

А. О. Бабич, академік НААН

С. І. Колісник, С. Я. Кобак, О. Я. Панасюк, О. М. Венедіктов, кандидати сільськогосподарських наук

М. О. Балан

Інститут кормів НААН

ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ШЛЯХИ ОПТИМІЗАЦІЇ СОРТОВОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Викладено результати п'ятирічних досліджень з вивчення впливу окремих елементів технології вирощування на продуктивність сортів сої. Обґрунтовано вплив системи удобрення, обробітку ґрунту в короткоротаційних сівозмiнах на урожайність сої. Розкрито залежність продуктивності сої від впливу бактеріальних добрив, позакореневих підживлень та десикації. Обґрунтовано шляхи оптимізації сортової технології вирощування сої в умовах Лісостепу України.

Ключові слова: *соя, короткоротаційні сівозміни, обробіток ґрунту, система удобрення, десикація, урожайність.*

Соя є основною зернобобовою культурою в світі, яка має велике продовольче, технічне та агротехнічне значення. Її вирощування було однією з умов процвітання стародавніх цивілізацій. Вона й тепер відіграє ключову роль у виробництві зерна, білка, олії, фіксує біологічний азот з атмосфери.

Батьківщиною сої вважається Південно-Східна Азія. В Китаї вона відома понад 6000 років до н. е. Понад 4000 років до н. е. сою вирощували в Кореї, Індії, Японії та інших країнах. В Європі сою почали вирощувати лише у XVIII столітті, а в Україні – з 70-х років XIX століття.

За площею посіву у світі вона посідає перше місце серед зернобобових культур та четверте – за посівними площами після пшениці, кукурудзи і рису, потіснивши останніми роками ячмінь.

Слід зазначити, що виробництво сої в Україні характеризується динамічним зростанням посівних площ і валових зборів. Так, якщо в 2001 році площа посіву культури становила 189,6 тис. га, валовий збір 231,9 тис. т, то у 2010 році відповідно вже 1038,0 тис. га та 1671,0 тис. т. Поряд з цим, також слід відмітити, що рівень урожайності насіння сої у виробничих умовах за ці роки не в значній мірі, але зріс із 1,22 до 1,61 т/га, хоча порівняно із рівнем урожайності в провідних соєсіючих країнах, та-

ких як США, Аргентина, Бразилія він удвічі менший. Тому, актуальною проблемою в Україні є зростання обсягів виробництва сої.

Згідно регіональної програми з виробництва олійних культур на 2011—2015 рр. планується збільшити виробництво насіння сої до 3,5 млн т. Таке нарощування виробництва має відбуватись за рахунок максимальної реалізації генетичного потенціалу сучасних сортів цієї культури, а не екстенсивним шляхом – за рахунок збільшення площ посіву. Одним із шляхів формування максимальної продуктивності сортів сої є впровадження у виробництво для конкретного регіону адаптованої технології вирощування цієї культури. Концепція розвитку технології вирощування насіння сої передбачає розробку моделей формування високопродуктивних агрофітоценозів з урахуванням ґрунтово-кліматичного потенціалу регіону, біології сортів нового покоління, що забезпечить своєчасне визначення факторів, які негативно впливатимуть на реалізацію генетичного потенціалу продуктивності агрофітоценозу, і дасть змогу активно керувати продукційним процесом у процесі онтогенезу. Технологія вирощування сої тільки тоді буде ефективною, коли вона буде гармонійно працювати в системі: ґрунтово-кліматичний потенціал регіону – рівень родючості ґрунту – попередник – раціональний обробіток ґрунту – сорт – строк сівби – кількісне та просторове розміщення рослин на площі – збалансовані системи живлення, захист від шкідливих організмів і своєчасний збір врожаю.

Методика досліджень. З метою вивчення впливу ефективності та оптимізації технології вирощування сої на формування високопродуктивних її агрофітоценозів в умовах Лісостепу України упродовж 2006—2010 рр. проводились дослідження на полях лабораторії технології вирощування зернобобових культур Інституту кормів НААН, які передбачали вивчення та розробку моделі короткоротаційної сівозміни, насиченої соєю та кукурудзою; розробку способу передпосівної обробки насіння на основі біологічних, хімічних та фізіологічно-активних речовин; оптимізацію системи удобрення сої та розробку способу підготовки посівів середньопізніх та пізньостиглих сортів сої до збирання.

