



original article | UDC: 633.34: 631.84:631.559 | doi: 10.31210/visnyk2019.04.07

THE INFLUENCE OF NITROGEN FERTILIZERS ON SOYBEAN YIELDS AND SEED QUALITY

V. V. Liashenko,

ORCID ID: [0000-0003-0177-6209](https://orcid.org/0000-0003-0177-6209), E-mail: viktor.liaschenko@pdaa.edu.ua,

I. I. Lotysh,

ORCID ID: [0000-0003-0373-6630](https://orcid.org/0000-0003-0373-6630), E-mail: il.acad2010@gmail.com,

A. O. Taranenko,

ORCID ID: [0000-0002-1305-939X](https://orcid.org/0000-0002-1305-939X), E-mail: anna.taranenko@pdaa.edu.ua,

V. Yu. Krykunova,

ORCID ID: [0000-0002-8440-2490](https://orcid.org/0000-0002-8440-2490), E-mail: valentyna.krykunova@pdaa.edu.ua,

K. O. Kundyus,

E-mail: karinakynduys2018@ukr.net,

Poltava State Agrarian Academy, 1/3, Skovorody str., Poltava, 36003, Ukraine

The study of combining phosphorus-potassium fertilizers and nitrogen (N) fertilizers in fertilization system, which is necessary for soybean genetic potential realization, was presented in the research. It has been determined that the main factor influencing the genetic potential realization of soybean productivity is applying N fertilizers, which also reduces moisture consumption for the formation of soybean yield unit. It was proved that applying 60 and 90 kg ha⁻¹ of N against the background of 60 kg ha⁻¹ of P and 60 kg ha⁻¹ of K enabled to reduce moisture consumption by 34–39 % for the formation of yield unit as compared without N fertilization variant. The increase of nitrate and ammonium nitrogen content in soil layers from 0 to 20 cm by 1.1 % and from 20 to 40 cm by 4.7 % at applying 30 and 90 kg ha⁻¹ N against the background of 60 kg ha⁻¹ of P and 60 kg ha⁻¹ of K was shown. According to the research results positive effect of N fertilizers on biometric indexes of soybean plants was revealed. Increasing N fertilization rates contributed to improving the quality of plant indexes. The best results were shown in the variants with nitrogen fertilization against phosphorus-potassium background. The increase of N fertilization rates led to improving the relevant indicators. It has been established that the highest average soybean yield was observed in the variant of applying 90 kg ha⁻¹ N – 253 kg ha⁻¹, as compared with the variant without N fertilization – 73 kg ha⁻¹. The difference between soybean yield in the variants of applying 30 and 60 kg ha⁻¹ of N was 16 kg/ha. The positive impact of N fertilization on the quality of soybean seed was proved. During our experiment, the maximum protein content in soybean seeds (38.2 %) and highest yield – 97 kg/ha were obtained in the variant of applying 90 kg ha⁻¹. The maximum grain fat content was found in the variant without N fertilization – 22.0 %. N fertilization improved the conditions of mineral nutrition and reduced grain fat content to 20.1 %. According to the research results we recommend N fertilization against phosphorus-potassium background to obtain high soybean yields.

Key words: soybean, nitrogen (N) fertilizers, phosphorus-potassium fertilizes, yield, mineral nutrition.

ВПЛИВ АЗОТНИХ ДОБРИВ НА УРОЖАЙНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ НАСІННЯ СОЇ

V. V. Liashenko, I. I. Lotysh, A. O. Taranenko, V. Yu. Krykunova, K. O. Kundyus,

Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

У статті йдеться про поєднання в системі удобрення фосфорно-калійних та азотних добрив, що необхідно для реалізації генетичного потенціалу сої. Визначено, що головним чинником, який впливає на реалізацію генетичного потенціалу продуктивності сої, є застосування азотних добрив, що та-

