

УДК 631.82:633.34:338.312

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.126.13>

МОНІТОРИНГ ПРОДУКТИВНОСТІ СОЇ ЗА РІЗНИХ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ В УМОВАХ ЗАХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ

Польовий В.М. – д.с.-г.н., професор,
професор кафедри агрохімії ґрунтознавства,
Інститут сільського господарства Західного Полісся Національної академії
аграрних наук України

Фурман В.М. – к.с.-г.н., доцент,
доцент кафедри агрохімії, ґрунтознавства та землеробства,
Національний університет водного господарства та природокористування

Мороз О.С. – к.с.-г.н., доцент,
доцент кафедри агрохімії, ґрунтознавства та землеробства,
Національний університет водного господарства та природокористування

Люсак А.В. – к.т.н., доцент,
доцент кафедри землеустрою, кадастру, моніторингу земель
та геоінформатики,
Національний університет водного господарства та природокористування

В роботі узагальнено експериментальні дані вивчення впливу різних систем удобрення, зокрема мінеральної, органічної та органо-мінеральної на продуктивність та якість зерна сої.

Висота рослин у фазу наливу бобів на варіанті $N_{45}P_{60}K_{60}$ + солома, післядія сидератів і гички, становила – 86 см, що на 14 см перевищує контрольний варіант. Досліджувані системи удобрення не впливали на формування бульбочок, більш того, їх число знижувалося в порівнянні з контролем на 3,4–3,8 шт./г. Найменше число бульбочок спостерігалося при мінеральній системі удобрення.

Дослідженнями встановлено чітку закономірність впливу систем удобрення на кількісний показник забур'яненості і масу бур'янів у посівах сої. Найменша кількість бур'янів була на варіанті $N_{45}P_{60}K_{60}$ + солома, післядія сидератів і гички, а найбільша на варіантах де використовувався гній.

Найбільша врожайність відмічена на варіанті з внесенням мінеральних добрив, соломи та післядією сидератів та гички, вона склала 2,6 т/га, що на 0,7 т/га більше від контролю, на 0,32 т/га більше від мінеральної системи удобрення та на 0,42 т/га більше ніж при післядії гною.

Максимальна кількість бобів на рослині 17,9 шт. та найбільша маса насіння з однієї рослини була отримана при органо-мінеральному удобренні на варіантах $N_{45}P_{60}K_{60}$ + післядія 40 т/га гною та $N_{45}P_{60}K_{60}$ + солома, післядія сидератів і гички. Найвищий вміст білку в зерні сої одержали на цьому ж варіанті 32,9%, що на 2,5 % перевищує контроль. На ньому ж спостерігається максимальний збір кормових одиниць та перетравного протеїну. При цьому окупність додаткових витрат становить 0,39 грн./грн., при рентабельності 39%. Цей варіант рекомендується для вирощування сої на темно-сірому опідзоленому легкоугликовому ґрунті України що максимально заміняє внесення гною.

Ключові слова: соя, добрива, продуктивність, системи удобрення, урожайність, якість зерна.

Polovyi V.M., Furman V.M., Moroz O.S., Liusak A.V. Monitoring of soybean productivity under different fertilizer systems in the Western Forest-Steppe

The paper summarizes experimental data on the impact of various fertilizer systems, including mineral, organic and organo-mineral ones on the productivity and quality of soybean grain.

The height of plants in the phase of filling beans on the variant $N_{45}P_{60}K_{60}$ + straw, aftereffect of greens and haulm, was 86 cm, which is 14 cm higher than the control variant. Studies of the fertilizer system did not affect the formation of nodules, moreover, their number decreased compared to the control by 3.4–3.8 pcs / h. The lowest number of nodules was observed in the mineral fertilizer system.

The studies have established a clear pattern of the impact of fertilizer systems on the quantitative indicator of weeds and the mass of weeds in soybean crops. The smallest number of weeds was in the variant $N_{45}R_{60}K_{60}$ + straw, aftereffect of greens and haulm, and the largest in the variants where manure was used.