Ґрунти дослідних ділянок сірі лісові середньосуглинкові на лесі, орний шар яких (0—20 см) містить гумусу – 1,94 %, легкогідролізованого азоту – 8,9 мг/кг, рухомого фосфору (за Чіриковим) – 129,0 мг/кг, обмінного калію (за Чіриковим) - 97,0 мг/кг, рН – 5,5, сума ввібраних основ – 20,0 мг-екв./100 г ґрунту.

Дослідження супроводжувалися спостереженнями, вимірами, обліками та аналізами відповідно до загальноприйнятих та широко апробованих методик.

Результати досліджень. Одержані результати багаторічних досліджень із соєю в зоні Лісостепу України показали, що продуктивність куль-

тури значною мірою залежала від факторів інтенсифікації, які вивчались в дослідках.

Відомо, що сорт є найдоступнішим і найдешевшим засобом підвищення урожайності сільськогосподарських культур, у тому числі і сої. В той же час сорти сої відрізняються вузьким екологічним пристосуванням, що обумовлює їх вирощування у вузькій смузі завширшки 160 км з півночі на південь [1, 2]. Вирощування сортів сої за межами цієї смуги призводить до значного погіршення реалізації їх генетичного потенціалу. Тому, в Інституті кормів НААН обґрунтовано соєвий пояс України, де розміщено 2/3 посівів сої, виділено зону стійкого та нестійкого її виробництва на незрошуваних землях і зону гарантованого виробництва на зрошуваних землях [3, 4]. Створення в останні роки нових високопродуктивних скоростиглих сортів Інститутом кормів НААН спільно з іншими науководослідними установами, сприяло розширенню соєвого поясу на північ Лісостепу та на південь Полісся України. Проведена екологічна оцінка сортів сої показала, що такі сорти як Золотиста, Артеміда, КиВін, Омега Вінницька, Монада, Хуторяночка в умовах різних регіонів вирощування України забезпечують урожайність насіння на незрошуваних землях 2,8—3,5 т/га, в умовах зрошення 4,0—4,5 т/га і збір сирого протеїну 1,2—1,4 т/га.

Правильне розміщення сої в сівозміні дає можливість збільшити її урожайність не тільки завдяки запобіганню хворобам і пошкодженню фітофагами, зниженню забур'яненості поля, але й поліпшенню воднофізичного режиму ґрунту, раціональнішому використанню поживних речовин. Ряд авторів [5, 6] зазначає, що соя менш чутлива до монокультурного вирощування, ніж горох, боби кормові, люпин. Проте, все таки доцільно вирощувати сою у двопільних короткоротаційних сівозмінах: соя – кукурудза, соя – озима пшениця, соя – ярий ячмінь.

Так, проведені дослідження в стаціонарному досліді показали, що вирощування сої беззмінно протягом 16 років забезпечило урожайність насіння на рівні 1,26—1,49 т/га. Встановлено, що за рахунок агротехнічних прийомів є можливість збільшити урожайність насіння сої в беззмінних посівах. При органо-мінеральній системі удобрення (гній, 15 т/га + $N_{45}P_{60}K_{60}$) урожайність сої становила 1,51—1,77 т/га, що більше на 0,25—0,28 т/га порівняно з варіантами, де застосовували лише органічну систему удобрення (гній, 15 т/га). Крім цього нами встановлено, що проведення глибокого основного обробітку ґрунту (27—30 см) також підвищувало урожайність сої на 0,23—0,26 т/га за монокультурного вирощування в порівнянні з ділянками, де проводили основний обробіток ґрунту завглибшки 20—22 см (табл. 1).

