

УДК 631.82:633.34

## Ефективність внесення мінеральних добрив за вирощування сої в умовах південно-східного Степу України

Дудкіна А. П.

Бондарева О. Б., кандидат технічних наук

Донецька державна сільськогосподарська дослідна станція НААН  
Україна, 85307, м. Покровськ, вул. Захисників України, 1, Донецька обл.  
e-mail: cnzdiarpw@ukr.net, olbraun58dds@ukr.net

**Мета.** Визначити оптимальні строки і способи внесення мінеральних добрив для збільшення врожайності сої у південно-східному Степу України. **Методи.** Польовий, лабораторний, вимірювальний, розрахунково-порівняльний, математичної статистики. Дослідження проводили у 2016–2018 рр. в ДП «ДГ «Забойщик» Донецької державної сільськогосподарської дослідної станції НААН». Польові досліди закладали у трикратному повторенні з систематичним розміщенням варіантів. У досліді використовували такі добрива: основне (фон) – тукосуміш (аміачна селітра N – 34 %, суперфосфат простий гранульований  $P_2O_5$  – 19,5 %, калій хлористий  $K_2O$  – 60 %); нітроамофоска з умістом N 16 %,  $P_2O_5$  16 %,  $K_2O$  16 %. Агротехніка загальноприйнята для зони Степу. Математичну обробку результатів досліджень проводили за Б. О. Доспеховим. Погодні умови років досліджень були типовими для південно-східного Степу України. **Результати.** Одержані дані вказують на економічну доцільність внесення добрив на початку активного росту кореневої системи. Пізні прикореневі підживлення в умовах південного Степу є малоєфективними внаслідок негативної дії високих температур, посух, суховіїв та нестачі вологи. Найбільший приріст урожайності (0,47 т/га, або 28,0 %) отримано на варіанті фон + припосівне внесення  $N_{20}P_{20}K_{20}$ . Комбінування основного внесення добрив та кореневого підживлення  $N_{20}P_{20}K_{20}$  при першому міжрядному обробітку посівів сої у фазі «другий трійчастий листок» підвищує врожайність на 0,41 т/га, або 24,5 %. Застосування добрив  $N_{20}P_{20}K_{20}$  одночасно із сівбою та при першому міжрядному обробітку збільшує рентабельність відповідно на 15,7 та 8,0 %. У технології вирощування сої у Степовій зоні внесення добрив перед сівбою та підживлення перед змиканням міжрядь були економічно недоцільними. **Висновки.** В умовах південно-східного Степу України правильно підібрана система застосування добрив дає можливість підвищити врожайність (на 20–30 %) та рентабельність вирощування сої (на 8–16 %).

**Ключові слова:** соя, мінеральні добрива, способи і строки внесення добрив, урожайність, рентабельність

**Вступ.** Необхідність забезпечити населення продуктами харчування вимагає випереджаючого росту виробництва продовольчих ресурсів, зокрема білково-олійної сировини. Поповнення їх значною мірою забезпечується за рахунок такої стратегічної культури, як соя, що являє собою важливу складову продовольства, основу світової піраміди рослинного білка і олії.

Соя посідає четверте місце у світі за площею посіву та обсягами виробництва продукції після пшениці, кукурудзи і рису. У світовому землеробстві соя відіграє стратегічну роль у розв'язанні глобальної продовольчої

проблеми. За 1961–2010 рр. площа посіву сої у світі збільшилася з 23,8 до 102,0 млн га, її вирощували більше 90 країн в основних землеробських регіонах планети, а врожайність сої за цей час зросла з 11,28 до 25,5 ц/га, виробництво зерна – з 26,9 до 260,8 млн тонн [1–3]. У США сою вважають однією з найважливіших статей прибутку, без неї неможливе швидке розв'язання продовольчої проблеми, постачання високобілкових кормів і олії, зростання продуктивності землеробства, тваринництва і птахівництва, формування експортних ресурсів. Обсяг річного експорту американського зерна сої, соєвого шроту і соєвої олії становить понад 10 млрд доларів.

