

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

**КУЛИК СВІТЛАНА МИКОЛАЇВНА**

УДК 633.34:631.816:631.821.1

**ЕФЕКТИВНІСТЬ УДОБРЕННЯ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД КИСЛОТНОСТІ  
ДЕРНОВО-ПІДЗОЛИСТОГО ҐРУНТУ В УМОВАХ  
ЗАХІДНОГО ПОЛІССЯ**

06.01.04 «Агрохімія»

Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата сільськогосподарських наук

Київ – 2018

Дисертацією є рукопис

Роботу виконано у Національному університеті водного господарства та природокористування Міністерства освіти і науки України та в Інституті сільського господарства Західного Полісся Національної академії аграрних наук України

**Науковий керівник** доктор сільськогосподарських наук,  
професор, член-кореспондент НААН  
**Польовий Володимир Мефодійович**,  
Інститут сільського господарства  
Західного Полісся НААН,  
директор

**Офіційні опоненти:** доктор сільськогосподарських наук, професор  
**Лопушняк Василь Іванович**,  
Львівський національний аграрний університет,  
завідувач кафедри агрохімії та ґрунтознавства

доктор сільськогосподарських наук, професор  
**Шевчук Михайло Йосипович**,  
Східноєвропейський національний  
університет імені Лесі Українки,  
завідувач кафедри лісового  
і садово-паркового господарства

Захист відбудеться «06» червня 2018 року о 10<sup>00</sup> годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.004.04 у Національному університеті біоресурсів і природокористування України за адресою: 03041, м. Київ, вул. Героїв Оборони, 15, навчальний корпус № 3, кімната 301

З дисертацією можна ознайомитися у науковій бібліотеці Національного університету біоресурсів і природокористування України за адресою: 03041, м. Київ, вул. Героїв Оборони, 13, навчальний корпус № 4, кімната 41а

Автореферат розіслано «04» травня 2018 року

Вчений секретар  
спеціалізованої вченої ради

Н. П. Бордюжа

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Соя відіграє важливу роль у сільському господарстві як унікальна продовольча, кормова й технічна культура. Рослини сої поєднують у собі два важливих процеси – біологічну фіксацію азоту й фотосинтез. Завдяки цьому соя забезпечує власну потребу в азоті, водночас підвищуючи родючість ґрунту (Бабич А. О. (2011), Бахмат М. І. (2010), Колісник С. І. (2012), Петриченко В. Ф. (2011), Лещенко А. К. (1978), Енкер В. Б. (1959)).

Перспективно-динамічне удосконалення технологій вирощування сої має особливе значення як для загальних тенденцій розвитку рослинництва, так і для одержання максимально можливих врожаїв у конкретних ґрунтово-кліматичних зонах України. Внаслідок глобальних змін клімату агрокліматичні умови Західного Полісся також стали придатними для вирощування скоростиглих сортів сої, адаптованих до місцевих умов. Однак, на теперішній час залишаються практично не з'ясовані особливості формування врожаю сої на дерново-підзолистих ґрунтах різної кислотності, незадовільний вплив якої проявляється в погіршенні поживного режиму ґрунту, зниженні доступності елементів живлення із ґрунту та добрив. За силою своєї дії на ріст і розвиток рослин реакція ґрунтового розчину на дерново-підзолистих ґрунтах у більшості випадків виступає як основний фактор, який лімітує врожайність. Враховуючи те, що за вапнування ґрунту рослини, перш за все, реагують на результат дії вапна – зниження показників ґрунтової кислотності – важливо встановити реакцію сої на поступову зміну кислотності ґрунту від сильнокислої до близької до нейтральної з подальшим визначенням оптимальних параметрів.

Тому поряд зі збільшенням площ посіву та обсягів виробництва сої, набуває актуальності наукове обґрунтування і розроблення технології її вирощування в умовах Західного Полісся, яка передбачає застосування оптимальних норм мінеральних та органічних добрив і підвищення ефективності їх використання за рахунок вапнування ґрунту.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Основою дисертації є матеріали науково-дослідної роботи кафедри агрохімії, ґрунтознавства та землеробства Національного університету водного господарства та природокористування за темою «Вивчення агроecологічного стану ґрунтів зони Українського Полісся, їх еволюції під впливом природних та антропогенних факторів та розробка заходів із підвищення продуктивності агроценозів» (номер державної реєстрації 0112U002522), науково-дослідної роботи Інституту сільського господарства Західного Полісся НААН, яка входила до складу науково-технічної програми «Землеробство» за завданнями «Обґрунтувати способи підвищення родючості дерново-підзолистих ґрунтів в умовах Західного Полісся України» (номер державної реєстрації 0111U001827, 2013 р.) та «Встановити оптимальні параметри родючості дерново-підзолистих ґрунтів Західного Полісся та способи їх досягнення» (номер державної реєстрації 0114U003240, 2014–2015 рр.).

**Мета та завдання дослідження.** Мета роботи – встановити ефективність удобрення через управління формуванням кількісних та якісних показників

урожаю сої за вирощування на дерново-підзолистому ґрунті різної кислотності в умовах Західного Полісся.

Для досягнення поставленої мети передбачали вирішення таких завдань:

- установити вплив удобрення та хімічної меліорації на фізико-хімічні та агрохімічні властивості дерново-підзолистого ґрунту;

- вивчити особливості формування асиміляційної поверхні, симбіотичного апарату сої та динаміки наростання надземної маси рослин сої залежно від удобрення за різної кислотності ґрунту;

- оцінити вміст основних елементів живлення у рослинах та забезпеченість ними рослин в різні етапи органогенезу за різних систем удобрення та післядії вапнування ґрунту;

- установити нормативи витрат біогенних елементів живлення на формування одиниці врожаю сої;

- установити вплив умов живлення рослин сої на врожайність і показники якості зерна;

- встановити економічну та енергетичну ефективність застосування добрив за вирощування сої за різних рівнів ґрунтової кислотності.

*Об'єкт дослідження* – процеси, що зумовлюють зміни поживного режиму дерново-підзолистого ґрунту, фізіологічні процеси в рослинах сої, процеси формування продуктивності сої та мінеральне живлення рослин залежно від удобрення та кислотності ґрунту.

*Предмет дослідження* – фізико-хімічні та агрохімічні показники дерново-підзолистого ґрунту, вміст макроелементів у рослинах сої, врожайність зерна та показники його якості.

**Методи дослідження.** Польовий метод – для вивчення впливу удобрення та післядії вапнування на фізико-хімічні та агрохімічні властивості ґрунту та продуктивність рослин; вимірювально-ваговий – для визначення сухої речовини, площі листової поверхні та показників продуктивності фотосинтезу; лабораторний – для визначення показників поживного режиму ґрунту, елементів живлення в рослинах, показників якості урожаю; метод монолітів – для визначення розмірів симбіотичного апарату сої; математично-статистичний метод – для оцінки достовірності отриманих результатів досліджень, моделювання і прогнозування урожайності; розрахунково-порівняльний – оцінювання економічної та енергетичної ефективності застосування добрив.

**Наукова новизна одержаних результатів.** Уперше в умовах Західного Полісся України встановлено оптимальні параметри кислотності дерново-підзолистого ґрунту для формування стабільно високих урожаю та якості зерна сої і ефективну норму застосування мінеральних добрив у поєднанні з використанням побічної продукції зернових на добриво, позакореневим підживленням мікродобривом «Нутривант Плюс» олійний.

Удосконалено нормативи витрат основних біогенних елементів живлення на формування одиниці врожаю сої, що дозволяє уточнювати норми мінеральних добрив для отримання запланованого рівня врожайності та винос цих елементів із ґрунту.