кож зменшує витрати вологи на формування одиниці врожаю. Доведено, що внесення азотних добрив (N_{60}) та (N_{90}) на фосфорно-калійному фоні ($P_{60}K_{60}$) дає змогу зменшити на 34–39 % витрати вологи на формування одиниці врожаю порівняно з варіантом без добрив. Показано збільшення вмісту нітратного й амонійного азоту в шарах ґрунту від 0 до 20 см – 1,1 % і від 20 до 40 см – 4,7 % при внесенні азотних добрив (N_{30-90} на фоні $P_{60}K_{60}$). Виявлено позитивний вплив мінеральних добрив на біометричні показники рослин сої. За результатами досліджень визначено, що найкращими виявилися ті варіанти, на яких азотні добрива застосовувалися на фосфорно-калійному фоні. Доцільно зазначити, що за умови збільшення доз азотних добрив спостерігається покращення відповідних показників. Встановлено, що найвища врожайність насіння сої в середньому за роки проведення досліджень – 25,3 ц/га, формується на варіанті з внесенням азоту в дозі N_{90} . Перевищення порівняно з варіантом без добрив становить 7,3 ц/га або 42 %. Розбіжність за цим показником на варіантах, де вносили N_{30} і N_{60} , становить 1,6 ц/га. Доведено позитивний вплив внесення мінеральних добрив на показник якості носіння сої. Під час проведення наших досліджень максимальний вміст білка в зерні сої (38,2 %) виявлено у варіанті з внесення по фону азотних добрив у дозі 90 кг/га д. р. Цей же варіант характеризувався і найвищим його виходом з одиниці площі – 9,7 ц/га. Найбільший вміст жиру в зерні був виявлений у варіанті без добрив і становив 22,0 %. З'ясовано, що за рахунок внесення азотних добрив покращення умов мінерального живлення сприяло зниженню його вмісту до 20,1 %.

Ключові слова: соя, азотні добрива, фосфорно-калійні добрива, врожайність, мінеральне живлення.

ВЛИЯНИЕ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО СЕМЯН СОИ

В. В. Ляшенко, И. И. Лотыш, А. А. Тараненко, В. Е. Крикунова, К. А. Кундиус,
Полтавская государственная аграрная академия, г. Полтава, Украина

В статье обусловлено, что главным фактором, который влияет на реализацию генетического потенциала производительности сои, является применение азотных удобрений. Доказано, что внесение азотных удобрений (N_{60}) и (N_{90}) на фосфорно-калийном фоне ($P_{60}K_{60}$) позволяет уменьшить на 34–39 % расходы влаги на формирование единицы урожая сравнительно с вариантом без удобрений. По результатам исследований определено, что лучшие всего проявили себя те варианты, на которых азотные удобрения применялись на фосфорно-калийном фоне. Выявлено, что наивысшая урожайность семян сои в среднем за годы проведения исследований – 25,3 ц/га формируется на варианте с внесением азота в дозе N_{90} . Во время проведения наших исследований максимальное содержание белка в зерне сои (38,2 %) выявлено на варианте внесения по фону азотных удобрений в дозе 90 кг/га д. в. Наибольшее содержание жира в зерне было выявлено в варианте без удобрений и составляло 22,0 %.

Ключевые слова: соя, азотные удобрения, фосфорно-калийные удобрения, урожайность, минеральное питание.

Вступ

Однією з найбільш поширених культур світового землеробства є соя, за посівними площами й валовими зборами зерна вона є головною зерновою бобовою культурою світу, яка саме за посівними площами поступається лише рису, пшениці та кукурудзі. На сьогодні Україна за обсягами виробництва сої посідає перше місце в Європі, восьме – у світі, має найкращі перспективи для нарощування виробництва й формування значних експортних її ресурсів. Основний мотив збільшення виробництва сої полягає у високій харчовій та кормовій цінності насіння, а саме: білка та олії – продуктів, які є важливим джерелом харчування людей, крім того, згодовування соєвого протеїну має попит у світовому птахівництві та свинарстві [2, 18].

Нині до Державного реєстру України занесено більше 100 сортів сої, кращі з них здатні давати врожай на рівні 3,8–4,5 т/га, але, на жаль, за посушливих умов їхня врожайність знижується до 0,7–0,8 т/га. Тому підвищення адаптивних можливостей, особливо стійкості до недостатнього зволоження, залишається одним з найбільш важливих показників, які потрібно покращити шляхом селекції в найближчій перспективі [1, 16].

Аналіз основних досліджень і публікацій свідчить про те, що найголовнішим напрямом у селекції сої є збільшення врожайності та її стабільність в умовах зміни зовнішнього середовища, створення

генотипів з оптимальною тривалістю вегетаційного періоду, введення генів стійкості в новий вихідний матеріал, створений шляхом гібридизації. Тому часто мета створення нового сорту включає низку етапів, і кінцева ціль досягається поступовими покращеннями окремих ознак [9, 12].

