



# Землеробство, грунтознавство, агрохімія

УДК 635.655; 631.82.

© 2017

*С.А. Балюк,  
академік НААН, доктор  
сільськогосподарських наук*

*М.В. Лісовий,  
доктор сільсько-  
господарських наук*

*О.І. Маклюк,  
кандидат біологічних наук  
Національний науковий  
центр «Інститут  
грунтознавства та агрохімії  
імені О.Н. Соколовського»*

*Р.М. Клименко  
Виробниче акціонерне  
товариство «Сумхімпром»*

## **ОПТИМІЗАЦІЯ НОРМ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ НА ПРОГНОЗОВАНУ ВРОЖАЙНІСТЬ НАСІННЯ СОЇ (*Glycine max* L. Merr.)**

**Мета.** Оптимізувати норми мінеральних добрив на прогнозовану врожайність сої на рівні 3–4 т/га. **Методи.** Балансовий метод виносу елементів живлення з прогнозованим урожаєм та надходження їх у ґрунт із різних джерел разом з біологічним азотом. **Результати.** Розраховано оптимальні норми мінеральних добрив для прогнозованої врожайності сої на рівні 3; 3,6; 4 т/га. **Висновки.** Визначено асортимент мінеральних добрив під сою, форми, строки і способи їх застосування.

**Ключові слова:** соя, прогнозована врожайність, біологічний азот, норми добрив, асортимент, способи застосування добрив.

Соя — важлива продовольча культура в Україні. Походить вона з Китаю, за високої продовольчої цінності поширилася в багатьох країнах світу. Насіння сої містить 35–52% білка, 17–27 — олії, 18–25% вуглеводів, комплекс вітамінів і біологічно активних речовин (фосфатиди, ізофлавонони, сапоніни та ін.), які використовують у лікарських цілях [1]. В Україні сою сіяли на невеликих площах. У 2001р. площа зібраної сої становила 137,43 тис. га, а врожайність — 1,3 т/га. У 2016 р. площа зібраної сої зросла до 1853,4 тис. га, врожайність — до 2,31 т/га [2]. Високу врожайність насіння сої одержано в Запорізькій (3,63 т/га), Закарпатській (3,68 т/га) та Херсонській (3,63 т/га) областях. У більшості областей урожайність насіння становила

більше 2 т/га (Чернігівська, Полтавська, Одеська та ін.). Нині науковими установами НААН (Селекційно-генетичний інститут — Національний центр насіннізнавства та сортівивчення, Інститут кормів та сільськогосподарства Поділля, Інститут рослинництва імені В.Я. Юр'єва та ін.) створено високоврожайні сорти сої з урожайністю 3–4 т/га і більше.

Високий урожай сої можна одержати на структурних ґрунтах з нейтральною або близькою до нейтральної реакцією ґрунтового розчину (рН 6,5–7,5). Соя вибаглива до умов вирощування: до температурного й водного режимів, високого вмісту в ґрунті рухомих сполук макро- і мікроелементів. З макроелементів передусім потрібні азот, фосфор, калій, кальцій, магній, сірка.

З мікроелементів — молібден, марганець, цинк, мідь. Оптимізувати режими живлення рослин можна за рахунок поживних речовин у ґрунті та застосування органічних і мінеральних добрив. Соя як бобова культура має здатність асимілювати азот з повітря за допомогою симбіозу з бульбочковими бактеріями. Наявність різних чинників (біологічні особливості рослин, рівень забезпеченості ґрунту поживними речовинами, асиміляція азоту з повітря) ускладнюють розрахунок норм мінеральних добрив, особливо азотних, на прогнозовану врожайність. Нині є кілька методичних підходів до розрахунку норм азотних добрив під сою: зовсім не вносити азот мінеральних добрив; вносити азот мінеральних добрив у невеликих нормах (20–30 кг/га) як стартову норму до початку симбіотичної азотфіксації; вносити середні норми азоту (40–60 кг/га); вносити високі норми азоту (90 кг/га і більше) без урахування асиміляції азоту з повітря [1]. Така розбіжність у рекомендаціях потребує визначення в методичних підходах до розрахунку норм мінеральних добрив на прогнозовану врожайність сої.