*Набули подальшого розвитку* питання щодо особливостей росту і розвитку рослин сої, формування її фотосинтетичного та симбіотичного апаратів залежно від ступеня кислотності ґрунту та систем удобрення.

**Практичне значення отриманих результатів** полягає в оптимізації живлення рослин сої шляхом застосування мінеральних добрив у нормі  $N_{40}P_{60}K_{60}$  сумісно з позакореневим підживленням мікродобривом «Нутривант Плюс» олійний на фоні заорювання соломи на добриво за нейтралізації кислотності дерново-підзолистого ґрунту до показника  $pH_{КСІ} > 5,6$ , що забезпечує урожайність зерна на рівні 2,0–2,5 т/га із вмістом білка 40–41 %.

Основні результати досліджень пройшли виробничу перевірку і впровадження в 2016–2017 рр. у ДП ДГ «Білокриницьке» (с. Біла Криниця Рівненського району Рівненської області) на площі 27 га, ДП ДГ «Тучинське» (с. Тучин Гощанського району Рівненської області) на площі 70 га, ДП ДГ «Городецьке» (с. Городець Володимирецького району Рівненської області) на площі 30 га.

На основі отриманого експериментального матеріалу розроблено науково-практичні рекомендації виробництву «Ефективність удобрення та хімічних меліорантів на дерново-підзолистих ґрунтах» (2015).

**Особистий внесок здобувача.** Автором розроблено програму досліджень, визначено мету та завдання досліджень, методи їх виконання, опрацьовано й узагальнено дані наукової літератури за темою дисертації, проведено польові та лабораторні дослідження, біометричні та фенологічні спостереження, узагальнено й систематизовано отримані результати досліджень, статистично їх оброблено, сформульовано висновки та запропоновано рекомендації виробництву, написано й оформлено дисертаційну роботу. Основні наукові положення і висновки, які наведені в дисертаційній роботі, одержано автором особисто. З наукових праць, опублікованих у співавторстві, в дисертації використано лише ті ідеї та положення, які є результатом особистої роботи здобувача.

**Апробація результатів дисертації.** Основні результати та положення дисертації було представлено на: I Всеукраїнській науково-практичній конференції молодих вчених «Раціональне використання земельних ресурсів, збереження і підвищення родючості ґрунтів» (м. Рівне, 2014 р.); II Міжнародній науково-практичній інтернет-конференції «Екологія і природокористування в системі оптимізації відносин природи і суспільства» (м. Тернопіль, 2015 р.); Всеукраїнській науково-практичній конференції «Покращення родючості ґрунтів в сучасних господарсько-економічних умовах та ефективність технологій застосування добрив» (м. Рівне, 2015 р.); III Міжнародній науково-практичній конференції «Актуальні питання сучасної аграрної науки» (м. Умань, 2015 р.); Всеукраїнській науково-практичній конференції «Підвищення ефективності землеробства та збалансованого використання агроресурсів в умовах змін клімату» (м. Рівне, 2017 р.).

**Публікації.** За темою дисертації опубліковано 14 наукових праць, з яких стаття у науковому фаховому виданні України, 4 статті у наукових фахових видання України, включених до міжнародних наукометричних баз даних,

2 статті в інших наукових виданнях, брошура, науково-методичні рекомендації, 5 тез наукових доповідей.

**Структура та обсяг дисертації.** Дисертаційна робота складається з анотацій, вступу, 7 розділів, висновків, списку використаних джерел, який налічує 228 найменувань, із них 49 латиницею, та додатків. Дисертацію викладено на 189 сторінках друкованого тексту. Робота містить 31 таблицю та 20 рисунків.

## **ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ**

### **ПРОДУКТИВНІСТЬ СОЇ ЗА ВИКОРИСТАННЯ ДОБРИВ ТА ВАПНУВАННЯ ҐРУНТУ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)**

У розділі проведено узагальнення та аналіз наукових результатів вітчизняних і зарубіжних авторів щодо управління формуванням врожаєм сої через мінеральне живлення. Ними встановлено досить високу ефективність застосування органічних та мінеральних добрив за вирощування цієї культури (Бабич А. О., 2011; Бахмат М. І., 2010; Колісник С. І., 2012; Петриченко В. Ф., 2011; Uguru M., 2011). Проаналізовано наукові публікації з питань вивчення впливу вапнування, внесення органічних, мінеральних і мікродобрив на фізико-хімічні та агрохімічні властивості ґрунту (Веремеєнко С. І., 2007; Мазур Г. А., 2008; Польовий В. М., 2007).

На основі аналізу джерел наукової літератури встановлено недостатній рівень вивчення особливостей формування врожаю сої на дерново-підзолистих ґрунтах різної кислотності та впливу післядії вапнування на фізико-хімічні та агрохімічні показники ґрунту, що є досить актуальними проблемами сучасного сільськогосподарського виробництва. Дослідження цих питань лягло в основу дисертаційної роботи.

### **УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ**

Дослідження проводили впродовж 2013–2015 рр. у стаціонарному польовому досліді Інституту сільського господарства Західного Полісся НААН, закладеному в 1979 р. Схему досліді представлено в таблиці 1.

Площа посівної ділянки становила 99 м<sup>2</sup>, облікової – 50 м<sup>2</sup>, повторність досліді – трикратна. Розміщення варіантів – систематичне. Технологія вирощування сої – загальноприйнята для зони Полісся. У досліді висівали ультраранній сорт сої Легенда (оригіна́тор – Національний науковий центр «Інститут землеробства НААН») у чотиріпільній сівозміні з таким чергуванням культур: ріпак озимий, пшениця озима, соя, ячмінь ярий. Норма висіву – 900 тис. шт./га. Спосіб сівби – вузькорядний.

Дослідження проводили на дерново-підзолистому зв'язнопіщаному ґрунті. Перед закладанням досліді орний шар ґрунту (0–20 см) характеризувався такими показниками: дуже низьким умістом гумусу (0,86–0,97 %), підвищеним – рухомих сполук фосфору (109–139 мг/кг ґрунту), низьким – рухомих сполук калію (55–81 мг/кг ґрунту), середньокислою

реакцією ґрунтового розчину ( $pH_{KCl} - 4,6-4,8$ ), гідролітична кислотність становила 2,2–2,4 мг-екв/100 г ґрунту, сума ввібраних основ – 2,8 мг-екв/100 г ґрунту, ступінь насичення основами – 55 %.

Таблиця 1

**Схема проведення досліджень на дерново-підзолистому ґрунті,  
2013–2015 рр.**

Фактор А	Фактор Б
Внесення мікродобрива	Удобрення
Без позакореневого підживлення	Без добрив (контроль)
	Солома (2,9 т/га) + N <sub>29</sub> – фон
	Фон + N <sub>40</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>
	Фон + N <sub>40</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> + CaCO <sub>3</sub> (0,5 Нг)
	Фон + N <sub>40</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> + CaCO <sub>3</sub> (1,0 Нг)
	Фон + N <sub>40</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> + CaCO <sub>3</sub> (1,5 Нг)
	Фон + N <sub>40</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> + CaCO <sub>3</sub> (2,0 Нг)
	Фон + N <sub>60</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> + CaCO <sub>3</sub> (1,0 Нг)
Позакореневе підживлення	Без добрив (контроль)
	Солома (2,9 т/га) + N <sub>29</sub> – фон
	Фон + N <sub>40</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>
	Фон + N <sub>40</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> + CaCO <sub>3</sub> (0,5 Нг)
	Фон + N <sub>40</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> + CaCO <sub>3</sub> (1,0 Нг)
	Фон + N <sub>40</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> + CaCO <sub>3</sub> (1,5 Нг)
	Фон + N <sub>40</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> + CaCO <sub>3</sub> (2,0 Нг)
	Фон + N <sub>60</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> + CaCO <sub>3</sub> (1,0 Нг)

Основне вапнування ґрунту проводили перед закладкою стаціонарного дослідю (1978 р.), а повторні – перед початком другої (1988 р.) та третьої (1998 р.) ротації сівозмін.