The highest yield was observed in the variant with the application of mineral fertilizers, straw and the aftereffect of greens and haulm, it was 2.6 t / ha, which is 0.7 t / ha more than the control, 0.32 t / ha more than the mineral fertilizer system and 0.42 t / ha more than after manure.

The maximum number of beans per plant is 17.9 pieces. and the largest mass of seeds from one plant was obtained with organo-mineral fertilizer on options $N_{45}R_{60}K_{60}$ + aftereffect 40 t / ha manure and $N_{45}R_{60}K_{60}$ + straw, aftereffect of greens and haulm. The highest protein content in soybeans was obtained in the same variant with the introduction of $N_{45}R_{60}K_{60}$ on the background of the aftereffects of greens, straw and haulm – 32.9%, which is 2.5% higher than the control. In the same variant, the maximum collection of feed units and digestible protein is observed. At the same time, the payback of additional costs is UAH 0.39 / UAH, with a profitability of 39%. This option is recommended for growing soybeans on dark gray podzolic light loamy soil of Ukraine, which is the best substitute for manure application.

Key words: soybean, fertilizers, productivity, fertilizer systems, yield, grain quality.

Постановка проблеми. Виробництво продуктів харчування і різних видів сільськогосподарської сировини – важливе завдання агропромислового комплексу України. На сучасному етапі особливо гостро стоїть питання збільшення виробництва зернових бобових культур. Соя є джерелом білку та добрим попередником для культур у сівоzmіні. [1, с. 75].

У комплексі заходів, спрямованих на вирішення цієї проблеми, одним з головних є розроблення і впровадження у виробництво адаптованих до умов навколишнього середовища сучасних конкурентоспроможних технологій вирощування, що забезпечать максимальну реалізацію продуктивного потенціалу зернобобових культур та покращення якості їх зерна. Це дасть змогу збільшити площі існуючих попередників для зернових культур та сприятиме збереженню родючості ґрунту.

Отримання високих і стабільних урожаїв сої із високої якості насіння є важливим завданням аграрного сектору України [2, с. 12].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Однією з умов ведення інтенсивного землеробства на сучасному етапі виступає оптимальне управління кругообігом поживних речовин і створення їх активного балансу за рахунок використання мінеральних добрив при впровадженні програмованих рівнів урожайності на основі чіткого виконання науково-обґрунтованої системи (моделі) заходів і технологій розширеного відтворення родючості ґрунту відповідно до регіональних умов [3, с. 56–61].

Норми мінеральних добрив під сою встановлюють залежно від вмісту поживних речовин в ґрунті, рівня запланованого врожаю тощо. Фосфорні і калійні добрива ($P_{45-60}K_{45-60}$) вносять під зяблеву оранку. Азотні добрива, як правило, при дотриманні вимог агротехніки і створенні оптимальних умов азотфіксації з повітря, не застосовують. Стартову дозу азоту (N_{60-90}) вносять у випадку неефективної роботи бульбочок [4, с. 25–28].

Рослини сої досить вибагливі до поживного режиму ґрунту і культури землеробства загалом. Але завдяки гармонійному поєднанню двох найважливіших фізіологічних процесів – фотосинтезу й біологічної фіксації азоту соя здатна забезпечити свою потребу в азоті, поліпшити азотний баланс і родючість ґрунту [5, с. 20].

Більшість дослідників вивчають вплив мінеральних добрив на продуктивність сої. В умовах Західного Лісостепу використання на посівах сої комплексного мінерального добрива Нітроамофоски – м у нормі 4 ц/га впливає на підвищення елементів зернової та симбіотичної продуктивності [6, с. 74]. Найвищу урожайність

сої одержано у варіанті досліду з внесенням норми мінеральних добрив $N_{17}P_{57}K_{60} + N_{17}$ при підживленні у фазі бутонізації [7, с. 99].

Рекомендується також за відсутності передпосівної інокуляції насіння сої вносити під час вирощування культури азотні добрива на фоні фосфорно-калійних, що дозволить забезпечити високу урожайність та якість насіння. [8, с. 42].