**Мета досліджень** — оптимізувати норми мінеральних добрив для прогнозованої врожайності сої на рівні 3–4 т/га.

**Методика досліджень.** Найпоширенішим методом розрахунку норм добрив є балансовий метод, який враховує винос елементів живлення з прогнозованим урожаєм і повернення їх у ґрунт за рахунок різних джерел [3]. Для прикладу проведено розрахунок норм мінеральних добрив на прогнозовану врожайність сої 3 т/га: уміст елементів живлення в 1 т насіння сої: азоту — 52,6 кг, фосфору — 11,1, калію — 14,8 кг; потреба в елементах живлення для формування 3 т/га врожаю насіння сої: азоту — 157,8 кг/га (3,0×52,6 кг), фосфору — 33,3 (3,0×11,1), у перерахунку на P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> — 76,3 кг/га, (33,3×2,291), калію — 44,4 (3,0×14,8), у перерахунку на K<sub>2</sub>O — 53,5 кг/га (44,4 кг/га×1,205); розраховані норми добрив (азоту — 157,8 кг/га, фосфору — 76,3 і калію — 53,5 кг/га) коригують уміст рухомих сполук азоту, фосфору і калію в ґрунті.

**Результати досліджень.** Сою вирощують у всіх ґрунтово-кліматичних зонах України, які характеризуються різноманіттям

ґрунтового покриву. На Поліссі поширені дерново-підзолисті ґрунти різного ступеня опідзоленості та оглеєності, лучно-болотні, болотні та торфові низинні; у Лісостепу — ясно-сірі й сірі лісові, темно-сірі опідзолені, чорноземи типові й опідзолені; у Степу — чорноземи звичайні й південні, темно-каштанові й каштанові солонцюваті; у Закарпатті — лучно-буроземно-підзолисті поверхнево оглеєні. Ґрунти по-різному забезпечені рухомими поживними речовинами. Рівень забезпеченості по кожній земельній ділянці визначається за результатами останньої агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення. Основним документом агрохімічного обстеження є Агрохімічний паспорт земельної ділянки, в якому наведено результати аналізу ґрунту на реакцію ґрунтового розчину (рН сольове, рН водне), уміст гумусу й лужногідролізованого азоту (метод Корнфілда), рухомих сполук поживних речовин (фосфор, калій, сірка), мікроелементів [4].

Розраховані норми мінеральних добрив на прогнозовану врожайність (3,0 т/га) сої коригують за допомогою поправних коефіцієнтів на вміст рухомих сполук азоту, фосфору й калію в ґрунті (табл. 1–3). Середній уміст рухомих поживних речовин по кожному елементу прийнято за 1.

Сою планується вирощувати на чорноземі типовому середньосуглинковому з нейтральною реакцією ґрунтового розчину, низьким умістом азоту (за методом Корнфілда), середнім умістом фосфору і підвищеним умістом калію (за методом Чирікова).

Поправний коефіцієнт за низького вмісту азоту (80 мг/кг ґрунту за методом Корнфілда) становить 1,2; норма азоту зростає з 157,8 до 189,4 кг/га (157,8×1,2).

Поправні коефіцієнти для інших методів аналізу азоту в ґрунті визначають таким самим способом.

Поправні коефіцієнти для коригування норм фосфорних добрив на вміст рухомих сполук фосфору в ґрунті розроблено для методів Кірсанова (ґрунти з кислотою реакцією ґрунтового розчину), Чирікова (з нейтральною або близькою до нейтральної реакцією ґрунтового розчину), Мачигіна

### 1. Поправні коефіцієнти на вміст рухомих сполук азоту в ґрунті

Ступінь забезпеченості ґрунту азотом	Уміст азоту, мг/кг ґрунту*			Поправний коефіцієнт
	лужногідролізованого за методом Корнфілда	мінерального (NH <sub>4</sub> +NO <sub>3</sub> )	гідролізованого за методом Тюріна-Конової	
Низький	<101	<15	<40	1,2
Середній	101–150	16–24	41–50	1,0
Підвищений	151–200	25–30	51–70	0,9
Високий	>200	>30	>70	0,8

\* За визначення в ґрунті мінерального чи гідролізованого азоту.

(з лужною реакцією ґрунтового розчину) (табл. 2). Уміст рухомих сполук фосфору в чорноземі типовому середній (70 мг/кг ґрунту за методом Чирікова), поправний коефіцієнт становить 1, а норма фосфору залишається незмінною — 76,3 кг/га (76,3×1,0).

Поправні коефіцієнти для інших методів аналізу фосфору в ґрунті визначаються таким самим способом.

Поправні коефіцієнти для коригування норм калійних добрив на вміст рухомих сполук калію в ґрунті розроблено для методів Кірсанова (ґрунти з кислою реакцією ґрунтового розчину), Чирікова (з нейтральною або близькою до нейтральної реакцією ґрунтового розчину), Мачигіна (з лужною реакцією ґрунтового розчину) (табл.3).