Значення сорту особливо зросло за умов глобального потепління, коли підвищується температура повітря і ґрунту, також настають тривалі дощові періоди. Такі погодні умови супроводжуються стресовим станом для рослин і різким зниженням їх продуктивності, розповсюдження шкідників та хвороб, які спричиняють зниження врожайності і якості продукції [21]. Тому всі виробники сільського господарства потребують високоадаптивних сортів, завдяки яким вони могли б отримувати стійкі врожаї навіть за несприятливих умов довкілля [3, 7].

У цих дослідженнях на основі аналізу поставлено за *метою* встановити оптимальні дози застосування азотних добрив для вирощування сої та їхній вплив на вміст білка й жиру в її насінні.

Завдання досліджень: на підставі аналізу запасів продуктивної вологи у ґрунті та його поживного режиму виявити реакцію рослин сої на умови мінерального живлення, вміст білка і жиру в її насінні.

Матеріали і методи досліджень

Під час проведення дослідження було використано візуальний метод – для спостереження фенології рослин; вимірювально-ваговий – для встановлення структури рослин; ваговий – для визначення урожайності зерна; лабораторний – для визначення показників технологічної якості; розрахунково-порівняльний – для встановлення економічної ефективності.

Результати досліджень та їх обговорення

Результати досліджень показали, що запаси вологи в шарі ґрунту від 0–100 см більшою мірою залежать від кількості опадів за вегетацію й характеризуються найбільшою її кількістю в період сівби. Внесення фосфорних і калійних добрив восени та азотних під передпосівну культивуацію згідно зі схемою досліду не вплинули на вміст доступної вологи під час сівби. Але вже під час цвітіння сої спостерігається різниця запасів продуктивної вологи між досліджуваними варіантами удобрення. Найбільшу кількість вологи рослини сої використовували для формування врожаю у варіантах з внесенням азотних добрив у дозах 30, 60 і 90 кг д. р./га, різниця між цими варіантами і варіантом без внесення добрив склала відповідно 4,9, 7,3 і 8,0 мм.

Така ж тенденція зміни кількості запасів доступної вологи під посівами сої залежно від внесення різних азотних добрив спостерігалась і в період повної стиглості. Встановлено прямо пропорційну залежність між кількістю добрив і підвищенням ролі умов зволоження. Варто відмітити, що добрива інгібують негативний вплив екстремальних погодних умов вирощування [3, 14].

Найбільше вологи на формування 1 т зерна сої витрачалось у варіанті без внесення добрив – від 126,5 мм до 157,8 мм залежно від погодних умов вегетаційного періоду. При покращенні умов мінерального живлення рослини сої більш раціонально використовували вологу на формування 1 тони зерна. В середньому за роки досліджень внесення фосфорних і калійних добрив зменшило кількість витраченої вологи на формування врожаю на 15,2 мм/т порівняно з варіантом без внесення добрив. У варіантах з внесенням азотних добрив у дозах 30, 60 і 90 кг д. р./га на фосфорно-калійному фоні також зменшувалися витрати вологи на формування врожаю відповідно на 26,0, 32,3 і 39,2 мм/т порівняно з контролем.

На ранніх стадіях онтогенезу соя характеризується помірними темпами накопичення сухої речовини і засвоєння азоту, особливо в період утворення та формування бобів [9]. Аналізуючи динаміку засвоєння азоту рослинами протягом вегетації, відмічено суттєву роль внесених азотних добрив у загальний азотний баланс рослин.

Ураховуючи той факт, що засвоєння соєю мінерального азоту уповільнюється на час цвітіння, то в період підвищеної її потреби в азоті єдиним його джерелом був процес симбіотичної азотфіксації, що проходив досить інтенсивно [14].

У період репродуктивної фази азотфіксація підтримувалася за рахунок посилення активності одиної маси бульбочок, а пізніше – за рахунок збільшення їхньої маси. У період від початку плодоутворення до наливання насіння в рослини сої надійшло 50–60 % азоту від загальної його кількості, фіксованого бульбочками за вегетаційний період. Тому ріст бобів і наливання зерна здійснювалися насамперед шляхом безпосереднього використання фіксованого азоту й у жодному разі не за рахунок реутилізації раніше накопиченого азоту, фіксованого бульбочками за вегетацію.

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

Результати досліджень свідчать, що вміст нітратного азоту у ґрунті під посівами сої збільшувався за рахунок внесення азотних добрив. У середньому за роки досліджень під час внесення азотних добрив у дозі N₃₀ на момент сходів у шарі ґрунту 0–20 см – 18,74 мг/кг. Під час збільшення дози азотних добрив ще на 30 кг д. р./га вміст нітратного азоту зростає ще на 1,2 мг/кг. Разом вміст нітратного азоту в середньому за роки досліджень під час внесення азотних добрив у дозі N₉₀ в період сходів у шарі 0–20 см становив 22,3 мг/кг.