**Аналіз літературних джерел, постановка проблеми.** Інтерес фахівців до культури сої в Україні зростає, оскільки завдяки їй успішно розв'язується проблема білка, олії в багатьох вітчизняних сільськогосподарських підприємствах, зміцнюється економіка [3–5]. В Україні соя культивувалась і раніше, для її вирощування є сприятливі регіони. Так, у 1931 р. сою висівали на площі 191 тис. га, що була найбільшою в Європі [6]. У 2006 р. Україна зайняла перше місце в Європі за обсягами виробництва сої, а в 2017 р. увійшла до дев'яти країн – найбільших виробників цієї культури у світі та має велику перспективу щодо розширення її посівів. Головними чинниками для цього є створення і впровадження у виробництво сортів сої нового покоління, розробка та запровадження сортової технології її вирощування, популяризація культури на ринку [7].

Затрати на вирощування сої мало чим відрізняються від затрат на вирощування, наприклад, кукурудзи чи соняшнику. Але за попитом і конкурентоспроможністю на ринку соя перевищує інші білково-олійні і зернобобові культури. Про це переконливо свідчать значно більші обсяги виробництва сої і торгівлі нею та продуктами її переробки порівняно з іншими білково-олійними культурами [8–10].

Стабільний інтерес у світі до виробництва і використання сої пояснюється її унікальним хімічним складом. У зерні сої міститься 38–40 % білка, 20 % жиру, 25–30 % вуглеводів, а також ферменти, вітаміни, мінеральні, фітохімічні та інші речовини. Високими кормовими властивостями характеризуються соєвий шрот і повножирова екструдована соя, які в багатьох країнах є обов'язковими високобілковими інгредієнтами у виробництві комбикормів для тваринництва і птахівництва [11–13], а також зелена маса. Завдяки такій цінній властивості бобової культури сої, як біологічна фіксація азоту, значною мірою забезпечується потреба в ньому, покращується азотний баланс ґрунту, поліпшується екологія, тому соя є одним з кращих попередників у сівозміні [14].

Урожайність сої значно залежить від технології вирощування. Одним з найважливіших технологічних прийомів, що впливають на врожайність і якість насіння сої, є система удобрення. Культура досить ви-

баглива до мінерального живлення – для формування 1 т насіння витрачається близько 70–90 кг азоту, 15–20 кг фосфору, 30–40 кг калію, 8–10 кг магнію, 18–21 кг кальцію. Відомо, що надходження елементів живлення в рослини сої впродовж вегетаційного періоду відбувається нерівномірно. Найбільше їх соя споживає в періоди цвітіння, формування і до початку наливу бобів – відповідно 57,9–59,7%, 59,4–64,7 і 66,0–70,0%, а від початку наливу до кінця дозрівання – 33,7–36,3 %, 30,6–36,0 і 18,9–26,4 % відповідно. Максимальну кількість азоту соя засвоює у фазах цвітіння і формування бобів, фосфору – на початкових фазах росту (від сходів до розгалуження), калію – у фазі формування і наливу бобів [15–17].

Специфічним є застосування добрив для сої зважаючи на її біологічну здатність засвоювати атмосферний азот за допомогою симбіозу з бульбочковими бактеріями-азотфіксаторами і поглинати фосфор з важкодоступних сполук ґрунту. У технології вирощування сої має бути комплексний підхід до вибору системи удобрення з урахуванням таких факторів, як ґрунтово-кліматичні і погодні умови, попередник, сорт, фон інокуляції тощо [18–22].

Агрокліматичні умови південно-східного Степу України, зокрема Донецького регіону, з високими температурами повітря та дефіцитом вологи не є комфортними для вирощування сої. Тому актуальним є вдосконалення агротехніки вирощування сої в умовах посушливого клімату з високими температурами повітря та ґрунту.

**Мета досліджень** – визначити оптимальні строки і способи внесення мінеральних добрив для збільшення врожайності сої в умовах південно-східного Степу України.

**Матеріал та методика.** Дослідження проводили у 2016–2018 рр. в ДП «ДГ «Забойщик» Донецької ДСДС НААН» (Великоновосілковський район Донецької області). Польові досліді закладали у трикратному повторенні з систематичним розміщенням варіантів. Загальна посівна площа ділянки 84,0 м<sup>2</sup>, облікова – 52,8 м<sup>2</sup>.