Мінеральні добрива вносили у формі аміачної селітри (ДСТУ 7370:2013), амофосу гранульованого марки А (ГОСТ 18918–85) та калію хлористого (ГОСТ 4568–95).

Побічну продукцію попередника (1,83–3,64 т/га соломи) заорювали під основний обробіток, перед її заробкою у ґрунт додатково вносили компенсаційну дозу азоту (N<sub>10</sub> на 1 тону соломи).

Підживлення багатокомпонентним хелатним комплексним мікродобривом «Нутривант Плюс» олійний (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 20 %, K<sub>2</sub>O – 33 %, MgO – 1 %, S – 7,5 %, В – 1,5 %, Mn – 0,5 %, Zn – 0,02 %, Мо – 0,001 %) у дозі 2 кг/га проводили у фази бутонізації та формування бобів з нормою робочого розчину 280 л/га.

Відбір зразків ґрунту і рослин проводили з двох несуміжних повторень. Їх відбирали в такі фази та періоди росту і розвитку сої: сходи, початок цвітіння, формування бобів, налив та повна стиглість зерна.

Для агрохімічної характеристики ґрунту відбирали зразки та готували їх до аналізів згідно ДСТУ ISO 11464–2001 з шарів 0–20 і 20–40 см. У них визначали: уміст легкогідролізованого азоту – за методом Корнфілда (ДСТУ 7863:2015); уміст нітратного азоту – фотометрично з дисульфохеноловою кислотою (ДСТУ 4729–2007); уміст амонійного азоту – фотометрично з реактивом Несслера (ДСТУ 4729–2007); уміст рухомих сполук фосфору і калію в одній витяжці за методом Кірсанова в модифікації Національного наукового центру «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського» НААН (ДСТУ 4405–2005);  $pH_{KCl}$  – потенціометричним методом згідно ДСТУ ISO 10390–2001; гідролітичну кислотність – за методом Каппена (ГОСТ 2648–85).

У зразках рослин сої визначали уміст загального азоту, фосфору та калію після мокрого озолення за методом К. Гінзбург із подальшим визначенням: азоту – фотометрично з реактивом Несслера; фосфору – фотометрично за методом Деніже в модифікації А. Левицького; калію – за допомогою полуменевого фотометра. За отриманими результатами розраховували загальний винос елементів живлення із ґрунту з 1 га та їх витрати на формування одиниці врожаю.

Облік густоти рослин проводили в період повних сходів і повної стиглості сої. Висоту рослин у необхідні фази росту і розвитку сої вимірювали за допомогою мірної лінійки. Оцінку фотосинтетичної діяльності рослин проводили за наступними показниками: площа листкової поверхні (метод «висічок» і аналітичний метод за А. О. Бабичем та О. В. Макаровим); інтенсивність накопичення сухої речовини (термогравіметричний метод); фотосинтетичний потенціал (за сумою площі листків за відповідний період часу); чиста продуктивність фотосинтезу (за методикою А. А. Ничипоровича). Облік кількості і маси бульбочок проводили методом монолітів за Г. С. Посипановим.

Перед збиранням врожаю з кожної облікової ділянки відбирали пробні снопи для визначення показників структури врожаю: маси насінин з однієї рослини, кількості бобів та насінин на одній рослині. Облік врожаю сої проводили суцільним збиранням і зважуванням зерна з кожної облікової ділянки.

Відбір зразків зерна для визначення маси 1000 зерен здійснювали згідно ДСТУ 4138–2002, умісту білка – згідно ДСТУ 4117:2007, умісту олії – згідно ГОСТ 10857–64.

Економічну ефективність застосування добрив розраховували за загальноприйнятими методами, враховуючи витрати за технологічною картою вирощування сої та ціни поточного року. Енергетичну ефективність вирощування сої визначали за методикою О. К. Медведовського та П. І. Іваненка. Статистичну обробку отриманих результатів досліджень проводили методом дисперсійного аналізу за Б. О. Доспеховим із використанням комп'ютерних програм Microsoft Office Excel 2007, Statistica 5.0.



## РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

### ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ТА АГРОХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ҐРУНТУ ЗАЛЕЖНО ВІД УДОБРЕННЯ ТА РІВНЯ ПОТЕНЦІЙНОЇ КИСЛОТНОСТІ

**Вплив удобрення та післядії вапнування на показники кислотності ґрунту.** Дерново-підзолисті ґрунти Західного Полісся характеризуються низьким рівнем природної родючості, зумовленим підвищеною кислотністю ґрунтового розчину та несприятливими для рослин агрохімічними властивостями. Тривале систематичне застосування мінеральних і органічних добрив та післядія вапнування значно змінювали основні фізико-хімічні властивості дерново-підзолистого ґрунту, в результаті чого відбулась диференціація ділянок за кислотністю в межах  $pH_{KCl}$  4,2–5,8, що дало можливість встановити ефективність удобрення залежно від реакції ґрунтового розчину (рис. 1).

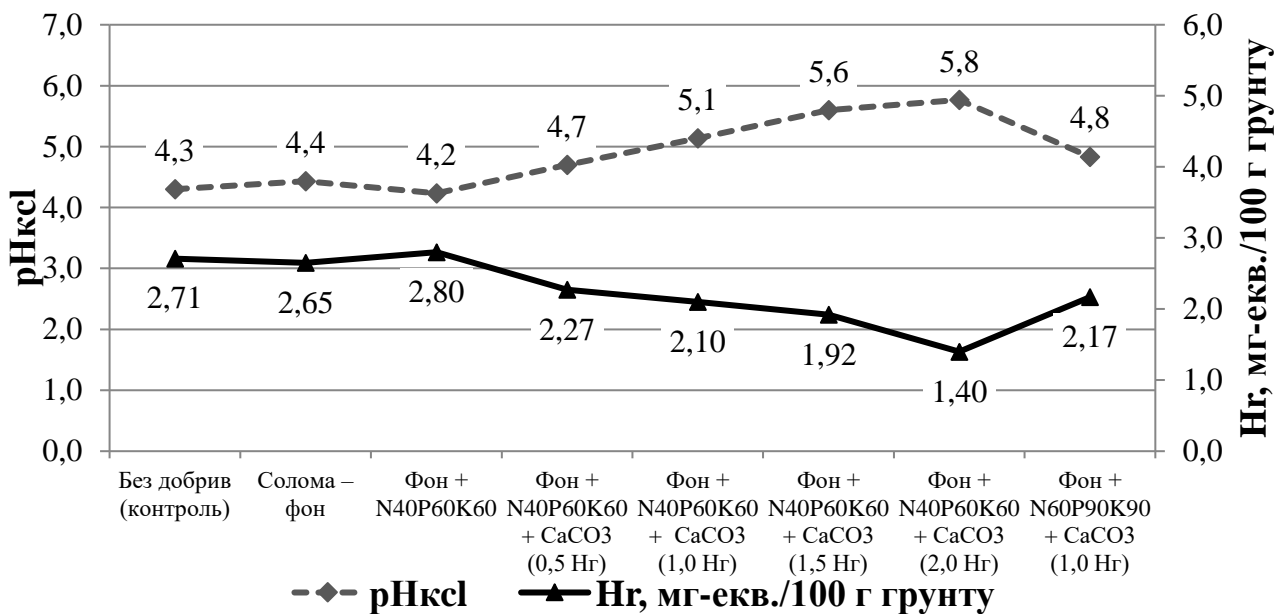


Рис. 1. Залежність потенційної кислотності від удобрення та післядії вапнування (шар ґрунту 0–20 см), середнє за 2013–2015 рр.