Внесені азотні добрива сприяли збільшенню вмісту нітратного азоту і в шарі ґрунту 20–40 см – від 19,0 мг/кг до 22,3 мг/кг відповідно до доз внесення N₃₀; N₆₀ і N₉₀. Проте, як свідчать отримані результати, ми не виявили позитивного впливу внесення азотних добрив у різних нормах на вміст мінерального азоту у ґрунті під посівами сої в нижніх шарах ґрунту. Якщо різниця за цим показником у шарі ґрунту 40–60 см була в межах 0,1–0,6 мг/кг, а в шарі ґрунту 60–80 см – в межах 0,3–0,8 мг/кг, то в шарі ґрунту 80–100 см значення цього показника було практично на одному рівні: розбіжність була в межах 0,1–0,3 мг/кг (табл. 1).

1. Динаміка вмісту мінерального азоту у ґрунті під посівами сої (в середньому за 2017–2019 рр.), мг/кг

Варіант досліджу	Фаза росту і розвитку рослин															
	Сходи					Цвітіння					Повна стиглість					
	Шар ґрунту, см															
	0–20	20–40	40–60	60–80	80–100	0–20	20–40	40–60	60–80	80–100	0–20	20–40	40–60	60–80	80–100	
Без добрив (контроль)	16,8	18,2	14,8	12,9	13,5	14,4	15,2	13,4	13,1	10,4	8,2	8,8	8,7	8,2	7,6	
Фон (P ₆₀ K ₆₀)	18,1	19,4	15,6	14,5	13,7	15,6	16,0	13,2	13,3	10,6	8,3	8,6	8,3	8,0	7,4	
Фон+N ₃₀	18,5	18,0	16,7	13,5	14,3	16,1	15,9	13,3	13,6	10,8	9,4	9,6	8,5	8,3	7,8	
Фон+N ₆₀	20,8	20,3	17,6	13,9	13,7	17,5	17,4	13,7	13,4	10,7	10,4	10,6	9,1	8,6	8,3	
Фон+N ₉₀	23,2	22,0	15,8	14,2	13,8	19,0	19,8	13,0	13,6	10,4	11,3	11,5	9,4	8,8	8,5	
НІР ₀₅	2017	1,1	1,0	0,9	0,8	0,8	1,1	1,0	0,7	0,7	0,6	0,5	0,6	0,5	0,4	0,4
	2018	1,0	1,1	0,9	0,8	0,8	1,0	1,0	0,8	0,7	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5
	2019	1,1	1,3	1,0	0,9	0,8	1,0	1,1	0,8	0,8	0,6	0,6	0,7	0,5	0,5	0,5

У середньому за роки досліджень у фазу цвітіння показники вмісту нітратного азоту у верхніх шарах ґрунту 0–20 і 20–40 см були дещо нижчими, ніж на початку вегетації, що пояснюється більш інтенсивним використанням його рослинами сої. На контролі й на фоні вміст мінерального азоту перебував у межах 14,4–15,2 мг/кг і 15,6–16,0 мг/кг відповідно. Внесення азотних добрив, як і в попередньому випадку, має позитивний вплив на вміст мінерального азоту. За умови внесення азотних добрив у дозі N₃₀ вміст мінерального азоту в шарі ґрунту 0–20 і 20–40 см порівняно з попередніми показниками збільшився на 1,0–1,1 мг/кг та 0,7–0,9 мг/кг відповідно. Тобто за умови внесення азотних мінеральних добрив у дозі 30 кг д. р./га не спостерігалось достовірного підвищення вмісту досліджуваної форми азоту.

Більш достовірне підвищення вмісту мінерального азоту у ґрунті спостерігається у варіантах, де вносили азотні мінеральні добрива в дозах 60 і 90 кг д. р./га. Тут перевищення показника порівняно з контролем та фоном було в межах 2,2–4,6 мг/кг.

Як свідчать отримані дані, починаючи з шару 40–60 см і до шару 80–100 см внесення азотних добрив не мало істотного впливу на підвищення форм азоту, що досліджувалися. Різниця на цих варіантах не перевищувала межу 0,1–0,4 мг/кг (табл. 1).