Ґрунт – чорнозем звичайний середньогумусний важкосуглинковий (табл. 1). Відбір зразків ґрунту проводили із шару 0–20 см. Ґрунт дослідної ділянки характеризується високою природною родючістю, він має 24 бали за шкалою бонітування ґрунтів А. І. Сірого.

Узагалі, родючість і агрофізичні властивості ґрунту та кліматичні умови є цілком задовільними для вирощування сої і отримання вагомих урожаїв високої якості. Саме на важкосуглинкових за гранулометричним складом ґрунтах формуються найвищі врожаї сої за умови забезпечення достатньої аерації ґрунту. Соя добре росте і дає високі врожаї на ґрунтах з широким діапазоном рН (5,5–8,0). Не рекомендовано вирощувати сою лише на заболочених, солончакових і солонцевих ґрунтах [7].

Таблиця 1. Основні агрохімічні показники ґрунту дослідної ділянки

Показник	Значення
pH	5,5
N <sub>гидр.</sub>	1,3 мг-екв/100 г
Вміст гумусу	4,21 %
Легкогідролізований азот	11,6 мг/кг
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	11,2 мг/кг
K <sub>2</sub> O	11,6 мг/кг

У дослідях використовували такі добрива: основне (фон) – тукоsumіш (аміачна селітра N – 34 %, суперфосфат простий гранульований P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 19,5 %, калій хлористий K<sub>2</sub>O – 60 %); нітроамофоска з умістом N 16 %, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 16 %, K<sub>2</sub>O 16 %.

Схема досліду: 1) N<sub>20</sub>P<sub>40</sub>K<sub>40</sub> (основне) – фон; 2) Фон + N<sub>20</sub>P<sub>20</sub>K<sub>20</sub> (передпосівне); 3) Фон + N<sub>20</sub>P<sub>20</sub>K<sub>20</sub> (припосівне); 4) Фон + N<sub>20</sub>P<sub>20</sub>K<sub>20</sub> (підживлення при першому міжрядному обробітку); 5) Фон + N<sub>20</sub>P<sub>20</sub>K<sub>20</sub> (підживлення перед змиканням міжрядь). Добрива вносили відповідно до схеми досліду.

Основні методи: польовий, лабораторний, вимірювальний, розрахунково-порівняльний, математичної статистики. Дослідження виконували відповідно до загальноприйнятих методичних рекомендацій у рослинництві. Спостереження, обліки в дослідях та статистичну обробку врожайних даних проводили за методикою Б. О. Доспехова [23].

Агротехніка досліду загальноприйнята для зони Степу. Попередник – ячмінь ярий. Сою сорту Златослава висівали у третій декаді квітня за температури ґрунту на глибині загортання насіння 10–12 °С. Сівбу з нормою висіву 500 тис. насінин на 1 га проводили сівалкою СН-16 з глибиною загортання насіння 4 см. Перший міжрядний обробіток проводили у фазі «другий трійчастий листок» під час формуванні суцвіття та квіток, другий – перед змиканням міжрядь. Збирали врожай комбайном Samro-500, кожну ділянку окремо.

Погодні умови року вирощування – це той фактор, який суттєво впливає на формування продуктивності культури. Умови років досліджень (2016–2018 рр.) були типовими для південно-східного Степу України: в липні та серпні відмічено суттєве підвищення температури повітря, кількість опадів була в декілька разів меншою за середньобаторічний рівень. Гідротермічний коефіцієнт за вегетаційний період сої (травень–серпень) становив 0,47, що характеризує погодні умови як гостро посушливі. Такі складні погодні фактори значно погіршували умови, що необхідні для реалізації потенційної врожайності сої. Перші сходи відмічено на 11–12-у добу після сівби, повні – на 14–16-у. Через 15–18 діб після повних сходів зафіксовано фазу першого трійчастого листка,

на 30–32-у добу – фазу гілкування. Початок цвітіння сої спостерігали на 35–36-у добу після повних сходів, а масове цвітіння – на 40–43-у, початок формування бобів у нижньому ярусі рослин сої відмічали на 46-у добу вегетації. Повної стиглості насіння досягало на 100–102-у добу.

**Обговорення результатів.** Упродовж вегетації сої фіксували настання фенологічних фаз розвитку рослин за варіантами дослідів. Так, на ділянках, на яких крім основного удобрення додатково вносили добрива у підживлення, настання фаз було пришвидшеним на 2 доби відносно контролю та інших варіантів.

