

ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ДОЦІЛЬНІСТЬ ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ

КВАСНИЦЬКА Л.С. – кандидат сільськогосподарських наук,
старший науковий співробітник
orcid.org/0000-0002-7925-2299

Хмельницька державна сільськогосподарська дослідна станція Інституту кормів
та сільського господарства Поділля Національної академії аграрних наук України

ВЛАСЮК О.С. – кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник
orcid.org/0000-0001-7500-4119

Хмельницька державна сільськогосподарська дослідна станція Інституту кормів
та сільського господарства Поділля Національної академії аграрних наук України

Постановка проблеми. Соя належить до найпоширеніших культур світового землеробства. У насінні сої міститься більше 40% білка, який добре збалансований за амінокислотним складом, до 18% олії, 25–30% вуглеводів, різноманітний набір вітамінів і мінеральних речовин, що робить її чудовою альтернативою продуктам тваринного походження [1–3].

Важливою умовою вивчення адаптивних сортових технологій вирощування сої є вдосконалення сучасних та розроблення нових вітчизняних науково-технологічних заходів обробки насіння і посівів препаратами ристрегулюючої дії. Таке їх поєднання сприятиме конкурентоспроможності одержаної продукції сої на вітчизняному й зарубіжному ринках [4; 5].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Успіх застосування сучасних технологій вирощування сої залежить не просто від якісного та своєчасного виконання всього комплексу технологічних заходів, а значною мірою від конкретно взятого агротехнічного прийому, який повинен відповідати як агрокліматичним умовам, так і сортовим особливостям сої. На сьогодні перспективним у цьому напрямі є впровадження у виробництво ристрегулюючих речовин, які в низьких дозах і за порівняно невеликих їх витрат здатні підвищувати потенціал біологічної продуктивності рослин та впливати на інтенсивність і спрямованість фізіологічних процесів у їх організмі [6–8].

Регулятори росту рослин спроможні істотно збільшувати врожаї та покращувати якість продукції сільськогосподарських культур. Вони підвищують стійкість до несприятливих умов, зокрема підвищених температур, нестачі вологи, фітотоксичної дії пестицидів, ураження хворобами [9; 10].

Варто також зазначити, що величезна роль у життєдіяльності живих організмів відводиться мікроелементам, оскільки їх нестача призводить до значних збоїв у життєдіяльності рослин. Кожна культурна рослина використовує тільки ті мікроелементи, які їй потрібні, і в мінімальній кількості, проте їх нестача в поживному середовищі порушує обмін речовин, перебіг фізіолого-біологічних процесів та, як наслідок, знижує урожай і його якість [11; 12].

Вплив мікроелементів на підвищення кількості та якості врожаю полягає в тому, що за наявності потрібної їх кількості рослини можуть синтезувати потрібний

їм спектр ферментів. Їх застосування збільшує енергію проростання насіння та прискорює розвиток зародкових корінців, позитивно впливає на подальший ріст рослин, підвищує врожай сільськогосподарських культур, стійкість рослин до різних несприятливих факторів і збудників хвороб [13].

Доцільність технології вирощування сої в результаті її застосування визначається можливостями ефективного зменшення витрат на одиницю продукції, які ідентифікуються грошовим еквівалентом. Собівартість продукції формується на основі всіх матеріальних і трудових ресурсів, що використовуються як необхідні під час виконання всіх складових операційних елементів технології. Удосконалені проекти технології вирощування зернобобових культур, зокрема сої, поряд із забезпеченням вищого рівня врожайності та якості зерна мають характеризуватися такими економічними й енергетичними показниками, які переважали би контрольні, тим самим забезпечуючи конкурентоспроможність і рентабельність вирощеної продукції [14–16].

Мета статті – експериментально визначити ефективний набір мікродобрив і стимуляторів росту рослин за різних фонів живлення, які забезпечать підвищення економічної, енергетичної ефективності та конкурентоспроможності технології вирощування сої в умовах Правобережного Лісостепу.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження впливу різних технологічних прийомів (обробка насіння та посівів стимуляторами росту й розвитку рослин «Вимпел-К» та «Вимпел», комплексними універсальними мікродобривами «Оракул насіння» та «Оракул мультикомплекс», мікродобривами-компенсаторами «Оракул колофермин молібдену» та «Оракул колофермин бору» на різних фонах живлення) на показники економічної та енергетичної ефективності вирощування й конкурентоздатності посівів сої сорту Самородок проводилися у 2019–2020 рр. у польовому досліді Хмельницької державної сільськогосподарської дослідної станції Інституту кормів та сільського господарства Поділля Національної академії аграрних наук України. Повторність у досліді триразова. Облікова площа ділянки – 28 м², загальна – 42 м². Розміщення варіантів – систематичне.