Встановлено, що на 16 рік післядії 1,5–2,0 доз вапнякового меліоранта в поєднанні з внесенням одинарної норми мінеральних добрив на фоні заорювання соломи зернових основні фізико-хімічні властивості орного шару ґрунту підтримувались у діапазонах, що були наближеними до оптимальних: близька до нейтральної реакція ґрунтового середовища з показниками кислотності  $pH_{KCl}$  5,6–5,8 та Nt – 1,40–1,92 мг-екв./100 г ґрунту.

**Вміст мінеральних сполук азоту в ґрунті залежно від удобрення та потенційної кислотності.** Застосування органо-мінеральної системи удобрення за післядії різних доз вапна забезпечило підвищення вмісту мінеральних сполук азоту в шарі ґрунту 0–20 см у фазу сходів сої до 13,7–18,3 мг/кг ґрунту залежно від дози хімічного меліоранта, що на 1,0–5,6 мг/кг ґрунту більше, ніж за внесення  $N_{40}P_{60}K_{60}$  на непровапнованому фоні (табл. 2).

Таблиця 2

Вміст макроелементів у ґрунті залежно від удобрення та післядії вапнування (мг/кг), середнє за 2013–2015 рр.

Варіант досліджу	Шар ґрунту, см	$N_{\text{мін}}$					$P_2O_5$					$K_2O$				
		Фаза та період росту і розвитку рослин														
		сходи	початок цвітіння	формування бобів	налив зерна	повна стиглість	сходи	початок цвітіння	формування бобів	налив зерна	повна стиглість	сходи	початок цвітіння	формування бобів	налив зерна	повна стиглість
Без добрив (контроль)	0–20	6,4	4,9	3,6	4,6	3,5	123	118	114	112	112	54,9	51,4	49,0	47,8	43,3
	20–40	5,9	4,6	3,3	4,3	3,1	111	107	104	102	101	48,7	45,7	44,3	43,1	40,0
Солома (2,9 т/га) + $N_{29}$ – фон	0–20	9,0	6,6	5,5	6,3	4,7	137	133	130	128	127	61,6	57,9	55,1	52,8	50,3
	20–40	8,2	6,1	5,0	5,8	4,3	123	119	115	113	112	56,9	54,1	52,5	51,2	49,0
Фон + $N_{40}P_{60}K_{60}$	0–20	12,7	9,9	7,2	7,9	6,8	178	174	171	169	168	80,9	78,7	74,2	72,3	66,1
	20–40	11,1	8,8	6,6	7,1	5,9	159	152	148	147	145	71,4	67,7	65,1	64,1	60,7
Фон + $N_{40}P_{60}K_{60}$ + $CaCO_3$ (0,5 Нг)	0–20	13,7	10,7	8,4	9,6	7,5	213	207	203	200	198	97,8	92,5	87,9	85,2	77,9
	20–40	12,3	9,6	7,5	8,5	6,6	187	180	176	173	171	84,4	80,3	77,0	74,0	69,2
Фон + $N_{40}P_{60}K_{60}$ + $CaCO_3$ (1,0 Нг)	0–20	14,5	11,3	8,8	10,0	8,2	225	219	214	211	208	106	101	94,6	91,1	82,6
	20–40	13,0	10,0	7,9	8,9	7,2	204	195	189	186	184	96,7	89,3	85,2	83,8	77,8
Фон + $N_{40}P_{60}K_{60}$ + $CaCO_3$ (1,5 Нг)	0–20	16,5	13,5	9,9	10,7	9,5	246	239	234	230	227	111	104	98,4	93,6	86,8
	20–40	14,6	11,9	8,8	9,8	8,4	227	218	212	208	205	100	93,7	90,0	86,8	82,0
Фон + $N_{40}P_{60}K_{60}$ + $CaCO_3$ (2,0 Нг)	0–20	18,3	15,0	10,5	11,7	10,5	258	252	246	241	237	110	102	96,3	91,7	85,3
	20–40	15,8	13,0	9,4	10,5	9,2	238	226	221	217	215	99,2	92,3	88,6	85,2	81,0
Фон + $N_{60}P_{90}K_{90}$ + $CaCO_3$ (1,0 Нг)	0–20	18,7	15,3	10,8	12,0	10,7	253	248	241	235	230	116	109	104	99,2	92,0
	20–40	16,2	13,2	9,6	10,7	9,5	235	222	216	213	211	106	101	96,6	94,0	88,4
НІР <sub>05</sub>	0–20	0,7	0,5	0,5	0,4	0,3	11,0	10,1	9,7	9,6	9,3	5,1	4,8	4,4	3,8	3,7
	20–40	0,6	0,5	0,3	0,4	0,3	10,2	8,9	8,8	8,1	8,0	4,5	4,4	3,6	3,2	2,9

8

У варіантах із реакцією ґрунтового розчину близькою до нейтральної забезпеченість мінеральними формами азоту збільшилась до середнього рівня, у той час як у варіантах із кислою реакцією – була низькою. Уміст мінеральних сполук азоту знижувався до фази формування бобів і в орному шарі становив 3,6–10,8 мг/кг ґрунту залежно від варіанту удобрення. У фазу наливу зерна було відмічено збільшення кількості мінеральних сполук азоту на 0,7–1,2 мг/кг ґрунту порівняно з фазою формування бобів. У подальшому до фази повної стиглості сої спостерігали зменшення їх вмісту до 3,5–10,7 мг/кг ґрунту.

**Вплив добрив на вміст рухомих сполук фосфору у ґрунті залежно від ступеня потенційної кислотності.** Доповнення органічної системи удобрення одинарною нормою мінеральних добрив ( $N_{40}P_{60}K_{60}$ ) позитивно вплинуло на кількість рухомих сполук фосфору в ґрунті. Це сприяло збільшенню їх умісту в шарі ґрунту 0–20 см у фазу сходів до високого рівня – 178 мг/кг ґрунту. Застосування органо-мінеральної системи удобрення у варіантах із післядією хімічного меліоранта забезпечило подальше збільшення цього показника до рівня 213–258 мг/кг ґрунту залежно від дози вапна, що на 19,7–44,9 % більше, ніж у варіантах із застосуванням цієї системи без вапнування, та на 72,9–109 % більше порівняно з варіантом без добрив. Зокрема, післядія 2,0 доз вапна, за якої сформувалась близька до нейтральної реакція ґрунтового розчину, забезпечила збільшення кількості рухомих сполук фосфору до дуже високого рівня – 258 мг/кг ґрунту.

Упродовж вегетації сої до фази повної стиглості відмічалось зменшення вмісту рухомих сполук фосфору у ґрунті до рівня 112–237 мг/кг ґрунту залежно від варіанту удобрення, який був на 5,6–9,1 % меншим, ніж у фазу сходів.

