

2. Земельний кодекс України [Електронний ресурс]: чинне законодавство зі змін та допов. станом на 20 квіт. 2016 р.: (відповідає офіц. текстові). — Режим доступу <http://zakon3.rada.gov.ua>
3. Лісовий кодекс України [Електронний ресурс]: чинне законодавство зі змін та допов. станом на 20 квітня. 2016 р.: (відповідає офіц. текстові). — Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua>.
4. Окремі аспекти використання земель загального користування населених пунктів [електронний ресурс] / Мілімко Л.В. — Режим доступу: <http://pravoznavec.com.ua>
5. Про затвердження Програми розвитку зеленої зони м. Києва до 2010 року та концепції формування зелених насаджень в центральній частині міста: рішення Київської міської ради від 19 лип. 2005 р. № 806/3381: чинне законодавство зі змін та допов. станом на 20 квіт. 2016 р. [Електронний ресурс]: (відповідає офіц. текстові). — Режим доступу: <http://kmr.liga-zakon.ua>
6. Про планування і забудову територій: Закон України від 20 квіт. 2000 р. // Відомості Верховної Ради України. — 2000. — № 31. — Ст. 250.
7. Правове регулювання використання земель загального користування населених пунктів. — [Електронний ресурс] / А. Ріпенко / — [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.myland.org.ua>.
8. Савицька О.В. Ландшафтно-екологічний аналіз зеленої зони столичного міста (на прикладі міст Києва і Берліна): дис. ... канд. географ. наук: 12.00.04 / К.Ю. Іванова; М-во освіти і науки, молоді та спорту України, Київ. нац. ун. ім. Тараса Шевченка. — К., 2003. — 191 с.
9. Цивільне право України: підручник: У 2-х ч. Ч. 1. / В.А. Кройтор, Р.Б. Шишка, Ю.І. Чалий та ін.; за заг. ред. Р.Б. Шишки та В.А. Кройтора — Харків: Вид-во Харків. нац. ун-ту внутр. справ, 2008. — 516 с.
10. Richard A. Fuller, Kevin J. Gaston. The scaling of green space coverage in European cities. — [Electronic resource]: Richard A. Fuller, Kevin J. Gaston // The Royal Society. — Electronic data. — Mode of access: World Wide Web: <http://rsbl.royalsocietypublishing.org>

УДК 635.55 : 631.8

ОПТИМІЗАЦІЯ ОРГАНО-МІНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕННЯ СОЇ НА СІРОМУ ЛІСОВОМУ ҐРУНТІ

П.М. Душко

завідувач відділу наукового маркетингу і дослідної мережі

Інститут агроекології і природокористування НААН

Розглянуто підходи до прогнозування врожайності сої на сірих лісових ґрунтах зони Правобережного Лісостепу за використання органічних добрив — побічної продукції попередника та біомаси сидерата.

Ключові слова: соя, прогнозування врожайності, органічне удобрення, солома, сидерат.

Дедалі зростаюча потреба в зерні сої потребує збільшення її виробництва в Україні, а ґрунтово-кліматичні умови для вирощування цієї культури в багатьох регіонах держави є сприятливими. Вітчизняна виробнича база сої розвивається доволі динамічно. Згідно з даними Державної служби статистики України, за роки нового тисячоліття посіви культури збільшилися майже в 37 разів і досягли в 2015 р. 2,1 млн. га, що надало змогу зібрати понад 4 млн. т. насіння [1].

Разом з тим необхідно підкреслити, що врожайність сої в Україні досі залишається низькою, що зумовлено істотним скороченням використання органічних і мінеральних добрив

у сільському господарстві України за останні чверть століття внаслідок зменшення поглив'я худоби, значного росту цін на мінеральні добрива. Так, у середньому за 2013–2015 рр. урожайність сої становила 2,02 т/га, що нижче від середньосвітового рівня майже на 20%, а порівняно із США — більш ніж на третину [2]. Тому продуктивність агроценозів культури в Україні необхідно значно підвищити.

Вирішити це питання можливо лише на інноваційній основі завдяки значному зростанню рівня інтенсифікації виробництва і, насамперед, розробки і впровадження високо-ефективних ресурсозберігаючих технологій вирощування, що базуються на максимальному

використанні всіх резервів зростання обсягів внесення органічних добрив, як альтернативного джерела поповнення органічної речовини в ґрунті.

Однією з важливих складових технології, що найбільшою мірою впливає на досягнення високої врожайності та ефективності виробництва насіння сої, є розроблення системи бездефіцитного і збалансованого живлення культури. Крім того, особливо важливим є забезпечення оптимального співвідношення витрат ресурсів та продуктивності. Тому метою дослідження було здійснення оцінювання ефективності застосування систем органічного удобрення сої і розроблення пропозицій із формування екологоощадних і економічно рентабельних варіантів збалансованого живлення ценозу культури.

