

ЕФЕКТИВНІСТЬ БІОПРЕПАРАТІВ НА ПОСІВАХ СОЇ ЗА УМОВ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

О. С. Власюк, Л. С. Квасніцька, Г. П. Войтова

Хмельницька державна сільськогосподарська дослідна станція Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН, вул. Самчики, 1, с. Самчики, Хмельницький район, Хмельницька область, 31182, Україна

Актуальність. У світі назріла потреба біологізації землеробства, зумовлена не тільки екологічними та соціальними, а й економічними проблемами. Тому актуальним є пошук і впровадження ефективних енергоощадних та екологічно безпечних елементів технологій вирощування культур, зокрема, застосування біопрепаратів із фунгіцидними і стимулюючими властивостями, а також біодеструкторів рослинних залишків. Ефективність дії біопрепаратів нестабільна і залежить від багатьох факторів навколишнього середовища, тому вони потребують вивчення та адаптації до ґрунтово-кліматичних умов конкретної еколого-географічної зони. **Мета дослідження.** Оцінка впливу обробки насіння та посівів біопрепаратами при внесенні у ґрунт біодеструктора на продуктивність та ураження хворобами сої. **Методи.** Польовий метод – для вивчення взаємодії досліджуваних чинників на продуктивність та ураження сої хворобами; кількісно-ваговий метод – визначення врожайності; математично-статистичний – аналіз і встановлення достовірності отриманих результатів. **Результати.** Представлені результати досліджень впливу обробки насіння сої стимулятором природного походження Вимпел-К, (0,5 л/т), біофунгіцидом МікоХелл (3 л/т) та обробки насіння і посівів біопрепаратом комплексної дії Органік-баланс (1,5 л/т і 0,5 л/га) при внесенні у ґрунт біодеструктора Органік-баланс (1,5 л/га) на показники продуктивності й ураження хворобами. Встановлено, що передпосівна обробка насіння екологічно безпечними препаратами сприяє збільшенню урожайності сої на 3,9–14,4 %, залежно від застосування Органік-баланс для обприскування посівів та внесення у ґрунт як біодеструктора. Обприскування посіву препаратом Органік-баланс сприяло підвищенню урожайності сої на 7,1–15,3 %, а внесення у ґрунт Органік-баланс біодеструктора – на 5,0–9,6 %. Найбільш ефективним варіантом була обробка насіння біофунгіцидом МікоХелл у комплексі з внесенням біодеструктора та обприскуванням посіву Органік-баланс, і де приріст урожайності становив 31 % або 0,71 т/га до контролю без біопрепаратів. Також обробка насіння та внесення біодеструктора знижували поширення кореневої гнилі до 5,0–8,1 %, порівняно із 14,0 % у контролі. Обробка посівів препаратом Органік-баланс стримувала поширення септоріозу сої до 41–45 %, від 70–72 % у контролі. **Висновки.** Застосування біологічно-безпечних препаратів (Органік-баланс, Вимпел-К і МікоХелл) призводить до значного збільшення урожайності (на 3,9–15,3 %) та зниження ураження сої хворобами. Препарати для обробки насіння показують вищу відсоткову ефективність у збільшенні урожайності у варіантах без внесення деструктора та без обробки посіву (на 7,6–14,4 %), порівняно до фону, де використовуються ці заходи (на 3,9–8,0 %). Означені елементи агротехніки можуть бути застосовані для вдосконалення екологічно-безпечних технологій вирощування сої в агроформуваннях Правобережного Лісостепу України.

Ключові слова: біопрепарати, стимулятори росту і розвитку рослин, соя, урожайність, деструктор рослинних решток, хвороби сої

Вступ. Першочерговим напрямом сучасного світового землеробства є забезпечення екологічно-безпечного й, одночасно, високопродуктивного і низькозатратного ви-

робництва сільськогосподарської продукції. Так, спрямованість аграріїв на відтворювальне та екологічно-збалансоване землеробство стало необхідністю через втрату ґрунтової

Інформація про авторів:

Власюк Оксана Степанівна, канд. с.-г. наук, старший науковий співробітник, старший науковий співробітник лаб. інноваційних технологій у землеробстві, рослинництві та тваринництві, e-mail: vlasukoksana293@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0001-7500-4119>

Квасніцька Лариса Семенівна, канд. с.-г. наук, старший науковий співробітник, старший науковий співробітник лаб. інноваційних технологій у землеробстві, рослинництві та тваринництві, e-mail: larusa7215@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-7925-2299>

Войтова Галина Петрівна, науковий співробітник лаб. інноваційних технологій у землеробстві, рослинництві та тваринництві, e-mail: larusa7215@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0001-6152-5677>

грунтової родючості, надмірну енергоємність виробництва мінеральних добрив і високу вартість хімічного захисту рослин. Крім того, існує проблема забезпечення білком зростаючих потреб населення і тваринництва планети, у вирішенні якої важливе місце відводиться розширенню посівних площ та підвищенню продуктивності сої (*Glycine hispida* (Moench) Max) [1, 2].

