

УДК 633.34:631.452

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.141.1.10>

НАКОПИЧЕННЯ ТА БАЛАНС АЗОТУ В ҐРУНТІ ПРИ ВИРОЩУВАННІ СОЇ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ ПРАВОБЕРЕЖНОГО

Дідур І.М. – д.с.-г.н., професор,
директор,

Навчально-науковий інститут агротехнологій та природокористування
Вінницького національного аграрного університету

Зюзько Л.Г. – аспірант кафедри землеробства, ґрунтознавства та агрохімії,
Вінницький національний аграрний університет

Дослідження спрямоване на вирішення актуальної проблеми, зокрема дослідженню технологічних прийомів вирощування сої. Встановлено, що удосконалення агротехнологічних прийомів вирощування сприяє підвищенню насінневої продуктивності сої та має важливе агроекологічне та продовольче значення. Експериментально доведено, що правобережний Лісостеп України за ґрунтово-кліматичними та гідротермічними умовами сприятливий для вирощування сої. Агрокліматичні умови вегетаційного періоду у 2024 р. були сприятливими для даної культури, а отже й застосування удосконалених агротехнічних прийомів дозволяє значно підвищити ефективність використання ресурсів, оптимізувати споживання води і поживних речовин, а також зменшити негативний вплив стресових факторів, що виникають у процесі росту сої. Відтак, гідротермічні умови регіону є вирішальним фактором для забезпечення високої врожайності сої, і їхнє врахування має бути ключовим при плануванні технологій вирощування. Крім того, правильний підхід до вирощування сої допомагає не лише збільшити її врожайність, але й покращити якість продукції, підвищуючи її стійкість до шкодочинних об'єктів. Визначено, що внесення мінеральних добрив у ґрунт не завжди здатне повністю задовольнити потреби рослин у необхідних елементах живлення. Відтак, у стресових умовах, таких як екстремальні температури, дефіцит вологи та інші несприятливі фактори, засвоєння елементів живлення кореневою системою значно погіршується, що призводить до уповільнення ростових процесів рослин. Виокремлено, що нестача азоту стає критичною під час формування генеративних органів, коли потреба у поживних речовинах зростає через інтенсивне наростання вегетативної маси. У цей період запаси легкодоступних елементів живлення виснажуються, а їх засвоєння не встигає за швидкими темпами росту рослин. З огляду на це, рекомендовано в системі удобрення сої застосовування додаткових методів, зокрема використання добрив у хелатній формі для позакореневого (листяного) підживлення. Це дозволяє оперативно забезпечити рослини необхідними елементами живлення у критичні періоди.

Ключові слова: соя, сорт, технологічні прийоми вирощування, гідротермічні умови, біологічний азот.

Didur I.M., Zyuzko L.G. Accumulation and balance of nitrogen in the soil during soybean cultivation in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe

The research is aimed at solving a pressing problem, in particular, studying the technological methods of soybean cultivation. It has been established that improving agro-technological cultivation methods contributes to increasing the seed productivity of soybeans and has important agro-ecological and food significance. It has been experimentally proven that the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine is favorable for soybean cultivation in terms of soil, climatic and hydrothermal conditions. The agro-climatic conditions of the growing season in 2024 were favorable for this crop, and therefore the use of improved agro-technical methods allows significantly increasing the efficiency of resource use, optimizing water and nutrient consumption, and reducing the negative impact of stress factors that arise during soybean growth. Therefore, the hydrothermal conditions of the region are a decisive factor in ensuring high soybean yields,

and their consideration should be key when planning cultivation technologies. In addition, the correct approach to growing soybeans helps not only to increase its yield, but also to improve the quality of products, increasing its resistance to harmful objects. It has been determined that the introduction of mineral fertilizers into the soil is not always able to fully satisfy the needs of plants for the necessary nutrients. Therefore, under stressful conditions, such as extreme temperatures, moisture deficiency and other adverse factors, the absorption of nutrients by the root system is significantly impaired, which leads to a slowdown in plant growth processes. It has been noted that nitrogen deficiency becomes critical during the formation of generative organs, when the need for nutrients increases due to the intensive growth of vegetative mass. During this period, the reserves of easily accessible nutrients are depleted, and their absorption does not keep up with the rapid growth of plants. In view of this, it is recommended to use additional methods in the soybean fertilization system, in particular, the use of fertilizers in chelate form for foliar (foliar) feeding. This allows you to quickly provide plants with the necessary nutrients during critical periods.