Останнім часом дедалі більше виявляється необхідність диференційованого підходу до застосування добрив залежно від ґрунтово-кліматичних умов. Нові технології вирощування сільськогосподарських культур дають змогу програмувати їх урожайність і змінити погляди на розробку і впровадження у виробництво нових систем удобрення, які б за конкретних природних умов забезпечували реалізацію біологічного потенціалу культур і підвищення родючості ґрунту [9, с. 56].

Застосування органо-мінеральної системи удобрення сприяє покращенню показників ґрунту, оскільки, мінеральна та органічна система удобрення призначені лише для забезпечення рослин поживними речовинами, тобто для формування та дозрівання врожаю, а при органо-мінеральній системі культури більше забезпечуються поживними елементами тому. Що їх внесено в достатній кількості, і частина органіки перетворюється в гумус, збільшення вмісту якого, в свою чергу, покращує гранулометричний склад ґрунту, його структуру, водні властивості, тощо [10, с. 46–50]. Актуальною є необхідність дослідження комплексу агротехнічних, агрохімічних, організаційних заходів по визначенню оптимальних доз органічних і мінеральних добрив на темно-сірому опідзоленому ґрунті на формування врожайності і якості насіння сої.

Постановка завдання. Мета роботи – розробити високоефективну систему удобрення сої в сівозміні, адаптовану до сучасних господарсько-економічних умов, яка б забезпечила одержання високих і сталих урожаїв високоякісного зерна сої.

Експериментальна частина досліджень виконана у сівозміні з вирощування польових культур на насінневі цілі Інституту сільського господарства Західного Полісся НААН.

Ґрунт дослідної ділянки – темно-сірий опідзолений легкосуглинковий який в 0-20см шарі містить: гумусу – 1,49 %, азоту, що легко гідролізується, за Корнфілдом – 1,1мг/кг ґрунту; рухомого фосфору за Кірсановим (P_2O_5) – 24,4 мг/ кг ґрунту; обмінного калію за Кірсановим (K_2O) – 4,9 мг/ кг ґрунту; рН сольове – 5,62; гідролітична кислотність – 2,49 мг-екв./100 г.

Дослідженнями передбачалося вивчення особливостей росту, розвитку рослин сої та формування врожаю і його якості залежно від впливу удобрення в умовах Західного Лісостепу. Для вивчення зазначених питань було закладено польовий дослід за наступною схемою: 1. Без добрив (контроль), 2. $N_{45}P_{60}K_{60}$, 3. Післядія 40 т/га гною, 4. $N_{45}P_{60}K_{60}$ + післядія 40 т/га гною, 5. $N_{45}P_{60}K_{60}$ + післядія сидератів, 6. $N_{45}P_{60}K_{60}$ + солома, 7. $N_{45}P_{60}K_{60}$ + солома, післядія сидератів, 8. $N_{45}P_{60}K_{60}$ + солома, післядія сидератів і гички.

Мінеральні добрива вносили у формі аміачної селітри, простого суперфосфату та калімагнезії. Фосфорно-калійні добрива вносили під зяблеву оранку, а азотні – під весняну культивуацію.

Розміри посівної ділянки – 90 м², облікової – 50 м². Повторність трьохразова, розміщення ділянок систематичне. В досліді висівали сою сорту Юг-30. Технологія вирощування культури – рекомендована для зони Західного Лісостепу.

Погодні умови за температурним режимом та кількістю опадів по роках досліджень хоч і мали деякі відхилення від середніх багаторічних показників, проте, в цілому були сприятливими для росту і розвитку рослин сої.

Виклад основного матеріалу дослідження. Основними компонентами, що визначають рівень урожайності сої є кількість рослин на одиниці площі, забур'яненість посівів у початковій фазі розвитку рослин, кількість бобів на рослині, кількість насінин у бобові і їх маса. Процес формування зерна сої залежить від дії факторів, які визначають інтенсивність наростання вегетативної маси, накопичення сухої речовини, кількості бульбочкових бактерій і тривалість її активного функціонування. Особливістю росту і розвитку рослин сої є тривала диференціація генеративних органів при високій залежності їх розвитку від метеорологічних умов та агротехнічних факторів, зокрема добрив.