У зв'язку із потеплінням клімату в структурі посівних площ західного регіону стали домінувати теплолюбні культури (кукурудза, соя, соняшник), проте посилилась інтенсивність ураження рослин більшістю хвороб та розширився ареал шкідників і теплолюбних бур'янів, тому виникла потреба в удосконаленні систем захисту [3, 4]. В умовах змін клімату, введення до структури сівозмін бобових культур, дозволяє зменшити внесення азотних добрив, здешевлює виробництво та сприяє отриманню екологічно чистої продукції. Крім того, зі зростанням посушливості клімату, біологічно спрямовані системи землеробства також слугують елементом сталості вирощування сільськогосподарських культур [5–7].

Нині в усіх ґрунтово-кліматичних зонах погіршується якість землі – знижується вміст гумусу (за останні 10 років гумусний фонд України зменшився на 10–14 %), у ґрунті не вистачає азоту, в орному шарі дедалі знижується вміст рухомих форм фосфору і калію, збільшуються площі підкислених і засолених ґрунтів. Біологічна активність ґрунтів зараз значно пригнічена, оскільки, внаслідок хімізації, зменшилось різноманіття та кількість мікрофлори, що, зокрема, погіршило розкладання рослинних залишків [4, 8, 9].

Одним із шляхів вирішення означених проблем є застосування біодеструкторів та мікробних препаратів поліфункціональної дії, які мають цілий ряд переваг. Так, внесення деструктора поліпшує мінеральне живлення рослин, нагромаджує біологічний азот у ґрунті, покращує структуру та склад ґрунту, зменшує випаровування вологи, відбувається пригнічення багатьох хвороб та зменшення кількості деяких шкідників, які локалізуються на рослинних залишках [4, 10, 11]. Інтродуковані в агроценози корисні ґрунтові мікроорганізми, заселивши кореневі сфери, тривалий час блокують інфікування

рослин патогенними бактеріями та мікроміцетами. Науковцями виявлено, що у роки епіфітотій деяких захворювань, передпосівна інокуляція насіння окремими біопрепаратами сприяла затримці розвитку хвороб на 2–3 тижні (що істотно позначилось на урожайності культур), а насіння, одержане з бактеризованих рослин, менше заражається збудниками захворювань, тому значно підвищується збереженість зерна [12, 13].

Аналіз сучасних наукових розробок також вказує на те, що впровадження біопрепаратів у виробництво забезпечує приріст урожаю на 15–30 % при значному поліпшенні якості продукції. Їх використання дозволяє зменшити застосування пестицидів і, тим самим, поліпшити екологічну ситуацію в агрофітоценозах. Підвищення стійкості рослин до хвороб пов'язують з антибіотичними властивостями бактерій, поліпшенням азотного живлення, конкуренцією між патогенами і симбіонтами за поживні речовини, змінами в імунитеті рослин-господарів [14–15].

Крім того, мікроорганізми сприяють формуванню у ризосферній зоні й фізіологічно активних сполук, у т. ч. фітогормонів – природних регуляторів росту і розвитку рослин. Такі мікроорганізми часто використовують для виготовлення мікробних препаратів, які застосовують у рослинництві як засоби стимулювання проростання насіння, прискорення коренеутворення, процесів росту і розвитку сільськогосподарських культур [16–18].

Використання біопрепаратів дозволяє підвищити урожайність культур, зменшити хімічне навантаження на довкілля і витрати на вирощування, проте за статистичними даними, ймовірність позитивної дії мікробних препаратів становила лише у 65–70 % випадків [19, 20]. У зв'язку з цим створено біопрепарати комплексної дії, які, крім бактеріального компонента, містять у своєму складі фізіологічно активні речовини біологічного походження. За сприятливих умов компоненти таких біопрепаратів діють на рослину синергічно, за несприятливих умов (коли дія бактеріального компонента знівельована) на продукційний процес культури впливає фізіологічно активний компонент [12, 21, 22].

Дослідження засобів біологізації вирощування є дуже актуальним для сучасного рослинництва. Однак нестійкість ефектів від

використання біопрепаратів потребує подальшого вивчення їх впливу на продуктивність та ураження культур, зокрема, в умовах Правобережного Лісостепу.

Мета досліджень полягає у вивченні впливу обробки насіння та посівів сої біопрепаратами за внесення у ґрунт біодеструктора рослинних залишків на продуктивність і ураження хворобами.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження проводились на полях Хмельницької державної сільськогосподарської дослідної станції Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН України на сої (*Glycine hispida (Moench) Max*) сорту Сіверка упродовж 2021–2023 рр.

Основний метод дослідження – польовий (для вивчення взаємодії досліджуваних чинників на продуктивність та ураження сої хворобами). Також використовувались кількісно-ваговий метод (визначення врожайності) та математично-статистичний метод (аналіз і встановлення достовірності отриманих результатів).

Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем слабоопідзолений середньо-суглинковий, середньопотужний, малогумусний на лесовому суглинку бурувато-палевого забарвлення. Розміщення варіантів систематичне. Облікова площа ділянки – 32 м², загальна – 40 м². Повторність досліду – триразова. Технологія вирощування – загальноприйнята по Хмельницькій області, проте з хімічного захисту використовувалась лише одна обробка гербіцидом навесні.

Агрохімічна характеристика ґрунту: гумус (за Тюрнімом) – 2,8–2,9 %; рН – 5,8–6,2; гідролітична кислотність 1,9–2,3 мг/екв. на 100 г; валові запаси азоту 0,153–0,163 %; фосфору – 0,136–0,149 %; азот, що легко гідролізується 17–19,3 мг; рухомі форми фосфору та калію (за Чіріковим) відповідно 20,8–22,6 та 8–12 мг на 100 г ґрунту.

Обліки і спостереження проводилися згідно з загальноприйнятими методиками проведення досліджень у землеробстві [23–25]. Облік хвороб сої виконувався відповідно до методичних вказівок за ред. В. П. Омелюти [26].

Біопрепарати на сої застосовувались згідно зі схемою досліду: *Фактор А* (внесення у ґрунт деструктора рослинних решток): –

без деструктора; – Органік-баланс біодеструктор (1,5 л/га). *Фактор В* (обробка насіння): – обробка водою; – Вимпел-К (0,5 л/т); – Органік-баланс (1,5 л/т); – МікоХелп (3,0 л/т). *Фактор С* (обприскування посівів): – без обприскування; – Органік-баланс (0,5 л/га).

Внесення в ґрунт і на рослинні залишки біодеструктора проводилось восени після збирання урожаю попередника безпосередньо перед дискуванням ґрунту. Обробка насіння біопрепаратами проводилась у день сівби з урахуванням методології за ред. В. В. Волкогона [12]. Обприскування посівів сої проводились двічі – за фаз 1–2 пар справжніх листочків і бутонізації.

Результати та обговорення. За результатами проведених досліджень та отриманих даних встановлено, що передпосівна обробка насіння стимулятором росту природного походження Вимпел-К та мікробіологічними препаратами Органік-баланс і МікоХелп, а також обробка по листу Органік-баланс позитивно впливають на ріст і розвиток рослин сої.

Підтверджено дані, що рівень урожайності насіння сої істотно залежав від досліджуваних чинників (табл. 1).

У середньому за три роки досліджень, урожайність насіння сої сорту Сіверка становила 2,29–3,00 т/га залежно від внесення деструктора та передпосівної обробки насіння і посівів біологічно безпечними препаратами. Встановлено, що використання означених препаратів зумовило зростання урожайності насіння сої у середньому на 3,9–15,3 %.

Результати аналізу одержаних даних показують, що обробка насіння біопрепаратами сприяє підвищенню урожайності зерна сої на 3,9–14,4 %, внесення біодеструктора у ґрунт – на 5,0–9,6 %, тоді як обприскування біопрепаратом Органік-баланс – на 7,1–15,3 %. Найбільш продуктивним варіантом з означених є обробка насіння біофунгіцидом МікоХелп у комплексі з внесенням біодеструктора у ґрунт й обприскуванням посіву Органік-баланс, через що приріст урожайності становив 31 % або 0,71 т/га до контролю (без застосування біопрепаратів).

Слід зазначити, що ефективність біопрепаратів для обробки посівного матеріалу сої найбільша на фоні без застосування деструктора й, особливо, без обприскування посівів біопрепаратом. Так лише за обробки

Таблиця 1. Урожайність сої залежно від внесення в ґрунт деструктора та обробки насіння і посівів біопрепаратами, т/га, 2021–2023 рр.