Розробляючи ресурсозберігаючі системи удобрення сої, необхідно, передусім, мати на увазі, що це доволі інтенсивна культура, яка для формування повноцінного врожаю потребує значної кількості поживних речовин. На вирощування 1 ц насіння і відповідної кількості вегетативної маси потрібно 6,5–7,5 кг азоту, 1,3–1,7 — фосфору і 1,8–2,2 кг калію [3]. На досліджуваних ґрунтах повинна забезпечуватись інтенсивність балансів поживних речовин не нижче 105% щодо азоту, 150 — фосфору і 120% щодо калію [4].

Прогнозування врожайності сої здійснювали за балансово-розрахунковим методом [5] для визначення найефективнішого використання резервів органічних добрив у технології вирощування сої.

Насамперед визначали можливість збільшення надходження в агроценоз культури елементів живлення рослин за допомогою насичення системи удобрення з найдешевших джерел органічних добрив.

У контрольному варіанті система удобрення сої обмежується природним фоном родючості ґрунту, рівень якої є невисоким. Уміст в орному шарі гідролізованого азоту за Корнфільдом становить 79–81 мг/кг ґрунту, рухомого фосфору за Чиріковим — 114–126, калію — 80–90 мг/кг. Маса 30 см шару ґрунту становить близько 3 тис. т, вміст азоту на 1 га налічує 240 кг, рухомого фосфору — 360, обмінного калію — 250 кг. Норматив використання поживних речовин ґрунту на формування врожаю сої щодо азоту становить близько 40%, фосфору — 12, калію — 10% [3]. Тобто, обсяги споживання елементів живлення рослинами сої становлять: азоту — 96 кг/га ($240 \text{ кг/га} \times 0,4$), фосфору — 43 ($360 \times 0,12$), калію — 25 кг/га ($250 \text{ кг/га} \times 0,10$).

Урожай біомаси кореневих (2,9 т/га) і поживних (1,2 т/га) решток визначався за

відповідно методикою [4]. Так, у 1 т побічної продукції попередника вміст азоту становить близько 5 кг, фосфору — 2,5, калію — 7 кг. Тому загальна кількість основних елементів живлення, що надходять в ґрунт з кореневими і поживними рештками налічує: азоту — 20,5 кг/га ($4,1 \text{ т/га} \times 5 \text{ кг/т}$), фосфору — 10,2 ($4,1 \times 2,5$), калію — 28,7 кг/га ($4,1 \text{ т/га} \times 7 \text{ кг/т}$).

Використання елементів живлення рослин з органічних добрив першою культурою в середньому становить щодо азоту — 25%, фосфору — 30%, калію — не менше ніж 50%. Тобто, із загальної кількості елементів живлення, що надійшли в агросистему з кореневими та поживними рештками у формуванні врожаю сої використовується: азоту — 5,1 кг/га ($20,5 \text{ кг/га} \times 0,25$), фосфору — 3,1 ($10,2 \times 0,3$), калію — 14,3 кг/га ($28,7 \text{ кг/га} \times 0,5$).

Крім того, у варіанті удобрення ценозу, що ґрунтується на природному фоні живлення, важливим джерелом азоту є фіксація цього елемента з повітря бульбочковими бактеріями. Дослідженнями [6], проведеними на цьому ґрунті доведено, що азотфіксація аборигенними мікроорганізмами становить близько 40 кг/га. На думку А. Бабича [8], близько 70% фіксованого бульбочковими бактеріями азоту використовується на формування врожаю сої. Тобто, загальна кількість елементів живлення рослин, що забезпечує формування врожаю сої на природному фоні, становить:

- азоту — 129,1 кг/га ($96 \text{ кг/га} + 5,1 \text{ кг/га} + (40 \text{ кг/га} \times 0,7)$);
- фосфору — 46,1 кг/га ($43 \text{ кг/га} + 3,1 \text{ кг/га}$);
- калію — 39,3 кг/га ($25 \text{ кг/га} + 14,3 \text{ кг/га}$)

З огляду на нормативи витрат біогенних елементів на 1 т насіння сої та з урахуванням рекомендованої інтенсивності балансів біогенних елементів на сірому лісовому ґрунті прогнозований рівень врожайності можуть забезпечити такі обсяги надходження в агросистему поживних речовин:

- щодо азоту — 1,76 т/га ($129,1 \text{ кг/га} : 1,05 : 70 \text{ кг/т}$);
- щодо фосфору — 2,05 т/га ($46,1 \text{ кг/га} : 1,5 : 15 \text{ кг/т}$);
- щодо калію — 1,64 т/га ($39,3 \text{ кг/га} : 1,2 : 20 \text{ кг/т}$);

Отже, лімітуючими чинниками, що формують врожайність сої на природному фоні родючості сірого лісового ґрунту є забезпеченість ценозу калієм, та, дещо меншою мірою, азотом.

