



Рослинництво, кормовиробництво

УДК 633.34:631.51:
631.8:665.12:577.1

© 2025

ВПЛИВ ПОПЕРЕДНИКІВ І ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ НА ВИХІД ОЛІЇ ТА ПРОТЕЇНУ З ПОСІВІВ СОЇ

А.Л. Андрієнко¹, І.М. Семеняка², О.О. Андрієнко³

^{1–3} кандидати сільськогосподарських наук

^{1,2} Інститут сільського господарства Степу

Національної академії аграрних наук України

вул. Центральна, 2, с. Созонівка Кропивницького р-ну

Кіровоградської обл., 27602, Україна

³ Центральноукраїнський національний технічний університет

просп. Університетський, 8, м. Кропивницький, 25006, Україна

e-mail: ¹cornagroteh@ukr.net, ²igor.semenyaka@ukr.net, ³andrienko2277@gmail.com

ORCID: ¹0000-0002-2318-9454, ²0000-0002-8905-5387, ³0000-0003-1982-1151

Надійшла 16.04.2025

Мета. Розробити основні параметри біоадаптивної технології вирощування сої (*Glycine max* L.), визначити їх вплив на врожайність та якість насіння сої в Степу України. **Методи.** Основний — польовий дослід, додаткові — лабораторний і математичної статистики (дисперсійний та кореляційний аналізи). Дослідження проводили в умовах Північного Степу в Інституті сільського господарства Степу НААН упродовж 2010–2024 рр. (ґрунт — чорнозем звичайний глибокий середньогумусний важкосуглинковий). **Результати.** За використання оранки після пшениці озимої, кукурудзи на зерно та сої як попередників урожайність сої підвищилася до 2,22–2,26 т/га порівняно з показником за соняшнику як попередника (2,10 т/га). Застосування мілкої обробки ґрунту спричинило достовірний недобір урожаю сої в повторних посівах 0,09 т/га, після кукурудзи на зерно — 0,15, соняшнику — 0,17, після пшениці озимої 0,19 т/га порівняно з цим значенням у варіантах з оранкою. За прямої сівби недобір урожаю сої становив 8,7–19,7%. Найменшою твердістю ґрунту була під час вирощування сої в повторних посівах за оранки — 5,6–13,1 г/см², за мілкої обробки — підвищилася до 9,7–19,2 г/см², за прямої сівби — до 11,6–23,6 г/см². Після соняшнику за оранки вона збільшилася до 6,6–14,8 г/см², за мілкої обробки — до 11,1–21,6, без обробки — до 12,9–27,3 г/см², що негативно вплинуло на ріст і розвиток рослин сої. Унаслідок дуже сильного зворотного кореляційного зв'язку між вмістом олії в насінні сої та врожайністю, навіть за більшого вмісту олії в насінні

сої за прямої сівби, найбільшого виходу олії з одиниці площі посівів сої (0,46 т/га) досягли саме за оранки після попередників — сої, кукурудзи на зерно та пшениці озимої. За прямої сівби сої після соняшнику та кукурудзи на зерно недобір виходу олії становив 0,05–0,06 т/га, у повторних посівах — 0,03 т/га. Найбільший вихід протеїну (0,94–0,95 т/га) отримали за оранки після попередників — сої, кукурудзи на зерно та пшениці озимої, найменший (0,68 т/га) — за прямої сівби сої після соняшнику. **Висновки.** Для формування стабільної продуктивності посівів сої і високого виходу олії та протеїну в умовах Північного Степу України сою доцільно вирощувати за оранки як основного обробітку чорнозему звичайного після кращих попередників — сої, кукурудзи на зерно та пшениці озимої. За прямої сівби значно підвищується твердість ґрунту, що призводить до достовірного недобору врожаю сої 8,7–19,7%, зменшення виходу олії на 6,5–17,4% і протеїну на 14,1–23,4%.

Ключові слова: біоадаптивна технологія, оранка, мілкий обробіток, пряма сівба, твердість ґрунту, продуктивність.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202509-05>

Соя (*Glycine max* L.) є стратегічно важливою сільськогосподарською культурою, яка відіграє провідну роль у забезпеченні людства продуктами харчування, кормами для тваринництва та сировиною для промисловості. Її популярність у сільськогосподарському виробництві зумовлена значним потенціалом урожайності, адаптивністю до різних агрокліматичних умов, а також високим вмістом у насінні білка (35–40%) та олії (18–22%), які мають широкий спектр застосування. Зростання попиту на сою потребує впровадження ефективних агротехнічних заходів щодо технології вирощування, які забезпечать її врожайність та якісні характеристики насіння (вміст білка, олії, вуглеводів і мікроелементів) [1–4].