У період повної стиглості сої спостерігалася тенденція до зменшення вмісту рухомих сполук азоту в метровому шарі ґрунту в результаті його засвоєння рослинами й мікроорганізмами [15]. Значення цього показника зменшилось майже вдвічі порівняно з періодом сходів на всіх варіантах досліджень. Найбільший вплив азотних добрив на вміст мінерального азоту у ґрунті спостерігається на варіантах з дозою 60 і 90 кг д. р./га. Достовірне підвищення вмісту досліджуваної форми азоту від внесення

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИНИЦТВО

азотних добрив у дозі N_{30} спостерігається лише у верхніх шарах ґрунту, тобто не глибше 40 см.

У середньому за роки досліджень при внесенні дози добрив N_{30} було виявлено підвищення вмісту азоту лише у верхніх шарах ґрунту 0–20 і 20–40 см. Найбільший його вміст було виявлено при внесенні добрив у дозі N_{90} .

У середньому за роки досліджень найменший вміст мінерального азоту в шарах ґрунту 0–20 та 20–40 см в усі періоди визначення встановлено у варіантах без внесення добрив та з внесенням $P_{60}K_{60}$. У фазу сходів сої його вміст відповідно був у межах 16,8–18,2 та 18,1–19,4 мг/кг.

Дослідження біометричних показників свідчать про позитивний вплив мінеральних добрив на основні структурні елементи врожайності культури. Реакція рослин на умови вирощування відображається насамперед на висоті рослин. Тоді як ростові процеси визначають більшою мірою продуктивність рослин, оскільки вони зв'язані з наростанням листової поверхні, накопиченням надземної маси [15, 18].

Як свідчать дані табл. 2, застосування добрив має позитивний вплив на збільшення висоти рослин сої. Низькорослі (90,5 см) рослини формуються на контроль. Застосування мінеральних добрив (фон), як і внесення азотних мінеральних добрив у дозі 30 кг д. р./га, не має істотного впливу (суттєво не впливає) на збільшення висоти рослин. Різниця між контролем і даними варіантами становить 1,5 см і 4,4 см відповідно.

2. Біометричні показники рослин сої залежно від застосування азотних добрив (в середньому за 2017–2019 рр.)

Варіанти	Висота рослин, см		Кількість на одну рослину, шт.			Маса насіння з однієї рослини, г	Маса 1000 насінин, г
	загальна	прикріплення нижніх бобів	гілок	бобів	насінин		
Без добрив (контроль)	90,5	13,7	1,6	21,7	39,1	5,41	139
Фон ($P_{60}K_{60}$)	92,0	15,1	1,7	23,0	41,9	5,91	141
Фон+ N_{30}	94,9	17,6	1,8	23,1	41,8	6,04	145
Фон+ N_{60}	95,4	17,9	1,9	24,9	42,4	6,82	150
Фон+ N_{90}	99,2	18,4	2,1	24,3	55,6	7,92	144
$НІР_{05}$	4,6	1,2	0,11	1,4	2,7	0,32	7,4

У варіантах із внесенням азотних добрив у дозі N_{60} і N_{90} спостерігається збільшення висоти рослин сої, в цьому випадку висота збільшується порівняно з контролем на 4,9 і 8,7 см. Розбіжностей між варіантами, де вносились азотні добрива за висотою рослин сої, не спостерігалось.

Втрати врожаю сої під час збирання залежать від висоти прикріплення нижніх бобів. З табл. 2 найнижчим показником прикріплення нижніх бобів була соя, на яку не вносились добрива – 13,7 см, а також цей варіант показав найменшу висоту рослини (90,5 см). Але із застосуванням добрив можна побачити чіткі зміни, починаючи від загальної висоти рослини і закінчуючи масою насіння. З даних таблиці видно, що при внесенні добрив дозою N_{30} ; N_{60} та N_{90} , висота рослини збільшилася на 4,4; 4,9 та 8,7 см відповідно.

Як свідчать дані табл. 2, внесення мінеральних добрив мало також позитивний ефект на формування гілок порівняно з контролем, тобто спостерігається тенденція збільшення кількості гілок за умов підвищення доз азоту. На контролі та фоні показник перебуває в межах 1,6–1,7 шт., але з внесенням азотних добрив цей показник збільшується до 1,8–2,1 шт. залежно від внесеної дози з 30 кг д. р./га до 90 кг д. р./га.

З наступного показника видно, що найбільша кількість бобів на одну рослину сформувалася при внесенні азоту в дозі 60 кг д. р./га. На нашу думку, це пов'язано з тим, що підвищена доза азотних добрив мала більший вплив на формування вегетативної маси, за рахунок чого і зменшується кількість бобів.