Варіант обробки насіння (фактор В)	Урожайність, т/га				Відхилення урожайності за:					
					обробки насіння		внесення деструктора		обприскування посівів	
	2021 р.	2022 р.	2023 р.	середнє	т/га	%	т/га	%	т/га	%
Фон I - Без обробки посівів біопрепаратом (фактор С)										
Без деструктора (фактор А)										
Контроль	2,57	2,12	2,17	2,29	К	-	К	-	К	-
Вимпел-К (0,5 л/т)	2,89	2,27	2,26	2,47	0,18	7,9	К	-	К	-
Органік-баланс (1,5 л/т)	2,89	2,30	2,34	2,51	0,22	9,6	К	-	К	-
МікоХелп (3,0 л/т)	3,06	2,38	2,42	2,62	0,33	14,4	К	-	К	-
Органік-баланс біодеструктор (1,5 л/га) (фактор А)										
Контроль	2,78	2,42	2,33	2,51	К	-	0,22	9,6	К	-
Вимпел-К (0,5 л/т)	3,14	2,56	2,41	2,70	0,19	7,6	0,23	9,3	К	-
Органік-баланс (1,5 л/т)	3,11	2,60	2,48	2,73	0,22	8,8	0,22	8,8	К	-
МікоХелп (3,0 л/т)	3,18	2,68	2,54	2,80	0,29	11,6	0,18	6,9	К	-
Фон II - Обробка посівів біопрепаратом Органік-баланс (0,5 л/га) (фактор С)										
Без деструктора (фактор А)										
Контроль	3,04	2,50	2,39	2,64	К	-	К	-	0,35	15,3
Вимпел-К (0,5 л/т)	3,16	2,62	2,48	2,75	0,11	4,2	К	-	0,28	11,3
Органік-баланс (1,5 л/т)	3,22	2,67	2,55	2,81	0,17	6,4	К	-	0,30	11,9
МікоХелп (3,0 л/т)	3,22	2,71	2,62	2,85	0,21	8,0	К	-	0,23	8,8
Органік-баланс біодеструктор (1,5 л/т) (фактор А)										
Контроль	3,20	2,72	2,55	2,82	К	-	0,18	6,8	0,31	12,3
Вимпел-К (0,5 л/т)	3,33	2,84	2,63	2,93	0,11	3,9	0,18	6,5	0,23	8,5
Органік-баланс (1,5 л/т)	3,33	2,85	2,68	2,95	0,13	4,6	0,14	5,0	0,22	8,1
МікоХелп (3,0 л/т)	3,37	2,90	2,73	3,00	0,18	6,4	0,15	5,3	0,20	7,1
НІР ₀₅ , т/га	фактор А	0,258	0,207	0,119						
	фактор В	0,185	0,140	0,056						
	фактор С	0,129	0,017	0,042						

К – контроль за відхиленнями

насіння приріст урожайності становив 7,9–14,4 %, тоді як на фоні з внесенням біодеструктора у ґрунт й обприскуванням посіву – 3,9–6,4 %. Проте продуктивність культури найбільше підвищувалася за комплексного використання усіх трьох факторів. Так обробка насіння сої біофунгіцидом МікоХелп сприяла підвищенню врожайності, в середньому, на 0,33 т/га, тоді як у комплексі з біодеструктором і обприскуванням Органік-баланс – на 0,71 т/га (табл. 1).

Наші дослідження також показали, що внесення біодеструктора рослинних решток і обробка насіння біопрепаратами обмежують поширення корневих гнилей сої (табл. 2). Поширення корневих гнилей сої (збудники –

гриби роду *Fusarium spp.*) у 2021 р. було значним внаслідок різкого переходу від дефіциту вологи до зливових дощів у травні, проте й у цей період розвиток хвороби майже не перевищував 1 бала ураження за всі роки досліджень. Виявлено, що поширення хвороби на ділянках без застосування біопрепаратів становило 14,0 % у середньому за три роки, за внесення тільки деструктора – 11,0 %, тоді як на ділянках з обробкою насіння біопрепаратами – 6,0–7,9 % і 5,0–6,6 % відповідно. Дещо більш ефективною була обробка насіння біофунгіцидом МікоХелп, при застосуванні якого поширення гнилей знижувалось у середньому до 5,0–6,0 %. Пригнічення поширення корневих гнилей

Таблиця 2. Вплив внесення біодеструктора та обробки насіння біопрепаратами на поширення корневих гнилей сої, %, 2021–2023 рр.

Варіант обробки насіння (фактор В)		Поширення корневих гнилей сої, %			
		2021 р.	2022 р.	2023 р.	середнє
Без деструктора (фактор А)					
Контроль		22,7	12,0	7,2	14,0
Вимпел-К (0,5 л/т)		11,0	8,3	4,5	7,9
Органік-баланс (1,5 л/т)		11,8	8,0	3,6	7,8
МікоХелп (3,0 л/т)		9,4	5,8	2,8	6,0
Органік-баланс біодеструктор (1,5 л/га) (фактор А)					
Вода		17,1	9,2	6,7	11,0
Вимпел-К (0,5 л/т)		9,7	6,2	4,1	6,6
Органік-баланс (1,5 л/т)		7,6	5,5	3,0	5,4
МікоХелп (3,0 л/т)		8,9	4,4	1,6	5,0
НІР ₀₅ , %	фактор А	0,72	0,48	0,31	
	фактор В	0,42	0,30	0,19	

за обробки насіння стимулятором Вимпел-К свідчить про здатність препарату сприяти стійкості рослин до хвороби.

Також виявлено, що обприскування по-

сівів препаратом Органік-баланс у фазі 2–3 пар листків і цвітіння сприяло обмеженню поширення септоріозу сої (табл. 3).

Так, у середньому за три роки дослід-

Таблиця 3. Вплив обробки біопрепаратами насіння і посіву на поширення септоріозу сої, %, 2021–2023 рр.