Агрохімічна характеристика ґрунту: гумус (за Тюрнімом) – 2,8–2,9%; рН – 5,8–6,2; гідролітична кислот-

ність – 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 Чириковим) – 20,8–22,6 та 8–12 мг на 100 г відповідно.

Під час проведення досліджень використано загальнонаукові та спеціальні методи. Основний метод дослідження – польовий, який передбачав вивчення взаємодії об'єкта та предмета досліджень. Також використано порівняльно-розрахунковий метод для встановлення економічної, енергетичної ефективності та конкурентоздатності технологічних прийомів вирощування.

Економічна оцінка досліджуваних технологічних елементів вирощування сої проводилася на основі технологічних карт із використанням довідкового матеріалу «Технології та нормативи витрат на вирощування кормових і зернофуражних культур».

Енергетичну оцінку технологічних прийомів вирощування сої проводили за методикою О.К. Медведовського та П.І. Іваненка [14].

Оцінку конкурентоспроможності технології вирощування сої проводили за методикою А.Д. Гарькавого, В.Ф. Петриченка, А.В. Спіріна [15].

Результати досліджень. Виробничі витрати на вирощування сої відрізнялися за витратами на проведення досліджуваних варіантів передпосівної обробки насіння, позакореневого підживлення, кількості внесених комплексних мінеральних добрив. Встановлено, що виробничі витрати на вирощування насіння сої коливалися від 9361,0 грн/га до 13119,0 грн/га.

Найменшими вони були на дослідних ділянках, де не проведено внесення мінеральних добрив, – 9361,0–10479,0 грн/га. За внесення $N_{10}P_{26}K_{26}$ загальні витрати зросли до 10706,0–11774,0 грн/га, за внесення $N_{20}P_{52}K_{52}$ – до 12051,0–13119,0 грн/га.

Умовно чистий прибуток, отриманий з 1 га урожаю насіння від застосування препаратів для обробки насіння, комплексних мікродобрив, добрив-компенсаторів та стимулятора росту рослин, становив на контролі 7124,0–11950,0 грн, за внесення

Таблиця 1

Економічна оцінка вирощування сої

№	Варіант обробки	Урожайність, т/га			Умовно чистий прибуток, грн/га			Рівень рентабельності, %		
		без добрив	$N_{10}P_{26}K_{26}$	$N_{20}P_{52}K_{52}$	без добрив	$N_{10}P_{26}K_{26}$	$N_{20}P_{52}K_{52}$	без добрив	$N_{10}P_{26}K_{26}$	$N_{20}P_{52}K_{52}$
1	Без обробки насіння та посівів	1,35	1,84	2,13	6225	10619	12623	66	99	105
2	Обробка посівів у фазу 2–3 справжніх листків препаратом «Вимпел»	1,44	1,99	2,23	7124	12048	13651	75	111	112
3	Обробка насіння препаратом «Вимпел-К» + обробка посівів у фазу 2–3 справжніх листків препаратом «Вимпел»	1,64	2,09	2,44	9400	13236	16027	99	122	131
4	Обробка насіння препаратами «Вимпел-К», «Оракул насіння», «Оракул колофермин молібдену»	1,78	2,29	2,57	11131	15615	17576	117	144	144
5	Обробка насіння препаратами «Вимпел-К», «Оракул насіння», «Оракул колофермин молібдену» + обробка посівів у фазу 2–3 справжніх листків препаратом «Вимпел»	1,86	2,37	2,67	11934	16457	18576	124	150	151
6	Обробка посівів у фазу бутонізації препаратами «Вимпел», «Оракул мультикомплекс», «Оракул колофермин молібдену», «Оракул колофермин бору»	1,67	2,15	2,48	9052	13231	15836	89	115	123
7	Обробка посівів у фазу 2–3 справжніх листків препаратом «Вимпел» + обробка посівів у фазу початку бутонізації препаратами «Вимпел», «Оракул мультикомплекс», «Оракул колофермин молібдену», «Оракул колофермин бору»	1,76	2,26	2,57	9908	14331	16621	96	123	127
8	Обробка насіння препаратами «Вимпел-К», «Оракул насіння», «Оракул колофермин молібдену» + обробка посівів у фазу 2–3 справжніх листків препаратом «Вимпел» + обробка посівів у фазу початку бутонізації препаратами «Вимпел», «Оракул мультикомплекс», «Оракул колофермин молібдену», «Оракул колофермин бору»	1,95	2,46	2,80	11950	16922	19212	115	144	146