**Динаміка вмісту рухомих сполук калію у ґрунті за використання добрив та післядії вапнякових меліорантів.** Внесення одинарної норми мінеральних добрив у поєднанні із застосуванням соломи на фоні післядії 0,5–1,5 доз вапнякового меліоранта сприяло збільшенню кількості рухомих сполук калію в ґрунті у фазу сходів до середнього рівня – 97,8–111 мг/кг ґрунту, що на 16,9–30,1 мг/кг ґрунту більше порівняно із застосуванням цієї системи удобрення без вапнування. За післядії 2,0 доз вапна відмічено зниження вмісту рухомих сполук калію на 1 мг/кг ґрунту порівняно з аналогічним варіантом за післядії 1,5 дози вапна, де кількість рухомих сполук калію становила 111 мг/кг ґрунту. Внесення  $N_{60}P_{90}K_{90}$  на фоні післядії 1,0 дози вапна забезпечило найбільший вміст рухомих сполук калію (116 мг/кг ґрунту), який був на 61,1 мг/кг більшим порівняно з контролем та на 9,7 мг/кг більшим, ніж за внесення 1,0 норми мінеральних добрив у варіанті з післядією аналогічної дози вапна.

Упродовж вегетації сої відмічено зниження кількості рухомих сполук калію в орному шарі ґрунті від фази сходів (54,9–116 мг/кг ґрунту) до повної стиглості сої (43,3–92,0 мг/кг ґрунту).

## ВПЛИВ УДОБРЕННЯ НА БІОМЕТРИЧНІ ТА ФІЗІОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ РОСЛИН СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД СТУПЕНЯ КИСЛОТНОСТІ ҐРУНТУ

**Особливості формування густоти стояння і висоти рослин залежно від удобрення та потенційної кислотності ґрунту.** Найбільш істотно на покращення процесів росту і розвитку рослин сої впливало сумісне застосування мінеральних добрив у нормі  $N_{40}P_{60}K_{60}$  та позакореневого підживлення мікродобривом за післядії 1,5–2,0 доз вапна ( $pH_{KCl}$  5,6–5,8) на фоні заорювання соломи. За таких умов висота рослин на початку цвітіння становила 46,9–48,1 см; формування бобів – 71,6–73,5 та наливу зерна – 85,5–88,2 см, що відповідно на 69,3–73,6 %; 74,2–78,8 та 80,4–86,1 % більше порівняно з контролем. Ці варіанти удобрення забезпечили і найбільшу густоту рослин у фазу повної стиглості – 77,0–77,5 шт./м<sup>2</sup>, що на 16,0–16,7 % більше порівняно з контролем.

**Фотосинтетична продуктивність посівів сої залежно від удобрення та кислотності ґрунту.** Встановлено, що оптимізація умов мінерального живлення та потенційної кислотності ґрунту сприяла кращому розвитку асиміляційного апарату рослин сої впродовж вегетаційного періоду. Зниження останньої до показників, що близькі до нейтральних, у варіантах із післядією 1,5–2,0 доз вапна на фоні застосування соломи та внесення  $N_{40}P_{60}K_{60}$  сприяло наростанню максимальної листової поверхні, навіть без позакореневого підживлення до рівня 22,74–39,59 тис. м<sup>2</sup>/га залежно від фази росту і розвитку рослин, що на 62,9–91,9 % більше порівняно із застосуванням цієї системи удобрення на сильнокислому ґрунті. Прирости площі листової поверхні від двократного позакореневого підживлення посівів сої мікродобривом «Нутривант Плюс» олійний досягали 4,0–7,9 % залежно від фази росту і розвитку рослин. Фотосинтетичний потенціал посівів та чиста продуктивність фотосинтезу також узгоджуються з вищеописаною закономірністю. Фотосинтетичний потенціал посівів та чиста продуктивність фотосинтезу досягали максимуму (0,66 млн м<sup>2</sup> днів/га та 4,68 г/м<sup>2</sup> за добу) в період початок цвітіння – формування бобів у варіантах із близькою до нейтральної реакцією ґрунтового розчину за сумісного застосування мінеральних добрив у нормі  $N_{40}P_{60}K_{60}$  та позакореневого підживлення мікродобривом на фоні заорювання соломи.

**Вплив добрив на симбіотичну діяльність рослин сої залежно від ступеня кислотності ґрунту.** Найважливішими показниками інтенсивності функціонування симбіотичного апарату є кількість та маса корневих бульбочок. Установлено, що кількість бульбочок зростала до фази формування бобів до межі 21,4–43,0 шт./рослин залежно від варіанту дослідження, і перевищувала на 69,7–151,5 % показники фази цвітіння. В подальшому спостерігали незначне її зменшення у фазу наливу зерна (на 2,6–4,7 %). Маса бульбочок у фазу формування бобів збільшилась на 111–170 % порівняно з попередньою фазою і становила 298–848 мг/рослин, а з початком наливу зерна зменшилась на 7,2–13,1 %.

Встановлено тісні кореляційні залежності між кислотністю ґрунту ( $x$ ) та кількістю ( $y_1$ ) і масою ( $y_2$ ) бульбочок, які виражаються рівняннями лінійної регресії:  $y_1=13,263x - 33,44$  та  $y_2=0,3085x - 0,9946$ . Зокрема, близька до нейтральної реакція ґрунтового розчину, досягнута післядією 1,5–2,0 доз вапна, у поєднанні з органо-мінеральною системою удобрення сприяла утворенню найбільшої кількості та маси бульбочок на одній рослині у фазу формування бобів. На ділянках без позакореневого підживлення зазначені показники становили відповідно 42,3–43,0 шт. та 763–848 мг, що більше відповідно на 97,7–101 та 156–185 %, ніж у варіанті без добрив із сильнокислою реакцією ґрунтового розчину (рис. 2).

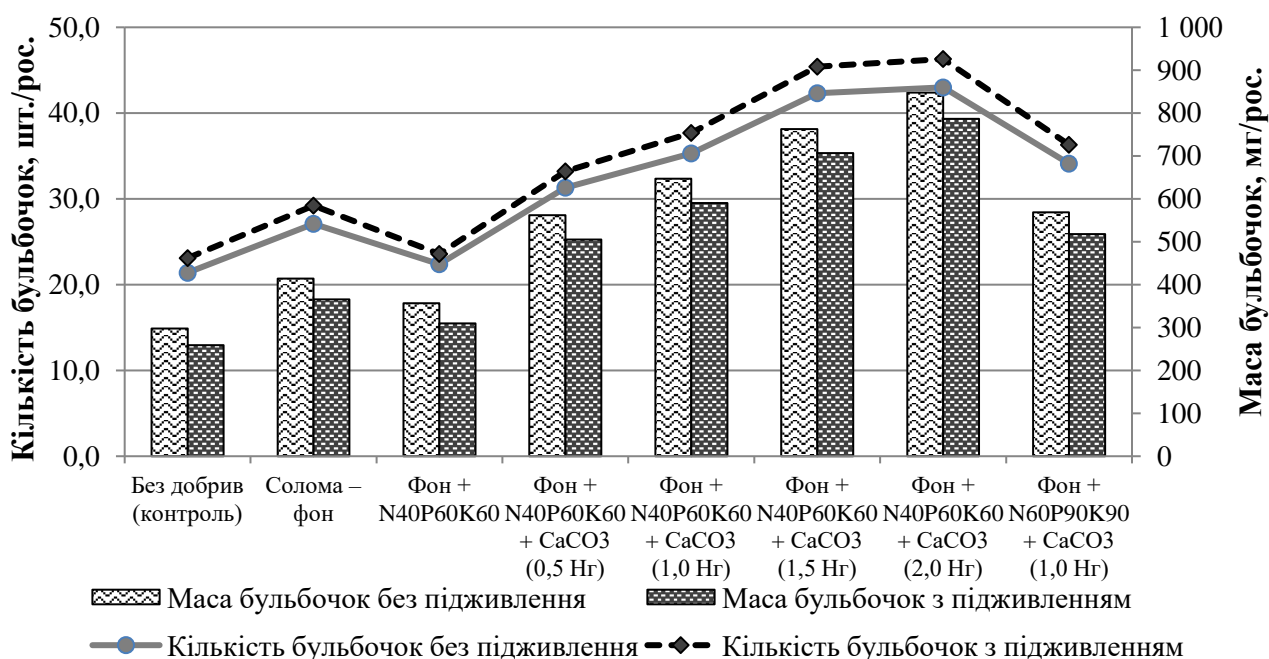


Рис. 2. Залежність кількості та маси бульбочок на рослинах сої у фазу формування бобів від удобрення та післядії вапнування, середнє за 2013–2015 рр.