Одним із ключових чинників, що впливають на кількісні та якісні показники врожаю сої, є правильний вибір попередників у сівозміні та раціональне використання систем основного обробітку ґрунту. Попередники визначають запаси вологи, фітосанітарний стан поля, баланс поживних речовин у ґрунті, а також умови для росту й розвитку наступної

культури. Так, озимі пшениця та ячмінь сприяють збереженню родючості ґрунту, зменшенню кількості бур'янів, які конкурують із соєю за ресурси, мінімізують ризики поширення хвороб і шкідників [1, 5]. Скажімо, після зернових колосових як попередників ґрунт має збалансований рівень мінерального азоту, що дає змогу формувати насіння сої з високим вмістом білка [1, 5]. Однак значне споживання кукурудзою азоту призводить до його дефіциту в ґрунті й зниження якісних характеристик насіння сої [6]. Зернобобові культури залишають у ґрунті більше доступного фосфору, що підвищує вміст олії в насінні сої [1, 7]. Навіть хімічний склад післяжнивних решток попередника може стати визначальним для вирощування наступної культури. Так, зернові колосові створюють сприятливі умови для розвитку сої завдяки швидшому розкладанню рослинних решток, водночас високий вміст лігніну в стебловій масі кукурудзи уповільнює процес її розкладання й може негативно позначитися на якості ґрунту [3].

Останніми роками переорієнтування сільськогосподарського виробництва

на вирощування найбільш ліквідних культур (соняшнику, кукурудзи, ріпаку, сої) істотно змінює структуру посівних площ, впливає на підбір кращих попередників і потребує впровадження інтенсивних технологій вирощування сої [7]. Основний обробіток ґрунту відіграє важливу роль у створенні сприятливих умов для проростання насіння та подальшого росту рослин. Саме він визначає водний і повітряний режими ґрунту та умови для мінералізації органічних речовин, які є критично важливими для розвитку рослин [8]. Вибір способу основного обробітку ґрунту залежить від регіональних кліматичних умов, типу ґрунту та особливостей попередників.

У наукових колах стосовно питання оптимізації системи основного обробітку ґрунту під сою є різні погляди, оскільки традиційна (плужна), мінімальна та нульова системи обробітку мають свої переваги й недоліки. У більшості регіонів України, де вирощують сою, головним способом обробітку ґрунту є глибока оранка [9, 10], яка забезпечує кращу аерацію ґрунту та контроль бур'янів, що сприяє підвищенню врожайності культури [8]. Дослідженнями з комплексного вивчення впливу глибини основного обробітку ґрунту, доз мінеральних добрив і сортів сої в Степу України встановлено, що найбільш впливовим фактором є саме глибина обробітку ґрунту, на 2-му місці — сорт, на 3-му — добрива [11, 12].

Однак сучасні тенденції в землеробстві свідчать про необхідність упровадження у виробництво таких елементів ресурсощадних технологій, як мінімальний і нульовий обробітки ґрунту [13]. Це зумовлено економічними перевагами, потребою в збереженні родючості ґрунту та підвищенні екологічної стійкості агроценозів. Мінімальний і нульовий обробітки ґрунту сприяють зниженню на 20–30% загальних витрат на вирощування культури завдяки зменшенню витрат

на паливно-мастильні матеріали, амортизацію техніки та оплату праці [14].

Чорноземи звичайні, попри їх високу природну родючість, за інтенсивного використання піддаються деградації. Натомість мінімальний і нульовий обробітки сприяють збереженню в орному шарі ґрунту вологи, що особливо важливо в посушливих регіонах, та органічної речовини завдяки природному бар'єру, який створюють рослинні рештки, залишені на поверхні ґрунту, а також запобігають водній і вітрової ерозіям [15]. Це важливо для сої, оскільки її коренева система взаємодіє з бульбочковими бактеріями, які засвоюють азот із повітря [16].

Чорноземи звичайні характеризуються високим вмістом гумусу, але його надмірна мінералізація за традиційного обробітку знижує ефективність використання поживних речовин. Нульовий обробіток залишає рослинні рештки на поверхні, що забезпечує поступове надходження поживних елементів у ґрунт. Таке мульчування зменшує випаровування вологи й підвищує інфільтрацію дощової води, що дуже важливо для сої, чутливої до дефіциту вологи в критичні фази розвитку [6].

Отже, вдосконалення агротехнічних заходів, зокрема комбінування правильно вибраних попередників з адаптованими системами обробітку ґрунту, може значно підвищити вміст протеїну (до 2–5%) та олії (на 1–3%) у насінні сої [2, 3]. Ці показники є важливими для економічної ефективності виробництва й задоволення потреб сучасного ринку [17, 18].

Мета досліджень — розробити основні параметри біоадаптивної технології вирощування сої, визначити їх вплив на врожайність та якість насіння в Степу України.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження проводили впродовж 2010–2024 рр. в Інституті сільського господарства Степу НААН в умовах

Північного Степу. Для цього регіону характерним є помірно континентальний клімат. Ґрунт — чорнозем звичайний глибокий середньогумусний важкосуглинковий, який скипається на глибині 50–55 см. Реакція ґрунтового розчину є близькою до нейтральної, тобто $pH = 6,5-7,0$. В орному шарі ґрунту вміст гумусу — 4,69% (високий), легкогідролізованого азоту — 137 (низький), рухомого фосфору — 100% (середній), обмінного калію — 151 мг/кг ґрунту (високий), рухомих форм марганцю, цинку, бору та сірки — відповідно, 20,2, 0,41, 1,2 і 9,8 мг/кг ґрунту.