$N_{10}P_{26}K_{26}$ – 12048,0–16922,0 грн, за внесення $N_{20}P_{52}K_{52}$ – 13651,0–19212,0 грн (див. табл. 1).

Найвищі показники умовно чистого прибутку – 19212,0 грн/га – отримали за поєднання передпосівної обробки насіння з обробкою посівів у фази 2–3 справжніх листків та початку бутонізації за внесення $N_{20}P_{52}K_{52}$.

Серед досліджуваних рівнів мінерального живлення найнижчі показники окупності 1 грн витрат отримали на фоні без добрив 1,66–2,15 грн.

Серед досліджуваних способів передпосівної обробки насіння та позакореневого підживлення посівів найвищі показники окупності 1 грн витрат на 1 га (2,50–2,51 грн) на фонах мінерального живлення спостережено у варіанті 5, де проведено обробку насіння препаратами «Вимпел-К» (0,5 л/т), «Оракул насіння» (1,0 л/т), «Оракул колофермін молібдену» (0,5 л/т) та обробку посівів у фазу 2–3 справжніх листків препаратом «Вимпел» (0,5 л/га).

Варто зазначити, що за різних фонів удобрення окупність 1 грн витрат на 1 га та рівень рентабельності були вищими порівняно з контролем на всіх досліджуваних варіантах передпосівної обробки насіння та позакореневого підживлення.

Застосування екологічно безпечних препаратів за різних фонів живлення забезпечило на посівах сої зни-

ження собівартості насіння сої на 3–23% за рівня рентабельності 75–151%.

На вирощування сої витрачається велика кількість поновлюваної та непоновлюваної енергії. Виробництво й ефективне використання енергії є однією з важливих проблем, яка поступово загострюється. Тому ефективне використання її необхідно розглядати як одну з важливих можливостей збільшення виробництва продукції за менших її витрат.

Низка вчених зазначають, що під час оцінювання технології вирощування будь-якої культури або окремих агротехнічних заходів важливо поєднувати економічний та енергетичний аналіз, що дає змогу не тільки порівняти грошовий ефект, а й розглянути енергетичні аспекти проблеми. Порівняльна оцінка витрат енергії на агротехнічні заходи дає можливість створювати технології вирощування культур, які здатні формувати високий урожай за мінімальних витрат енергетичних ресурсів.

Енергетична оцінка досліджуваних технологічних прийомів вирощування сої показала, що сукупні витрати енергії на 1 га під час вирощування сої становлять 20,58–27,20 ГДж/га залежно від варіанту досліджу.

Енергетичні витрати на вирощування сої коливалися в межах 20,58–20,86 ГДж/га на фоні без мінераль-

Таблиця 2

Енергетична оцінка технологій вирощування сої

Варіант	Без добрив			$N_{10}P_{26}K_{26}$			$N_{20}P_{52}K_{52}$		
	витрати енергії на вирощування, ГДж/га	енергетична цінність урожаю, ГДж/га	коефіцієнт енергетичної ефективності, Ке	витрати енергії на вирощування, ГДж/га	енергетична цінність урожаю, ГДж/га	коефіцієнт енергетичної ефективності, Ке	витрати енергії на вирощування, ГДж/га	енергетична цінність урожаю, ГДж/га	коефіцієнт енергетичної ефективності, Ке
1	20,58	27,77	1,35	23,77	37,85	1,59	26,92	43,81	1,63
2	20,61	29,83	1,45	23,80	40,93	1,72	26,95	45,87	1,70
3	20,63	33,73	1,63	23,82	42,99	1,80	26,97	50,19	1,86
4	20,68	36,61	1,77	23,87	47,10	1,97	27,02	52,86	1,96
5	20,71	38,26	1,85	23,90	48,75	2,04	27,05	54,92	2,03
6	20,73	34,35	1,66	23,92	47,23	1,97	27,07	51,01	1,88
7	20,76	36,20	1,74	23,95	46,49	1,94	27,10	52,86	1,95
8	20,86	40,11	1,92	24,05	50,60	2,10	27,20	57,60	2,12