Уміст рухомих сполук калію в чорноземі типовому підвищений (130 мг/кг ґрунту за методом Чирікова), поправний коефіцієнт становить 0,8, а норма калію зменшується до 42,8 кг/га (53,5×0,8). Таким самим способом визначають поправні коефіцієнти для інших методів аналізу калію в ґрунті.

Після коригування на вміст поживних речовин у ґрунті норми мінеральних добрив

становлять: азоту — 189,4 кг/га, фосфору — 76,3, калію — 42,8 кг/га.

Норма азоту (189,4 кг/га) компенсується за рахунок різних джерел. Балансовий метод містить статтю надходження азоту в ґрунт і статтю втрат його з ґрунту. До статті надходження частково входить азот з посівним матеріалом; атмосферними опадами; несимбіотична фіксація азоту в ґрунті відбувається за рахунок вільнонааявних мікроорганізмів. До статті втрат азоту з ґрунту частково входять: газоподібні втрати з ґрунту й добрив; втрати з фільтраційними атмосферними водами.

Прийнято, що статті часткового надходження азоту і втрат його компенсуються і в подальшому в розрахунках не використовуються.

Для сої важливою статтею надходження азоту є поглинання його з повітря за рахунок симбіозу бульбочкових бактерій із рослинами. Штами бульбочкових бактерій для сої роду ризобій становлять невелику частину ґрунтових мікроорганізмів — 0,1–0,8% від загального числа бактерій у ризосфері та 0,01–0,14% від їхньої біомаси [5]. Наявність їх популяцій у ґрунті на полях, де сою не

### 2. Поправні коефіцієнти на вміст рухомих сполук фосфору в ґрунті

Ступінь забезпеченості ґрунту фосфором	За методами			Поправний коефіцієнт
	Кірсанова	Чирікова	Мачигіна	
	Уміст рухомих сполук фосфору, мг/кг ґрунту			
Низький	<51	<51	<15	1,1
Середній	51–100	51–100	16–30	1,0
Підвищений	101–150	101–150	31–45	0,9
Високий	>150	>150	>45	0,8

### 3. Поправні коефіцієнти на вміст рухомих сполук калію в ґрунті

Ступінь забезпеченості ґрунту калієм	За методами			Поправний коефіцієнт
	Кірсанова	Чирікова	Мачигіна	
	Уміст рухомих сполук калію, мг/кг ґрунту			
Низький	<81	<81	<101	1,2
Середній	81–120	81–120	101–200	1,0
Підвищений	121–170	121–180	201–300	0,8
Високий	>170	>180	>300	0,7

виросували, дуже низька. Кожна популяція має чіткі межі і масового поширення на нові території не відбувається [6]. Тому забезпеченість сої біологічним азотом, особливо на полях, де її не вирощували, низька.

За результатами багаторічних досліджень установлено, що за сприятливих умов у зоні Лісостепу на чорноземах типових мінімальні розміри загальної азотфіксації соєю становлять 80 кг/га, із них частина використовується для формування врожаю, а частина залишається в ґрунті [7]. Цей показник використано для розрахунку норм азотних добрив під сою. Розрахована норма азоту для прогнозованої врожайності насіння сої 3 т/га з відрахуванням біологічного азоту (80,0 кг/га) становить 109,4 кг/га (189,4–80,0).

Балансовий метод передбачає не лише оптимізацію норм добрив, а й повернення поживних речовин у ґрунт, щоб не допустити його деградації.

Підвищення рівня прогнозованої врожайності сої зумовлює підвищення норм мінеральних добрив (табл. 4).

У ґрунтах Полісся та Закарпаття негативними чинниками є підвищена кислотність ґрунтового розчину, що потребує вапнування, та низька забезпеченість ґрунту

поживними речовинами. У степовій зоні основним негативним фактором у ґрунті є низька вологозабезпеченість ґрунту, що потребує вирощування сої в умовах зрошення.

Бобово-ризобіальний симбіоз зростає за умови застосування під сою бактеріальних добрив на основі симбіотичних азотфіксуювальних мікроорганізмів марки ризобіфіт. Бактеризацію насіння сої потрібно проводити в день сівби і не раніше 2-х тижнів після обробки фунгіцидами [8–10].

Одержати високу врожайність сої без застосування мінеральних азотних добрив практично неможливо [8].

Проблему зменшення витрат азоту з ґрунту можна розв'язати агротехнічними заходами — формами, строками і способами внесення азотних добрив.