Поряд з цим, у дослідженнях відмічено, що співвідношення посівів сої і кукурудзи в короткоротаційних сівозмінах суттєво впливає на урожайність насіння сої. Так, порівняно із монокультурним вирощуванням сої,

співвідношення сої і кукурудзи як 1:1, 1:2 і 1:3 збільшувало урожайність відповідно на 0,55, 1,27 та на 1,04 т/га. Проте, найбільша урожайність насіння сої (2,19—2,91 т/га) відмічена на варіантах при співвідношенні її із кукурудзою як 1:3. При вирощуванні сої і кукурудзи як 1:1 та 1:2 урожайність складала відповідно 1,75—2,38 та 1,94—2,62 т/га.

На основі вивчення впливу факторів інтенсифікації на урожайність насіння сої незалежно від співвідношення сої і кукурудзи в короткоротаційній сівозміні нами встановлено, що застосування органо-мінеральної системи удобрення (гній, 15 т/га + N₄₅P₆₀K₆₀) забезпечило підвищення рівня урожайності культури на 0,37—0,40 т/га в порівнянні з органічною системою удобрення (гній, 15 т/га). Проведення глибокого основного обробітку ґрунту (27—30 см) сприяло зростанню рівня урожайності насіння сої на 0,26—0,32 т/га порівняно із середнім основним обробітком завглибшки 20—22 см.

1. Урожайність насіння сої залежно від системи удобрення, глибини оранки і співвідношення посівів сої і кукурудзи в короткоротаційних сівозмінах, т/га (у середньому за 2006—2010 рр.)

Співвідношення посівів сої і кукурудзи в сівозміні	Система удобрення	Основний обробіток ґрунту	
		Середній (20—22) см	Глибокий (27—30 см)
Беззмінно 16 років	Гній 15 т/га	1,26	1,49
	Гній 15 т/га + N ₄₅ P ₆₀ K ₆₀	1,51	1,77
1:1 (соя – кукурудза)	Гній 15 т/га	1,75	2,00
	Гній 15 т/га + N ₄₅ P ₆₀ K ₆₀	2,11	2,38
1:2 (соя кукурудза – кукурудза)	Гній 15 т/га	1,94	2,23
	Гній 15 т/га + N ₄₅ P ₆₀ K ₆₀	2,31	2,62
1:3 (соя – кукурудза – кукурудза – кукурудза)	Гній 15 т/га	2,19	2,51
	Гній 15 т/га + N ₄₅ P ₆₀ K ₆₀	2,58	2,91

Фактори: А - співвідношення посівів сої і кукурудзи; В - система удобрення ; С - основний обробіток ґрунту

НІР_{0,95}, т/га: (у середньому за 2006—2010 рр.): А – 0,087; В – 0,075 ; С-0,079; АВ – 0,115; АС – 0,130; ВС – 0,112; АВС – 0,148.

Застосування короткоротаційних сівозмін є досить актуальним, особливо в даний час, для крупних приватних товаровиробників та фермерських господарств, яке не вимагає додаткових витрат коштів та у більшості випадків при переході до таких сівозмін немає необхідності заново проводити землевпорядкування.

Не секрет, що стабілізуючою основою більшості систем землеробства є бобові рослини, особливо соя, яка в симбіозі із бульбочковими бактеріями спроможна фіксувати на сірих лісових ґрунтах за вегетаційний період до 100—120 кг/га біологічного азоту. Тому передпосівна обробка насін-

ня бактеріальними добривами – простий у використанні, дешевий і обов'язковий агротехнічний захід, що забезпечує підвищення азотфіксуючої здатності сої її продуктивності і покращення якості врожаю не тільки інокульованих посівів, але й наступних за ними культур в сівозміні [7, 8].

