема, ГТК Селянінова, який становив за вегетаційний період: у 2016 р. — 1,16; 2017 — 0,42; 2018 —

0,84 за середньобагаторічного показника 1,0, тобто вегетаційний період 2016 р. був зволожений, 2018 р. — посушливим і 2017 р. — дуже посушливим. Така неоднорідність погодних умов у роки проведення досліджень дала змогу всебічно вивчити ефективність передпосівної інокуляції насіння біопрепаратами в посівах сої.

Результати та їх обговорення. Різні біопрепарати, їх препаративні форми, системи захисту від бур'янів та обробка насіння фунгіцидами мали значний вплив на біометричні показники рослин сої, а саме на їх висоту та масу.

Проведений у фазу цвітіння облік показав, що вищими показниками в середньому за роками досліджень характеризувалися посіви сої, вирощуваної за інтенсивної технології. На цих варіантах досліду рослини в середньому по фактору сягали висоти 44,4 см за маси однієї рослини 27,4 г, що відповідно на 3,6 % та 21,6 % більше, ніж за застосування ресурсозбережної системи захисту посівів від бур'янів.

Деяко менші відмінності по висоті і масі однієї рослини спостерігали у фазу наливу бобів. Так, у варіантах із застосуванням інтенсивної системи захисту рослини сої були вищими на 2,4 см (2,5 %) і формували масу однієї рослини на 6 г (8,4 %) більшу проти показників за ресурсозбережної технології.

Слід відзначити, що передпосівна бактеризація насіння сприяла підвищенню біометричних показників рослин за обох технологій вирощування протягом вегетації сої. Так, за рахунок застосування мікробних препаратів висота рослин у фазу цвітіння збільшувалася на 11,6–27,3 % за застосування ресурсозбережної і на 2,7–11,4 % — інтенсивної системи захисту сої від бур'янів. У фазу наливу бобів ці показники відповідно склали 4,2–6,3 % та 0,6–6,7 %. Маса однієї рослини у фазу цвітіння за ресурсозбережної технології зростала на 10,7–46,0 %, за інтенсивної системи захисту посівів сої від бур'янів — на 2,0–43,2 %; у фазу наливу бобів — на 29,9–52,7 % і 3,0–32,1 % відповідно. Водночас як за ресурсозбережної, так і за інтенсивної систем захисту посівів сої від бур'янів, вищі показники були у варіантах застосування для передпосівного протруєння насіння препарату Максим XL.

Залежно від інокуляції різними препара-

тивними формами трьох біопрепаратів та застосованих систем захисту від бур'янів та хвороб показники вірулентності (або кількості утворених на коренях сої бульбочок) та нодуляційної здатності (маси бульбочок), що потенційно впливають на ефективність соєво-ризобіального симбіозу, зазнавали певних змін.

У роки з достатнім зволоженням кількість і маса бульбочок на коренях сої була значно більшою, якщо порівняти з роками, що характеризувалися гостро посушливими погодними умовами. Бульбочки розміщувалися переважно на головному корені та розгалуженнях першого порядку на глибині 0–15 см. Вони мали світло-рожеве забарвлення, що опосередковано може свідчити про їхню азотфіксувальну активність.

У 2016 р. у фазу наливу бобів комплексне застосування різних форм мікробних препаратів і протруйників за вирощування сої за ресурсозбережної системи захисту, яка передбачає внесення ґрунтових гербіцидів для боротьби з бур'янами, супроводжувалося деяким зниженням показників симбіотичної системи. В середньому по фактору кількість бульбочок була меншою на 3,3 од./рослину (12,4 %), а їх маса — на 0,04 г/рослину (8,3 %) проти інтенсивної системи захисту. За умови обробки насіння протруйником Скарлет за рахунок інокуляції біопрепаратами з використанням їх різних форм (рідкої та на торф'яній основі) кількість бульбочок зросла на 3,9–17,3 од./рослину (17,8–79,0 %), їх маса — на 0,09–0,43 г/рослину (27,3–130,3 %). У варіантах комплексного застосування біопрепаратів і фунгіцида Максим XL кількість бульбочок зросла на 1,4–9,2 од./рослину (7,0–46,3 %), їх маса — на 0,10–0,30 г/рослину (30,3–90,9 %) (табл. 1).