Двократне позакореневе підживлення сої мікродобривом «Нутривант Плюс» олійний забезпечувало збільшення кількості та маси бульбочок відповідно на 2,9–7,4 та 4,8–9,4 % залежно від удобрення та фази росту і розвитку рослин, порівняно з аналогічними варіантами без підживлення.

#### ВМІСТ ОСНОВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ЖИВЛЕННЯ В РОСЛИНАХ СОЇ ТА ЇХ ВІНОС УРОЖАЄМ ЗАЛЕЖНО ВІД УДОБРЕННЯ ТА РІВНЯ ПОТЕНЦІЙНОЇ КИСЛОТНОСТІ ҐРУНТУ

**Вплив удобрення на вміст основних елементів живлення у рослинах сої залежно від ступеня кислотності ґрунту. Азот.** Покращення умов мінерального живлення забезпечило збільшення вмісту загального азоту в рослинах сої на ділянках без позакореневого підживлення на 0,07–1,30 % на суху речовину залежно від удобрення та фази росту і розвитку сої порівняно з контролем, де цей показник становив 2,33–2,86 % на суху речовину (табл. 3).

Таблиця 3

Динаміка вмісту елементів живлення в рослинах сої залежно від удобрення та післядії вапнування  
(% на суху речовину), середнє за 2013–2015 рр.

Варіант досліджу		Азот				Фосфор				Калій			
		Фаза та період росту і розвитку рослин											
		початок цвітіння	формування бобів	налив зерна	повна стиглість	початок цвітіння	формування бобів	налив зерна	повна стиглість	початок цвітіння	формування бобів	налив зерна	повна стиглість
Без позакореневого підживлення	Без добрив (контроль)	2,86	2,52	2,33	0,81	0,46	0,34	0,25	0,17	2,09	1,70	1,39	1,11
	Солома (2,9 т/га) + N <sub>29</sub> – фон	2,97	2,61	2,40	0,84	0,47	0,35	0,26	0,18	2,18	1,77	1,44	1,16
	Фон + N <sub>40</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	3,48	3,00	2,72	0,96	0,54	0,41	0,30	0,21	2,71	2,10	1,60	1,27
	Фон + N <sub>40</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> + CaCO <sub>3</sub> (0,5 Нг)	3,79	3,21	2,88	1,02	0,59	0,46	0,33	0,23	2,77	2,29	1,72	1,34
	Фон + N <sub>40</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> + CaCO <sub>3</sub> (1,0 Нг)	3,89	3,31	3,00	1,07	0,62	0,49	0,35	0,24	2,84	2,39	1,77	1,40
	Фон + N <sub>40</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> + CaCO <sub>3</sub> (1,5 Нг)	4,09	3,46	3,16	1,13	0,68	0,54	0,38	0,27	3,01	2,53	1,83	1,54
	Фон + N <sub>40</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> + CaCO <sub>3</sub> (2,0 Нг)	4,16	3,55	3,26	1,15	0,70	0,55	0,39	0,28	3,07	2,61	1,89	1,59
	Фон + N <sub>60</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> + CaCO <sub>3</sub> (1,0 Нг)	4,04	3,42	3,14	1,12	0,65	0,51	0,36	0,26	3,17	2,69	1,98	1,64
Позакоренево підживлення	Без добрив (контроль)	2,89	2,55	2,36	0,83	0,48	0,36	0,26	0,18	2,18	1,81	1,46	1,17
	Солома (2,9 т/га) + N <sub>29</sub> – фон	3,00	2,64	2,43	0,86	0,49	0,37	0,27	0,19	2,27	1,88	1,51	1,22
	Фон + N <sub>40</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	3,50	3,02	2,74	0,97	0,55	0,42	0,31	0,22	2,79	2,20	1,66	1,32
	Фон + N <sub>40</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> + CaCO <sub>3</sub> (0,5 Нг)	3,82	3,24	2,90	1,03	0,60	0,47	0,34	0,24	2,88	2,41	1,80	1,40
	Фон + N <sub>40</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> + CaCO <sub>3</sub> (1,0 Нг)	3,92	3,35	3,03	1,09	0,64	0,51	0,36	0,25	2,96	2,53	1,86	1,48
	Фон + N <sub>40</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> + CaCO <sub>3</sub> (1,5 Нг)	4,13	3,51	3,20	1,16	0,71	0,57	0,40	0,29	3,16	2,70	1,93	1,63
	Фон + N <sub>40</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> + CaCO <sub>3</sub> (2,0 Нг)	4,21	3,60	3,30	1,18	0,73	0,58	0,41	0,29	3,19	2,77	1,99	1,68
	Фон + N <sub>60</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> + CaCO <sub>3</sub> (1,0 Нг)	4,10	3,47	3,17	1,15	0,67	0,54	0,38	0,27	3,30	2,86	2,05	1,73
НР <sub>05</sub> фактор А		00,06	0,04	0,04	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,06	0,04	0,02	0,02
НР <sub>05</sub> фактор Б		0,10	0,09	0,08	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,12	0,09	0,07	0,06
НР <sub>05</sub> взаємодія факторів		0,14	0,12	0,11	0,03	0,04	0,04	0,03	0,02	0,18	0,14	0,09	0,07

Крім цього, на надходження азоту до рослин сої суттєво впливав рівень показника рН<sub>KCl</sub>. Так, високий вміст загального азоту в рослинах сої на початку цвітіння був у межах 4,09–4,21 % на суху речовину у варіантах із близькою до нейтральної реакцією ґрунтового розчину (післядія 1,5–2,0 доз вапна) за застосування мінеральних добрив у нормі N<sub>40</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> та заорювання соломи на добриво. Зазначені варіанти досліду забезпечили найбільшу кількість азоту в зерні та солomé сої – відповідно 6,58–6,62 та 1,13–1,15 % на суху речовину.

**Фосфор.** Внесення N<sub>40</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> на ділянках із післядією 1,5–2,0 доз вапна (рН<sub>KCl</sub> 5,6–5,8) сприяло максимальному накопиченню фосфору рослинами сої. У варіантах без позакореневого підживлення його вміст становив 0,38–0,70 % на суху речовину залежно від фази росту і розвитку сої та післядії доз вапна. Солома та зерно сої за внесення добрив на фоні післядії вапнування також характеризувалися збільшеним вмістом фосфору відповідно на 0,01–0,11 та 0,01–0,23 % порівняно з контролем. Позакореневе підживлення посівів мікродобривом «Нутривант Плюс» олійний сприяло збільшенню вмісту фосфору в рослинах сої до 0,26–0,73 % на суху речовину залежно від удобрення та фази росту і розвитку рослин. Застосування мікродобрива забезпечило збільшення цього показника в солomé на 0,01–0,02 та зерні – на 0,02–0,04 % на суху речовину порівняно з аналогічними варіантами без його внесення.