Таблиця 3

Оцінка конкурентоздатності технологічних прийомів вирощування сої

Варіант	Без добрив			$N_{10}P_{26}K_{26}$			$N_{20}P_{52}K_{52}$		
	коефіцієнт енергетичної оцінки, Ке	коефіцієнт інтегральної оцінки, J	коефіцієнт конкурентоздатності, Кзд	коефіцієнт енергетичної оцінки, Ке	коефіцієнт інтегральної оцінки, J	коефіцієнт конкурентоздатності, Кздб	коефіцієнт енергетичної оцінки, Ке	коефіцієнт інтегральної оцінки, J	коефіцієнт конкурентоздатності, Кзд
2	1,04	1,07	1,06	1,04	1,06	1,05	1,02	1,04	1,03
3	1,10	1,25	1,18	1,07	1,12	1,10	1,07	1,13	1,10
4	1,15	1,39	1,27	1,12	1,23	1,18	1,10	1,19	1,15
5	1,19	1,44	1,32	1,14	1,26	1,20	1,12	1,22	1,17
6	1,12	1,18	1,15	1,12	1,08	1,10	1,08	1,09	1,09
7	1,15	1,23	1,19	1,11	1,12	1,12	1,10	1,11	1,11
8	1,21	1,37	1,29	1,16	1,23	1,20	1,15	1,20	1,18

них добрив, тоді як за внесення $N_{10}P_{26}K_{26}$ зростали до 23,77–24,05 ГДж/га, а за внесення $N_{20}P_{52}K_{52}$ становили 26,92–27,20 ГДж/га (див. табл. 2).

Внесення мінеральних добрив у нормі $N_{20}P_{52}K_{52}$ суттєво збільшувало витрати енергії (на 15–26%) через високу енергоємність добрив, проте не забезпечувало високий приріст урожаю та накопичення енергії, що призводило до незначного зниження енергетичного коефіцієнта порівняно з нормою $N_{10}P_{26}K_{26}$.

Витрати сукупної енергії найменшими були у варіанті 1 без обробки насіння, посівів і мінеральних добрив; у цьому ж варіанті найменше накопичено її в урожаї.

Коефіцієнт енергетичної ефективності мав значні коливання за рівнями мінерального живлення, способами передпосівної обробки насіння та позакореневого підживлення. За досліджуваними способами передпосівної обробки насіння й позакореневого підживлення найбільше зростання коефіцієнта енергетичної ефективності (до 2,12 умовних одиниць) спостережено у варіанті 8, де поєднували передпосівну комплексну обробку насіння та два позакореневі підживлення – у фазі 2–3 листків і на початку бутонізації.

Таким чином, порівняно з контролем коефіцієнт енергетичної ефективності зростав залежно від способів передпосівної обробки насіння та позакореневого підживлення на 0,10–0,57 умовних одиниць, за внесення $N_{10}P_{26}K_{26}$ – на 0,13–0,51 умовних одиниць, за внесення $N_{20}P_{52}K_{52}$ – на 0,07–0,49 умовних одиниць.

Для визначення конкурентоздатності технологічних елементів вирощування сої була проведена комплексна оцінка, яка передбачала визначення коефіцієнта енергетичної оцінки (K_e), коефіцієнта інтегральної оцінки (J) та коефіцієнта конкурентоздатності ($K_{зд}$). Встановлено, що в досліджуваних варіантах величина коефіцієнта енергетичної оцінки становила $K_e = 1,02–1,21$ умовних одиниць, коефіцієнта інтегральної оцінки – $J = 1,04–1,44$ умовних одиниць, коефіцієнта конкурентоздатності – $K_{зд} = 1,03–1,326$ умовних одиниць, що більше порівняно з контролем (див. табл. 3).