Встановлено, що у зв'язку із розширенням площ сої, ґрунти містять велику кількість (від десятків до мільйонів життєздатних клітин в 1 г ґрунту) аборигенних популяцій бульбочкових бактерій, які можуть суміщати з високою конкурентною здатністю слабку активність азотфіксації. Подолати конкуренцію зі сторони спонтанних популяцій бульбочкових бактерій, які переважно формують до 100 % бульбочок, котрі мають низький потенціал азотфіксації, можна шляхом застосування висококонкурентних штамів ризобій. Однак слід зазначити, що багатьом сортам бобових культур властиве недостатньо високе сприйняття до інокуляції активними штамми бульбочкових бактерій, внаслідок чого їх кореневу систему заселяють «місцеві» малоактивні штами. Тому симбіоз потрібно розглядати не тільки в розрізі культура – азотфіксуючі бактерії, але й сорт – штам азотфіксуючих бактерій. У попередніх дослідженнях Інституту кормів НААН (2001—2003 рр.) з сортом сої Агат відмічено, що найбільшу урожайність 2,81 та 2,84 т/га сформовано на ділянках, де інокуляцію проводили штамми бульбочкових бактерій 71-Т та 22 [9].

У 2006—2010 рр. на основі п'ятирічних досліджень встановлено, що інокуляція насіння сої сорту Феміда на фоні вапнування забезпечувала підвищення рівня її урожайності на всіх ділянках досліду. Крім цього, нами встановлено, що за різних погодних умов року штамми бульбочкових бактерій по різному впливали на симбіотичну продуктивність та урожайність насіння в цілому. Так, в умовах 2006 року максимальну урожайність насіння сої на фоні вапнування забезпечили такі штамми бульбочкових бактерій як 71-Т, 634 б та Х-2, яка склала відповідно 2,45 т/га, 2,39 та 2,25 т/га, що перевищує контроль (без інокуляції) на 0,18–0,38 т/га (табл. 2). В умовах 2007 року найефективнішими штамми мікроорганізмів виявились 71-Т і 634 б (2,02 т/га) та М-8 (1,90 т/га), в 2008 – № 19 (2,83 т/га), № 33 (2,78 т/га) та 640 б (2,74 т/га). У 2009 році найвища урожайність формувалася на ділянках, де насіння перед посівом обробляли штамми 640 б (2,30 т/га), Х-2 (2,29 т/га), 33 (2,16 т/га) та 19 (2,13 т/га). Приріст врожаю порівняно з контролем склав 0,14–0,31 т/га.

В умовах 2010 року найбільш комплементарними штамми мікроорганізмів виявились 71-Т (2,87 т/га), М - 8 (2,83 т/га) та Х-2 (2,81 т/га). Тому, виходячи з одержаних даних можна стверджувати, що найбільш адаптивними штамми бактеріальних препаратів в умовах Лісостепу є: 71-Т, 634 б, Х-2 та № 36, які в середньому за п'ять років досліджень забезпечили найвищу урожайність насіння сої – 2,36—2,43 т/га, що відповідно більше на 0,22—0,29 т/га або на 10,3—13,6 % порівняно з ділянками контролю

(без інокуляції). Інші штами бульбочкових бактерій забезпечили дещо меншу прибавку урожаю, яка коливалася від 0,09 до 0,17 т/га або від 5,6 до 7,9 %.

2. Урожайність насіння сої сорту Феміда залежно від штаму бульбочкових бактерій, т/га (у середньому за 2006—2010 рр.)

№ з/п	Штами бульбочкових бактерій	Урожайність, т/га					
		Роки					
		2006	2007	2008	2009	2010	Середнє
1	Без інокуляції (контроль)	2,07	1,77	2,40	1,99	2,45	2,14
2	634 б	2,39	2,02	2,73	2,12	2,79	2,41
3	М-8	2,09	1,90	2,48	2,02	2,83	2,26
4	Х – 2	2,25	1,84	2,49	2,29	2,81	2,38
5	71-Т	2,45	2,02	2,73	2,07	2,87	2,43
6	640 б	2,12	1,84	2,74	2,30	2,79	2,36
7	36	2,10	1,80	2,56	2,11	2,58	2,23
8	19	2,08	1,83	2,83	2,13	2,68	2,31
9	33	2,06	1,81	2,78	2,16	2,72	2,31
НІР _{0,95} т/га		0,037	0,028	0,039	0,031	0,042	