**Калій.** Застосування органо-мінеральної системи удобрення із внесенням N<sub>40</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> за післядії 2,0 доз вапна, та підвищеної норми мінеральних добрив (N<sub>60</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub>) на фоні післядії 1,0 дози хімічного меліоранта забезпечило найвищий вміст калію в рослинах сої, який у варіантах без позакореневого підживлення був на рівні 1,89–3,17 % на суху речовину залежно від удобрення та фази росту і розвитку сої. Уміст калію в рослинах сої на початку фази цвітіння за позакореневого підживлення збільшився на 0,08–0,15; у фази формування бобів – на 0,10–0,17 і наливу зерна – на 0,06–0,10 % на суху речовину порівняно з аналогічними варіантами без застосування мікродобрива.

Внесення мінеральних добрив у нормі N<sub>40</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> на фоні післядії 2,0 доз вапна забезпечило найбільше підвищення вмісту калію в зерні та солomé сої. У варіантах без позакореневого підживлення воно становило відповідно 0,09 та 0,32 % на суху речовину відносно аналогічних варіантів без вапнування. За внесення 1,5 норми мінеральних добрив (N<sub>60</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub>) за післядії 1,0 дози вапнякового меліоранта відмічено незначне збільшення вмісту калію в основній та побічній продукції сої порівняно з унесенням N<sub>40</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> за післядії 2,0 доз вапна. Позакореневе підживлення забезпечило збільшення вмісту калію у зерні та солomé сої відповідно на 0,07–0,10 та 0,05–0,09 % на суху речовину порівняно з аналогічними варіантами без підживлення.

**Винос елементів живлення урожаєм сої залежно від удобрення та післядії вапнування.** Застосування добрив та післядії вапнування зумовили збільшення виносу основних елементів живлення рослинами сої: азоту – на 8,1–80,2 кг/га, фосфору – на 1,5–18,1 та калію – на 4,2–42,4 кг/га порівняно із неудобреним варіантом, де ці показники становили відповідно 56,5 кг/га, 11,4 та 28,1 кг/га. У структурі ємності виносу винос азоту становив 57,1–58,9 %, фосфору – 11,7–12,4 та калію – 29,3–30,9 %. Найвищий рівень виносу азоту –

137 кг/га; фосфору – 29,5 та калію – 70,5 кг/га характерний для органо-мінеральної системи удобрення із внесенням  $N_{40}P_{60}K_{60}$  за післядії 2,0 доз вапна.

За позакореневого підживлення посівів сої мікродобривом «Нутривант Плюс» олійний винос макроелементів збільшився, зокрема, азоту – на 5,1–12,7 кг/га, фосфору – на 1,2–3,0 та калію – на 3,4–8,7 кг/га порівняно із варіантами без його застосування.

Встановлено нормативи витрат біогенних елементів основною і побічною продукцією сої (табл. 4). Варто зазначити, що вони змінювалися з такою ж закономірністю, як і загальний їх винос. Найбільші витрати макроелементів на формування 1 т основної і відповідної кількості побічної продукції (70,9 кг азоту; 15,4 кг фосфору та 37,6 кг калію) було обумовлено органо-мінеральною системою удобрення із внесенням  $N_{40}P_{60}K_{60}$  на фоні післядії 2,0 доз вапна, доповненою позакореневим підживленням посівів.

Таблиця 4

**Витрати основних макроелементів на формування 1 т основної і відповідної кількості побічної продукції сої залежно від удобрення та післядії вапнування ґрунту (кг), середнє за 2013–2015 рр.**

Варіант досліджу		Витрати, кг/т		
		Азот	Фосфор	Калій
Без позакореневого підживлення	Без добрив (контроль)	59,2	11,9	29,4
	Солома (2,9 т/га) + $N_{29}$ – фон	60,6	12,1	30,3
	Фон + $N_{40}P_{60}K_{60}$	64,3	13,0	32,1
	Фон + $N_{40}P_{60}K_{60}$ + $CaCO_3$ (0,5 Нг)	65,9	13,7	33,1
	Фон + $N_{40}P_{60}K_{60}$ + $CaCO_3$ (1,0 Нг)	67,1	14,1	33,8
	Фон + $N_{40}P_{60}K_{60}$ + $CaCO_3$ (1,5 Нг)	69,4	14,8	35,3
	Фон + $N_{40}P_{60}K_{60}$ + $CaCO_3$ (2,0 Нг)	70,0	15,1	36,1
	Фон + $N_{60}P_{90}K_{90}$ + $CaCO_3$ (1,0 Нг)	68,6	14,4	37,1
Позакоренево підживлення	Без добрив (контроль)	59,9	12,3	30,7
	Солома (2,9 т/га) + $N_{29}$ – фон	61,5	12,4	31,5
	Фон + $N_{40}P_{60}K_{60}$	64,9	13,2	33,0
	Фон + $N_{40}P_{60}K_{60}$ + $CaCO_3$ (0,5 Нг)	66,6	14,0	34,3
	Фон + $N_{40}P_{60}K_{60}$ + $CaCO_3$ (1,0 Нг)	68,1	14,4	35,2
	Фон + $N_{40}P_{60}K_{60}$ + $CaCO_3$ (1,5 Нг)	70,3	15,3	37,1
	Фон + $N_{40}P_{60}K_{60}$ + $CaCO_3$ (2,0 Нг)	70,9	15,4	37,6
	Фон + $N_{60}P_{90}K_{90}$ + $CaCO_3$ (1,0 Нг)	69,3	14,7	38,4

**ПРОДУКТИВНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ ЗЕРНА СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД УДОБРЕННЯ ТА РІВНЯ ПОТЕНЦІЙНОЇ КИСЛОТНОСТІ ҐРУНТУ**

За різного рівня удобрення та кислотності ґрунту створюються неоднакові умови для росту та розвитку рослин сої. Ці чинники мали суттєвий вплив на умови живлення рослин, що в підсумку позначилося на їх продуктивності.

Дослідженнями встановлено, що урожайність сої (у) знаходилася в тісній прямій кореляційній залежності ( $r=0,873$ ) від ступеня кислотності ґрунту (х),



яку можна виразити рівнянням лінійної регресії:  $y=1,3704x + 2,7876$ . Так, внесення мінеральних добрив у нормі  $N_{40}P_{60}K_{60}$  у варіанті з післядією 0,5 дози вапна ( $pH_{KCl}$  4,7) сприяло зростанню урожайності до 1,50 т/га у варіанті без позакореневого підживлення і до 1,60 т/га – з підживленням посівів, що відповідно на 16,3 і 17,6 % більше порівняно з варіантом, де вносили цю норму добрив без післядії вапнякового меліоранта (табл. 5).