Програмою досліджень передбачалося визначення ефективності й доцільності мінімізації основного обробітку ґрунту за використання різних попередників та встановлення комплексного впливу цих чинників на ріст і розвиток рослин, формування врожаю та якість насіння сої. Основний метод досліджень — проведення польового досліду. Додатково застосовували лабораторний метод для агрохімічних аналізів насіння сої на вміст олії (за методом Сокслета) та протеїну (за методом К'ельдаля), які проводили у вимірювальній лабораторії Інституту (сертифікат про визнання вимірювальних можливостей лабораторії № 61/23, виданий ДП «Кіровоградстандартметрологія»), а також розрахунковий — для обчислення показників виходу олії та протеїну з одиниці площі посівів сої. Для наукового узагальнення результатів експериментальної роботи використовували методи математичної статистики (дисперсійний і кореляційний аналізи) [19].

У дослідженнях застосовували технологічні системи вирощування сої з використанням післяжнивних решток (П.Р.) попередніх культур за органо-мінеральної системи удобрення (П.Р. + $N_{40}P_{40}K_{40}$). Схема 2-факторного польового досліду передбачала вивчення впливу способів основного обробітку

ґрунту на продуктивність сої за таких попередників (фактор А): пшениці озимої, кукурудзи на зерно, сої (повторні посіви) та соняшнику. Під час збирання попередників по поверхні ґрунту розсіювали післяжнивні рештки. Перед проведенням обробіток ґрунту для мульчування його поверхні всі ділянки були оброблені подрібнювачем післяжнивних решток (FALK-4,0). Дослідження впливу способів основного обробітку ґрунту (фактор Б) здійснювали за такою системою: у варіанті з глибоким полицевим обробітком ґрунту — дискування на глибину 8–10 см (АГ-2,4), оранка — на глибину 25–27 см (ПОН 5-35); у варіанті з мілким обробітком ґрунту — дискування на глибину 8–10 см (АГ-2,4) та 10–12 см (УДА-4,2); у варіанті з прямою сівбою обробітку ґрунту не проводили.

Для захисту попередників від бур'янів і падалиці навесні за 2 тижні до сівби сої застосовували гербіцид суцільної дії Раундап® (2,0 л/га). Ґрунтовий гербіцид Харнес®, 90% к.е. (2,5 л/га) вносили перед сівбою в усіх варіантах досліду: на ділянках із застосуванням традиційного та мінімального обробіток ґрунту його загортання поєднували з передпосівною культивуацією на глибину 5–7 см, на ділянках, де використовували пряму сівбу, — залишали на поверхні ґрунту без загортання. Перед бутонізацією сої додатково застосовували страховий гербіцид Фабіан® (100 г/га). Сівбу ранньостиглого сорту сої Знахідка проводили в оптимальні для регіону строки сівалкою з турбодисками Great Plains SPH2000.

Типовою для Північного Степу, де виконували дослідження, є нестійка й недостатня вологозабезпеченість, середньорічна сума опадів — 499 мм. Середньобагаторічний показник ступеня зволоження території в період активної вегетації пізніх ярих культур за температури повітря понад 10 °С становить 1 (ГТК Селянінова).

Роки досліджень різною мірою були сприятливими для росту й розвитку рослин сої за температурним режимом і вологозабезпеченістю. Так, кліматичні умови під час вегетації сої з травня по вересень 2010 р. були посушливими. Сума активних (понад 10 °С) температур повітря перевищила норму на 744 °С, ГТК становив 0,81. В окремі дні серпня максимальні температури повітря на 1–2 °С перевищували показник абсолютного максимуму температури за весь попередній період метеоспостережень у регіоні. Умови 2011 р. були контрастними: від дуже сухих (ГТК = 0,17–0,37) до надмірно зволжених (ГТК = 2,52) і сприятливих під час активного росту й розвитку сої (сівба — сходи, дозрівання насіння). Сума активних температур на 462 °С перевищувала норму. Гідротермічний коефіцієнт з травня по вересень, як і попереднього року, був на рівні 0,81 (посушливо). Водночас погодні умови періоду вегетації сої у 2011 р. сприяли реалізації потенціалу її продуктивності й збереженню врожаю: у критичні періоди росту та розвитку рослин посіви були забезпечені вологою. Погодні умови 2012 р. через високий температурний режим, недостатню кількість опадів і нерівномірне їх випадання негативно вплинули на формування продуктивності сої. Сума активних температур за травень — вересень на 722,6 °С була більшою за норму, ГТК = 0,49, що характеризує погодні умови як сухі. Упродовж останніх років у період вегетації сої спостерігали перевищення суми активних (понад 10 °С) температур повітря на 644–680 °С за норму, дефіцит суми опадів становив від 46 до 223 мм. Погодні умови у 2019 р. були посушливими, як у 2010 р., у 2024 р. — сухими, як у 2012 р., що негативно позначилося на врожайності та продуктивності посівів сої.