Key words: soybean, variety, technological methods of cultivation, hydrothermal conditions, biological nitrogen.

Постановка проблеми. Азот є ключовим елементом живлення для сільськогосподарських культур, але його надмірне або невиправдане застосування може завдати шкоди як здоров'ю людей, так і навколишньому середовищу [1]. Вирощування сої в правобережному Лісостепу України стає дедалі поширенішим і потребує вдосконалення сортової технології. Це передбачає використання адаптованих і пластичних сортів, здатних ефективно реагувати на абіотичні фактори, а також визначення оптимальних строків сівби, щільності посівів, норм висіву, інокуляції насіння та елементів живлення [2].

Соя має вагоме агротехнічне значення, виступаючи хорошим попередником для інших культур у сівозміні. Завдяки здатності фіксувати біологічний азот із повітря, вона, як і інші зернобобові культури, сприяє підвищенню родючості ґрунту. Однак, попри ці переваги, площі посівів сої в останні роки зменшилися. Серед основних причин такого становища – нестабільність вітчизняного ринку зерна та недосконалість технологій вирощування [3]. Тому одним із пріоритетних напрямів є пошук шляхів підвищення врожайності сої на якісно новому рівні. Це передбачає використання сучасних сортів та впровадження інтенсивних технологій вирощування, що сприятиме розширенню посівних площ і задоволенню потреб аграрного ринку.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідження технології вирощування сільськогосподарських культур вимагає ретельного аналізу процесів росту та розвитку посівів [4]. Ключовими факторами, що впливають на цей період, є температура, освітленість, вологозабезпечення та інші екологічні параметри. Наприклад, недостатнє тепло в поєднанні з надмірною вологістю подовжує вегетаційний період, тоді як високі температури скорочують міжфазні періоди, такі як від сівби до сходів і від сходів до цвітіння. Розуміння цього зв'язку між погодними умовами та розвитком рослин є критично важливим для вдосконалення агротехнічних підходів і підвищення врожайності сої.

В.Ф. Петриченко відзначає, що вимоги сої до тепла змінюються в різні фази розвитку: вони найвищі від проростання до появи сходів і далі до цвітіння, зав'язування та формування насіння, тоді як у період дозрівання ці вимоги знижуються. За рівнем вологозабезпеченості соя є досить посухостійкою в ранній вегетаційний період, але в фазу цвітіння і наливання насіння спостерігається підвищена чутливість до нестачі вологи [1].

Як стверджує Г.М. Заболотний, досягнення максимальної ефективності у підвищенні продуктивності зернобобових культур можливе завдяки застосуванню

агротехнічних методів, які орієнтовані на створення оптимальних умов для росту і розвитку рослин. Це включає налаштування правильних співвідношень між ключовими факторами, які впливають на продуктивність кожної конкретної культури. Ці фактори залежать не лише від виду культури, але й від специфічних умов вирощування, таких як тип ґрунту, кліматичні умови, система обробітку ґрунту, а також технології догляду за рослинами [5].

Застосування таких агротехнічних прийомів дозволяє значно підвищити ефективність використання ресурсів, оптимізувати споживання води і поживних речовин, а також зменшити негативний вплив стресових факторів, що виникають у процесі росту. Крім того, правильний підхід до вирощування зернобобових культур допомагає не лише збільшити врожайність, але й покращити якість продукції, підвищуючи її стійкість до шкідників та хвороб [6].

На думку В.А. Мазура, схожість насіння значною мірою залежить від температури та вологості ґрунту і повітря, які впливають на рівномірність росту, розвиток рослин, формування бобів та їх посівні якості. Крім того, тривалість окремих фаз росту визначається не лише природними факторами, але й технологічними заходами та особливостями сортів [1].