Як свідчать дані, у фазах гілкування та наливу бобів найбільша висота рослин була на варіанті $N_{45}P_{60}K_{60}$ + солома, післядія сидератів і гички і склала 28 та 86 см. У фазу цвітіння найвищі рослини спостерігались на варіанті з органічною системою удобрення – 50 см.

Також, удобрення різною мірою впливало на забур'яненість посівів сої. Дослідженнями встановлено чітку закономірність впливу систем удобрення на кількісний показник забур'яненості і масу бур'янів у посівах сої. За даними досліджень, в період утворення першого трійчатого листа найбільша кількість бур'янів була на варіантах: післядія 40 т/га гною та $N_{45}P_{60}K_{60}$ + післядія 40 т/га гною відповідно. Найменша кількість бур'янів була на варіантах органо-мінеральної системи удобрення, крім варіанту $N_{45}P_{60}K_{60}$ + післядія 40 т/га гною, і коливалась в межах 66-73 шт/м². Серед бур'янів переважали дводольні.

Повітряно-суха маса бур'янів в період збирання була найбільшою на варіантах – післядія 40 т/га гною і становила 131,8 г/м² та післядією 40 т/га гною з $N_{45}P_{60}K_{60}$ – 114,9 г/м².

Високий вміст білку у вегетативній масі та в зерні сої визначає більшу її потребу в азоті, яка майже повністю задовольняється за рахунок споживання його з атмосфери. Зв'язується молекулярний азот повітря в результаті симбіозу рослин зі специфічною групою бульбочкових бактерій.

Спостереження за числом бульбочок показало, що на контрольному варіанті, де не вносилися добрива, їх налічувалося 13,5 шт./г. Їх маса склала 0,12 г. Досліджувані системи удобрення не впливали на формування бульбочок, більш того, їх число знижувалося в порівнянні з контролем на 3,4–3,8 шт./г.

Найменше число бульбочок спостерігалось при мінеральній системі удобрення. При органо-мінеральній та органічній системах удобрення маса бульбочок перевищувала контроль і склала 0,13 г на одну рослину.

Також, удобрення сприяло збільшенню інших показників структури врожаю, зокрема кількості бобів, кількості зерен у бобі та масі зерен з однієї рослини. Перед збиранням найбільша кількість рослин сої на одиниці площі 19,9 шт./м² та 20,2 шт./м², спостерігалась на варіантах – післядія 40 т/га гною та $N_{45}P_{60}K_{60}$, тобто за органічної та мінеральної систем удобрення відповідно.

Максимальна кількість бобів на рослині 19,9 шт. спостерігалась на варіанті $N_{45}P_{60}K_{60}$ + солома, післядія сидератів і гички, при мінеральній системі удобрення вона склала – 18,7 шт. За кількістю бобів на рослинах сої кращим був варіант $N_{45}P_{60}K_{60}$ + солома, післядія сидератів і гички – 17,9 шт., що на 4,2 шт. перевищує контроль, на 1,2 шт. перевищує варіант з мінеральною системою удобрення та на 1,7 перевищує варіант післядія 40 т/га гною.

При досліджуваних системах удобрення найбільша маса насіння з однієї рослини була отримана на варіанті $N_{45}P_{60}K_{60}$ + солома, післядія сидератів та гички і склала 14,6 г. За кількістю насіння в бобові максимальне значення також

спостерігалось на даному варіанті, що забезпечило формування найвищої врожайності зерна.

Урожайність сої є інтегруючим показником впливу дії на рослину комплексу факторів і визначається рівнем густоти стояння рослин на час збирання, їх індивідуальною продуктивністю, яка обумовлена кількістю бобів на рослині, кількістю зерен у них та масою 1000 зерен.

Формування урожаю і накопичення в ньому господарсько-цінної частини є кінцевим результатом цілого ряду складних фізіолого-біохімічних процесів, які відбуваються в органах рослин в онтогенезі. Направленість цих процесів передусім визначається спадковими властивостями самої рослини, але на інтенсивність їх прояву великий вплив мають відповідні умови живлення.

