УДК: 635.655:631.5

С. І. Колісник, С. Я. Кобак, О. М. Венедіктов, кандидати сільськогосподарських наук
Г. В. Опанасенко
Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН

ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ СОРТІВ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД РІВНІВ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ ПРАВОБЕРЕЖНОГО

Викладено результати дворічних досліджень з вивчення впливу рівнів мінерального живлення та позакореневих підживлень азотними добривами на фотосинтетичну і симбіотичну продуктивність та урожайність насіння сортів сої. Дана економічна оцінка елементам технології вирощування культури.

Ключові слова: *удобрення, позакореневі підживлення, соя, сорти, урожайність, економічна ефективність.*

Однією із основних умов, яка визначає рівень фотосинтетичної та симбіотичної продуктивності посівів сої, величину і якість насіння є ступінь забезпечення її рослин елементами живлення, особливо азотом [1]. Відомо, що соя, як зернобобова культура, значну частину потреби в азоті задовольняє за рахунок біологічної азотфіксації та використання його з ґрунту. Проте, при вирощуванні високопродуктивних сортів сої з потенціалом урожайності насіння 4,0 – 5,0 т/га не завжди вдається повністю забезпечити її рослини азотом за рахунок біологічної азотфіксації [2].

Тому, переважна більшість дослідників вважає, що якщо одного симбіотично фіксованого азоту не достатньо для формування високопродуктивних посівів, а внесення мінерального пригнічує механізм азотфіксації, то необхідно знайти шлях раціонального поєднання симбіотичного та автотрофного типів живлення сої азотом [3, 4]. У зв'язку з цим, вивчення впливу режимів мінерального живлення при вирощуванні високопродуктивних сортів сої, процесу формування величини урожаю та якості насіння залежно від внесення повного мінерального удобрення та визначення дози позакореневих підживлень азотними добривами є важливою науковою проблемою і потребує теоретичного обґрунтування з метою розробки практичних рекомендацій для соєсіючих господарств Лісостепу України.

Методика та умови проведення досліджень. Дослідження з вивчення впливу режимів мінерального живлення на процеси росту, розвитку та продуктивність сої проводилися упродовж 2011 – 2012 рр. в умовах правобережного Лісостепу України на полях Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН.

Ґрунт дослідної ділянки сірий лісовий середньосуглинковий на лесі з такими агрохімічними показниками: вміст 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 – 5,0–5,5, сума ввібраних основ – 20,0 мг-екв./100 г ґрунту.

Схема досліду передбачала вивчення дії та взаємодії двох факторів: А – рівні мінерального живлення; В – позакореневі підживлення. Фосфорні і калійні добрива вносили восени, під зяблеву оранку, а азотні навесні під передпосівну культивацію згідно схеми досліду (табл. 1.). Позакореневі підживлення проводили у фазах бутонізації та утворення зелених бобів.

1. Динаміка формування площі листкової поверхні у сортів сої (у середньому за 2011 – 2012 рр.)

Удобрення	Позакореневі підживлення	Третій трійчастий листок	Початок цвітіння	Кінець цвітіння	Наливання насіння	Початок фізіологічної стиглості
Без добрив	Контроль (без підживлень)	7,6/7,8	20,6/20,8	34,3/34,5	39,3/40,0	23,9/25,5
	Карбамід у фазі бутонізації	7,5/7,7	21,1/21,2	35,9/36,3	41,3/41,7	25,2/26,8
	Карбамід у фазі бутонізації та утворення зелених бобів	7,5/7,7	21,0/21,5	35,9/36,4	42,1/42,5	26,3/27,9
	КАС у фазі бутонізації	7,4/7,4	21,3/21,6	36,4/36,4	41,7/41,8	25,8/27,0
	КАС у фазі бутонізації та утворення зелених бобів	7,3/7,7	21,2/21,7	36,6/36,6	42,9/43,0	27,1/28,1
$N_{45}P_{60}K_{60}$	Контроль (без підживлень)	8,8/9,2	24,3/24,3	39,3/39,4	44,1/44,4	28,4/30,1
	Карбамід у фазі бутонізації	8,9/9,5	25,2/25,6	41,8/41,5	46,4/46,8	30,1/31,9
	Карбамід у фазі бутонізації та утворення зелених бобів	8,8/9,3	25,5/25,5	42,0/41,7	47,1/48,6	31,2/33,6
	КАС у фазі бутонізації	8,8/9,3	25,7/25,8	41,9/42,0	46,7/47,2	31,4/32,3
	КАС у фазі бутонізації та утворення зелених бобів	8,7/9,4	25,9/25,9	42,2/42,3	47,8/49,1	32,5/34,8

Примітка. У чисельнику – сорт Кивін; у знаменнику – Омега Вінницька

Сівбу сої проводили у строк, який встановлено за рівнем термічного режиму 12 ^{0}С в ґрунті на глибині 10 см. Предметом досліджень були сорти КиВін та Омега Вінницька. Технологія підготовки ґрунту, сівби та догляду за посівами сої була загальноприйнятою для зони Лісостепу України, за виключенням елементів, які вивчалися.