Варіант обробки насіння (фактор В)		Поширення септоріозу сої, %			
		2021 р.	2022 р.	2023 р.	середнє
Фон І - Без обробки посівів біопрепаратом (фактор С)					
Без деструктора (фактор А)					
Контроль		81	93	44	72,7
Вимпел-К (0,5 л/т)		80	92	42	71,3
Органік-баланс (1,5 л/т)		77	90	44	70,3
МікоХелп (3,0 л/т)		76	92	41	69,7
Органік-баланс біодеструктор (1,5 л/га) (фактор А)					
Контроль		78	90	43	70,3
Вимпел-К (0,5 л/т)		79	91	43	71,0
Органік-баланс (1,5 л/т)		80	93	44	72,3
МікоХелп (3,0 л/т)		78	90	42	70,0
Фон ІІ - Обробка посівів біопрепаратом Органік-баланс (0,5 л/га) (фактор С)					
Без деструктора (фактор А)					
Контроль		56	47	31	44,7
Вимпел-К (0,5 л/т)		51	47	30	42,7
Органік-баланс (1,5 л/т)		50	46	32	42,7
МікоХелп (3,0 л/т)		52	44	29	41,7
Органік-баланс біодеструктор (1,5 л/га) (фактор А)					
Контроль		40	47	30	39,0
Вимпел-К (0,5 л/т)		49	47	30	41,7
Органік-баланс (1,5 л/т)		46	45	29	40,0
МікоХелп (3,0 л/т)		43	42	28	37,7
НІР ₀₅ , %	фактор А	2,61	2,20	1,21	
	фактор В	1,22	1,15	1,06	
	фактор С	1,12	1,03	1,04	

жень, ураження сої септоріозом (*Septoria glycines* T. Nemmi) знижувалось під впливом обприскування посіву препаратом Органік-баланс до 38–45 %, порівняно із 70–73 % на варіантах без цього заходу. Внесення біодеструктора та обробка насіння біопрепаратами майже не позначились на поширенні плямистості.

Отже, існує позитивний вплив біопрепаратів для обробки насіння Вимпел-К, Органік-баланс та МікоХелп, а також біодеструктора Органік-баланс на обмеження поширення кореневих гнилей у сої, а обприскування посівів біопрепаратом Органік-баланс – на поширення септоріозу.

Висновки. Застосування біологічно

безпечних препаратів (Органік-баланс біодеструктор, Вимпел-К, Органік-баланс, і МікоХелп) сприяє значному збільшенню урожайності (на 3,9–15,3 %) та зниженню ураження хворобами сої – корневими гнилями та септоріозом. Препарати для обробки насіння показують вищу ефективність у збільшенні урожайності сої на ділянках без внесення деструктора та без обприскування посіву (на 7,6–14,4 %), порівняно до варіантів, де ці заходи застосовуються (на 3,9–8,0 %). Означені елементи агротехніки можуть бути використані для вдосконалення екологічно-безпечних технологій вирощування сої в агроформуваннях Правобережного Лісостепу України.

Використана література

1. Камінський В. Ф., Сайко В. Ф. Землеробство ХХІ століття. Проблеми та шляхи вирішення. *Землеробство*. 2015. № 2 (89). С. 3–11.
2. Godfray H. C. J., Beddington J. R., Crute I. R., Toulmin C. Food security: the challenge of feeding 9 billion people. *Science*. 2010. Vol. 327. pp. 812–818. <https://doi.org/10.1126/science.1185383>
3. Польовий В. М., Лукашук Л. Я., Лук'яник М. М. Вплив змін клімату на розвиток рослинництва в умовах Західного регіону. *Вісник аграрної науки*. 2019. № 9. С. 29–34. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201909-04>
4. Лихочвор В. В. Біологічне рослинництво. Львів: НВФ Українські технології, 2004. 312 с.
5. Іваніна В. В., Коротенко І. М. Вплив азотних добрив і попередників на продуктивність пшениці озимої. *Зернові культури*. 2022. Т. 6. № 2. С. 100–105. <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0238>
6. Palmer J., Thorburn P., Biggs J., Dominati E., Probert M., Meier E., Huth N., Dodd M., Snow V., Larsen J., Parton W. Nitrogen Cycling from Increased Soil Organic Carbon Contributes Both Positively and Negatively to Ecosystem Services in Wheat Agroecosystems. *Front Plant Sci*. 2017. Vol. 8. Pp. 731. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00731>
7. Isbell F., Craven D., Connolly J., Loreau M., Schmid B., Beierkuhnlein C. Biodiversity increases the resistance of ecosystem productivity to climate extremes. *Nature*. 2015. 526, Pp. 574–577. <https://doi.org/10.1038/nature15374>
8. Волкогон В. В., Дімова С. Б., Волкогон К. І., Сидоренко В. П. Ефективність мікробних препаратів за різних систем удобрення сільськогосподарських культур. *Вісник аграрної науки*. 2020, № 6. С. 5–14. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202006-01>
9. Дубицька А. О., Качмар О. Й., Дубицький О. Л., Вавринович О. В. Вплив екологічно безпечних систем удобрення пшениці озимої на біологічну активність ґрунту в умовах зміни клімату. *Зернові культури*. 2019. Т. 3. № 2. С. 331–336. <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0093>
10. Токмакова Л. М., Шевченко Л. А. Антагоністична активність целюлозолітичних бактерій – деструкторів органічної речовини щодо фітопатогенних міксоміцетів. *Вісник аграрної науки*. 2023, № 6 (843). С. 18–24. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202306-02>
11. Коваленко А. М., Новохижній М. В., Тимошенко Г. З., Сергеева Ю. О. Особливості застосування деструкторів стерні в умовах степової зони. *Вісник аграрної науки*. 2020, № 2. С. 44–51. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202002-07>
12. Методологія і практика використання мікробних препаратів у технологіях вирощування сільськогосподарських культур / за ред. В. В. Волкогона. Київ: Аграрна наука. 2011. 156 с.
13. O'Callaghan M. Microbial inoculation of seed for improved crop performance: issues and opportunities. *Appl. Microbiol. Biotechnol*. 2016. V. 100. Pp. 5729–5746. <https://doi.org/10.1007/s00253-016-7590-9>
14. Биорегуляция микробно-растительных систем: монография / под ред. Г. А. Иутинской, С. П. Пономаренко. Киев: НІЧЛАВА, 2010. 472 с.
15. Van Lenteren J.C., Bolckmans K., Köh J. et al. Biological control using invertebrates and microorganisms: plenty of new. *Biol. Control*. 2018. V. 63. Pp. 39–59. <https://doi.org/10.1007/s10526-017-9801-4>
16. Грицаєнко З. М., Пономаренко С. П., Карпенко В. П., Леонтюк І. Б. Біологічно активні речовини в рослинництві; за ред. З. М. Грицаєнко. Київ: ЗАТ «НІЧЛАВА». 2008. 352 с.
17. Chen P., He W., Shen Y., Zhu L., Yao X., Sun R., Dai C., Sun B., Chen Y. Interspecific Neighbor Stimulates Peanut Growth Through Modulating Root Endophytic Microbial Community Construction. *Front. Plant Sci*. 2022. 13. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.830666>
18. Василенко, М. Г. Органо-мінеральні добрива і регулятори росту рослин в органічному землеробстві. *Вісник аграрної науки*. 2017. № 2. С. 11–18. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201702-02>
19. Okon Y. Field inoculation of grasses with *Azospirillum*. *Biological nitrogen fixation in tropical agricul-*