Результати досліджень. На чорноземі різних підтипів можна широко

впроваджувати мінімізацію обробітку ґрунту. Науковою підставою для вибору глибини обробітку є різниця між фактичними та оптимальними параметрами щільності посівного та підпосівного шарів ґрунту. Якщо ці показники збігаються або є близькими, то доцільно зменшувати глибину основного обробітку ґрунту.

Для визначення оптимальних умов для розвитку рослин сої досліджено твердість ґрунту перед збиранням посівів. За пшениці озимої як попередника його твердість з глибиною профілю збільшувалася в усіх варіантах основного обробітку ґрунту. Оранка забезпечувала найменшу твердість порівняно з іншими способами основного обробітку ґрунту — 6,0–13,4 г/см², за прямої сівби цей показник був завжди найбільшим — 13,1–25,2 г/см², що негативно впливало на ріст і розвиток рослин сої. За вирощування сої в повторних посівах твердість ґрунту була найменшою і становила за оранки 5,6–13,1 г/см², за мілкого обробітку — 9,7–19,2, за прямої сівби — 11,6–23,6 г/см². Після кукурудзи на зерно на фоні оранки твердість ґрунту варіювала в межах 6,2–14,5 г/см², за мілкого обробітку вона підвищувалася до 9,9–21,8, за прямої сівби — до 12,5–27,0 г/см². Після соняшнику як попередника цей показник за оранки становив 6,6–14,8 г/см², за мілкого обробітку — 11,1–21,6, без обробітку — 12,9–27,3 г/см².

Отримані результати свідчать про те, що найнижчі показники твердості ґрунту в посівах сої спостерігали за оранки незалежно від попередника. Без обробітку ґрунту його твердість значно збільшувалася, особливо в глибоких шарах ґрунту (24–32 см) за просапних попередників. Це підтверджує важливість вибору відповідного способу обробітку, щоб створити оптимальні умови для розвитку рослин сої.

Дослідження впродовж 2010–2012 рр. показали, що кількість бур'янів у посівах сої істотно змінювалася залежно від попередників та обробітку ґрунту. Так,

в обидва строки спостережень (до і через 40 днів після сівби) найбільш забур'янені виявилися варіанти із сівбою після пшениці озимої, найменше бур'янів було після попередника кукурудзи на зерно. Найбільшу забур'яненість спостерігали у варіантах із прямою сівбою за всіх досліджуваних попередників (табл. 1).

У фазі збирання рослин сої в роки досліджень у посушливих умовах найбільш забур'янені були ділянки після пшениці озимої як попередника без обробітку ґрунту. Кількість бур'янів у цьому варіанті становила 5,2 шт./м², їх маса — 133,5 г/м². Слід зазначити, що під час вирощування сої після пшениці озимої за мілкого обробітку ґрунту кількість бур'янів зменшилася до 1,2 шт./м², їх маса становила 47,2 г/м².

У разі вирощування сої після кукурудзи на зерно й у повторних посівах за мілкого та традиційного обробітку ґрунту, а також після соняшнику за оранки наявності бур'янів під час збирання не спостерігали, що свідчить про належний захист рослин попередника та застосування страхового гербіциду. Структурні показники врожаю рослин сої за вирощування після всіх досліджуваних попередників у варіантах із застосуванням мілкого основного обробітку ґрунту та на ділянках

без обробітку були меншими порівняно з показниками за глибокої оранки. Найвищими вони були під час вирощування сої після кукурудзи та в повторних посівах на глибоко зораних площах.

Відзначено загальну тенденцію до зменшення кількості бобів на рослині, кількості насінин у них та маси 1000 насінин, зумовлену мінімізацією основного обробітку. Дефіцит ґрунтової вологи за цих умов призвів до погіршення наливу насіння, а повітряна посуха, яка підсилювала ґрунтову посуху, — до зменшення кількості насінин у бобі, що стало причиною недобору маси насіння з 1 рослини сої.

Дуже сильні прямі кореляційні зв'язки спостерігали між показниками врожайності та елементами структури врожаю: кількістю бобів на рослині — $r = 0,94$, масою насіння з рослини — $r = 0,99$, масою 1000 насінин — $r = 0,90$. Крім того, встановлено сильний прямий кореляційний зв'язок між показниками структури врожаю та вмістом протеїну в насінні сої ($r = 0,74-0,87$) і зворотну залежність між показниками структури врожаю та вмістом олії в насінні сої ($r = -0,88...-0,91$).