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

Результати досліджень. Більшість дослідників вважають, що формування врожаю органічної речовини посівами визначається насамперед розміром поверхні фотосинтезуючих органів, а саме листків. Згідно з попередніми результатами досліджень проведених в Лісостепу України відомо, що оптимальна площа листової поверхні для сої досягається тоді, коли на верхівках рослини закінчується цвітіння і становить 40–50 тис. м^2/га [5, 6]. У подальшому відбувається інтенсивне утворення бобів і зменшення маси листків і листкової поверхні.

Проведені нами дослідження упродовж 2011–2012 рр. показали, що розміри і темпи наростання асиміляційної поверхні у рослин сої в значній мірі залежали як від гідротермічних умов року, так і від факторів, що були поставлені на вивчення. Так, максимальна площа асиміляційної поверхні листків сої сорту КиВін 47,8 тис. м^2/га та сорту Омега вінницька 49,1 тис. м^2/га формувалася у фазі наливання насіння на ділянках досліду, де вносили повне мінеральне добриво $N_{45}P_{60}K_{60}$ та проводили два позакореневі підживлення карбамідно-аміачною сумішшю (КАС) у фазах бутонізації та утворення зелених бобів, що відповідно більше на 8,5 та 9,1 тис. м^2/га порівняно із контрольними ділянками (без удобрення та підживлень). У подальшому площа листкової поверхні рослин сої зменшувалася (табл. 1).

У процесі наших досліджень також виявлено, що початок старіння більшості листків сої співпадав із серединою фази наливання насіння, коли інтенсивність формування насіння досягала максимуму. Адже відомо, що з початком формування насіння спостерігається сповільнення вегетативного росту, а це в свою чергу призводить до скорочення фотосинтезуючої поверхні. Однак внесення мінеральних добрив та проведення позакореневих підживлень сприяли оптимізації умов мінерального живлення та подовженню функціонування листового апарату в цілому. Так, за внесення мінеральних добрив у нормі $N_{45}P_{60}K_{60}$ площа листкової поверхні сої у фазі максимального наростання (фаза наливання насіння) сягала до 44,1 тис. м^2/га у сорту КиВін та 44,4 тис м^2/га у сорту Омега Вінницька, тоді як на ділянках досліду без удобрення цей показник був на рівні відповідно 39,3 та 40,0 тис. м^2/га. При цьому нами виявлено позитивний вплив на формування площі листкової поверхні позакореневих підживлень азотними добривами. Так, проведення підживлень карбамідом (сечовиною) та карбамідно-аміачною сумішшю (КАС) сприяло зростанню площі асиміляційної поверхні (у фазі максимального наростання) на 2,0 – 3,7 тис. м^2/га у сорту КиВін та на 1,7 – 3,5 у сорту Омега вінницька.

Підвищення фотосинтетичної діяльності посівів за рахунок досліджуваних чинників відобразилося й на рівні продуктивності культури (табл. 2). Так, у середньому за два роки досліджень, найвища урожайність насіння сої формувалась при взаємодії всіх факторів інтенсифікації. Зокрема, на фоні внесення мінеральних добрив $N_{45}P_{60}K_{60}$ та проведення дворазового обприскування посівів карбамідно-аміачною сумішшю (КАС) у фазах бутонізації та утворення зелених бобів, отримали максимальну урожайність насіння сої у сорту КиВін – 2,94 т/га та у сорту Омега вінницька – 2,99 т/га, що відповідно більше на 1,14 та 1,23 т/га порівняно з контролем, де не проводили жодного з вищевказаних заходів.

Поряд з цим нами відмічено позитивну дію окремо взятих чинників, що вивчались у досліді. Зокрема, встановлено суттєвий вплив мінеральних добрив на формування урожайності сортів сої. Так, на варіантах досліду, де вносили мінеральні добрива в нормі $N_{45}P_{60}K_{60}$ кг/га д. р. урожайність насіння сорту КиВін склала 2,60 т/га, Омеги вінницької 2,61 т/га. Приріст урожаю до контролю склав відповідно 0,80 та 0,85 т/га. На фоні позакореневих підживлень приріст урожаю від мінеральних добрив склав 0,80–0,89 т/га у сорту КиВін та 0,85–0,92 т/га у сорту Омега вінницька.