В умовах дуже посушливого вегетаційного періоду 2017 р. інокуляція обома формами всіх досліджених біопрепаратів виявилась ефективною. Так, за ресурсозбережної системи приріст кількості бульбочок до контролю без інокуляції склав 7,5–92,1 %, їх маси — 28,6–111,1 %. За інтенсивної системи захисту сої від бур'янів кількість бульбочок зростала від інокуляції на 3,8–69,7 %, а їх маса — на 29,4–152,6 %. Маса бульбочок була більшою за протруєння насіння фунгіцидом Максим XL (за ресурсозбережної системи цей показник становив 0,30 г, що

Таблиця 1. Вплив технологій вирощування сої на кількість бульбочок та їх масу (фаза наливу бобів)

Варіанти досліду			Кількість бульбочок, од./рослину			Маса бульбочок, г/рослину		
система захисту від бур'янів (фактор А)	обробка насіння фунгіцидами (фактор В)	інокуляція насіння біопрепаратами (фактор С)	2016 р.	2017 р.	2018 р.	2016 р.	2017 р.	2018 р.
Ресурсозбережна (грунтовий гербіцид)	Скарлет	Без інокуляції	21,9	7,6	17,4	0,33	0,14	0,33
		Ризогумін, т. п. ф.*	29,9	14,1	21,5	0,45	0,26	0,55
		Ризогумін, р. п. ф.**	39,2	11,8	31,8	0,76	0,21	0,44
		Ризобофіт, т. п. ф.	34,4	14,6	24,4	0,53	0,32	0,53
		Ризобофіт, р. п. ф.	27,1	10,6	21,8	0,63	0,18	0,59
		Нітро-Лег, р. п. ф.	25,8	10,2	19,7	0,42	0,21	0,44
	Середнє		29,7	11,5	22,8	0,47	0,22	0,48
	Максим XL	Без інокуляції	19,9	10,7	18,4	0,33	0,18	0,38
		Ризогумін, т. п. ф.	21,6	11,5	23,8	0,47	0,23	0,48
		Ризогумін, р. п. ф.	29,1	16,7	26,4	0,63	0,38	0,56
		Ризобофіт, т. п. ф.	24,7	14,1	21,3	0,52	0,33	0,49
		Ризобофіт, р. п. ф.	21,3	15,1	25,4	0,43	0,37	0,42
		Нітро-Лег, р. п. ф.	25,7	13,8	23,8	0,50	0,31	0,42
	Середнє		23,7	13,7	23,2	0,48	0,30	0,46
<i>Середнє по системі захисту</i>			26,7	12,6	23,0	0,48	0,26	0,47
Інтенсивна (грунтовий та страхові гербіциди)	Скарлет	Без інокуляції	23,2	9,9	19,0	0,32	0,17	0,41
		Ризогумін, т. п. ф.	27,9	12,8	26,6	0,56	0,23	0,64
		Ризогумін, р. п. ф.	28,3	13,7	22,5	0,35	0,22	0,56
		Ризобофіт, т. п. ф.	32,9	16,8	24,3	0,50	0,32	0,63
		Ризобофіт, р. п. ф.	26,4	16,1	19,9	0,47	0,33	0,61
		Нітро-Лег, р. п. ф.	26,8	12,2	21,6	0,48	0,23	0,48
	Середнє		27,5	13,6	22,3	0,45	0,25	0,56
	Максим XL	Без інокуляції	21,8	12,2	19,6	0,32	0,19	0,43
		Ризогумін, т. п. ф.	22,5	14,2	21,1	0,48	0,29	0,58
		Ризогумін, р. п. ф.	38,7	13,3	23,8	0,75	0,28	0,54
		Ризобофіт, т. п. ф.	40,5	17,3	26,5	0,73	0,39	0,82
		Ризобофіт, р. п. ф.	38,2	18,8	26,8	0,58	0,48	0,74
		Нітро-Лег, р. п. ф.	33,5	12,6	23,9	0,62	0,26	0,62
	Середнє		32,5	14,7	23,6	0,58	0,31	0,62
<i>Середнє по системі захисту</i>			30,0	14,2	23,0	0,52	0,28	0,59
НІР ₀₅ ФА			0,68	0,56	0,62	0,03	0,02	0,03
НІР ₀₅ ФВ			0,68	0,56	0,62	0,03	0,02	0,03
НІР ₀₅ ФС			1,18	0,96	1,07	0,05	0,04	0,05
НІР ₀₅ ФАВ			0,97	0,79	0,87	0,04	0,03	0,04
НІР ₀₅ ФАС			1,67	1,36	1,51	0,07	0,06	0,07
НІР ₀₅ ФВС			1,67	1,36	1,51	0,07	0,06	0,07
НІР ₀₅ ФАВС			2,37	1,93	2,14	0,10	0,08	0,10