Отриманні результати урожайності сої підтвердили закономірність залежності рівня даної величини від удобрення рослин. Аналізуючи показники урожайності зерна сої за роки досліджень (табл. 1), можна зробити висновки, що найбільша урожайність відмічена на варіанті з внесенням мінеральних добрив, соломи та післядією сидератів та гички, вона склала 2,60 т/га, що на 0,70 т/га більше від контролю, на 0,32 т/га більше від мінеральної системи удобрення та на 0,42 т/га більше ніж на варіанті післядії 40 т/га гною.

Таблиця 1

Урожайність сої залежно від систем удобрення (2019–2021 рр.), т/га

Варіанти дослідів	Урожай по роках			Середній урожай	Відхилення від контролю, ±
	2019	2020	2021		
Без добрив (контроль)	2,30	1,68	1,73	1,90	–
$N_{45}P_{60}K_{60}$	2,64	2,12	2,09	2,28	0,38
Післядія 40 т/га гною	2,06	2,05	1,98	2,03	0,13
$N_{45}P_{60}K_{60}$ + післядія 40 т/га гною	2,85	2,36	2,54	2,58	0,68
$N_{45}P_{60}K_{60}$ + післядія сидератів	2,68	2,20	2,22	2,37	0,46
$N_{45}P_{60}K_{60}$ + солома	2,77	2,25	2,36	2,46	0,56
$N_{45}P_{60}K_{60}$ + солома, післядія сидератів	2,80	2,31	2,56	2,56	0,65
$N_{45}P_{60}K_{60}$ + солома, післядія сидератів і гички	2,82	2,35	2,62	2,60	0,70
HP_{05} т/га	0,18	0,12	0,14		

Із вище сказаного можна зробити висновок, що застосування різних систем удобрення підвищує інтенсивність накопичення сухої речовини та сприяє збільшенню висоти рослин, а також сприяє зростанню продуктивності посівів сої за рахунок збільшення кількості бобів на стеблі та зерен у бобі, що забезпечує одержання зерна з високою якістю та підвищення вмісту білку в насінні.

При проведенні досліджень вивчали вплив різних систем удобрення на такі показники якості зерна сої, як маса 1000 зерен та вміст білку в зерні та збір білку з 1 га. Маса 1000 насінин — один з найважливіших господарських показників, що характеризують якість насінного матеріалу.

Серед поживних речовин сої найціннішими є білки. Вони складаються з вуглецю, водню, кисню, азоту, сірки та фосфору. До білків відносяться також усі ферменти та деякі гормони. Ці речовини є джерелом амінокислот, які використовуються організмом тварин для побудови власного тіла (табл. 2).

Таблиця 2
Вплив систем удобрення на якісні показники насіння сої (2019-2021рр.)

Система удобрення	Маса 1000 насінин, г	Вміст білку, %	Збір білку, т/га
Без добрив (контроль)	120,4	30,4	0,58
$N_{45}P_{60}K_{60}$	121,0	31,6	0,72
Післядія 40 т/га гною	123,0	31,5	0,64
$N_{45}P_{60}K_{60}$ + післядія 40 т/га гною	135,9	32,3	0,83
$N_{45}P_{60}K_{60}$ + післядія сидератів	128,4	31,7	0,75
$N_{45}P_{60}K_{60}$ + солома	126,8	31,1	0,77
$N_{45}P_{60}K_{60}$ + солома, післядія сидератів	129,6	32,2	0,82
$N_{45}P_{60}K_{60}$ + солома, післядія сидератів і гички	135,7	32,9	0,86

Проаналізувавши дані таблиці 2 можна зробити висновок, що варіант $N_{45}P_{60}K_{60}$ + солома, післядія сидератів і гички по всіх вище названих показниках виявив найкращі результати: маса 1000 насінин склала 135,7 г, вміст білку в зерні 32,9% та збір білку з 1 га – 0,86 т відповідно.

Добрива – потужний фактор підвищення врожайності сільськогосподарських культур. Проте для вибору та впровадження у виробництво найефективніших норм, форм, способів і строків використання добрив необхідна їх економічна оцінка.

Застосування післядії органічних добрив в дозі 40 т/га при вирощуванні сої є економічно вигідним, але найбільший приріст чистого доходу спостерігається на варіанті – $N_{45}P_{60}K_{60}$ + солома, післядія сидератів і окупність додаткових витрат 0,39 грн/грн.