Результати досліджень свідчать про те, що проведення позакореневих підживлень азотним добривом КАС забезпечило приріст урожаю в межах 0,16 – 0,34 т/га у сорту КиВін та 0,18 – 0,38 т/га у сорту Омега вінницька. Однак, максимальні прирости урожаю від позакореневих підживлень отримано на варіантах досліду з повним мінеральним живленням та дворазовим обприскуванням посівів добривом КАС. Дещо менші прирости урожаю отримано при використанні карбаміду. Так, приріст урожаю коливався в межах 0,12 – 0,27 т/га у сорту КиВін та 0,13–0,26 т/га у сорту Омега вінницька.

Отже, сукупність всіх факторів, що були поставлені на вивчення, а саме повне мінеральне удобрення $N_{45}P_{60}K_{60}$ та дворазове проведення позакореневих підживлень добривом КАС у фазі бутонізації та утворення зелених бобів забезпечили максимальний приріст урожаю – 1,14 т/га для сорту КиВін та 1,23 т/га для Омеги вінницької.

Поряд з цим, упродовж 2011 – 2012 рр. на сірих лісових ґрунтах правобережного Лісостепу України нами вивчалася дія мінеральних добрив та позакореневих підживлень різними дозами азоту на симбіотичну діяльність посівів сої сорту КиВін.

2. Урожайність сортів сої залежно від удобрення, т/га

Позакореневі підживлення	КиВін						Омега вінницька					
	Без добрив			$N_{45}P_{60}K_{60}$			Без добрив			$N_{45}P_{60}K_{60}$		
	Роки											
	2011	2012	Середнє	2011	2012	Середнє	2011	2012	Середнє	2011	2012	Середнє
Контроль	1,88	1,71	1,80	2,59	2,61	2,60	1,81	1,71	1,76	2,58	2,64	2,61
Карбамід у фазі бутонізації	2,03	1,80	1,92	2,81	2,72	2,77	1,96	1,82	1,89	2,76	2,77	2,77
Карбамід у фазі бутонізації та утворення зелених бобів	2,13	1,87	2,00	2,93	2,81	2,87	2,05	1,88	1,97	2,89	2,85	2,87
КАС у фазі бутонізації	2,04	1,87	1,96	2,83	2,80	2,82	1,97	1,90	1,94	2,78	2,87	2,83
КАС у фазі бутонізації та утворення зелених бобів	2,15	1,95	2,05	2,96	2,91	2,94	2,07	2,06	2,07	2,92	3,05	2,99

Примітка: А–сорт; В – мінеральні добрива; С – позакореневі підживлення.
$НІР_{0,95}$ т/га 2011 р. А–0,039; В–0,065; С–0,047–; АВ–0,055; АС–0,064; ВС–0,072; АВС–0,081;
2012 р. А–0,044; В–0,071; С0,065–; АВ–0,058; АС–0,072; ВС–0,088; АВС–0,097;

Одержані результати досліджень показали, що найбільша кількість бульбочок – 42,3 шт./рослину та їх маса – 608 мг/рослину формувалась у фазі повного цвітіння, на ділянках, де проводили інокуляцію насіння на фоні без удобрення (табл. 3). Застосування повного мінерального живлення ($N_{45}P_{60}K_{60}$) обумовило зменшення загальної кількості бульбочок порівняно з контролем на 13,6 – 20,5 % та їх маси на 26,8 – 28,2 %.

3. Динаміка загальної кількості та сирої маси бульбочок залежно від системи удобрення (у середньому за 2011 – 2012 рр.)