Примітка (тут і в наступних таблицях):

* т. п. ф. — торф'яна препаративна форма;

** р. п. ф. — рідка препаративна форма.

більше, ніж за застосування препарату Скарлет, на 36,4 %; за інтенсивної технологічної моделі — 0,31 г (більше на 24,0 %).

У 2018 р. кількість бульбочок за вирощування культури як за ресурсозбережної, так і за інтенсивної системи захисту посівів сої від бур'янів перебувала на одному рівні і становила 23,0 од./рослину, проте їх маса за другої технології щодо першої була більшою на 0,12 г/рослину або на 25,5 %.

Застосування фунгіцидів у поєднанні з передпосівною бактеризацією насіння біопрепаратами сприяло збільшенню як кількості бульбочок на корінні рослин, так і їх маси щодо контролю без інокуляції. Так, за ресурсозбережної системи захисту у блоці досліджень із обробкою насіння препаратом Скарлет різниця склала 2,3–14,4 од. (13,2–82,8 %) за кількістю бульбочок і 0,11–0,26 г (33,3–78,8 %) — за їх масою; за інтенсивної — відповідно 0,9–7,9 од./рослину (4,7–40,0 %) і 0,07–0,23 г/рослину (17,1–56,1 %).

У варіантах комплексного застосування фунгіцида Максим XL з різними формами біопрепаратів у процесі вирощування сої за технологією, що передбачає внесення ґрунтового гербіциду, кількість бульбочок зросла на 15,8–43,5 %, їх маса — на 10,5–47,4 % проти контролю без інокуляції. За інтенсивної системи захисту посівів сої від бур'янів на коренях рослин сформувалося бульбочок по 19,6–26,8 од./рослину за їх маси 0,43–0,82 г/рослину, що відповідно на 1,5–7,2 од. (7,7–36,7 %) і 0,11–0,39 г (25,6–90,7 %) більше, ніж у контролі без передпосівної бакте-

ризації насіння.

Встановлено, що застосування перед сівбою ґрунтового гербіциду Харнес у дозі 2,2 л/га дало можливість контролювати забур'яненість посівів у всіх варіантах досліджу. Водночас кількість бур'янів за обох технологій (як ресурсозбережної, так і інтенсивної) в середньому по блоках досліджень була на одному рівні (табл. 2).

Через 30 днів після внесення страхових гербіцидів у варіантах застосовування інтенсивної системи захисту кількість бур'янів у посівах сої знизилася в 1,8 раза, а їх суха маса — в 3,6 раза, порівнюючи з ресурсозбережною системою захисту. Посіви були засмічені переважно односім'ядольними бур'янами — мишієм сизим та зеленим і плоскухою звичайною. Серед двосім'ядольних переважали щирця звичайна та лобода біла. З багаторічних зустрічалися осот рожевий і берізка польова.

У період стиглості сої за достатнього тепло- і вологозабезпечення збільшилася кількість амброзії полиноистої та лободи білої, що вплинуло на масу бур'янів. Перед збиранням урожаю в процесі вирощування сої за інтенсивної системи захисту під дією гербіцидів забур'яненість зменшилася в 1,6 раза, а їх маса — в 3,1 раза проти ресурсозбережної технологічної моделі.