За використання на добриво біомаси побічної продукції попередника обсяги надходження в агроценоз поживних речовин помітно зростають. Відомо, що в 1 т соломи пшениці

міститься близько 5 кг/га азоту, 2,5 — фосфору і 7 кг/га калію. За урожайності побічної продукції 4,5 т/га надходження в ґрунт азоту становить 22,5 кг/га, фосфору — 11,2, калію — 31,5 кг/га.

Коефіцієнт використання елементів живлення органічних добрив в перший рік, про що йшлося вище, становить 0,25 щодо азоту, 0,3 — фосфору і не менше ніж 0,5 щодо калію. Тому із загальної кількості поживних речовин, які надійшли у ґрунт із соломою, використовується на формування врожаю сої 5,6 кг/га (22,5 кг/га × 0,25) азоту, 3,4 (11,2 × 0,3) — фосфору та 15,7 кг/га (31,5 кг/га × 0,5) калію (таблиця).

Порівняно з системою живлення сої, що ґрунтується на використанні природного фону родючості ґрунту, у варіанті з внесенням побічної продукції попередника доцільно включати в балансові розрахунки збільшення азотфіксації завдяки застосуванню інокуляції насіння високоефективними штамми бульбочкових бактерій.

Надходження азоту від симбіотичної фіксації, розрахованої методом порівняння з небобовими культурами, досягають 70 кг/га, що в

1,75 раза більше порівняно з обсягами фіксації аборигенними мікроорганізмами.

Оскільки на формування врожаю сої необхідно близько 70% фіксованого з повітря азоту [8], в балансові розрахунки потрібно включити надходження цього елемента в обсязі 49 кг/га (70 кг/га × 0,7).

Завдяки забезпеченню агросистеми ценозу сої поживними речовинами в цьому варіанті удобрення культури за всіма джерелами надходження елементів живлення становить: щодо азоту — 155,7 кг/га (95 кг/га + 5,1 кг/га + 5,6 кг/га + 49 кг/га); фосфору — 49,5 кг/га (43 + 3,1 + 3,4); калію — 55,0 кг/га (25 кг/га + 14,3 кг/га + 15,7 кг/га).

Окрім того, необхідно враховувати рекомендовану інтенсивність балансу. Це означає, що розрахункова кількість елемента, яка буде використана на формування врожаю, повинна бути зменшена на відповідний коефіцієнт інтенсивності балансу. З урахуванням інтенсивності балансів поживних речовин, а також нормативів їх витрат на 1 т врожаю насіння сої, прогнозований рівень врожайності культури, відповідно до забезпечення елементів живлення становить:

Розрахунок прогнозованого рівня врожайності сої за різних систем органічного удобрення з урахуванням інтенсивності балансу біогенних елементів

Показники	Система органічного удобрення		
	природний фон	побічна продукція попередника, інокуляція насіння	побічна продукція та біомаса сидерата, інокуляція насіння
<i>Азот</i>			
Надходження в екоценоз посіву, кг/га	129,1	155,7	197,7
Забезпеченість ценозу з урахуванням інтенсивності балансу, кг/га	122,9	148,3	188,3
Забезпечений рівень врожаю, т/га	1,76	2,12	2,69
<i>Фосфор</i>			
Надходження в екоценоз посіву, кг/га	46,1	49,5	56,7
Забезпеченість ценозу з урахуванням інтенсивності балансу, кг/га	30,7	33,0	37,8
Забезпечений рівень врожаю, т/га	2,05	2,20	2,52
<i>Калій</i>			
Надходження в екоценоз посіву, кг/га	39,3	55,0	117,5
Забезпеченість ценозу з урахуванням інтенсивності балансу, кг/га	32,7	45,8	97,9
Забезпечений рівень врожаю, т/га	1,64	2,29	4,87

- щодо азоту — 2,12 т/га (155,7 кг/га: 1,05: 70 кг/т);
- щодо фосфору — 2,20 т/га (49,5 кг/га: 1,5: 15 кг/т);
- щодо калію — 2,29 т/га (55,0 кг/га: 1,2: 20 кг/т).

Отже, заорювання побічної продукції попередника дає змогу значно покращити забезпечення ценозу сої, калієм, що обумовлено його вмістом порівняно високим у цьому варіанті органічного удобрення. Обмежувальним чинником рівня прогнозованої врожайності за цієї системи удобрення є ступінь забезпеченості рослин азотом.