Удобрення	Доза позакореневих підживлень	Фази росту і розвитку рослин					
		третій трійчастий листок		повне цвітіння		повне наливання насіння	
		Кількість бульбочок, шт./рослину	Маса бульбочок,мг./рослину	Кількість бульбочок, шт./рослину	Маса бульбочок,мг./рослину	Кількість бульбочок, шт./рослину	Маса бульбочок,мг./рослину
Без добрив (контроль)	Контроль	18,9	141	42,3	612	28,7	282
	Карбамід 2%	18,7	137	39,8	597	27,4	277
	Карбамід 4%	19,7	137	42,0	584	26,9	265
	Карбамід 6%	19,9	132	39,4	570	28,3	252
	Карбамід 8%	18,6	137	39,7	562	27,9	245
	Карбамід 10%	18,9	143	39,1	549	27,2	239
$N_{45}P_{60}K_{60}$	Контроль	11,2	80	33,7	448	12,9	124
	Карбамід 2%	11,4	76	34,4	432	13,3	118
	Карбамід 4%	12,2	78	33,4	424	13,8	112
	Карбамід 6%	12,3	81	31,7	420	13,1	108
	Карбамід 8%	11,9	81	32,5	408	12,7	106
	Карбамід 10%	12,0	79	31,6	394	13,8	106

Крім цього нами встановлено, що проведення позакореневих підживлень карбамідом (сечовиною) пригнічувало діяльність симбіотичного апарату. При цьому чим більша доза азоту, тим сильніше було пригнічення. Так, зокрема, проведення позакореневих підживлень 2,0 %-м розчином карбаміду на ділянках без внесення основного удобрення обумовило зменшення маси бульбочок на 15 мг./рослину, а збільшення концентрації карбаміду до 10 % – на 63 мг/рослину, або на 10,3 % порівняно з контрольним варіантом.

Максимальне ж пригнічення бульбочкових бактерій як за кількістю, так і за масою зафіксовано на варіанті досліду, де проводили повне мінеральне удобрення ($N_{45}P_{60}K_{60}$) та позакореневе підживлення у фазі бутонізації 10 %-м розчином карбаміду. При цьому кількість бульбочок становила 31,6 шт./рослину, а їх маса 394 мг./рослину, що відповідно менше на 24,2 та 35,6 % порівняно з контролем. Тобто, внесення повного мінерального живлення $N_{45}P_{60}K_{60}$ та проведення позакореневих підживлень азотом дещо пригнічувало симбіотичну діяльність посівів сої та процес біологічної азотфіксації в цілому.

Важливим показником, що характеризує рівень продуктивності культури, є урожайність її насіння. Одержані результати дворічних досліджень (2011 – 2012 рр.) свідчать про суттєвий вплив досліджуваних чинників на урожайність насіння сої (табл. 4). Встановлено, що поєднання основного удобрення ($N_{45}P_{60}K_{60}$) із позакореневим підживленням 10 %-м розчином карбаміду у фазі бутонізації забезпечило найвищий рівень урожайності насіння сої сорту КиВін – 3,02 т/га, що на 1,21 т/га, або 40 % більше порівняно з ділянками без удобрення (контроль).

4. Урожайність насіння сої КиВін залежно від системи удобрення, т/га

*Позакореневі підживлення	Без добрив			$N_{45}P_{60}K_{60}$		
	Роки					
	2011	2012	Середнє	2011	2012	Середнє
Контроль	1,87	1,74	1,81	2,58	2,63	2,61
Карбамід 2,0%	2,03	1,91	1,97	2,81	2,88	2,85
Карбамід 4,0%	2,06	1,97	2,02	2,85	2,97	2,91
Карбамід 6,0%	2,09	2,01	2,05	2,89	3,02	2,96
Карбамід 8,0%	2,13	2,04	2,09	2,94	3,05	3,0
Карбамід 10,0%	2,14	2,06	2,10	2,97	3,07	3,02

Примітка: А – основне удобрення; В – позакореневі підживлення.
$НІР_{0,95}$ т/га 2011 р. А–0,065; В–0,012; АВ–0,073. 2012 р. А – 0,06; В – 0,04; АВ – 0,09

При цьому проведення основного удобрення ($N_{45}P_{60}K_{60}$) забезпечило приріст урожаю 0,80 – 0,92 т/га. Застосування позакореневих підживлень сприяли зростанню рівня урожаю, залежно від концентрації робочого розчину азотом, на 0,16–0,29 т/га без основного удобрення та 0,24 – 0,41 т/га на фоні $N_{45}P_{60}K_{60}$.

Проведений економічний аналіз елементів технології вирощування сої показав, що нижчі показники економічної ефективності одержали на контрольному варіанті (без мінерального живлення та позакореневих підживлень). При цьому виробничі витрати склали 2532 грн./га, чистий прибуток 4708 грн./га, рівень рентабельності 186 % при собівартості 1 т насіння 1399 грн. (табл. 5).