Кінцевим критерієм у визначенні ефективності передпосівної обробки насіння сої різними формами мікробних препаратів у поєднанні з передпосівним протруєнням насіння за вирощування за різних систем захисту посівів від бур'янів є врожайність.

Таблиця 2. Забур'яненість посіву сої залежно від технологій вирощування культури, середнє за 2016–2018 рр.

Варіанти досліджу		Забур'яненість				
система захисту від бур'янів	обробка насіння фунгіцидами	перед внесенням страхового гербіциду, шт./м ²	через 30 днів після внесення страхового гербіциду		перед збиранням урожаю	
			кількість, шт./м ²	суха маса бур'янів, г/м ²	кількість, шт./м ²	суха маса бур'янів, г/м ²
Ресурсозбережна	Скарлет	33	57	142	14	553
	Максим XL	37	52	118	12	362
Середнє по системі захисту		35	54	130	13	457
Інтенсивна	Скарлет	34	33	40	8	155
	Максим XL	37	27	32	7	140
Середнє по системі захисту		35	30	36	8	147
НІР ₀₅		2,6	4,2	10,4	3,5	16,5

Залежно від систем захисту посівів сої від бур'янів (фактор А) урожайність зерна в середньому за 2016–2018 рр. за ресурсозбережної системи захисту становила 2,17 т/га,

що на 0,4 т/га (18,4 %) нижче, ніж за вирощування із застосуванням як ґрунтових, так і страхових гербіцидів при $НІР_{05} = 0,10$ т/га (табл. 3).

Таблиця 3. Урожайність зерна сої залежно від досліджуваних факторів, середнє за 2016–2018 рр.

Варіанти досліджу			Урожайність, т/га	Приріст урожаю до контролю без обробки насіння		Середнє по ф. В	Середнє по ф. С
Система захисту від бур'янів (фактор А)	Обробка насіння фунгіцидами (фактор В)	Інокуляція насіння біопрепаратами (фактор С)		т/га	%		
Ресурсозбережна (ґрунтовий гербіцид)	Скарлет	Без інокуляції	1,85	–	–	2,29	2,18
		Ризогумін, т. п. ф.	2,05	0,20	10,8		2,38
		Ризогумін, р. п. ф.	2,09	0,24	13,0		2,41
		Ризобофіт, т. п. ф.	2,21	0,36	19,5		2,48
		Ризобофіт, р. п. ф.	2,18	0,33	17,8		2,45
		Нітро-Лег, р. п. ф.	2,10	0,25	13,5		2,34
	Середнє по препараті		2,08				
	Максим XL	Без інокуляції	2,11	–	–	2,45	
		Ризогумін, т. п. ф.	2,29	0,18	8,5		
		Ризогумін, р. п. ф.	2,45	0,34	16,1		
		Ризобофіт, т. п. ф.	2,30	0,19	9,0		
		Ризобофіт, р. п. ф.	2,26	0,15	7,1		
		Нітро-Лег, р. п. ф.	2,17	0,06	2,8		
Середнє по препараті		2,26					
Середнє по системі захисту			2,17				
Інтенсивна (ґрунтовий та страхові гербіциди)	Скарлет, 0,4 л/т	Без інокуляції	2,34	–	–		
		Ризогумін, т. п. ф.	2,67	0,33	14,1		
		Ризогумін, р. п. ф.	2,47	0,13	5,6		
		Ризобофіт, т. п. ф.	2,51	0,17	7,3		
		Ризобофіт, р. п. ф.	2,52	0,18	7,7		
		Нітро-Лег, р. п. ф.	2,49	0,15	6,4		
	Середнє по препараті		2,50				
	Максим XL, 1,0 л/т	Без інокуляції	2,42	–	–		
		Ризогумін, т. п. ф.	2,50	0,08	3,3		
		Ризогумін, р. п. ф.	2,64	0,22	9,1		
		Ризобофіт, т. п. ф.	2,88	0,46	19,0		
		Ризобофіт, р. п. ф.	2,82	0,40	16,5		
		Нітро-Лег, р. п. ф.	2,60	0,18	7,4		
Середнє по препараті		2,64					
Середнє по системі захисту			2,57				
$НІР_{05} A = 0,10; НІР_{05} B = 0,10; НІР_{05} C = 0,17;$ $НІР_{05} AB = 0,14; НІР_{05} AC = 0,25; НІР_{05} BC = 0,25; НІР_{05} ABC = 0,31$ т/га							