Урожайність сої є результатом взаємодії рослин із факторами зовнішнього

1. Забур'яненість посівів сої залежно від попередників та основного обробітку ґрунту (2010–2012 рр.), шт./м²

Попередник (фактор А)	Обробіток ґрунту (фактор В)	До сівби	На 40-й день після сівби	У фазі збирання	
				шт./м ²	г/м ²
Пшениця озима	Оранка (25–27 см)	2,5	3,9	1,0	29,3
	Мілкий (10–12 см)	3,6	11,5	1,2	47,2
	Без обробітку	12,9	16,3	5,2	133,5
Соя	Оранка (25–27 см)	0,8	1,3	0,0	0,0
	Мілкий (10–12 см)	1,2	1,8	0,0	0,0
	Без обробітку	3,2	3,8	1,5	19,2
Кукурудза на зерно	Оранка (25–27 см)	0,6	0,0	0,0	0,0
	Мілкий (10–12 см)	1,9	1,3	0,0	0,0
	Без обробітку	3,7	2,2	0,2	4,7
Соняшник	Оранка (25–27 см)	1,2	3,3	0,0	0,0
	Мілкий (10–12 см)	2,5	5,3	0,5	5,0
	Без обробітку	4,8	7,0	1,5	13,0

2. Урожайність сої залежно від попередників та основного обробітку ґрунту (2010–2012 рр.)

Попередник (фактор А)	Обробіток ґрунту (фактор В)	Урожайність, т/га	Відхилення від еталона	
			т/га	%
Пшениця озима	Оранка (25–27 см)	2,22	–	–
	Мілкий (10–12 см)	2,04	–0,19	8,40
	Без обробітку	1,79	–0,44	19,65
Соя	Оранка (25–27 см)	2,26	–	–
	Мілкий (10–12 см)	2,18	–0,09	3,78
	Без обробітку	2,07	–0,20	8,65
Кукурудза на зерно	Оранка (25–27 см)	2,25	–	–
	Мілкий (10–12 см)	2,10	–0,15	6,81
	Без обробітку	1,93	–0,32	14,17
Соняшник	Оранка (25–27 см)	2,10	–	–
	Мілкий (10–12 см)	1,93	–0,17	8,24
	Без обробітку	1,81	–0,29	13,79
НІР ₀₅	фактор А	0,05–0,08		
	фактор В	0,04–0,07		
	фактор АВ	0,10–0,16		

природного середовища, які значною мірою залежать від ґрунтового-кліматичних і погодних умов та агротехнічних заходів вирощування. У середньому за роки досліджень встановлено, що істотно вищу врожайність сої отримано за оранки після пшениці озимої, кукурудзи на зерно та сої як попередників — 2,22–2,26 т/га (табл. 2). За вирощування сої після соняшнику із застосуванням оранки врожайність знижувалася до 2,10 т/га, тобто була меншою, ніж за мілкового обробітку в повторних посівах і на одному рівні за кукурудзи на зерно як попередника.

Застосування мілкового обробітку ґрунту в технологічному процесі вирощування сої після всіх досліджуваних попередників призвело до недобору врожайності, яка в повторних посівах сої була меншою на 0,09 т/га, після кукурудзи на зерно — на 0,15, соняшнику — на 0,17, після пшениці озимої — на 0,19 т/га порівняно з показником за оранки.

Ще більший недобір урожаю спостерігали за прямої сівби сої. Так, за вирощування в повторних посівах він становив 0,20 т/га, після соняшнику — 0,29 т/га,

після кукурудзи на зерно — 0,32, після пшениці озимої — 0,44 т/га. Найменшою врожайність насіння сої була за вирощування її після соняшнику. Так, у варіанті з оранкою вона становила 2,10 т/га, що істотно не відрізняється від урожайності ділянок після сої без обробітку ґрунту, — 2,07 т/га. Урожайність сої за вирощування її після соняшнику із застосуванням мінімального обробітку ґрунту істотно поступалася її показникам, отриманим після інших попередників і, навіть у варіантах прямої сівби після сої, була на рівні у варіантах без обробітку ґрунту після кукурудзи на зерно.

Найнижчу врожайність рослини сої формували за прямої сівби після пшениці озимої та соняшнику. Спостереження за зміною якісних показників насіння сої показали, що вплив обробітку ґрунту на вміст олії в насінні був майже однаковим після всіх попередників і підвищувався зі зменшення глибини його обробітку (табл. 3).