Поряд з цим, нами встановлено, що застосування мінеральних добрив призводить не тільки до збільшення виробничих витрат, а й до зростання чистого прибутку, собівартості 1 тонни насіння і зменшення рівня рентабельності. Так, внесення мінеральних добрив у дозі $N_{45}P_{60}K_{60}$ обумовило зростання виробничих витрат на 1798 грн./га, при цьому чистий прибуток склав 6109 грн./га, що на 1401 грн./га більше порівняно з контролем, тоді як рівень рентабельності зменшився на 45,0 % відносно контролю, а собівартість 1 тонни насіння зросла на 260 грн.

5. Економічна ефективність вирощування сої*

Показники	Контроль	Дози карбаміду для позакореневих підживлень, %				
		2	4	6	8	10
Без добрив						
Урожайність, т/га	1,81	1,97	2,02	2,05	2,09	2,10
Вартість урожаю, грн./га	7240	7880	8080	8200	8360	8400
Виробничі витрати, грн./га	2532	2583	2605	2626	2647	2668
Чистий прибуток, грн./га	4708	5297	5475	5574	5713	5732
Рівень рентабельності, %	186	205	210	212	216	215
Собівартість 1 т. грн.	1399	1311	1289	1281	1266	1270
$N_{45}P_{60}K_{60}$						
Урожайність, т/га	2,61	2,85	2,91	2,96	3,0	3,02
Вартість урожаю, грн./га	10440	11400	11640	11840	12000	12080
Виробничі витрати, грн./га	4330	4382	4403	4424	4445	4466
Чистий прибуток, грн./га	6109	7018	7237	7416	7555	7613
Рівень рентабельності, %	141	160	164	167	170	170
Собівартість 1 т. грн.	1659	1537	1513	1495	1482	1479

Однак, дещо інша ситуація спостерігалась на варіантах досліду, де проводили позакореневі підживлення. Зокрема, проведення позакореневих підживлень карбамідом на всіх варіантах досліду призводило до збільшення виробничих витрат на 51 – 136 грн./га залежно від дози карбаміду, чистого прибутку на 589 – 1024 грн./га на варіантах досліду без основного удобрення та на 909 – 1504 грн./га на фоні $N_{45}P_{60}K_{60}$. Рівень рентабельності при цьому зріс на 19 – 29 %, а собівартість 1 тонни насіння знизилась на 88 – 129 грн./га на варіантах без добрив та на 122 – 180 грн./га на фоні $N_{45}P_{60}K_{60}$.

Тобто, внесення мінеральних добрив у дозі $N_{45}P_{60}K_{60}$ з економічної точки зору малоефективне, оскільки їх окупність відносно низька (виробничі витрати на удобрення склали 1798 грн./га, а чистий прибуток 1401 грн./га, при цьому окупність склала 78,0 %). Тоді як проведення позакореневих підживлень 10 % розчином карбаміду сприяє зростанню рівня рентабельності на 29 % і зменшенню собівартості 1 тонни насіння на 129 грн./га.

Висновки. Отже, результати дворічних досліджень в умовах правобережного Лісостепу України показують, що сучасні технології вирощування сої повинні базуватись, перш за все, на раціональному використанні ресурсів, обґрунтованому застосуванні агротехнічних, хімічних та біологічних прийомів із обов’язковим врахуванням вимог сортів до факторів життя.

Бібліографічний список

1. *Бабич А. О.* Сучасне виробництво і використання сої. – К.: Урожай, 1993. – 429 с.

2. *Бабич А. О., Колісник С. І., Кобак С. Я. та ін..* Теоретичне обґрунтування та шляхи оптимізації сортової технології вирощування сої в умовах Лісостепу України // Корми і кормовиробництво. – 2011. – Вип. 69. – С. 113 – 121.

3. *Петриченко В. Ф.* Наукове обґрунтування агротехнічних заходів підвищення урожайності та якості насіння сої в Лісостепу України // Автореферат дис. доктора с.-г. наук, Київ, 1995. – 36 с.

4. *Посыпанов Г. С.* Методические аспекты изучения симбиотического аппарата бобовых культур в полевых условиях // Известия ТСХА. – 1983. – № 6. – С. 17 – 26.

5. *Петриченко В. Ф.* Агробіологічне обґрунтування і розробка технологічних прийомів підвищення урожайності та якості насіння сої в Лісостепу України // Автореф. дис. канд. с.-г. наук. – Київ. – 1995. – 36 с.

6. *Синеговская В. Т., Неробелова С. С.* Формирование фотосинтетического и симбиотического аппаратов сои в зависимости от технологий ее возделывания // СНТ Всероссийского НИИ сои. Селекция и технология производства сои. – Благовещенск. – 1997. – С. 77 – 83.