За використання для передпосівної обробки насіння протруйника Максим XL (фактор В) урожайність зерна підвищилася на 0,16 т/га проти блоку досліду з препаратом Скарлет в середньому за обох технологій вирощування ($HP_{05} = 0,10$ т/га). Так, урожайність сої у блоці з використанням фунгіциду Скарлет склала 2,29 т/га, препарату Максим XL — 2,45 т/га.

Застосування мікробних препаратів (фактор С) у технології вирощування сої дало можливість істотно підвищити урожайність зерна — з 2,18 т/га (у варіантах без інокуляції) до 2,34–2,48 т/га за бактеризації насіння біопрепаратами як у рідкій препаративній формі, так і на торф'яній основі — урожайність зросла на 0,16–0,30 т/га (7,3–13,8 %) ($HP_{05} = 0,17$ т/га).

Вирощування сої за інтенсивною технологією сприяло отриманню урожайності на рівні 2,34–2,88 т/га. За рахунок інокуляції насіння мікробними препаратами прибавка становила 0,13–0,46 т/га або 5,6–19,0 % залежно від блоку досліджень. Вищі показники урожайності культури отримали у блоці з обробкою насіння препаратом Максим XL. Найефективнішим було застосування рідкої форми біопрепарату Ризобофіт ($HP_{05} = 0,31$ т/га). Слід відзначити, що за умови застосування препарату Максим XL урожайність в середньому зросла на 0,18 т/га (8,7 %) за ресурсозбережної і на 0,14 т/га (5,6 %) за інтенсивної системи захисту проти варіантів досліду, де використовували для передпосівного протруєння насіння фунгіцид Скарлет ($HP_{05} = 0,10$ т/га).

Відомо, що хімічний склад зерна — це генетично обумовлена ознака, проте шляхом застосування певних агротехнічних заходів можна поліпшити якісні показники продукції. Водночас вміст білка в зерні — це показник, який залежить також від особливостей погодних умов, що складаються під час формування зерна. Дослідженнями встановлено, що як вміст білка, так і вміст жиру в зерні сої залежали від факторів, що вивчали у досліді.

У середньому по системах захисту від бур'янів вміст білка в зерні був майже на одному рівні — 42,1 % за ресурсозбережної і 42,0 % за інтенсивної системи захисту посівів сої від бур'янів. Вищий вміст жиру отримано за інтенсивної системи захисту —

20,46 %, що на 0,07 % більше проти першої технологічної моделі (табл. 4).

У процесі вирощування сої за ресурсозбережної технології застосування різних форм біопрепаратів для передпосівної інокуляції насіння сої сприяло підвищенню вмісту білка в зерні в усіх варіантах досліду. Виняток складає варіант застосування мікробного препарату Ризобофіт у торф'яній формі + Максим XL, де цей показник як за роками досліджень, так і в середньому за три роки був нижче на 0,1–0,5 % щодо контролю.

Вміст жиру за умови передпосівної інокуляції насіння підвищувався лише у варіантах застосування препарату Скарлет — на 0,06–0,82 %. Застосування для обробки насіння препарату Максим XL знижувало цей показник на 0,16–0,37 %.

Найвищий за ресурсозбережної технології вміст білка отримано за застосування Ризогуміну у торф'яній препаративній формі у комбінації з фунгіцидом Максим XL — 42,5 % (вміст зріс на 0,7 %), а найвищий вміст жиру — за використання торф'яного Ризогуміну + Скарлет — 20,82 % (вміст зріс на 0,82 %).