За рекомендаціями Г.В. Панциревої для Лісостепу, норми висіву сої варіюються залежно від групи стиглості: для ранньостиглих сортів – 700–800 тис./га схожих насінин, для середньоранніх – 600–700 тис./га, а для пізньостиглих – 500–550 тис./га [8-9].

Мета досліджень. Дослідити вплив агротехнічних прийомів задля підвищення ефективності використання ресурсів, оптимізації споживання поживних речовин, а також зменшення негативного впливу до стресових факторів, що виникають у процесі росту сої в умовах Лісостепу правобережного.

Методика та умови досліджень. У рамках програми досліджень було вивчено фази росту сої, зокрема: сходи, утворення першого трійчастого листка, стеблуння, бутонізацію, початок і кінець цвітіння, наливання насіння та повну стиглість. Тривалість вегетаційного періоду сортів сої значною мірою визначається поєднанням зовнішніх кліматичних умов і біологічних особливостей рослин. Польові дослідження проводилися протягом 2024 року на експериментальних ділянках Вінницького національного аграрного університету в умовах НДГ «Агрономічне» відповідно до «Методики Держсортотпробування сільськогосподарських культур». У ході досліджень фіксували фази росту та розвитку рослин. Початок фази визначали, коли вона проявлялася у 10 % рослин, а повну фазу – за досягнення 75 % рослин відповідного стану.

Результати досліджень. Одним із ключових способів досягнення максимальної врожайності сортів сої, зокрема симбіотичної, є створення нових та вдосконалення існуючих технологій вирощування цієї культури з використанням бактеріально-мінерального живлення [10].

Інокуляція насіння мікробними препаратами, що базуються на азотфіксувальних і фосформобілізуючих бактеріях, є ефективним засобом для покращення азотного та фосфорного живлення рослин сої. За сприятливих умов азотфіксації соя здатна засвоювати від 80 до 270 кг/га атмосферного азоту, при цьому 20–35 % залишаються в ґрунті у вигляді поживних і кореневих решток (табл. 1).

Відомо, що соя на одному гектарі залишає від 80 до 120 кг азоту, що є еквівалентом внесення 10–15 т органічних добрив. Згідно з розрахунками, якщо насіння сої буде висіяно на площі 2,2 млн га, як це передбачено планом на 2030 рік, то ґрунт отримає кількість азоту, еквівалентну 546 тис. тон аміачної селітри, що становить суму понад 2 млрд грн.

Таблиця 1

**Накопичення та баланс азоту в ґрунті при вирощуванні сої
в умовах Лісостепу правобережного**

Показник	Значення
Накопичення мінерального азоту, кг/га	80–270
Баланс мінерального азоту в ґрунті, кг/га	50
Еквівалент дози мінеральних добрив, кг/га	80

Ферментативна активність фосформобілізуючих мікроорганізмів сприяє розчиненню важкодоступних ґрунтових фосфатів, забезпечуючи їх ефективне засвоєння рослинами. У процесі свого метаболізму ці мікроорганізми синтезують біоактивні сполуки, такі як гормони та вітаміни, які позитивно впливають на ріст, розвиток рослин і ризосферну мікрофлору [6, 7].

Дослідження показали, що тривалість вегетаційного періоду сої залежить від генотипу сорту, умов навколишнього середовища та технології вирощування. Отримані результати підтверджують, що зміни гідротермічних умов у роки досліджень та різні методи вирощування впливають як на тривалість міжфазних періодів, так і на загальний вегетаційний період. Це підкреслює важливість аналізу закономірностей проходження фаз розвитку рослин у залежності від умов вирощування.

Сівбу сортів сої проводили в третій декаді квітня. Було встановлено, що тривалість періоду від сівби до повних сходів значною мірою залежала від рівня вологості та гідротермічного режиму. Важливим фактором для досягнення високої продуктивності посівів є температура, особливо для сучасних сортів сої, які класифікують за необхідною сумою активних температур ($t > 10\text{ }^{\circ}\text{C}$). Для дуже ранніх сортів ця сума становить 1600–1900 $^{\circ}\text{C}$, для ранньостиглих – 2000–2200 $^{\circ}\text{C}$, для середньоранніх – 2800–2950 $^{\circ}\text{C}$, а для пізньостиглих – 3000–3200 $^{\circ}\text{C}$. Таким чином, підбір сортів для конкретного регіону повинен базуватися на сумі активних температур.