ture. 1982. pp. 459–467.

20. Григор'єва О. М., Черячукін М. І., Алмаєва Т. М. Технологія вирощування сої з елементами біологізації в умовах ризикованого землеробства Правобережного Степу України. *Зернові культури*. 2020. Т. 4. № 1. С. 87–95. <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0110>
21. Мікробні препарати у землеробстві. Теорія і практика (В. В. Волкогон та ін.) Київ: Аграрна наука. 2006. 312 с.
22. Bashan, Y., de Bashan, L.E., Prabhu S.R. & Hernandez, J.-P. Advances in plant growth-promoting bacterial inoculants technology: formulations and practical perspectives (1998–2013). *Plant Soil*. 2014. 378. Pp. 1–33. <https://doi.org/10.1007/s11104-013-1956-x>
23. Мойсейченко В. Ф., Єщенко В.О. Основи наукових досліджень в агрономії: Підручник. Київ: Вища школа. 1994, 334 с.
24. Методики випробування і застосування пестицидів (за ред. С. О. Трибеля). Київ: Світ, 2001. 448 с.
25. Методические рекомендации по проведению полевых опытов с зерновыми, зернобобовыми и кормовыми культурами (исследования, учеты и наблюдения) / под ред. В. С. Цыкова и Г. Р. Пикуша. Днепропетровск : ВНИИК, 1983. 49 с.
26. Облік шкідників і хвороб сільськогосподарських культур (за ред. В. П. Омелюти). Київ: Урожай, 1986. 296 с.