У процесі вирощування сої за інтенсивною технологією у варіантах із застосуванням фунгіциду Максим XL інокуляція насіння сприяла підвищенню вмісту білка на 0,1–0,8 % (з 41,9 до 42,0–42,7 %). Вищий показник як за роками досліджень, так і в середньому за 2016–2018 рр., отримали за використання Ризогуміну у рідкій формі.

У цьому блоці досліджень комплексне застосування препарату Максим XL з біопрепаратами сприяло підвищенню вмісту жиру на 0,09–0,61 % (з 20,28 до 20,37–20,89 %). Максимальним цей показник був у варіанті із застосуванням Ризобофіту, створеного на торф'яній основі.

Як збір протеїну, так і збір олії за рахунок різниці в урожайності в усіх варіантах досліду був вищим щодо варіантів, де передпосівну обробку насіння мікробними препаратами не проводили.

Економічна ефективність вирощування сої визначалася шляхом порівняння за основними показниками: урожайність, вартість урожаю з 1 га, повні виробничі витрати на 1 га, умовно-чистий прибуток, рівень рентабельності та окупність додаткових витрат.

Таблиця 4. Біохімічний склад зерна сої залежно від досліджуваних факторів, середнє за 2016–2018 рр.

Варіанти досліду			Вміст білка, %		Вміст жиру, %	
система захисту від бур'янів (фактор А)	обробка насіння фунгіцидами (фактор В)	інокуляція насіння біопрепаратами (фактор С)	всього	± до конт-ролю	всього	± до конт-ролю
Ресурсозбережна (грунтові гербіциди)	Скарлет, 0,4 л/т	Без інокуляції	41,9	–	20,00	–
		Ризогумін, т. п. ф.	42,2	+0,3	20,82	+0,82
		Ризогумін, р. п. ф.	42,1	+0,2	20,06	+0,06
		Ризобофіт, т. п. ф.	42,2	+0,2	20,80	+0,80
		Ризобофіт, р. п. ф.	42,2	+0,2	20,08	+0,08
		Нітро-Лег, р. п. ф.	42,2	+0,3	20,41	+0,41
	Середнє		42,1		20,36	
	Максим XL, 1,0 л/т	Без інокуляції	41,8	–	20,61	–
		Ризогумін, т. п. ф.	42,5	+0,7	20,45	–0,16
		Ризогумін, р. п. ф.	41,9	+0,1	20,24	–0,37
		Ризобофіт, т. п. ф.	41,7	–0,1	20,25	–0,36
		Ризобофіт, р. п. ф.	42,1	+0,3	20,61	0
		Нітро-Лег, р. п. ф.	42,2	+0,4	20,36	–0,25
	Середнє		42,0		20,42	
Середнє по системі захисту			42,1		20,42	
Інтенсивна (грунтові та страхіві гербіциди)	Скарлет, 0,4 л/т	Без інокуляції	41,6	–	20,59	–
		Ризогумін, т. п. ф.	41,3	–0,3	20,61	+0,02
		Ризогумін, р. п. ф.	42,3	+0,7	20,73	+0,14
		Ризобофіт, т. п. ф.	42,0	+0,4	20,13	–0,46
		Ризобофіт, р. п. ф.	41,7	+0,1	20,30	–0,29
		Нітро-Лег, р. п. ф.	41,6	0	20,38	–0,21
	Середнє		41,8		20,46	
	Максим XL, 1,0 л/т	Без інокуляції	41,9	–	20,28	–
		Ризогумін, т. п. ф.	42,5	+0,6	20,37	+0,09
		Ризогумін, р. п. ф.	42,7	+0,8	20,13	–0,15
		Ризобофіт, т. п. ф.	42,2	+0,2	20,89	+0,61
		Ризобофіт, р. п. ф.	42,2	+0,3	20,60	+0,32
		Нітро-Лег, р. п. ф.	42,0	+0,1	20,47	+0,19
	Середнє		42,2		20,46	
Середнє по системі захисту			42,0		20,46	

Розрахунки показують, що вирощування сої за ресурсозбережної системи захисту посівів від бур'янів було менш ефективним. У середньому по цьому блоку досліджень отримано 10 375 грн/га умовно чистого доходу, що в 1,39 раза (на 39,4 %) менше, ніж за інтенсивної системи.