Найвищі показники конкурентоздатності посівів сої сорту Самородок ($K_e = 1,12–1,19$ умовних одиниць, $J = 1,22–1,44$ умовних одиниць, $K_{зд} = 1,17–1,32$ умовних одиниць) отримали за поєднання передпосівної обробки насіння біологічно-активними препаратами «Вимпел-К», «Оракул насіння», «Оракул колофермин молібдену» з обробкою посівів у фазу 2–3 справжніх листків стимулятором росту рослин «Вимпел».

Проведення лише обробки посівів у фазу 2–3 справжніх листків стимулятором росту рослин «Вимпел» забезпечило найнижчі показники конкурентоздатності посівів сої: $K_e = 1,02–1,04$ умовних одиниць, $J = 1,04–1,07$ умовних одиниць, $K_{зд} = 1,03–1,06$ умовних одиниць.

Висновки. Встановлено, що застосування екологічно безпечних препаратів на посівах сої за різних фонів живлення збільшує умовно чистий прибуток із гектара на 8–92%, рівень рентабельності – на 7–59%, коефіцієнт енергетичної ефективності – на 4–42%.

Найвищий коефіцієнт конкурентоздатності посівів сої ($K_{зд} = 1,17–1,32$ умовних одиниць) забезпечило поєднання передпосівної обробки насіння біологічно

активними препаратами «Вимпел-К», «Оракул насіння», «Оракул колофермин молібдену» з обробкою посівів у фазу 2–3 справжніх листків стимулятором росту рослин «Вимпел».

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Адаптивна технологія вирощування сої у Східному Лісостепу України : монографія / Є.М. Огурцов, В.Г. Міхеев, Ю.В. Бєлінський, І.В. Клименко ; за ред. М.А. Бобро. Харків : ХНАУ, 2016. 268 с.
2. Соя: биология, производство, использование / под ред. Г. Сингха ; пер. с англ. Н.О. Лавской. Киев : Зерно, 2014. 656 с.
3. Бабич А.О. Сучасне виробництво і використання сої. Київ : Урожай, 1993. 432 с.
4. Іващенко О.О., Іващенко О.О. Проблеми стресів у рослин і способи їх розв'язання. *Вісник аграрної науки*. 2019. № 7. С. 27–35. URL: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201907-04>.
5. Чорна В.М. Ефективність застосування регулятора росту хлормекват-хлорид при вирощуванні сої. *Корми і кормовиробництво*. 2017. Вип. 84. С. 126–131.
6. Василенко М.Г. Органо-мінеральні добрива і регулятори росту рослин в органічному землеробстві. *Вісник аграрної науки*. 2017. № 2. С. 11–18. URL: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201702-02>.
7. Продуктивність сільськогосподарських культур залежно від рівня їх удобрення на дренажних органогенних ґрунтах / І.Т. Слюсар, В.Ф. Камінський, О.П. Соляник, В.О. Сербенюк. *Вісник аграрної науки*. 2020. № 11(812). С. 5–15. URL: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202011-01>.
8. Вплив систем удобрення та догляду за посівами на продуктивність і якість зерна пшениці озимої / Л.Я. Лукашук, О.В. Курач, О.В. Сніжок, Л.І. Гук, А.В. Кучерова. *Вісник аграрної науки*. 2020. № 10(811). С. 12–19. URL: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202010-02>.
9. Натале Д. Увеличить выгоды, связанные с использованием биостимуляторов. *Зерно*. 2015. № 12. С. 58–60.
10. Дульнев П. Найефективніший агрозахід. *Агроном*. 2015. № 3. С. 56–57.
11. Микроэлементы в сельском хозяйстве / под ред. С.Ю. Бульгина. 3-е изд., перераб. и доп. Днепропетровск : Сич, 2007. 100 с.
12. Особливості забезпечення мікроелементами ґрунтів України / І.П. Яцук, В.М. Панасенко, А.С. Науменко, М.О. Венглінський, Н.В. Годинчук. *Агроекологічний журнал*. 2015. № 4. С. 63–69.
13. Недільська У.І. Вплив мікроелементів на життєдіяльність рослин. *Сучасний стан науки в сільському господарстві та природокористуванні: теорія і практика* : збірник тез доповідей II Міжнародної наукової інтернет-конференції, м. Тернопіль, 20 листопада 2020 р. Тернопіль, 2020. С. 124–126.
14. Шевніков М.Я., Коблай О.О. Застосування біологічних, хімічних та фізичних засобів у технологіях вирощування сої і кукурудзи : монографія. Полтава : ФОРМ Крюков Ю.С., 2015. 258 с.
15. Колісник С.І., Кобак С.Я., Панасюк О.Я. Ефективність систем захисту сої від хвороб у короткоротаційних сівозмінах Лісостепу Правобережного. *Корми і кормовиробництво*. 2017. Вип. 84. С. 133–140.