Так, вищим вміст олії в насінні сої був у варіантах прямої сівби після пшениці озимої та соняшнику — відповідно,

3. Уміст олії та протеїну в насінні сої залежно від попередників та основного обробітку ґрунту (2010–2012 рр.), %

Попередник (фактор А)	Обробіток ґрунту (фактор В)	Уміст	
		олії	протеїну
Пшениця озима	Оранка (25–27 см)	20,54	42,23
	Мілкий (10–12 см)	20,84	41,50
	Без обробітку	21,10	40,51
Соя	Оранка (25–27 см)	20,13	42,16
	Мілкий (10–12 см)	20,29	41,09
	Без обробітку	20,70	39,40
Кукурудза на зерно	Оранка (25–27 см)	20,26	41,79
	Мілкий (10–12 см)	20,39	41,42
	Без обробітку	20,70	40,14
Соняшник	Оранка (25–27 см)	20,50	40,34
	Мілкий (10–12 см)	20,69	39,96
	Без обробітку	21,03	37,50

21,10 і 21,03%. Цей показник на 0,40% був більшим за результати, отримані після попередника кукурудзи на зерно та в повторних посівах. Застосування мілко-го обробітку ґрунту замість прямої сівби під час вирощування сої після пшениці озимої призвело до зниження вмісту олії на 0,16%, після кукурудзи на зерно — на 0,31, після соняшнику — на 0,34, у повторних посівах — на 0,41%. За оранки спостерігали найнижчий уміст олії в насінні сої, який після попередника пшениці озимої становив 20,54%, після соняшнику — 20,50, після кукурудзи на зерно — 20,26, після сої — 20,13%.

Між умістом олії в насінні сої та врожайністю у 2010–2012 рр. встановлено дуже сильний зворотний кореляційний зв'язок ($r = -0,91$), що додатково підтверджено дослідженнями показників якості насіння сої в аналогічних умовах вирощування після попередників пшениці озимої, сої та кукурудзи на зерно впродовж 2019 та 2024 рр. (середній ступінь прямої кореляції між періодами досліджень — $r = 0,60$). Останніми роками в умовах Північного Степу відзначено дуже сильний зворотний кореляційний зв'язок між урожайністю сої та вмістом олії в насінні (2019 р. — $r = -0,99$, 2024 р. — $r = -0,98$).

Також встановлено середній зворотний кореляційний зв'язок ($r = -0,65$) між умістом олії в насінні сої та протеїну у 2010–2012 рр., що підтверджено дослідженнями показників якості насіння сої в аналогічних умовах вирощування після попередників пшениці озимої, сої та кукурудзи на зерно впродовж 2019 та 2024 рр. (дуже високий ступінь зворотної кореляції — $r = -0,96 \dots -0,99$).

Спостереження за зміною вмісту протеїну в насінні сої показали значну залежність цього показника від зміни глибини основного обробітку ґрунту. Так, вищим уміст протеїну в насінні сої був у варіантах із застосуванням оранки після пшениці озимої та в повторних посівах — відповідно, 42,23 і 42,16%. Цей показник на 0,44% був більшим за результати, отримані після попередника кукурудзи на зерно, та на 1,89% — після соняшнику.

За вирощування сої після просапних попередників (кукурудзи на зерно та соняшнику) із застосуванням мілко-го обробітку ґрунту замість оранки вміст протеїну знизився на 0,37–0,38%, після пшениці озимої — на 0,73, у повторних посівах — на 1,07%. За прямої сівби було встановлено найнижчий уміст білка в насінні сої, показник якого після

4. Вихід олії та протеїну з посівів сої залежно від попередників та основного обробітку ґрунту (2010–2012 рр.), т/га

Попередник (фактор А)	Обробіток ґрунту (фактор В)	Вихід олії	Відхилення від еталона	Вихід протеїну	Відхилення від еталона
Пшениця озима	Оранка (25–27 см)	0,46	–	0,94	–
	Мілкий (10–12 см)	0,42	–0,04	0,85	–0,09
	Без обробітку	0,38	–0,08	0,72	–0,22
Соя	Оранка (25–27 см)	0,46	–	0,95	–
	Мілкий (10–12 см)	0,44	–0,02	0,89	–0,06
	Без обробітку	0,43	–0,03	0,81	–0,14
Кукурудза на зерно	Оранка (25–27 см)	0,46	–	0,94	–
	Мілкий (10–12 см)	0,43	–0,03	0,87	–0,07
	Без обробітку	0,40	–0,06	0,78	–0,17
Соняшник	Оранка (25–27 см)	0,43	–	0,85	–
	Мілкий (10–12 см)	0,40	–0,03	0,77	–0,08
	Без обробітку	0,38	–0,05	0,68	–0,17

пшениці озимої як попередника знижувався порівняно з його вмістом за оранки на 0,99%, кукурудзи на зерно — на 1,28, після сої — на 1,69, після соняшнику — на 2,43%.

Встановлено сильний прямий кореляційний зв'язок ($r = 0,74$) між вмістом протеїну в насінні сої та врожайністю у 2010–2012 рр., що підтверджено дослідженнями показників якості насіння сої за вирощування її після пшениці озимої, сої та кукурудзи на зерно як попередників у 2019 та 2024 рр. (високий ступінь кореляції між періодами досліджень — $r = 0,73$). У ці роки також спостерігали дуже сильний прямий кореляційний зв'язок між урожайністю і вмістом протеїну в насінні сої (2019 р. — $r = 0,96$, 2024 р. — $r = 0,99$). Найбільшим вихід олії з одиниці площі посівів сої був за глибокої оранки. Так, після попередників пшениці озимої, кукурудзи на зерно та сої він становив 0,46 т/га, а після соняшнику — 0,43 т/га (табл. 4).