References

1. Kaminskyi, V. F. & Saiko, V. F. (2015). Agriculture of the 21st century. Problems and solutions. *Zemlerobstvo: mizhvidomchyi naukovyi zbirnyk* [Interdepartmental scientific collection “Agriculture”], 1. 3–15. [in Ukrainian].
2. Godfray, H. C. J., Beddington, J. R., Crute, I. R. & Toulmin, C. (2010). Food security: the challenge of feeding 9 billion people. *Science*. 327. 812–818. <https://doi.org/10.1126/science.1185383>
3. Polovyi, V., Lukashchuk, L., & Lukianyk, M. (2019). Influence of climate fluctuations on development of plant growing in conditions of Western region. *Visnyk ahrarnoi nauky* [Bulletin of Agricultural Science], 9. 29–34. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201909-04> [in Ukrainian].
4. Lykhochvor, V. V. (2004). *Biologichne roslynnystvo*. [Biological crop production]. Lviv: NVF Ukrainski tekhnologii. [In Ukrainian].
5. Ivanina, V. V. & Korotenko, I. M. (2022). Influence of nitrogen fertilizers and predecessors on the productivity of winter wheat. *Zernovi kultury* [Grain Crops], 6 (2). 100–105. <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0238>. [in Ukrainian]
6. Palmer, J., Thorburn, P., Biggs, J., Dominati, E., Probert, M., Meier, E., Huth, N., Dodd, M., Snow, V., Larsen, J. & Parton, W. (2017). Nitrogen Cycling from Increased Soil Organic Carbon Contributes Both Positively and Negatively to Ecosystem Services in Wheat AgroEcosystems. *Front Plant Sci*. 8. 731. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00731>
7. Isbell, F., Craven, D., Connolly, J., Loreau, M., Schmid, B. & Beierkuhnlein, C. (2015). Biodiversity increases the resistance of ecosystem productivity to climate extremes. *Nature*. 526, 574–577. <https://doi.org/10.1038/nature15374>
8. Volkohon, V., Dimova, S., Volkohon, K., & Sydorchenko, V. (2020). The efficiency of microbial preparations indifferent systems of fertilizing crops. *Visnyk ahrarnoi nauky* [Bulletin of Agricultural Science], 6. 5–14. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202006-01> [in Ukrainian]
9. Dubytska, A. O., Kachmar, O. Yo., Dubytskyi, O. L. & Vavrynovych, O. V. (2019). The impact of ecologically safe fertilizer systems of the winter wheat on the biological activity of the soil under conditions of climate change. *Zernovi kultury* [Grain Crops], 3 (2). 331–336. <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0093> [in Ukrainian].
10. Tokmakova, L. & Shevchenko, L. (2023). Antagonistic activity of cellulolytic bacteria – destroyers of organic matter against phytopathogenic micromycetes. *Visnyk ahrarnoi nauky* [Bulletin of Agricultural Science], 6. 18–24. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202306-02>
11. Kovalenko, A. M., Novokhyzhnii, M. V., Tymoshenko H. Z. & Serhieieva, Yu. O. (2020). Features of application of destructors of stubble in the Steppe zone. *Visnyk ahrarnoi nauky* [Bulletin of Agricultural Science], 2. 44–51. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202002-07> [in Ukrainian].
12. Volkohon, V. V., Zaryshniak, A. S., Hrynyk, I. V., Berdnikov, O. N., Tsentylo, L. V., Nadkernychna O. V. ... Murach O. M. (2011). *Metodolohiia i praktyka vykorystannia mikrobnnykh preparativ u tekhnolohiakh vyroshchuvannia silskohospodarskykh kultur*. [Methodology and practice of using microbial preparations in technologies of growing crops]. Volkohon V. V. (Ed.). Kyiv: Ahrarna nauka. [in Ukrainian].
13. O’Callaghan, M. (2016). Microbial inoculation of seed for improved crop performance: issues and opportunities. *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 100. 5729–5746. <https://doi.org/10.1007/s00253-016-7590-9>
14. Iutinskaya, G. A., & Ponomarenko, S. P. (Eds.) (2010). *Bioregulyatsiya mikrobnno-rastitelnykh sistem* [Bioregulation of microbial-plant systems: monograph]. Kiev: NICH LAVA [In Russian].
15. Van Lenteren, J.C., Bolckmans, K., Kohl, J. Ravensberg, W. J. & Urbaneja, A. (2018). Biological control using invertebrates and microorganisms: plenty of new opportunities. *BioControl*, 63. 39–59. <https://doi.org/10.1007/s10526-017-9801-4>
16. Hrytsayenko, Z. M., Ponomarenko S. P., Karpenko V. P. & Leontyuk I. B. (Hrytsayenko Z. M. (Ed.)). (2008). *Biologichno aktyvni rehovyny v roslynnystvi* [Biologically active substances in crop production]. Kyiv: ZAT «NICH LAVA». [In Ukrainian].
17. Chen, P., He, W., Shen, Y., Zhu, L., Yao, X., Sun, R., Dai, C., Sun, B. & Chen, Y. (2022). Interspecific Neighbor Stimulates Peanut Growth Through Modulating Root Endophytic Microbial Community Construction. *Front. Plant Sci*. 13. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.830666>
18. Vasylenko, M. H. (2017). Organo-mineral fertilizers and plant growth regulators in organic farming. *Visnyk ahrarnoi nauky* [Bulletin of Agricultural Science], 2. 11–18. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201702-02>