Серед зернобобових культур соя досить вимоглива до вмісту в ґрунті поживних речовин, хоча ефективність внесених добрив під сою, насамперед, залежить від агрохімічних показників ґрунту, вологозабезпечення, сорту тощо. Тому, при застосуванні добрив необхідний диференційований підхід. Встановлено, що на формування 1 т насіння і відповідної кількості побічної продукції соя використовує 72—101 кг азоту, 24—41 кг фосфору, 22—44 кг калію, 23—28 кг кальцію тощо [10]. За попередніми результатами досліджень Інституту кормів НААН, враховуючи потреби сої в елементах живлення на сірих лісових ґрунтах, вадою яких є низька біологічна активність і, як наслідок цього, не досить сприятливий для рослин поживний режим, необхідно вносити під зяблеву оранку по 60 кг/га д. р. фосфорних, калійних та 45 кг/га д. р. азотних добрив [2]. Проте внесення повного мінерального добрива в ґрунт не вирішує повністю проблему забезпечення потреби рослин у необхідних елементах мінерального живлення. Нестача поживних речовин, особливо загострюється в період формування генеративних органів. За несприятливих гідротермічних умов, навіть, за оптимальної кількості в ґрунті доступних сполук макро- та мікроелементів засвоєння їх кореневою системою є недостатнім, що сповільнює темпи росту і розвитку рослин. Особливо знижується здатність засвоєння кореневою системою азоту. Тому, в системі мінерального живлення сої застосовують допоміжний спосіб застосування макро- та мікроелементів на хелатній основі, що обумовлюється позакореневим (листяним) підживленням. Ступінь засвоєння елементів живлення з цих добрив через листки є досить високим, на рівні 80—95 %.

Вивчення впливу системи удобрення, яка передбачала внесення мінеральних добрив в основне та передпосівне удобрення, а також позакореневе підживлення у єдиному технологічному процесі на формування урожайності насіння сої показало, що дія кожного з факторів залежала від ефективності їхньої взаємодії. Дослідженнями встановлено високу ефективність застосування позакореневих підживлень на фоні внесення повного мінерального добрива в нормі $N_{45}P_{60}K_{60}$. Так, у середньому за чотири роки досліджень, проведення двох позакореневих підживлень комплексним водорозчинним добривом Плантафол (0,75 кг/га) у фазах бутонізації та утворення зелених бобів забезпечує максимальний рівень урожаю насіння 2,45 т/га у сорту Золотиста та 2,75 т/га у сорту Омега Вінницька (табл. 3).

3. Урожайність насіння сортів сої залежно від позакореневих підживлень, т/га (у середньому за 2007—2010 рр.)

Позакореневі підживлення	Сорти	
	Золотиста	Омега Вінницька
Без підживлень	2,08	2,32
Підживлення у фазі бутонізації	2,27	2,52
Підживлення у фазі утворення зелених бобів	2,28	2,53
Поєднання підживлення у фазах бутонізації та утворення зелених бобів	2,45	2,75

Примітка: А-сорт; В – позакореневі підживлення.
 $NP_{0,95}$ т/га А-0,026; В-0,036; АВ-0,053

Приріст урожаю до контролю, де вносили в основне удобрення мінеральні добрива в нормі $N_{45}P_{60}K_{60}$ становив 0,37 т/га у сорту Золотиста та 0,43 т/га у сорту Омега Вінницька. Слід відмітити, що проведення одноразових позакореневих підживлень Плантафолом (0,75 кг/га) у фазі бутонізації або утворення зелених бобів забезпечило зростання рівня урожайності насіння сортів Золотиста та Омега Вінницька в межах 0,19—0,21 т/га.

У роки з надмірною кількістю опадів і, відповідно подовженням вегетаційного періоду на завершальному етапі органогенезу сої, особливо у сортів середньопізньої та пізньої групи стиглості, для вчасного збору урожаю з високими посівними показниками доцільно застосовувати хімічне підсушування посівів – десикацію.