Водночас потрібно відмітити, що деяке зменшення кількості бобів у варіанті з дозою N_{90} компенсується кількістю насіння, яке формується на рослині. В цьому випадку значення показника перебуває на рівні 55,6 шт., тоді як на контролі формувалося всього 39,1 шт., а на варіанті з фосфорними й калійними добривами (фон) 41,9 шт. (табл. 2). Внесення азотних добрив у дозі N_{30} і N_{60} не мало істотного впливу на формування кількості насінин з однієї рослини порівняно з фоном.

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

З табл. 2. також видно позитивний вплив на формування такого показника, як маса насіння з однієї рослини, й тут спостерігається збільшення маси насіння на варіантах, де збільшується і його кількість. Найбільша маса насіння (7,92 г) з однієї рослини формується у варіанті з внесенням азоту в дозі 90 кг/га д. р. Зменшення норми азоту на 30 кг/га д. р. знизило масу насіння на 1,1 г, а на 60 кг/га д. р. – на 1,88 г. Значення цього показника на контролі й фоні коливалося в межах 5,41–5,91 г.

Необхідно зазначити, що найбільша маса 1000 насінин була зафіксована у варіанті з внесенням азоту в дозі N_{60} і становила 150 г. Варіанти, де азот вносили з мінімальною та максимальною дозою, маса 1000 насінин залишилась майже однаковою (144–145 г).

Величина асиміляційної поверхні сої також зростала з покращенням умов мінерального живлення насамперед азотного як за рахунок внесення мінеральних добрив, так і інокуляції. У фазу гілкування залежно від дії досліджуваного фактора площа листової поверхні зростала на 4–16 %, цвітіння – 9–28, повної стиглості – 8–25 % порівняно з контролем.

Встановлено, що мінеральні добрива сприяли кращому формуванню врожайності насіння сої. У варіанті без внесення добрив (контроль) урожайність насіння сої в середньому за роки проведення досліджень становила 18 ц/га, коливаючись у межах від 16,3 ц/га 2018 р. до 19,2 ц/га 2019 р. У середньому за роки проведення досліджень за рахунок внесення фосфорних і калійних добрив врожайність підвищилася на 2,1 ц/га.

Азотні добрива, внесені на фосфорно-калійному фоні, в дозах N_{30} , N_{60} , N_{90} підвищували врожайність насіння сої. У першому випадку урожайність культури порівняно з контролем підвищилася в середньому на 4,2 ц/га або на 23 %. Збільшення дози азотних добрив до 60 кг/га д. р. підвищило збір насіння сої з одного гектару на 32 %, що становило 5,8 ц/га. Найвищий ефект застосування азотних добрив під сою відмічений у варіанті, де вносились найвища доза азоту. В цьому разі урожайність культури коливалась у межах 20,0–29,0 ц/га, що в середньому становило 25,5 ц/га. Отже, застосування азотних добрив у дозі N_{90} підвищило урожайність насіння сої на 42 % порівняно з контролем; на 27 % порівняно з фоном і на 16 та 8 % відповідно з варіантами азотних добрив в дозах N_{30} , N_{60} відповідно.

Таке збільшення урожайності насіння сої за умов збільшення азотних добрив можна пояснити тим, що перед посівом сою не обробляли інокулянтами, а у ґрунті невелика кількість бульбочкових бактерій, які формуються на кореневій системі цієї культури. Через це може погіршуватися азотфіксація, тому збільшується кількість азоту, який рослина буде використовувати з ґрунту. Як показали наші дослідження, застосування азотних добрив має позитивний результат, тому одного застосування фосфорно-калійних добрив буде недостатньо. Також застосування мінеральних добрив позитивно вплинуло не лише на врожайність, а й на якість насіння сої, а саме на вміст білка в насінні (табл. 3), його вміст зростав на 2,1–5,1 пункти порівняно з контролем (34,1 %). Відповідно, цей варіант характеризується і найменшим збором білка – 6,1 ц/га.

Підвищення вмісту білка в насінні сої, яке спостерігається у варіантах з використанням мінеральних добрив, особливо азотних, що впливають на формування білка в насінні сої, в поєднанні зі збільшенням урожайності відповідно вплинуло й на збільшення збору білка, який становив 7,0 ц/га на фоні і 8,0 ц/га; 8,8 ц/га та 9,7 ц/га на варіантах з дозою азотних добрив N_{30} , N_{60} , N_{90} відповідно.