- [in Ukrainian].
19. Okon, Y. (1982). Field inoculation of grasses with *Azospirillum*. *Biological nitrogen fixation in tropical agriculture*. 459–467.
 20. Hryhorieva, O. M., Cheriachukin, M. I. & Almaieva, T. M. (2020). Biologized technology of soybean growing under conditions of risky agriculture of the Right-bank Steppe of Ukraine. *Zernovi kultury* [Grain Crops], 4 (1). <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0110>
 21. Volkohon, V. V., Nadkernychna, O. V., Kovalevska, T. M., Tokmakova, L. M., Kopylov, E. P., Kozar, S. F. et al. (2006). *Mikrobnі preparaty u zemlerobstvi. Teoriia i praktyka: Monohrafiia*. [Microbial preparations in agriculture. Theory and practice: a monograph]. Kyiv : Ahrarna nauka. [in Ukrainian].
 22. Bashan, Y., de Bashan, L.E., Prabhu S.R. & Hernandez, J.-P. (2014). Advances in plant growth-promoting bacterial inoculants technology: formulations and practical perspectives (1998–2013). *Plant Soil*, 378. 1–33. <https://doi.org/10.1007/s11104-013-1956-x>
 23. Moiseychenko, V. F. & Yeshchenko, V.O. (1994). *Osnovy naukovykh doslidzhen v ahronomii: Pidruchnyk*. [Basics of scientific research in agronomy: Textbook]. Kyiv: Vyshshcha shkola. [in Ukrainian]
 24. Trybel, S. O., Siharova, D. D., Sekun, M. P. & Ivashchenko, O. O. (Trybel S. O. (Ed.)). (2001). *Metodyky vyprobuвання i zastosuvannya pestytsydiv* [Methods of testing and application of pesticides]. Kyiv: Svit. [in Ukrainian]
 25. Tsykova, V. S. & Pykush, H. R. (Ed.). (1983). *Metodicheskie rekomendacii po provedeniiu polevykh opytov s zernovymi, zernobobovymi i kormovymi kulturami (issledovaniia, uchety i nabliudeniia)*. [Methodological recommendations for conducting field experiments with grain, leguminous and fodder crops (research, records and observations)]. Dnepropetrovsk: VNIK. 49 p. [In Russian].
 - 26 Omeliuta, V. P., Hryhorovych, I. V., Chaban, V. S., Pidoplichko, V. N., Kalenych, F. S., Petruha, O. Yo. & Chernenko, O. O. (Omeliuta V. P. (Ed.)). (1986). *Oblik shkidnykiv i khvorob silskohospodarskykh kultur*. [Accounting for pests and diseases of crops]. Kyiv: Urozhai. [In Ukrainian].

UDC 632.9 / 63:579.64

Vlasiuk O. S., Kvasnitska L. S., Voitova H. P. The effectiveness of biologicals in soybean crops under the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. Grain Crops. 2024. 8 (2). 302–309.

Khmelnytskyi State Agricultural Research Station of the Institute of Feed Research and Agriculture of Podillia of NAAS, 1 Samchyky St., Samchyky village, Khmelnytskyi district, Khmelnytskyi region, 31182, Ukraine

Topicality. There is a global trend towards biologisation of agriculture, driven not only by environmental and social issues, but also by economic ones. Therefore, the search for and implementation of effective energy-saving and environmentally friendly elements of crop cultivation technologies, including the use of biologicals with fungicidal and stimulating properties, as well as biodestructors of plant residues, is of high relevance. The effectiveness of biologicals is unstable and depends on many environmental factors, so they need to be studied and adapted to the soil and climatic conditions of a particular ecological and geographical zone. **Purpose.** Evaluation of the impact of seed and crop treatment with biologicals and the introduction of a plant residue biodestructor on soybean productivity and disease infection. **Methods.** The field method was used to study the impact of the interaction of the studied factors on soybean productivity and disease infection; the quantitative and weighing method was used to determine soybean yield; and the mathematical and statistical method was used to analyse and establish the reliability of the results. **Results.** The influence of soybean seed treatment with the Vympel-K stimulant (0.5 l/t), MycoHelp biofungicide (3 l/t) and treatment of seeds and crops with Organic-Balance biological product of systemic action (1.5 l/t and 0.5 l/ha) on the background of introduction of Organic-Balance (1.5 l/ha) as a biodestructor into the soil on productivity and disease infection was investigated. It was found that pre-sowing treatment of seeds with environmentally friendly formulations increases soybean yield by 3.9-14.4 %, depending on the use of Organic-Balance for spraying crops and introducing it into the soil as a biodestructor. Spraying the crops with Organic-Balance increased soybean yields by 7.1-15.3 %, the introduction of Organic-Balance biodestructor into the soil increased yields by 5.0-9.6 %. The most effective variant was the seed treatment with MycoHelp biofungicide in combination with Organic-Balance for introduction into the soil and spraying of crops, where the yield increase was 31% or 0.71 t/ha compared to the control without biologicals. Also, seed treatment and introducing biodestructor reduced the spread of root rot to 5.0-8.1 %, compared to 14.0 % in the control. The spraying of the crops with Organic-Balance restrained the spread of Septoria leaf spot to 41-45 %, compared to 70-72 % in the control. **Conclusions.** The use of biologically friendly formulations (Organic-Balance, Vympel-K, and MikoHelp) leads to a significant increase in yield (by 3.9-15.3 %) and a decrease in soybean disease infection. Seed treatment formulations show a higher percentage efficiency in increasing yields in variants without the destructor introduction and without spraying crops (by 7.6-14.4 %) compared to the background with these treatments (by 3.9-8.0 %). These elements of agricultural technology can be used to improve environmentally friendly technologies of soybean cultivation in agricultural formations of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine.

Key words: *biologicals, plant growth stimulators, soybean, yield, destructor of plant residues, soybean diseases*