На основі попередніх досліджень Інституту кормів НААН, встановлено, що найкращий строк проведення десикації посівів сої настає за вологості насіння 40—45 % та найбільше прискорення процесу дозрівання (10—12 діб) забезпечила композиція реглон (1 л/га) + NO_4NO_3 + соєве молоко [11]. Дослідженнями в 2006—2010 рр. встановлено позитивний вплив на продуктивність сої різних видів десикантів із зниженими нормами та їх композицій з азотнокислим амонієм (10 кг/га). Так,

композиція (Скорпіон, 1,0 л/га + NO_4NO_3 , 10 кг/га) забезпечувала прискорення процесу дозрівання на 10—12 діб, вологість насіння на час повної стиглості склала 13,9 %. При цьому маса 1000 насінин становила 163 г, лабораторна схожість – 95,8 %, енергія проростання – 88,3 %. Урожайність насіння сої становила 2,66 т/га при рівні на контролі без проведення десикації 2,62 т/га. При цьому вартість десикаційної обробки склала 119,0 грн./га. Інші десиканти та їх композиції з азотнокислим амонієм характеризувались нижчою десикаційною активністю та вищими витратами на десикацію.

Висновки. Таким чином, впровадження у виробництво ефективних конкурентоспроможних, з високим рівнем окупності енергії, адаптованих до умов середовища технологій вирощування сої, які базуються на науково-обґрунтованому розміщенні сої у сівозміні, диференційованому обробітку ґрунту, раціональній, оптимізованій системі мінерального і бактеріального живлення із урахуванням потреби рослин в поживних речовинах за етапами органогенезу, а також ефективних методах десикації в передзбиральний період забезпечить одержання високих і сталих урожаїв сої.

Бібліографічний список

1. *Петриченко В. Ф.* Адаптивний потенціал продуктивності сої в умовах центрального Лісостепу України / В. Ф. Петриченко, А. О. Бабич, С. В. Іванюк, С. І. Колісник, І. В. Темченко, А. В. Семцов. – Селекція і насінництво. – 2005. – Вип. 90. – С. 59—66.
2. *Петриченко В. Ф.* Рекомендації щодо розробки технологічного процесу виробництва сої на богарних землях / В. Ф. Петриченко, М. М. Гаврилюк, В. С. Сніговий, А. О. Бабич та ін.: Вінниця: Інститут кормів УААН. – 2010. – 16 с.
3. *Бабич А. О.* Соевий пояс і розміщення виробництва сортів сої в Україні / Бабич А. О., Бабич-Побережна А. А. – Пропозиція. – 2010. – Вип. 4. – С. 53—55
4. *Петриченко В. Ф.* Виробництво та використання сої в Україні / В. Ф. Петриченко. – Агроном. – № 3 серпень. – 2009. – С. 79—82
5. *Колісник С. І.* Особливості вирощування сої на насіння в безмінних посівах Лісостепу України / С. І. Колісник, О. Я. Панасюк, Н. М. Петриченко. – Корми і кормовиробництво, 2004. – Вип. 53. – С. 116—120
6. *Адамень Ф. Ф., Вергунов В. А., Лазер П. Н.* Агробиологические особенности возделывания сои в Украине / Ф. Ф. Адамень, В. А. Вергунов, П. Н. Лазер – Київ: Аграрна наука, 2006. – 456 с.
7. *Базилинская М. В.* Биудобрения / М. В. Базилинская – М.: Агропромиздат. – 1989. – 126 с.
8. *Берестецкий О. А.* Фитокенины почвенных микроорганизмов и их экологическая роль / О. В. Берестецкий. – Фитотоксические свойства

почвенных микроорганизмов. – Л. – 1978. – С. 7—30.

9. *Петриченко В. Ф.* Наукові основи сучасних технологій вирощування високобілкових культур / В. Ф. Петриченко, А. О. Бабич, С. І. Колісник, Н. М. Петриченко та ін. – Вісник аграрної науки, 2003. – № 10 (спецвипуск). – С. 15—19

10. *Бабич А. О.* Сучасне виробництво і використання сої / А. О. Бабич – К.: Урожай, 1993. – 428 с.

11. *Петриченко Н. М.* Формування продуктивності сої залежно від строку сівби, виду і строку внесення десикантів в умовах Лісостепу України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06. 01. 09 «Рослинництво» / Н. М. Петриченко . – Кам'янець-Подільський, 1997. – 19 с.