Відмічено меншу залежність від погодних стресів на варіантах 3 та 4. Під дією абіотичних факторів для сої характерне типове послаблення тургору як наслідок падіння інтенсивності фотосинтезу. Збалансоване надходження комплексу елементів чинить протидію стресам за рахунок формування потужної підземної та надземної частин рослини. Відтак, на варіантах 1, 2, 5 спостерігали світліший колір листової пластини. Результат більшої стійкості на варіантах 3 та 4 – у кращому засвоєнні поживних речовин, внесених на фенологічних фазах «сходи» та «другий трійчастий листок».

Внесення добрив залежно від строків та способу сприяло збільшенню висоти рослин сої порівняно з контролем на 7–15 см. Висота прикріплення нижнього бобу становила 16–19 см. Достигання бобів настало практично одночасно на всіх варіантах.

Дані таблиці 2 показують, що приріст урожайності до контролю був найбільшим (0,47 т/га) за застосування добрив за схемою варіанту 3 (фон + припосівне внесення  $N_{20}P_{20}K_{20}$ ), найменшим (0,12 т/га) – на варіанті 5 (фон + підживлення  $N_{20}P_{20}K_{20}$  перед змиканням міжрядь). Комбінування основного внесення добрив та прикореневого підживлення при першому міжрядному обробітку у фазі «другий трійчастий листок» забезпечило приріст урожайності до контролю 0,41 т/га.

**Таблиця 2. Вплив удобрення на врожайність сої сорту Златослава (2016–2018 рр.)**

Варіант дослідів	Урожайність, т/га			Урожайність середня, т/га	Приріст, т/га
	2016	2017	2018		
1) $N_{20}P_{40}K_{40}$ (фон)	1,72	1,77	1,52	1,67	-
2) Фон + $N_{20}P_{20}K_{20}$ (передпосівне)	1,79	2,15	1,69	1,88	0,21
3) Фон + $N_{20}P_{20}K_{20}$ (припосівне)	2,15	2,03	2,23	2,14	0,47
4) Фон + $N_{20}P_{20}K_{20}$ (при 1-му міжрядному обробітку)	2,31	2,06	1,87	2,08	0,41
5) Фон + $N_{20}P_{20}K_{20}$ (перед змиканням міжрядь)	1,75	1,9	1,73	1,79	0,12
$НІР_{05}$ , т/га					0,19

Одержані дані вказують на практичну та економічну доцільність внесення добрив безпосередньо на початку активного росту кореневої системи, що збігається із початком розвитку бульбочок. Закладання міцної кореневої системи позитивно впливає на засвоювання рослинами сої поживних елементів упродовж усієї вегетації. Завдяки тропізму кореня можливе використання вологи із більш глибоких шарів ґрунтового профілю за настання посушливих умов. Це дає можливість збільшити «буферність», або опір факторам навколишнього середовища, та підвищити продуктивність сої.

Пізні прикормові підживлення у кліматичних умовах південно-східного Степу України були малоєфективними через такі несприятливі погодні явища, як посухи, суховії тощо.

Розрахунок економічної ефективності різних способів і строків внесення добрив під сою в умовах південно-східного Степу України наведений у таблиці 3.

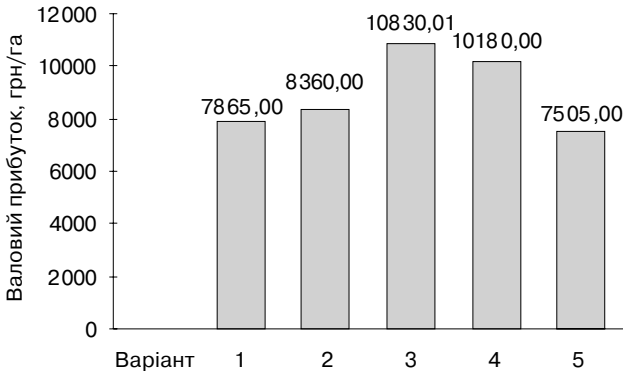
**Таблиця 3. Економічна ефективність внесення добрив за вирощування сої в умовах південно-східного Степу України**