16. 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. URL: <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0110>.
17. Медведовський О.К., Іваненко П.І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. Київ : Урожай, 1988. 206 с.
18. Гарькавий А.Д., Петриченко В.Ф., Спирін А.В. Конкурентоспроможність технологій і машин: навчальний посібник. Вінниця : ВДАУ «Тірас», 2003. 68 с.

REFERENCES:

1. Bobro, M.A. (ed.) (2016). *Adaptivna tekhnolohiia vyroshchuvannia soi u Skhidnomu Lisostepu Ukrainy: monohrafiia [Adaptive technology of soybean cultivation in the Eastern Forest-Steppe of Ukraine: monograph]*. Kharkiv: KhNAU, 268 p. [in Ukrainian].
2. Singkh, G. (ed.) (2014). *Soya: biologiya, proizvodstvo, ispol'zovanie [Soy: biology, production, use]*, transl. from English N.O. Lavskaya. Kyiv: Zerno, 656 p. [in Russian].
3. Babych, A.O. (1993). *Suchasne vyrobnytstvo i vykorystannia soi [Modern production and use of soybeans]*. Kyiv: Urozhai, 432 p. [in Ukrainian].
4. Ivashchenko, O.O., Ivashchenko, O.O. (2019). Problemy stresiv u roslyn i sposoby yikh rozv'iazannia [Stress problems in plants and ways to solve them]. *Visnyk ahraryoi nauky – Bulletin of Agricultural Science*, no. 7, pp. 27–35. Retrieved from: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201907-04> [in Ukrainian].
5. Chorna, V.M. (2017). Efektyvnist zastosuvannia rehuliatora rostu khlormekvat-khloryd pry vyroshchuvanni soi [Efficacy of chlormequat chloride growth regulator in soybean cultivation]. *Kormy i kormovyrobnytstvo – Fodder and fodder production*, iss. 84, pp. 126–131 [in Ukrainian].
6. Vasylenko, M.H. (2017). Orhano-mineralni dobryva i rehuliatory rostu roslyn v orhanichnomu zemlerobstvi [Organo-mineral fertilizers and plant growth regulators in organic farming]. *Visnyk ahraryoi nauky – Bulletin of Agricultural Science*, no. 2, pp. 11–18. Retrieved from: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201702-02> [in Ukrainian].
7. Sliusar, I.T., Kaminskyi, V.F., Solianyuk, O.P., Serbeniuk, V.O. (2020). Produktyvni silskohospodarskykh kultur zalezno vid rinvnia yikh udobrennia na drenovanykh orhanohennykh gruntakh [Productivity of crops depending on the level of their fertilizer on drained organogenic soils]. *Visnyk ahraryoi nauky – Bulletin of Agricultural Science*, no. 11(812), pp. 5–15. Retrieved from: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202011-01> [in Ukrainian].
8. Lukashchuk, L.Ya., Kurach, O.V., Snizhok, O.V., Huk, L.I., Kucherova, A.V. (2020). Vplyv system udobrennia ta dohliadu za posivamy na produktyvnist i yakist zerna pshenytsi ozymoi [Influence of fertilizer and crop care systems on productivity and quality of winter wheat grain]. *Visnyk ahraryoi nauky – Bulletin of Agricultural Science*, no. 10(811), pp. 12–19. Retrieved from: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202010-02> [in Ukrainian].