Із застосуванням мілкового обробітку ґрунту після сої вихід олії був меншим на 0,02 т/га, просапних попередників (кукурудзи на зерно та соняшнику) — на 0,03, після пшениці озимої — на 0,04 т/га. Без обробітку ґрунту недобір

виходу олії з одиниці площі був найбільшим за стерньового попередника — 0,08 т/га. Із використанням прямої сівби сої після соняшнику та кукурудзи на зерно недобір виходу олії становив 0,05–0,06 т/га, у повторних посівах — лише 0,03 т/га. Тобто після всіх попередників більший вихід олії з одиниці площі формувалася за оранки. Слід зазначити, що цей показник у варіантах із застосуванням прямої сівби після сої становив 0,43 т/га і таким самим був на ділянках, де проводили оранку після соняшнику.

Вихід протеїну з одиниці площі посівів сої залежав від попередника та основного обробітку ґрунту. Найбільшим він був у повторних посівах сої за оранки — 0,95 т/га. Дещо знижувався за використання оранки після пшениці озимої та кукурудзи на зерно і становив 0,94 т/га. Із застосуванням мілкового обробітку цей показник зменшився за попередника сої на 3,3%, кукурудзи на зерно — на 7,5, після соняшнику та пшениці озимої — на 9,4 та 9,6% відповідно. За прямої сівби в технології вирощування сої в повторних посівах вихід протеїну був меншим на 14,1%, після кукурудзи на зерно — на 17,0,

після соняшнику — на 20,0, після пшениці озимої — на 23,4%.

Отже, оптимізація системи обробітку ґрунту та вибір попередників є необхідною умовою для досягнення високих якісних показників урожаю сої.

Подальші дослідження в цьому напрямі дадуть змогу розробити й удосконалити елементи біоадаптивної технології, спрямовані на підвищення економічної та екологічної ефективності вирощування сої.

Висновки

Для формування стабільної продуктивності посівів сої і високого виходу олії та протеїну в умовах Північного Степу України її доцільно вирощувати за оранки як основного обробітку чорнозему звичайного після кращих попередників — сої,

кукурудзи на зерно та пшениці озимої. За прямої сівби значно підвищується твердість ґрунту, що призводить до достовірного недобору врожаю сої — 8,7–19,7% — та зменшення виходу олії на 6,5–17,4%, протеїну — на 14,1–23,4%.

Andriienko A.¹, Semeniaka I.², Andriienko O.³
^{1,2}*Institute of Agriculture of the Steppe of NAAS, 2 Tsentralna Str., vil. Sozonivka, Kropyvnytskyi district, Kirovohrad oblast, 27602, Ukraine;*
³*Central Ukrainian National Technical University, 8 Universytetskyi Ave., Kropyvnytskyi, 25006, Ukraine; e-mail: ¹cornagroteh@ukr.net, ²igor.semenyaka@ukr.net, ³andriienko2277@gmail.com; ORCID: ¹0000-0002-2318-9454, ²0000-0002-8905-5387, ³0000-0003-1982-1151*
Influence of precursors and soil cultivation on oil and protein yield from soybean crops

Goal. To develop the basic parameters of bioadaptive soybean cultivation technology (*Glycine max* L.), determine their impact on the yield and quality of soybean seeds in the Steppe of Ukraine. **Methods.** Basic — field research, additional — laboratory and mathematical statistics (dispersion and correlation analyses). The research was carried out in the conditions of the Northern Steppe at the Institute of Agriculture of the Steppe of NAAS during 2010–2024 (soil-typical deep medium-humus heavy-carbonaceous chernozem). **Results.** For the use of plowing after winter wheat, corn for grain, and soybeans as precursors, the yield of soybeans increased to 2.22–2.26 tons/ha compared to the indicator for the predecessor of sunflower (2.10 tons/ha). The use of shallow tillage caused a significant shortage of soybean harvest in repeated crops of 0.09 t/ha, after corn for grain — 0.15, sunflower — 0.17, after winter wheat — 0.19 t/ha,