Варіант досліджу	Урожайність, т/га	Дохід від реалізації, грн/га	Виробничі витрати, грн/га	Собівартість, грн/т	Рентабельність, %	Зміна рентабельності, %
1) $N_{20}P_{40}K_{40}$ (фон)	1,67	15865	8000	4790,42	198,3	-
2) Фон + $N_{20}P_{20}K_{20}$ (передпосівне)	1,88	17860	9500	5053,19	188,0	-10,3
3) Фон + $N_{20}P_{20}K_{20}$ (припосівне)	2,14	20330	9500	4439,25	214,0	15,7
4) Фон + $N_{20}P_{20}K_{20}$ (при 1-му міжрядному обробітку)	2,08	19760	9580	4605,77	206,3	8,0
5) Фон + $N_{20}P_{20}K_{20}$ (перед змиканням міжрядь)	1,79	17005	9500	5307,26	179,0	-19,3

Збільшився дохід від реалізації сої за вирощування на всіх варіантах, але зважаючи на зростання витрат на агрозаходи у варіантах 2 і 5 та невисокий приріст урожайності на них (0,21 та 0,12 т/га відповідно) можна дійти висновку про економічну недоцільність даних елементів технології для підвищення ефективності вирощування бобових у Степовій зоні. Рентабельність по цих варіантах мала від'ємне значення (-10,3 % та -19,3 % відповідно).

Економічно та біологічно збалансованими прийомками в технології вирощування сої є внесення  $N_{20}P_{20}K_{20}$  (на основному фоні удобрення) одночасно із сівбою (варіант 3) та при першому міжрядному обробітку посівів у фазі «другий трійчастий листок» (варіант 4), що підвищує вро-

жайність (на 0,47 та 0,41 т/га відповідно) та рентабельність виробництва сої (на 8–16 %). Таку ж тенденцію має прибутковість вирощування сої залежно від фонів мінерального живлення (рис.).



**Рис.** Зміна валового прибутку від виробництва сої за різних систем застосування добрив в умовах південно-східного Степу України

**Висновки.** Правильно підібрана система застосування добрив дає можливість збільшити врожайність сої в умовах південно-східного Степу України на 20–30 %. Так, припосівне внесення  $N_{20}P_{20}K_{20}$  на фоні основного удобрення підвищує врожайність сої на 0,47 т/га, або 28 %, підживлення при першому міжрядному обробітку у фазі «другий трійчастий листок» – на 0,41 т/га, або 24,5 %, що відповідає збільшенню рентабельності на 8–16 %.

### Список використаних джерел

1. Гордійчук Н. Соя – стратегічна культура у світі та Україні: досвід вирощування країн-лідерів. *Агроном*. 2015. № 1. С. 152–153.
2. Фадеев Л. Соя завоевывает мир. *Зерно*. 2015. № 9. С. 27–35.
3. Бабич А. Стан та перспективи виробництва сої в Україні. *Аграрний тиждень. Україна*. 2011. № 40. С. 10; № 41. С. 14.
4. Петриченко В. Ф., Корнійчук О. В., Задорожна І. С. Становлення та розвиток кормовиробництва в Україні. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 11. С. 54–62. doi: 10.31073/agrovisnyk201811-08
5. Бурка А. Соя в Украине: где больше выращивают, перерабатывают и куда продают. *Зерно*. 2015. № 3. С. 120–123.
6. Адамень Ф. Ф., Вергунов В. А., Лазер П. Н., Вергунова И. Н. Агробиологические особенности возделывания сои в Украине. Киев : Аграрна наука, 2006. 456 с.
7. Власова О. Вирощування сої – прибуткова справа. *Агробізнес сьогодні*. 2017. № 23. С. 43–45.
8. Підлубна О. Д., Концеба С. М. Економічна ефективність виробництва насіння сої на регіональному рівні. *Економіка АПК*. 2015. № 1. С. 14–20.
9. Темрієнко О. О. Економічна та енергетична ефективність технологій вирощування сої в умовах Лісостепу Правобережного. *Корми і кормовиробництво*. 2018. Вип. 85. С. 142–150.