3. Вміст білка і жиру в насінні сої та їхній збір залежно від умов мінерального живлення, 2017–2019 рр.

Варіант досліджу	Вміст білка, %	Збір білка, ц/га	Вміст жиру, %	Збір жиру, ц/га
Без добрив (контроль)	34,1	6,1	22,0	4,0
Фон ($P_{60}K_{60}$)	35,4	7,0	21,5	4,3
Фон+ N_{30}	36,2	8,0	21,0	4,7
Фон+ N_{60}	37,3	8,8	20,4	4,9
Фон+ N_{90}	38,2	9,7	20,1	5,1

Як свідчать отримані результати (табл. 3), внесення азотних добрив зменшувало вміст жиру в насінні сої на 1,0–2,5 пункти порівняно з варіантом без добрив: на контролі цей показник становить 22,0 %. На цьому ж варіанті спостерігається і найменший збір жиру 4,0 ц/га.

Із внесенням мінеральних добрив $P_{60}K_{60}$ вміст жиру в насінні сої зменшився на 0,5 % порівняно з контролем, але збір збільшився на 0,3 ц/га за рахунок більшої урожайності.

Схожі ситуації спостерігаються й у варіантах з внесення різних доз азотних добрив. Крім того, помітне зменшення вмісту жиру зі збільшенням вмісту азоту. На ділянках, де вносили 30 кг д. р./га азотних добрив, вміст жиру в насінні сої порівняно з контролем зменшився на 1 пункт, а збільшення дози до 60 і 90 кг/га д.р. зменшило цей показник на 1,6 та 1,9 % відповідно. Водночас зменшення вмісту жиру в насінні сої не вплинуло на збір. Як свідчать дані табл. 3, найбільший збір жиру відмічений на ділянках, де вносили підвищену (N_{90}) дозу азотних добрив. Ці факти пов'язані зі збільшенням продуктивності цих варіантів, що й мають позитивний вплив на кінцевий результат, а саме – збір жиру з одного гектару.

Тому найбільший вплив на якісні показники насіння сої був у варіанті фон+ N_{90} . Але варто підкреслити, що застосування лише фосфорно-калійних добрив забезпечує таку ж кількість жиру й білка, як і на варіанті фон+ N_{30} .

Висновки

Отримані результати проведеного дослідження дали змогу з'ясувати, що найвища врожайність насіння сої в середньому за роки проведення досліджень – 25,3 ц/га формується у варіанті з внесенням азоту в дозі N_{90} . Доведено позитивний вплив внесення мінеральних добрив на показник якості насіння сої. Максимальний вміст білка в зерні сої (38,2 %) виявлено у варіанті з внесення по фону азотних добрив у дозі 90 кг/га д. р. Визначено, що найбільший вміст жиру в зерні спостерігався у варіанті без добрив і становив 22,0 %.

Перспективи подальших досліджень – вплив різних систем землеробства на урожайність і біометричні показники рослин сої.

References

1. Babych, A. (2007). Novi sorty soi i perspektyvy vyrobnytstva yikh v Ukraini. *Propozytsiia*, 4, 46–49 [In Ukrainian].
2. Babych, A. O., & Babych-Poberezhna, A. A. (2014). Nevykorystanyi potentsial soi. *Fermer*, 12 (60), 46–47 [In Ukrainian].
3. Babych, A., & Poberezhna, A. (2000). Soia – holovna bilkovo-oliina kultura svitovoho zemlerobstva. *Propozytsiia*, 4, 42–45 [In Ukrainian].
4. Bernard, R. L. (1983). Soybean germplasm, breeding, and genetic activities in the United States. *Soybean research in China and the United States: Proc. First China [USA soybean symposium and working group meeting]*. USA.
5. Carter, J. T. E., Gizlice, Z., & Burton, J. W. (1993). Coefficient – of – parentage and genetic – similarity estimates for 258 North American soybean cultivars released by public agencies during 1945–88. *Technical Bulletin U.S. Department of Agriculture*, 1814, 76.
6. Delannay, X., Rodgers, D. M., & Palmer, R. G. (1983). Relative Genetic Contributions Among Ancestral Lines to North American Soybean Cultivars. *Crop Science*, 23 (5), 944–949. doi: 10.2135/cropsci1983.0011183x002300050031x.
7. Hunter, M., Jabrun, Plm., & Byth, D. (1980). Response of nine soybean lines to soil moisture conditions close to saturation. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 20 (104), 339. doi: 10.1071/ea9800339.
8. Holberg, S. F. (1956). Sojabeen adaptation in Sweden. *World crops*, 8 (3), 50–54.
9. Lotysh, I. I. (2017). Formuvannia ploshchi lystkovoï poverkhni posiviv soi zalezchno vid sortu, sposobu sivby ta normy vysivu v umovakh nedostatnoho zvolozhennia Lisostepu. *Visnyk PDAA*, 1–2, 167–171. doi: 10.31210/visnyk2017.1-2.33 [In Ukrainian].
10. Mesterhazy, A. (1996). Breeding for resistance to Fusarium head blight of wheat. *Fusarium Head Scab: Global Status and Future Prospects*. Mexico.
11. Muehlbauer, F. J., & Kraft, J. M. (1976). Evidence of heritable resistance to Fusarium solani f. sp. pisi and Pythium ultimum in peas. *Crop Science*, 1, 34–36.
12. Selektysiya u henetyka soy: Napravleniya u metody selektsyy. Retrieved from: http://www.agromage.com/stat_id.php?id=487 [In Russian].
13. Shevnikov, M. Ya., Lotysh, I. I., & Halych, O. P. (2015). Osoblyvosti rozvytku soi zalezchno vid strokiv sivby v umovakh livoberezhnoho Lisostepu Ukrainy. *Visnyk PDAA*, 4, 14–17.