compared to this value in plowing options. For direct sowing, the shortage of soybean harvest was 8.7–19.7%. The lowest soil hardness was during soybean cultivation in repeated crops for ploughing — 5.6–13.1 g/cm², for shallow tillage — increased to 9.7–19.2 g/cm², for direct sowing — to 11.6–23.6 g/cm². After sunflower plowing, it increased to 6.6–14.8 g/cm², with shallow tillage — to 11.1–21.6, without tillage — to 12.9–27.3 g/cm², which negatively affected the growth and development of soybean plants. Due to the very strong inverse correlation between the oil content in soybean seeds and yield, even with a higher oil content in soybean seeds by direct sowing, the highest yield of oil from a unit of soybean crop area (0.46 t/ha) was achieved precisely for plowing after predecessors — soybean, corn for grain, and winter wheat. For direct soybean sowing after sunflower and corn for grain, the shortfall in oil yield was 0.05–0.06 t/ha, in repeated sowing — 0.03 t/ha. The highest protein yield (0.94–0.95 t/ha) was obtained for plowing after soybean predecessors — corn for grain and winter wheat, the lowest (0.68 t/ha) — for direct soybean sowing after sunflower. **Conclusions.** To form a stable productivity of soybean crops and a high yield of oil and protein in the conditions of the Northern Steppe of Ukraine, soybeans should be grown for plowing as the main cultivation of typical chernozem after the best predecessors — soy, corn for grain, and winter wheat. With direct

sowing, soil hardness increases significantly, which leads to a reliable shortage of soybean yield (8.7–19.7%), a decrease in oil yield (by 6.5–17.4%), and protein (by 14.1–23.4%).

Key words: bioadaptive technology, plowing, shallow tillage, direct sowing, soil hardness, productivity.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agroviznyk202509-05>

Бібліографія

1. Бабич А.О., Бабич-Побережна А.А. Стратегічна роль сої в розв'язанні глобальної продовольчої проблеми. *Корми і кормовиробництво*. 2011. 69. С. 11–19.
2. Smith J., Brown K., & Davis L. Crop rotation and tillage effects on soybean yield and quality. *Journal of Agronomy*. 2020. 102(5). P. 567–574.
3. Wilcox J.R., Shibles R.M. Interrelationships among seed quality attributes in soybean. *Crop Science*. 2001. 41(1). P. 11–14.
4. Бабич А.О., Колісник С.І. Розміщення посівів і технологія вирощування сої в Україні. *Пропозиція*. 2002. 5. С. 38–40.
5. Бабич А.О., Панасюк О.Я., Петриченко В.Ф. Розробка короткоротаційних сівозмін та перспективи їх впровадження у приватних господарствах Лісостепу. *Вісник аграрної науки*. 2001. 8. С.12–15.
6. Balboa G.R., Sadras V.O., Ciampitti I.A. Shifts in soybean seed composition in response to genetic gain and change in management practices: A review. *Frontiers in Plant Science*. 2018. 9. P. 330.
7. Танчик С.П., Бабенко А.І. Продуктивність пшениці озимої і сої залежно від попередників у Правобережному Лісостепу. *Землеробство*. 2015. 1. С. 19–22.
8. Губенко Л.В., Задубинна Є.В., Ветрова Н.О. Продуктивність сої залежно від способів основного обробітку та застосування мінеральних добрив. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН»*. 2018. 2. С. 35–43.
9. Кириченко В.В., Рябуха С.С., Кобизьва Л.Н. та ін. Соя: моногр. Харків: Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва, 2016. 400 с.
10. Бабич А.О. Сучасне виробництво і використання сої. Київ: Урожай, 1993. 429 с.
11. Танчик С.П., Центило Л.В., Цюк О.А. Вплив удобрення та обробітку ґрунту на врожайність культур сівозміни. *Вісник аграрної науки*. 2019. 8. С.11–16.
12. Січкач В.І. Роль зернобобових у вирішенні білкової проблеми в Україні. *Корми і кормовиробництво*. 2004. 53. С. 110–115.
13. Martin E.A., Johnson P., Lee S. Conservation tillage practices and their impact on soybean protein and oil yield. *Agricultural Science Journal*. 2021. 95(2). P. 112–119.
14. Деревянський В.П. Соя: моногр. Київ: УкрІНТЕІ, 1994. 215 с.
15. Derpsch R., Friedrich T., Kassam A., Hongwen L. Current status of adoption of no-till farming in the world and some of its main benefits. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*. 2010. 3(1). P. 1–25.
16. Hobbs P.R., Sayre K., Gupta R. The role of conservation agriculture in sustainable agriculture. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. 2008. 363(1491). P. 543–555.
17. Білявська Л.Г., Рибальченко А.М. Мінливість господарсько-цінних ознак сої в умовах Лівобережного Лісостепу України. *Вісник ПДАА*. 2019. 1. С. 65–72.
18. Огурцов Є.М., Міхєєв В.Г., Бєлінський Ю.В., Клименко І.В. Адаптивна технологія вирощування сої у Східному Лісостепу України: моногр.; за ред. М.А. Бобро. Харків: ХНАУ, 2016. 268 с.
19. Рожков А.О., Пузік В.К., Каленська С.М. та ін. Дослідна справа в агрономії: навч. посібн. у 2 кн. Кн. 2. Статистична обробка результатів агрономічних досліджень; за ред. А.О. Рожкова. Харків: Майдан, 2016. 342 с.