10. Бойко О. О. Вплив виробничих факторів на рентабельність соєвиробництва в Україні. *Економіка АПК*. 2013. № 3. С. 46–50.
11. Адамень Ф., Турин Е., Сулима Н. Соевый шрот – дешево и бесценно. *АГРОВісник Україна*. 2008. № 9. С. 33–34.
12. Егоров И., Егоров Т., Розанов Б., Соколовский С., Манукян А. Соевый шрот в комбикормах для цыплят-бройлеров. *Птицеводство*. 2010. № 11. С. 11–13.
13. Турин Е. Соя в годівлі птиці. *Тваринництво України*. 2008. № 2. С. 31–32.
14. Веселовський І. В., Каліберда В. М., Гудзь В. П. Основи агрономії. Київ : Урожай, 1977. 168 с.
15. Ямковий В. Особливості сучасної системи удобрення сої. *Пропозиція*. 2013. № 3. С. 66–70.
16. Вожегова Р. А., Найдьонова В. О., Воронюк Л. А. Продуктивність сої за різних способів основного обробітку ґрунту та доз внесення добрив при зрошенні. *Зрошуване землеробство : міжвід. темат. наук. зб. Херсон*, 2016. Вип. 65. С. 20–22.
17. Авраменко С., Манько К., Шелякін В., Бобров О. Удобрення сої: нові підходи. *Пропозиція*. 2016. № 4. С. 66–68.
18. Петриченко В. Ф., Кобак С. Я., Чорна В. М., Колісник С. І., Лихочвор В. В., Пида С. В. Формування азотфіксуючого потенціалу та продуктивності сортів сої селекції Інституту кормів та сільського господарства Поділля. *Мікробіологічний журнал*. 2018. № 5. С. 63–75. doi: 10.15407/microbioij80.05.063
19. Міленко О. Г. Вплив агроекологічних факторів на врожайність сої. *Молодий вчений*. 2015. № 6, Ч. 1. С. 52–54.
20. Льєнко О. В. Використання вологи посівами сої залежно від способів сівби та норм висіву насіння. *Бюлетень Інституту зернового господарства*. Дніпропетровськ, 2010. № 38. С. 102–105.
21. Заболотний Г. М., Циганська О. І., Циганський В. І. Фотосинтетична продуктивність сої залежно від рівня удобрення та застосування комплексу мікроелементів. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2018. № 5. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd\\_2018\\_5\\_10](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd_2018_5_10). doi: 10.31548/dopovidi2018.05.008
22. Душко П. М. Ефективність органо-мінеральної системи удобрення сої. *Збалансоване природокористування*. 2015. № 4. С. 63–66.
23. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. Москва : Агропромиздат, 1985. 351 с.

## References

1. Hordiichuk, N. (2015). Soya is strategic crop in the world and Ukraine: experience of growing in leadership countries. *Agronomist*, 1, 152–153. [in Ukrainian]
2. Fadeyev, L. (2015). Soybean conquers the world. *Grain*, 9, 27–35. [in Russian]
3. Babych, A. (2011). State and perspectives of soybean production in Ukraine. *Agrarian Week. Ukraine*, 40, 10; 41, 14. [in Ukrainian]
4. Petrychenko, V. F., Korniiichuk, O. V., & Zhadorozhna, I. S. (2018). Formation and development of fodder production in Ukraine. *News of Agrarian Sciences*, 11, 54–62. [in Ukrainian]. doi: 10.31073/agrovisnyk201811-08
5. Burka, A. (2015). Soybean in Ukraine: where it is more grown, processed and where is sold. *Grain*, 3, 120–123. [in Russian]
6. Adamen', F. F., Vergunov, V. A., Lazer, P. N., & Vergunova, I. N. (2006). Agrobiological Features of Soybean Cultivation in Ukraine. Kiev: Ahrarna nauka. [in Russian]
7. Vlasova, O. (2017). Soybean cultivation is profitable business. *Agribusiness Today*, 23, 43–45. [in Ukrainian]
8. Pidlubna, O. D., & Kontseba, S. M. (2015). Economic efficiency of production of soybean seeds at the regional level. *The Economy of the AIC*, 1, 14–20. [in Ukrainian]