9. Natale, D. (2015). Uvelichit' vygody, svyazannye s ispol'zovaniem biostimulyatorov [Increase the benefits associated with the use of biostimulants]. *Zerno – Grain*, no. 12, pp. 58–60 [in Russian].
10. Dulniev, P. (2015). Naiefektyvnishi ahrozakhid [The most effective agricultural measure]. *Ahronom – Agronomist*, no. 3, pp. 56–57 [in Ukrainian].
11. Bulygin, S.Yu. (ed.) (2007). *Mikroelementy v sel'skom khozyaystve [Trace elements in agriculture]*, 3rd ed. Dnepropetrovsk: Sich, 100 p. [in Russian].
12. Yatsuk, I.P., Panasenko, V.M., Naumenko, A.S., Venhlynskyi, M.O., Hodynchuk, N.V. (2015). Osoblyvosti zabezpechennia mikroelementamy gruntiv Ukrainy [Features of providing microelements of soils of Ukraine]. *Ahroekolohichniy zhurnal – Agroecological journal*, no. 4, pp. 63–69 [in Ukrainian].
13. Nedilska, U.I. (2020). Vplyv mikroelementiv na zhyttiedialnist roslyn [Influence of microelements on plant life]. *Zbirnyk tez dopovidei II Mizhnarodnoi naukovoï internet-konferentsii "Suchasnyi stan nauky v silskomu hospodarstvi ta pryrodokorystuvanni: teoriia i praktyka" – Collection of abstracts of the II International Scientific Internet Conference "Current state of science in agriculture and nature management: theory and practice"* (Ternopil, November 20, 2020). Ternopil, pp. 124–126 [in Ukrainian].
14. Shevnikov, M.Ya., Koblai, O.O. (2015). *Zastosuvannia biolohichnykh, khimichnykh ta fizychnykh zasobiv u tekhnolohiakh vyroshchuvannia soi i kukurudzy: monohrafiia [Application of biological, chemical and physical means in soybean and corn cultivation technologies: monograph]*. Poltava: FOP Kriukov Yu.S., 258 p. [in Ukrainian].
15. Kolisnyk, S.I., Kobak, S.Ya., Panasiuk, O.Ya. (2017). Efektyvnist system zakhystu soi vid khvorob u korotkorotatsiinykh sivozminakh Lisostepu Pravoberezhnoho [Efficiency of soybean protection systems against diseases in short-rotation crop rotations of the Right-Bank Forest-Steppe]. *Kormy i kormovyrobnytstvo – Fodder and fodder production*, iss. 84, pp. 133–140 [in Ukrainian].
16. Hryhorieva, O.M., Cheriachukin, M.I., Almaieva, T.M. (2020). Tekhnolohiia vyroshchuvannia soi z elementamy biolohizatsii v umovakh ryzykovanoho zemlerobstva Pravoberezhnoho Stepu Ukrainy [Technology of soybean cultivation with elements of biologization in the conditions of risky agriculture of the Right-Bank Steppe of Ukraine]. *Zernovi kultury – Grain crops*, vol. 4, no. 1, pp. 87–95. Retrieved from: <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0110> [in Ukrainian].
17. Medvedovskyi, O.K., Ivanenko, P.I. (1988). *Enerhetychnyi analiz intensyvnykh tekhnolohii v silskohospodarskomu vyrobnytstvi [Energy analysis of intensive technologies in agricultural production]*. Kyiv: Urozhai, 206 p. [in Ukrainian].
18. Harkavyi, A.D., Petrychenko, V.F., Spirin, A.V. (2003). *Konkurentospromozhnist tekhnolohii i mashyn: navchalnyi posibnyk [Competitiveness of technologies and machines: textbook]*. Vinnytsia: VDAU "Tiras", 68 p. [in Ukrainian].