doi: 10.31210/visnyk2015.04.03 [In Ukrainian].

14. Shevnikov, M. Ya., Milenko, O. H., & Lotysh, I. I. (2014). Yakisni pokaznyky nasinnia soi zalezno vid vplyvu mineralnykh i bakterialnykh dobryv. *Visnyk PDAA*, 4, 25–29. doi: 10.31210/visnyk2014.04.04 [In Ukrainian].

15. Shevnikov, M. Ya., Milenko, O. H., & Lotysh, I. I. (2018). Urozhainist sortiv soi zalezno vid elementiv tekhnolohii vyroshchuvannia. *Visnyk PDAA*, 3, 15–21. doi: 10.31210/visnyk2018.03.02 [In Ukrainian].

16. Sichkar, V. I. (2014). Seleksiina tsinnist kolektsiinykh zrazkiv pry stvorenni vysokoproduktyvnykh sortiv soi. *Seleksiia i Nasinnytstvo*, 106, 83–92 [In Ukrainian].

17. St. Martin, S. K. (1982). Effective Population Size for the Soybean Improvement Program in Maturity Groups 00 to IV. *Crop Science*, 22 (1), 151–152. doi: 10.2135/cropsci1982.0011183x002200010035x.

18. Suchasna seleksiia soi. Retrieved from: <http://www.agrobusiness.com.ua/agronomiia-siogodni/2387-suchasnaseliksiia-soii.html> [In Ukrainian].

19. Yasnolob, I. O., Chayka, T. O., Galych, O. A., Kolodii, O. S., Moroz, S. E., Protsiuk, N. Y., & Lotych, I. I. (2019). Stimulating the increasing of natural soil fertility: economic and environmental aspects. *Ukrainian Journal of Ecology*, 9 (3), 267–271. doi: 10.15421/2019_89.

20. Yasnolob, I. O., Chayka, T. O., Gorb, O. O., Shvedenko, P. Yu., Protas, N. M., & Tereshchenko, I. O. (2017). Intellectual Rent in the Context of the Ecological, Social, and Economic Development of the Agrarian Sector of Economics. *Journal of Environmental Management and Tourism*, 7 (23), 1442–1450. doi: 10.14505/jemt.v8.7(23).13.

21. Yasnolob, I. O., Pysarenko, V. M., Chayka, T. O., Gorb, O. O., Pestsova-Svitalka, O. S., Kononenko, Zh. A., & Pomaz, O. M. (2018). Ecologization of tillage methods with the aim of soil fertility improvement. *Ukrainian Journal of Ecology*, 8 (2), 280–286. doi: 10.15421/2018_339.

Стаття надійшла до редакції 27.11.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Ляшенко В. В., Лотиш І. І., Тараненко А. О., Крикунова В. Ю., Кундиус К. О. Вплив азотних добрив на урожайність та якість насіння сої. *Вісник ПДАА*. 2019. № 4. С. 58–65.

© Ляшенко Віктор Васильович, Лотиш Ігор Ігорович, Тараненко Анна Олексіївна, Крикунова Валентина Юхимівна, Кундиус Карина Олександрівна, 2019