Висновки та рекомендації. В роботі узагальнено експериментальні дані вивчення впливу різних систем удобрення, зокрема мінеральної, органічної та органо-мінеральної на продуктивність та якість зерна сої.

Висота рослин у фазу наливу бобів на варіанті $N_{45}P_{60}K_{60}$ + солома, післядія сидератів і гички, становила – 86 см, що на 14 см перевищує контрольний варіант. Досліджувані системи удобрення не впливали на формування бульбочок, більш того, їх число знижувалося в порівнянні з контролем на 3,4–3,8 шт./г. Найменше число бульбочок спостерігалось при мінеральній системі добрив.

Дослідженнями встановлено чітку закономірність впливу систем удобрення на кількісний показник забур'яненості і масу бур'янів у посівах сої. Найменша кількість бур'янів була на варіанті $N_{45}P_{60}K_{60}$ + солома, післядія сидератів і гички, а найбільша на варіантах де використовувався гній.

Найбільша врожайність відмічена на варіанті з внесенням мінеральних добрив, соломи та післядією сидератів та гички, вона склала 2,6 т/га, що на 0,7 т/га більше від контролю, на 0,32 т/га більше від мінеральної системи удобрення та на 0,42 т/га більше ніж при післядії гною.

Максимальна кількість бобів на рослині 17,9 шт. та найбільша маса насіння з однієї рослини була отримана при органо-мінеральному удобренні на варіантах $N_{45}P_{60}K_{60}$ + післядія 40 т/га гною та $N_{45}P_{60}K_{60}$ + солома, післядія сидератів і гички.

Рекомендуємо при вирощуванні сої на темно-сірому опідзоленому легкосуглинковому ґрунті в умовах Західного Лісостепу використовувати органо-мінеральну систему удобрення яка передбачає внесення $N_{45}P_{60}K_{60}$ +солома, післядія сидератів і гички, що максимально заміняє внесення гною, та найбільше підвищує врожайність на рівні 2,6 т/га, приріст чистого доходу та окупність додаткових витрат 0,39 грн./грн.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Мсьондз Н. П. Формування продуктивності сої залежно від технологічних заходів вирощування в умовах північної частини Лісостепу. *Землеробство*. 2014. Вип. 1–2. С. 74–77.
2. Ганжа В. В., Іванів М. О. Якість насіння сортів сої залежно від елементів технології за краплинного зрошення. *Таврійський науковий вісник*. 2021. Вип. 120. С. 11–18.
3. Медведева П. В. Почвенно-экологические основы возделывания сельскохозяйственных культур. Київ : Урожай, 1991. 176 с.
4. Каленська С. М., Шевчук О. Я., Дмитришак М. Я., Козяр О. М. Рослинництво : підручник / за ред. О. Я. Шевчука. К. : НАУ, 2005. 502 с.
5. Москалець В. В. Екологічні аспекти вирощування сої. *Вісник аграрної науки*, 2010. № 3. С. 20–23.
6. Панасюк Р. Продуктивність сої залежно від удобрення. *Вісник Львівського національного аграрного університету*. Агрономія. 2021. № 25. С. 71–74.
7. Пархуць Б. І., Улич В. Б. Вплив удобрення на продуктивність сої в умовах Лісостепу Західного. *Наукове забезпечення технологічного прогресу ХХІ сторіччя* : матеріали міжнародної наукової конференції. Том 1. Чернівці. 2020. С. 99–100.
8. Бараболя О. В., Найдьон М. Ю., Кононенко С. М., Коровіченко С. Г. Вплив мінерального живлення на продуктивність сої. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2020. Вип. (4). С. 35–44.
9. Лопачев Н. А., Наумкин В. Н. О биологизации земледелия. *Земледелие*. 1999. № 6. С. 16–17.
10. Єщенко В. О., Копитько П. Г., Опришко В. П., Бутило А. П., Костогиз П. В. Загальне землеробство : підручник / за ред. В. О. Єщенка. К. : Вища освіта, 2004. 336 с.