Квасницька Л.С., Власюк О.С. Економічна та енергетична доцільність екологічно безпечних елементів технології вирощування сої

Мета статті – експериментально визначити ефективний набір мікродобрив і стимуляторів росту рослин за різних фонів живлення, які забезпечать підвищення

економічної, енергетичної ефективності та конкурентоспроможності технології вирощування сої в умовах Правобережного Лісостепу.

Методи. Дослідження проводилося в польовому досліді Хмельницької державної сільськогосподарської дослідної станції Інституту кормів та сільського господарства Поділля Національної академії аграрних наук України впродовж 2019–2020 рр. на чорноземі опідзоленому середньосуглинковому. У роботі застосовано польовий, підрахунково-ваговий, розрахунково-порівняльний методи та метод математичної статистики.

Результати. Найвищі показники умовно чистого прибутку (19212,0 грн/га) та коефіцієнта енергетичної ефективності (2,12 умовних одиниць) отримали за поєднання передпосівної обробки насіння стимулятором росту «Вимпел-К», комплексним мікродобривом «Оракул насіння», добривом-компенсатором «Оракул колофермин молібдену» з обробкою посівів у фазі 2–3 справжніх листків стимулятором росту рослин «Вимпел» та обробкою на початку бутонізації стимулятором росту рослин «Вимпел», комплексним мікродобривом «Оракул мультикомплекс» та добривами-компенсаторами «Оракул колофермин молібдену», «Оракул колофермин бору». Застосування екологічно безпечних препаратів на посівах сої за різних фонів живлення є конкурентоспроможним. Поєднання передпосівної обробки насіння стимулятором росту «Вимпел-К», комплексним мікродобривом «Оракул насіння», добривом-компенсатором «Оракул колофермин молібдену» з обробкою посівів у фазу 2–3 справжніх листків стимулятором росту рослин «Вимпел» забезпечило найвищі показники конкурентоздатності посівів сої: $K_e = 1,12-1,19$ умовних одиниць, $J = 1,22-1,44$ умовних одиниць, $K_{зд} = 1,17-1,32$ умовних одиниць.

Висновки. Встановлено, що застосування екологічно безпечних препаратів на посівах сої за різних фонів живлення збільшує умовно чистий прибуток із гектара на 8–92%, рівень рентабельності – на 7–59%, коефіцієнт енергетичної ефективності – на 4–42%. Найвищий коефіцієнт конкурентоздатності посівів сої ($K_{зд} = 1,17-1,32$ умовних одиниць) забезпечило поєднання передпосівної обробки насіння біологічно активними препаратами «Вимпел-К», «Оракул насіння», «Оракул колофермин молібдену» з обробкою посівів у фазу 2–3 справжніх листків стимулятором росту рослин «Вимпел».

Ключові слова: соя, стимулятор росту рослин, мікродобрива, економічна та енергетична оцінка, конкурентоздатність.

Kvasnitska L.S., Vlasiuk O.S. Economic and energy feasibility of environmentally friendly elements of soybean growing technology

The purpose of the article is to determine experimentally an effective set of microfertilizers and plant growth stimulants for different nutrient backgrounds, which will increase the economic, energy efficiency and competitiveness of soybean growing technology in the Right Bank Forest-Steppe.

Methods. The study was conducted in the field experiment of the Khmelnytsky State Agricultural Research Station of the Institute of Feed and Agriculture of Podillya of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine during 2019–2020 on chernozem podzolic medium loam. The paper uses field, calculation-weight, calculation-comparative methods and the method of mathematical statistics.

Results. The highest indicators of conditionally net profit (19212,0 UAH/ha) and energy efficiency ratio (2,12 conventional units) were obtained for the combination of pre-sowing seed treatment with growth stimulant “Vimpel-K”, complex microfertilizer “Oracle Seeds”, fertilizer-compensator “Oracle Colofermin Molybdenum” with treatment of crops in phases of 2–3 true leaves with plant growth stimulant “Vimpel” and treatment at the beginning of budding with plant growth stimulant “Vimpel”, complex microfertilizer “Oracle Multicomplex” and compensatory fertilizers “Oracle Colofermin Molybdenum”, “Oracle Colofermin Boron”. The use of environmentally friendly drugs on soybean crops under different food backgrounds is competitive. The combination of pre-sowing treatment of seeds with growth stimulant “Vimpel-K”, complex microfertilizer “Oracle Seeds”, fertilizer-compensator “Oracle Colofermin Molybdenum” with treatment of crops in phase 2–3 true leaves with plant growth stimulant “Vimpel” provided the highest competitiveness: $K_e = 1,12-1,19$ conventional units, $J = 1,22-1,44$ conventional units, $K_c = 1,17-1,32$ conventional units.

Conclusions. It is established that the use of environmentally friendly drugs on soybean crops under different nutrient backgrounds increases the net profit by 8–92%, the level of profitability – by 7–59%, energy efficiency – by 4–42%. The highest coefficient of competitiveness of soybean crops ($K_c = 1,17-1,32$ conventional units) provided a combination of pre-sowing treatment of seeds with biologically active drugs “Vimpel-K”, “Oracle Seeds”, “Oracle Colofermin Molybdenum” with treatment of crops in phase 2–3 true leaves with plant growth stimulant “Vimpel”.

Key words: soybean, plant growth stimulator, microfertilizers, economic and energy evaluation, competitiveness.