Одним із найефективніших і найдешевших напрямів збільшення органічного удобрення сої, особливо в сільськогосподарських підприємствах рослинницької спеціалізації, є вирощування і внесення в ґрунт біомаси післяжнивних сидеральних культур. За період після збирання врожаю пшениці озимої і до настання холодів можна з успіхом отримувати 25–30 т і більше з 1 га посіву біомаси сидератів, яка містить значну кількість азоту та інших біогенних елементів. За даними О.А. Чернявського [9] в абсолютно сухій речовині біомаси сидеральних культур родини капустяних міститься 3,3–3,9% азоту, 0,4–0,6% фосфору, 1,8–3,9% — калію, що в рази перевищує вміст їх у соломі пшениці, особливо щодо азоту.

У наших дослідках урожайність зеленої маси післяжнивної гірчиці білої становила 19,2 т/га, а з урахуванням маси коренів — близько 28,5 т/га. Вміст сухої речовини на початку цвітіння культури становив 17%, що забезпечило загальний її збір з 1 га посіву в обсязі 4,8 т. У сухій біомасі гірчиці вміст азоту становить 3,5%, фосфору — 0,5, калію — 2,6%, що забезпечило надходження у ґрунт 168 кг/га азоту, 24 — фосфору і 125 кг/га — калію.

У перший рік застосування зеленого добрива під сою азот використовується на 25%, фосфор на 30, а калій на 50%, тому кількість біогенних елементів, що формують рівень врожайності культури становить:

- азоту — 42 кг/га (168 кг/га × 0,25);
- фосфору — 7,2 кг/га (24 кг/га × 0,3);
- калію — 62,5 кг/га (125 кг/га × 0,5).

Отже сумарна забезпеченість агроценозу сої поживними речовинами за використання системи органічного удобрення, що передбачає внесення у ґрунт побічної продукції попередника, біомаси сидерата та інокуляцію насіння штамом бульбочкових бактерій, становить (кг/га):

- азоту — 197,7 (96 + 49 + 42 + 5,1 + 5,6);

- фосфору — 56,7 (43 + 7,2 + 3,1 + 3,4);
- калію — 117,5 (25 + 62,5 + 14,3 + 15,7).

За досягнення рекомендованої інтенсивності балансів елементів живлення та з урахуванням нормативів їх витрат у розрахунок на 1 т насіння така система удобрення сої дає змогу досягти прогнозованого рівня врожайності культури за критерієм забезпеченості азотом 2,69 т/га (197,7 кг/га: 1,05: 70), фосфором — 2,52 т/га (56,7: 1,5: 20), калієм — 4,87 (117,5: 1,2: 20).

ВИСНОВКИ

Система органічного удобрення агроценозів сої, що передбачає внесення у ґрунт побічної продукції попередника та біомаси поживної сидеральної культури родини капустяних забезпечує врожайність насіння цієї культури не менше ніж 2,5 т/га. Обмеженими чинниками щодо зростання прогнозованої врожайності є незадовільне забезпечення ґрунту елементами живлення, що потребує збільшення надходження в агросистему азоту і фосфору. Тобто для підвищення врожайності культури необхідне внесення відповідних мінеральних добрив.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Державна служба статистики України. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://ukrstat.gov.ua>.
2. Маслак О. Соеві жнива 2015 / О. Маслак // Агробізнес сьогодні. — 2015. — № 20.
3. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур / В.В. Лихочвор, В.Ф. Петриченко, П.В. Іващук, О.В. Корнійчук; за ред. В.В. Лихочвора, В.Ф. Петриченка. — Вид. 3-є, виправ. і допов. — Львів: НВФ «Українські технології», 2010.
4. Біоенергетична оцінка сільськогосподарського виробництва / [Ю.О. Тараріко, О.М. Несмашна, Л.Д. Бердніков та ін.]. — К.: Аграрна наука. 2005. — 199 с.
5. Powlson D.S., Pruden G., Johnston A.E., Jenkinson D.S. The nitrogen cycle in the Broadbalk Wheat Experiment recovery and losses of ¹⁵N-labeled fertilizer applied in spring and inputs of nitrogen from the atmosphere // J. Agr. Sci. — 1986. — Vol. 107. — № 4. — P. 591–609.
6. Каюмов М.К. Программирование урожайности сельскохозяйственных культур / М.К. Каюмов. — М.: Агропромиздат, 1999. — 320 с.
7. Бабич А.О. Селекція і розміщення виробництва сої в Україні: Монографія / А.О. Бабич, А.А. Бабич-Побережна. — К.: ФОП, Данилюк В.Г., 2008. — 216 с.
8. Чернявський О.А. Ґрунтозахисне землеробство / О.А. Чернявський. — Чернівці: Прут, 1994.