9. Temrienko, O. O. (2018). Economic and energy efficiency of soybean cultivation technologies under conditions of the right-bank Forest-Steppe. *Feeds and Feed Production*, 85, 142–149. [in Ukrainian]
10. Boiko, O. O. (2013). Influence of production factors on the profitability of soybean production in Ukraine. *The Economy of the AIC*, 3, 46–50. [in Ukrainian]
11. Adamen', F., Turin, Ye., & Sulima, N. (2008). Soybean meal is cheap and immeasurable. *AGRObulletin Ukraine*, 9, 33–34. [in Russian]
12. Yegorov, I., Yegorova, T., Rozanov, B., Sokolovskiy, S., & Manukyan, A. (2010). Soybean meal in compound feeds for broiler chickens. *Poultry Farming*, 11, 11–13. [in Russian]
13. Turin, Ye. (2008). Soybean in feeding of poultry. *Stock Raising of Ukraine*, 2, 31–32. [in Ukrainian]
14. Veselovskiy, I. V., Kaliberda, V. M., & Hudz, V. P. (1977). *Fundamentals of Agronomy*. Kyiv: Urozhai. [in Ukrainian]
15. Yamkovyi, V. (2013). Features of modern soybean fertilization system. *Proposition*, 3, 66–70. [in Ukrainian]
16. Vozhegova, R. A., Naydonova, V. O., & Voronyuk, L. A. (2016). Productivity of soy at the different methods of basic treatment of soil and doses of fertilizers on irrigation. *Irrigated Agriculture*, 65, 20–22. [in Ukrainian]
17. Avramenko, S., Manko, K., Sheliakin, V., & Bobrov, O. (2016). Soybean fertilization: new approaches. *Propozition*, 4, 66–68. [in Ukrainian]
18. Petrychenko, V. F., Kobak, S. Ya., Chorna, V. M., Kolisnyk, S. I., Likhochvor, V. V., & Pyda, S. V. (2018). Formation of the nitrogen-fixing potential and productivity of soybean varieties selected at the Institute of Feeds and Agriculture of Podillia of NAAS. *Mikrobiol. Z.*, 80(5), 63–75. [in Ukrainian]
19. Milenko, O. H. (2015). Influence of agroecological factors on soybean productivity. *Young Scientist*, 6, 52–54. [in Ukrainian]
20. Ilienکو, O. V. (2010). Using the productive moisture by soya crops, depending on sowing methods and sowing rates. *Bulletin of the Institute of Grain Farming*, 38, 102–105. [in Ukrainian]
21. Zabolotnyi, G. M., Tsyhanska, O. I., & Tsyhanskyi, V. I. (2018). Soybean photosynthetic productivity depending on fertilizer level and complex of microelements. *Scientific Reports NULES of Ukraine*, 5. Retrieved from [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd\\_2018\\_5\\_10](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd_2018_5_10). [in Ukrainian]. doi: 10.31548/dopovidi2018.05.008
22. Dushko, P. M. (2015). The efficiency of the organic-mineral system of soybean fertilization. *Balanced Nature Using*, 4, 63–66. [in Ukrainian]
23. Dospekhov, B. A. (1985). *Methodology of Field Experiments (with the Basics of Statistical Processing of Research Results)*. (5<sup>th</sup> ed., rev.). Moscow: Agropromizdat. [in Russian]

## **Эффективность внесения минеральных удобрений при выращивании сои в условиях юго-восточной Степи Украины**

**Дудкина А. П.**

**Бондарева О. Б.**, кандидат технических наук

Донецкая государственная сельскохозяйственная опытная станция НААН  
Украина, 85307, г. Покровск, ул. Защитников Украины, 1, Донецкая обл.  
e-mail: cnzdiapw@ukr.net, olbraun58dds@ukr.net

**Цель.** Определить оптимальные сроки и способы внесения минеральных удобрений для увеличения урожайности сои в юго-восточной Степи Украины. **Методы.** Полевой, лабораторный, измерительный, расчетно-сравнительный, математической статистики. Исследования проводили в 2016–2018 гг. в ГП «ОХ «Забойщик» Донецкой государственной сельскохозяйственной опытной станции НААН». Полевые опыты за-