Найдоцільніше під сою застосовувати складне мінеральне добриво суперагро (N<sub>15</sub>P<sub>15</sub>K<sub>15</sub>) виробництва ВАТ «Суміхімпром» (Україна), яке містить: азоту (N) — 15,1%, фосфору (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) — 15,4, калію (K<sub>2</sub>O) — 15,2, сірки (S) — 10,1, CaO — 0,24, MgO — 0,5%, мікроелементи (Cu, Mo, Mn, Zn). Фактично в ньому є макро- і мікроелементи, потрібні рослинам сої. Російські та білоруські нітроамофоски (N<sub>16</sub>P<sub>16</sub>K<sub>16</sub>) обмежуються лише 3-ма

### 4. Норми мінеральних добрив на прогнозовану врожайність насіння сої на чорноземах типових лісостепової зони

Прогнозована врожайність, т/га	Норма мінеральних добрив, кг/га діючої речовини		
	азотних	фосфорних	калійних
3,0	109,4	76,3	42,6
3,6	131,3	91,6	51,1
4,0	145,8	101,7	56,8

макроелементами (азот, фосфор, калій).

Норму суперагро марки  $N_{15}P_{15}K_{15}$  розраховують за фосфором ( $P_2O_5$ ), а норму азоту доповнюють гранульованим сульфатом амонію, який містить 20% азоту і 23% сірки. Добриво

виробляє ВАТ «Сумихімпром» (Україна).

Найефективніше вносити складні й прості добрива навесні під культивуацію та одночасно із сівбою ( $N_{15}P_{15}K_{15}$ ) у рядки по 1 ц/га фізичної маси.

## Висновки

Оптимальні норми мінеральних добрив на прогнозовану врожайність насіння сої (3 т/га) на чорноземі типовому лісостепової зони становлять: азоту мінерального — 109,4 кг/га, фосфору ( $P_2O_5$ ) — 76,3, калію ( $K_2O$ ) — 42,6 кг/га. З підвищенням рівня прогнозованої врожайності норми мінеральних добрив зростають: за врожайності 4 т/га азоту мінерального

потрібно 145,8 кг/га, фосфору ( $P_2O_5$ ) — 101,7, калію ( $K_2O$ ) — 56,8 кг/га. Найкращий асортимент добрив під сою — суперагро марки  $N_{15}P_{15}K_{15}$  і гранульований сульфат амонію виробництва ВАТ «Сумихімпром». Найефективніше вносити складні й прості мінеральні добрива під сою — навесні під культивуацію і в рядки ( $N_{15}P_{15}K_{15}$ ) під час сівби по 1 ц/га фізичної маси.

## Бібліографія

1. Соля/В.В. Кириченко, С.С. Рябуха, Л.Н. Кобизева та ін. — Х., 2016. — С. 11–15; 332–351.
2. Площі, валові збори та урожайність сільськогосподарських культур, плодів, ягід та винограду (останні дані) у 2016 році/Стат. бюл./Державна служба статистики України, 2017. — 185 с.
3. Розрахунок балансу гумусу і поживних речовин у землеробстві України на різних рівнях управління/С.А. Балюк, В.О. Греков, М.В. Лісовий, А.В. Комариста. — Х., 2011. — 29 с.
4. Методика проведення агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення (керівний нормативний документ); за ред. І.П. Яцука, С.А. Балюка. — К., 2013. — С. 83; 90–93.
5. Волкогон В.В. Мікробні препарати у землеробстві (теорія і практика). — К.: Аграр. наука,

2006. — С. 24.

6. Крутило Д.В. Особливості поширення бульбочкових бактерій сої в різних регіонах України/Д.В. Крутило, Т.М. Ковалевська//Агроєколог. журн. — 2003. — № 3. — С. 59–63.

7. Бабич А.О. Проблема фотосинтезу і біологічної фіксації азоту бобовими культурами/А.О. Бабич, В.Ф. Петриченко, А.А. Адамень//Вісн. аграр. науки. — 1996. — № 2. — С. 34–39.

8. Іутинська Г.О. Ґрунтова мікробіологія/Г.О. Іутинська. — К.: Аристей, 2006. — С. 125–127.

9. Передпосівна обробка насіння сої/В.Ф. Петриченко, А.О. Бабич, С.І. Колісник та ін.//Посіб. укр. хлібороба, 2009. — С. 244–246.

10. Xiao N.H. Nitrogen nutrition and fixation in soybean after wheat/N.H. Xiao, Z.Y. Li, S.T.Wu//Eurosoya. — 1991. — № 7–8. — Р. 40–43.

Надійшла 1.06.2017.