Максимальними умовно чистий прибуток і рівень рентабельності були у варіантах застосування для обробки насіння фунгіциду Максим XL з наступною інокуляцією біопрепаратом Ризобофіт як у рідкій препаративній формі, так і створеного на торф'яній основі — відповідно 17 620 і 16 993 грн/га та

139,6 і 134,7 %, що на 4742 і 4115 грн/га (36,8 і 31,9 %) вище, ніж у контрольному варіанті без інокуляції.

Висновки. На чорноземі звичайному важкосуглинковому Правобережного Степу України передпосівна інокуляція сої біопрепаратами є обов'язковим агротехнічним заходом, який у комбінації з протруєнням насіння дозволяє отримати істотний приріст урожаю та сприяє покращенню якісних показників зерна в процесі вирощуванні культури за обох систем захисту посівів від бур'янів.

ЦИТОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Волкогон В. В. Ассоциативные азотфиксирующие микроорганизмы. *Мікробіологічний журнал*. 2000. Т. 62, № 2. С. 51–68.
2. Токмакова Л. М., Пищур І. М., Канівець В. І., Скорик В. В. Застосування мікробних препаратів і протруйників у землеробстві. *Вісник аграрної науки*. 2012. № 7. С. 21–23.
3. Волкогон В. В., Бердніков О. М., Центило Л. В., Надкернична О. В., Москаленко А. М.,

Токмакова Л. М. ... Мурач О. М. Мікробні препарати. Особливості застосування у технологіях вирощування сільськогосподарських культур. *Посібник українського хлібороба: зернобобові та бобові культури в контексті відновлення агроценозів*. 2013. Т. 2. С. 44–73.

4. Бабич А. О., Бабич-Побережна А. А. Селекція і виробництво сої в Україні. Вінниця, 2008. 215 с.

5. Адамень Ф. Ф., Сичкарь В. И., Письменов В. Н., Шерстобитов В. В. Соя: промышленная переработка, кормовые добавки, продукты питания. К. : Нора-принт, 2003. 476 с.

6. Мікробні препарати в сучасних аграрних технологіях / За ред. В. В. Волкогона. К., 2015. 248 с.

7. Огурцов Є. М. Соя у Східному Лісостепу України: монографія / За ред. М. А. Бобро. Харків, 2008. 270 с.

8. Алтухова Т. В., Пономарев Г. В., Гиневский Н. К. Гербициды в посевах сои. *Защита и карантин растений*. 2004. № 5. С. 36–37.

9. Гутянський Р. Гербициди і бульбочки сої. *The Ukrainian Farmer*. 2013. № 5. С. 53–55.

Отримано 10.05.2019

<https://doi.org/10.35868/1997-3004.29.46-55>

UDC 633.34:631.461.5:632.954

THE EFFICIENCY OF BIOLOGICAL PREPARATIONS IN THE TECHNOLOGY OF SOYBEAN GROWING ON HEAVY LOAMY CHORNOZEM ON THE RIGHT-BANK STEPPE OF UKRAINE

O. M. Nhyhorieva¹, S. B. Dimova², T. M. Almaieva¹

¹Agrarian Institute of the Steppe, NAAS, Sozonivka, Kropyvnytskyi district, Kirovohrad region
e-mail: grigorgeva_elena@ukr.net

²Institute of Agricultural Microbiology and Agroindustrial Manufacture, NAAS, Chernihiv
e-mail: dimova13@ukr.net