кладывали в трехкратном повторении с систематическим размещением вариантов. В опытах использовали такие удобрения: основное (фон) – тукосмесь (аммиачная селитра N – 34 %, суперфосфат простой гранулированный  $P_2O_5$  – 19,5 %, калий хлористый  $K_2O$  – 60 %); нитроаммофоска с содержанием N 16 %,  $P_2O_5$  16 %,  $K_2O$  16 %. Агротехника общепринятая для зоны Степи. Математическую обработку результатов исследований проводили по методике Б. А. Доспехова. Погодные условия в годы исследований были типичными для юго-восточной Степи Украины. **Результаты.** Полученные данные указывают на экономическую целесообразность внесения удобрений в начале активного роста корневой системы. Поздние прикорневые подкормки в условиях южной Степи малоэффективны вследствие негативного воздействия высоких температур, засух, суховеев и нехватки влаги. Наибольшая прибавка урожайности сои (0,47 т/га, или 28 %) получена на варианте фон + припосевное внесение  $N_{20}P_{20}K_{20}$ . Комбинирование основного внесения удобрений и корневой подкормки  $N_{20}P_{20}K_{20}$  при первой междурядной обработке посевов сои в фазе «второй тройчатый лист» способствует повышению урожайности на 0,41 т/га, или 24,5 %. Применение удобрений  $N_{20}P_{20}K_{20}$  при посеве и первой междурядной обработке увеличивает рентабельность на 15,7 и 8,0 %, соответственно. В технологии выращивания бобовых в Степной зоне внесение удобрений перед посевом и подкормка перед смыканием междурядий являются экономически нецелесообразными. **Выводы.** В условиях юго-восточной Степи Украины правильно подобранная система применения удобрений позволяет повысить урожайность (на 20–30 %) и рентабельность выращивания сои (на 8–16 %).

**Ключевые слова:** соя, минеральные удобрения, способы и сроки внесения удобрений, урожайность, рентабельность

## Efficiency of fertilization when soybean growing under conditions of the South-Eastern Steppe of Ukraine

Dudkina A. P.

Bondareva O. B., Candidate of Technical Sciences

Donetsk State Agricultural Experimental Station of NAAS

1, Zakhysnykiv Ukrainy St., Pokrovsk, Donetsk region, 85307, Ukraine

e-mail: cnzdiapw@ukr.net, olbraun58dds@ukr.net

**Purpose.** To determine the optimal terms and methods of fertilization for increasing soybean crop yield in the South-Eastern Steppe of Ukraine. **Methods.** Field, laboratory, measuring, calculation and comparative, methods of mathematical statistics. The studies were carried out in 2016–2018 at the State Enterprise “Experimental Farm “Zaboishchyk” of the Donetsk State Agricultural Experimental Station of NAAS”. Field trials were set up in three replications with systematic layout of variants. The following fertilizers were used in the experiments: basic (background) as mixed fertilizer (ammonium nitrate N 34 %, simple granular superphosphate  $P_2O_5$  19.5 %, potassium  $K_2O$  60 %); ANP fertilizer with N 16 %,  $P_2O_5$  16 %,  $K_2O$  16 %. Farming practices were conventional for the Steppe zone. Mathematical processing of research results was carried out according to the B. A. Dospekhov. Weather conditions during the years of the research were typical for the South-Eastern Steppe of Ukraine. **Results.** The data obtained indicate the economic feasibility of fertilizer application at the beginning of active growth of root system. Late plant root fertilization under conditions of the Southern Steppe of Ukraine is ineffective owing to negative effects of high temperatures, droughts, hot winds, and lack of soil moisture. The most increase of soybean yield (0.47 t/ha or 28 %) was formed in the variant background +  $N_{20}P_{20}K_{20}$  during sowing. Combination of basic fertilization and plant root fertilization with  $N_{20}P_{20}K_{20}$  when the first inter-row processing of soybean crops in the “second trifoliolate” stage increases in yield by 0.41 t/ha or by 24.5 %. Fertilization with  $N_{20}P_{20}K_{20}$  during sowing and during the first inter-row processing increases profitability by 15.7 and 8.0 %, respectively. When growing legumes

in the Steppe zone, fertilization before sowing as well as before inter row-space covering is uneconomical. **Conclusions.** Under conditions of the South-Eastern Steppe of Ukraine properly chosen fertilizer application system allows increasing soybeans yield (by 20–30 % and profitability (by 8–16 %) under conditions of the South-Eastern Steppe of Ukraine.

**Key words:** *soybean, fertilizers, methods and terms of fertilizer application, crop yield, profitability*