Аналіз метеорологічних даних Вінницького обласного центру гідрометеорології показав, що загалом гідротермічні умови регіону сприятливі для росту і розвитку рослин, але спостерігалися значні відхилення від багаторічних норм, які вплинули на продуктивність посівів. Наприклад, у 2024 році період від сходів до формування першого трійчастого листка тривав 16 діб, при цьому сума активних температур становила 283,8 $^{\circ}\text{C}$, а сума опадів – 352,6 мм, що призвело до подовження цього етапу розвитку.

Отже, гідротермічні умови регіону є вирішальним фактором для забезпечення високої врожайності сої, і їхнє врахування має бути ключовим при плануванні технологій вирощування.

Також внесення мінеральних добрив у ґрунт не завжди здатне повністю задовольнити потреби рослин у необхідних елементах живлення. У стресових умовах, таких як екстремальні температури, дефіцит вологи та інші несприятливі фактори, засвоєння елементів живлення кореневою системою значно погіршується. Це уповільнює ріст і розвиток рослин. Навіть за достатньої кількості доступних макроелементів у ґрунті їх ефективне засвоєння може бути обмеженим у несприятливих умовах. Особливо це стосується азоту, засвоєння якого кореневою системою значно знижується. Така нестача стає критичною під час формування

генеративних органів, коли потреба у поживних речовинах зростає через інтенсивне наростання вегетативної маси. У цей період запаси легкодоступних елементів живлення виснажуються, а їх засвоєння не встигає за швидкими темпами росту рослин. З огляду на це, в системі удобрення сої застосовують додаткові методи, зокрема використання добрив у хелатній формі для позакореневого (листяного) підживлення. Це дозволяє оперативно забезпечити рослини необхідними елементами живлення навіть за несприятливих умов.

У структурі світового виробництва олійних культур соя займає майже 60 %. Протягом останніх п'ятдесяти років площі посівів сої зросли з 24,0 млн га до 103,0 млн га, а рівень врожайності збільшився з 1,90 до 2,60 т/га (рис. 1).

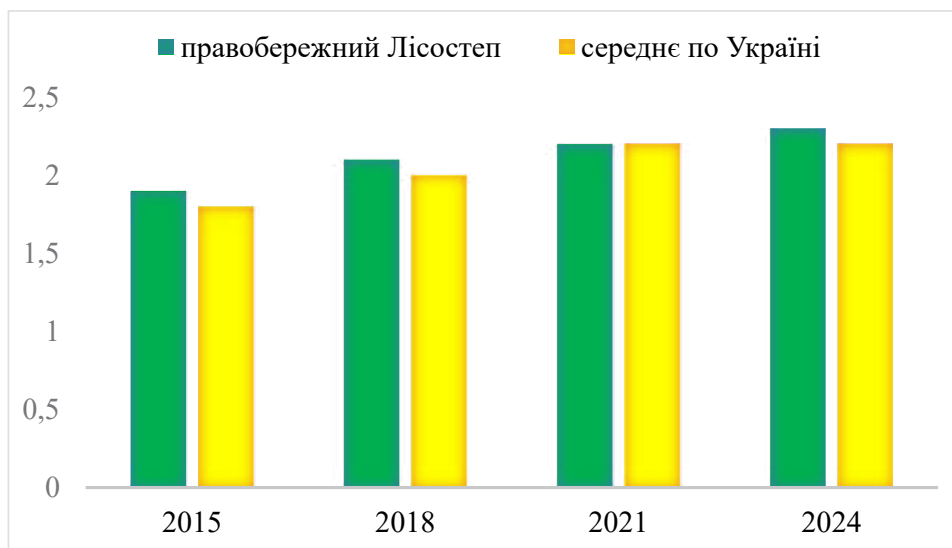


Рис. 1. Рівень урожайності сої в умовах Лісостепу правобережного (2015–2024 рр.)