Objective. To study the efficacy of pre-sowing inoculation of soybean seeds with biological preparations in different preparative forms with and without pre-treatment of seeds under different systems of protection against weeds. **Methods.** Field, laboratory, biochemical, mathematic-statistical and economic. **Results.** In the stationary field experiment, the influence of different forms of biological preparations on the soybean growth under the conditions of the Right-bank Steppe of Ukraine has been studied. It has been established that in the seed pre-treatment, Maxim XL, which determines the increase in soybean productivity compared to the preparation Scarlet is preferred, and among the inoculants, it is preferred to choose Ryzobofit both in liquid and in the peat form. It has been proved that the post-emergent herbicides contribute to the decrease of weeds in soybean culture, which results in better conditions for the growth and development of plants, an increase in the number of nodules on the roots, and increased grain yield. The use of biological preparations contributed to an increase in not only the number of nodules on soybean plant roots, but also their mass compared to control without inoculation (7.8–76.9 or 26.7–109.7 %, respectively). Under the

resource-saving system of crops protection from weeds in soybeans, higher rates were obtained in variants where treater Scarlet was used for pre-sowing treatment, and under the intense one — Maxim XL. The use of biological preparations in technology has made it possible to significantly increase yields by 0.2–0.3 t/ha (or 9.2–13.8 %) under both systems of crop protection from weeds. **Conclusion.** On heavy loamy chernozem on the Right-bank Steppe of Ukraine, pre-sowing inoculation of soybean by biological preparations is a mandatory agrotechnical measure, which, in combination with seed pre-treatment, allows a significant increase in yields and contributes to improving the quality of the grain when cultivating the crop using both studied systems for protection of crops from weeds.

Key words: soybean, biological preparations, fungicides, herbicides, weeds, productivity, economic efficiency.

REFERENCES

1. Volkohon, V. V. (2000). Assotsiativnye azotifiksiruyushchie mikroorganizmy [Associative nitrogen-fixing microorganisms]. *Microbial Journal.*, 62(2), 51–68 [in Ukrainian].
2. Tokmakova, L. M., Pyshchur, I. M., Kaniyets, V. I., & Skoryk, V. V. (2012). Zastosuvannja mikrobyh preparativ i protrujnykiv u zemlerobstvi [The use of microbial preparations and pickling in agriculture]. *Bulletin of Agrarian Science*, 7, 21–23 [in Ukrainian].
3. Volkohon, V. V., Berdnikov, O. M., Tsentylo, L. V., Nadkernychna, O. V., Moskalenko, A. M., Tokmakova, L. M. ... Murach, O. M. (2013). Mikrobni preparaty. Osoblyvosti zastosuvannja u tehnologijah vyroshhuvannja sil'skogospodars'kyh kul'tur [Microbiological preparations. Peculiarities of application in technologies of cultivation of agricultural crops]. *The guide of the Ukrainian grain bread producer: leguminous and legume crops in the context of the restoration of agrocenoses*, 2, 44–73 [in Ukrainian].
4. Babych, A. O., & Babych-Poberezhna, A. A. (2008). *Selekcija i vyrobnytvo soi' v Ukraini* [Soybean breeding and production in Ukraine]. Vinnytsia [in Ukrainian].
5. Adamen, F. F., Sichkar, V. I., Pismenov, V. N., & Sherstobitov, V. V. (2003). *Soja: promyshlennaja pererabotka, kormovye dobavki, produkty pitannya* [Soybean: industrial processing, feed additives, food]. Kyiv: Nora-Print [in Ukrainian].
6. Volkohon, V. V. (Ed.). (2015). *Mikrobni preparaty v suchasnyh agrarnykh tehnologijah* [Microbial preparations in modern agrarian technologies]. Kyiv [in Ukrainian].
7. Bobro, M. A. (Ed.). (2008). *Soja u Shidnomu Lisostepu Ukrainy* [Soybean in Western Forest-Steppe of Ukraine]. Kharkiv [in Russian].
8. Altukhova, T. V., Ponomarov, H. V., & Hynevs'kyi, N. K. (2004). Gerbitsidy v posevakh soi [Herbicides in soybean crops]. *Protection and quarantine of plants*, 5, 36–37 [in Russian].
9. Hutianskyi, R. (2013). Gerbicydy i bul'bocky soi' [Herbicides and soybean tubers]. *The Ukrainian Farmer*, 5, 53–55 [in Ukrainian].

Received 10.05.2019