Встановлено, що правобережний Лісостеп України за ґрунтово-кліматичними та гідротермічними умовами (ГТК – 1,7–1,8) сприятливий для вирощування сої. Агрокліматичні умови вегетаційного періоду у 2024 р. були сприятливими для даної культури. Слід відмітити позитивний вплив високих середньодобових температур протягом вегетації з великою кількістю атмосферних опадів, особливо, на початкових фазах росту і розвитку рослин сої на процеси росту, розвитку та формування високого урожаю насіння.

Висновки. Удосконалення агротехнологічних прийомів вирощування для підвищення насіннєвої продуктивності сої має важливе агроекологічне та продовольче значення. Встановлено, що правобережний Лісостеп України за ґрунтово-кліматичними та гідротермічними умовами (ГТК – 1,7–1,8) сприятливий для вирощування сої. Агрокліматичні умови вегетаційного періоду у 2024 р. були сприятливими для даної культури. Отже, застосування удосконалених агротехнічних прийомів дозволяє значно підвищити ефективність використання ресурсів, оптимізувати споживання води і поживних речовин, а також зменшити негативний вплив стресових факторів, що виникають у процесі росту сої. Крім того,

правильний підхід до вирощування сої допомагає не лише збільшити її врожайність, але й покращити якість продукції, підвищуючи її стійкість до шкочинних об'єктів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Петриченко В.Ф., Корнійчук О.В. Стратегія розвитку кормовиробництва в Україні. Корми і кормовиробництво. 2012. Вип. 73. С. 3–10.
2. Мазур В.А., Ткачук О.П., Дідур І.М., Панцирева Г.В. Технологічність та агроекологічна стійкість скоростиглих сортів сої. *Сільське господарство та лісівництво*. 2021. № 4 (23). С. 96–111. DOI: 10.37128/2707-5826-2021-4-8
3. Камінський В.Ф. Значення зернових бобових культур та напрямки їх виробництва. Міжвідомч. тем. наук. зб. Селекція та насінництво. 2005. Вип. 90. С. 14–22.
4. Didur I., Bakhmat M., Chynchyk O., Pantsyeva H., Telekalo N., Tkachuk O. Substantiation of agroecological factors on soybean agrophytocenoses by analysis of variance of the Right-Bank Forest-Steppe in Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. Vol. 10, No 5. P. 177–182. DOI: 10.15421/2020_206
5. Заболотний Г.М., Мазур В.А., Циганська О.І., Дідур І.М., Циганський В.І., Панцирева Г.В. Агробіологічні основи вирощування сої та шляхи максимальної реалізації її продуктивності: монографія. Вінниця: ВНАУ. 2020. 276 с.
6. Дідур І.М., Шевчук В.В. Підвищення родючості ґрунту в результаті накопичення біологічного азоту бобовими культурами. *Сільське господарство та лісівництво*. 2020. No 16. С. 48–60.
7. Мазур В.А., Дідур І.М., Панцирева Г.В. Обґрунтування адаптивної сортової технології вирощування зернобобових культур в правобережному Лісостепу України. *Сільське господарство та лісівництво*. 2020. No 18. С. 5–17.
8. Панцирева Г.В., Ковальчук В.М. Дослідження елементів технології вирощування сої на основі мобілізаційних агропідходів за природних процесів ґрунтово-імобілізаційного характеру. *Аграрні інновації*. 2024. № 24. С. 107–112. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2024.24.15>
9. Панцирева Г.В. Вплив технологічних прийомів вирощування на зернову продуктивність зернобобових культур в умовах правобережного Лісостепу України. Наукові доповіді НУБІП України. 2020. Вип. No 5 (87). С. 1–9.
10. Мазур В.А., Дідур І.М., Панцирева Г.В. Обґрунтування адаптивної сортової технології вирощування зернобобових культур в правобережному Лісостепу України. *Сільське господарство та лісівництво*. 2020. No 18. С. 5–17.