Таблиця 5

**Урожайність зерна сої залежно від удобрення і післядії вапнування (т/га), 2013–2015 рр.**

Варіант досліджу	Рік			Середнє	Відхилення, +/-	
	2013	2014	2015		фактор А	фактор Б
<b>Без позакореневого підживлення</b>						
Без добрив (контроль)	1,04	1,13	0,70	0,96	–	–
Солома (2,9 т/га) + $N_{29}$ – фон	1,16	1,25	0,79	1,07	–	0,11
Фон + $N_{40}P_{60}K_{60}$	1,39	1,44	1,04	1,29	–	0,33
Фон + $N_{40}P_{60}K_{60}$ + $CaCO_3$ (0,5 Нг)	1,59	1,70	1,22	1,50	–	0,54
Фон + $N_{40}P_{60}K_{60}$ + $CaCO_3$ (1,0 Нг)	1,78	1,88	1,36	1,67	–	0,71
Фон + $N_{40}P_{60}K_{60}$ + $CaCO_3$ (1,5 Нг)	1,92	2,04	1,51	1,82	–	0,86
Фон + $N_{40}P_{60}K_{60}$ + $CaCO_3$ (2,0 Нг)	2,08	2,17	1,61	1,95	–	0,99
Фон + $N_{60}P_{90}K_{90}$ + $CaCO_3$ (1,0 Нг)	1,91	1,97	1,45	1,78	–	0,82
<b>Позакореневе підживлення</b>						
Без добрив (контроль)	1,13	1,21	0,77	1,04	0,08	–
Солома (2,9 т/га) + $N_{29}$ – фон	1,26	1,33	0,86	1,15	0,08	0,11
Фон + $N_{40}P_{60}K_{60}$	1,46	1,51	1,10	1,36	0,07	0,32
Фон + $N_{40}P_{60}K_{60}$ + $CaCO_3$ (0,5 Нг)	1,71	1,79	1,30	1,60	0,10	0,56
Фон + $N_{40}P_{60}K_{60}$ + $CaCO_3$ (1,0 Нг)	1,92	1,98	1,46	1,79	0,12	0,75
Фон + $N_{40}P_{60}K_{60}$ + $CaCO_3$ (1,5 Нг)	2,07	2,17	1,64	1,96	0,14	0,92
Фон + $N_{40}P_{60}K_{60}$ + $CaCO_3$ (2,0 Нг)	2,25	2,32	1,75	2,11	0,16	1,07
Фон + $N_{60}P_{90}K_{90}$ + $CaCO_3$ (1,0 Нг)	2,04	2,09	1,55	1,89	0,11	0,85
НП <sub>05</sub> фактор А	0,02	0,03	0,01			
НП <sub>05</sub> фактор Б	0,08	0,09	0,07			
НП <sub>05</sub> взаємодія факторів	0,10	0,11	0,09			

Зниження кислотності до рівня слабокислого діапазону ( $pH_{KCl}$  5,1), який досягнуто післядією 1,0 дози хімічного меліоранта, забезпечило зростання врожайності від внесення  $N_{40}P_{60}K_{60}$  у варіанті без позакореневого підживлення на 29,6 %, а з ним – на 31,7 % порівняно з аналогічним, де застосовувалась органо-мінеральна система удобрення на сильнокислому ґрунті.

Найвищу врожайність сої (2,11 т/га) забезпечило внесення мінеральних добрив у нормі  $N_{40}P_{60}K_{60}$  за післядії 2,0 доз вапна ( $pH_{KCl}$  5,8) на фоні заорювання соломи на добриво та позакореневого підживлення. Приріст врожаю зерна до контролю становив 1,07 т/га (103 %). Позакореневе підживлення посівів сої мікродобривом «Нутривант Плюс» олійний сприяло збільшенню врожайності сої на 0,07–0,16 т/га (5,4–8,2 %) порівняно з

аналогічними варіантами без позакореневого підживлення. При цьому найбільші прирости урожаю зерна сої (0,14–0,16 т/га) отримано у варіантах із органо-мінеральною системою удобрення за післядії 1,5–2,0 доз вапна, що вказує на високу ефективність застосування мікродобрива за нейтралізації кислотності дерново-підзолистого ґрунту.

За результатами біохімічного аналізу встановлено, що показники якості зерна сої змінювались залежно від удобрення та післядії вапнування. Уміст білка в зерні зростав по мірі нейтралізації кислотності ґрунту. Найбільшого його рівня досягнуто за внесення мінеральних добрив у нормі  $N_{40}P_{60}K_{60}$  за післядії 1,5–2,0 доз вапна, та за підвищення їх норми до рівня  $N_{60}P_{90}K_{90}$  на фоні 1,0 дози хімічного меліоранта. За таких умов цей показник становив 39,7–40,1 %, що на 2,0–2,4 % більше показника варіанта без добрив (контроль).

Проведеними дослідженнями встановлено обернену залежність між умістом білка та олії ( $r=-0,948$ ). Найбільший уміст олії в зерні сої отримали у варіанті без добрив, де він становив 23,2 %. Зміни цього показника були істотними у варіантах із застосуванням  $N_{40}P_{60}K_{60}$  на фоні заорювання соломи на добриво за післядії 1,0–2,0 доз вапна та збільшеної кількості добрив до рівня  $N_{60}P_{90}K_{90}$  за післядії 1,0 дози хімічного меліоранта, де вміст олії зменшився на 0,9–1,9 % порівняно з варіантом, де добрива не вносили.

Двократне позакореневе підживлення мікродобривом «Нутривант Плюс» олійний забезпечило збільшення вмісту білка та олії відповідно на 0,8–1,1 та 0,5–0,9 % порівняно з показниками аналогічних варіантів без позакореневого підживлення.

### **ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ОЦІНКА ЗАСТОСУВАННЯ ДОБРІВ ЗА ВИРОЩУВАННЯ СОЇ НА ҐРУНТАХ РІЗНОЇ КИСЛОТНОСТІ**

Зі збільшенням урожаю зерна сої від покращення умов мінерального живлення рослин вартість вирощеної продукції збільшувалась до 21450 грн/га проти 10560 грн/га у варіанті без добрив. Вартість приросту врожаю зерна від удобрення коливалась в межах 1210–10890 грн/га і найбільшою (9460–10890 грн/га) була у варіантах із близькою до нейтральної реакцією ґрунтового розчину, досягнутою післядією 1,5–2,0 доз хімічного меліоранта. Зниження кислотності ґрунту сприяло значному підвищенню врожайності сої, в результаті чого за внесення мінеральних добрив у нормі  $N_{40}P_{60}K_{60}$  на фоні заорювання соломи та післядії різних доз хімічного меліоранта загальний умовно чистий дохід збільшився на 2109–7010 грн/га, а собівартість продукції зменшилась на 108–1764 грн/т порівняно з неудобраним варіантом (контроль).

Зниження кислотності ґрунту до близької до нейтральної за післядії 2,0 доз вапна у варіанті із застосуванням мінеральних добрив у нормі  $N_{40}P_{60}K_{60}$  на фоні заорювання соломи на добриво сприяло максимальному збільшенню показника рентабельності вирощування сої до 95,4 %, що на 65,3 % більше, ніж у варіанті із застосуванням аналогічного удобрення на сильнокислому ґрунті.

Незначне збільшення витрат на вирощування сої (на 579–588 грн/га) у варіантах із застосуванням мікродобрива порівняно з аналогічними варіантами без підживлення забезпечило отримання більшого умовно чистого прибутку на

300–1171 грн/га у зв'язку із зростанням вартості продукції на 770–1760 грн/га. Це сприяло збільшенню рентабельності вирощування сої за використання мікродобрива до 49,0–101 %.

Як показали розрахунки енергетичної ефективності, всі варіанти досліду забезпечили  $K_{ee} > 1$ , це свідчить про те, що ця технологія вирощування сої є енергоощадною. В енергетичному відношенні найкращу ефективність відмічено у варіанті, де застосовували мінеральні добрива у нормі  $N_{40}P_{60}K_{60}$  за післядії 2,0 доз вапнякового меліоранта на фоні заорювання соломи на добриво та позакореневого підживлення, де коефіцієнт енергетичної ефективності становив 2,57.

## ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі наведено теоретичне обґрунтування та практичне вирішення наукового завдання щодо оптимізації живлення рослин сої за вирощування її на дерново-підзолистому ґрунті в умовах Західного Полісся, визначено дію систем удобрення за різної кислотності ґрунту на його поживний режим та формування врожаю сої, що дозволяє зробити наступні висновки:

1. Тривале систематичне застосування мінеральних і органічних добрив та післядія вапнування суттєво змінили основні фізико-хімічні властивості дерново-підзолистого ґрунту. На 16 рік після внесення 0,5; 1,0; 1,5 та 2,0 доз вапна у варіантах із 1,0 нормою мінеральних добрив на фоні заорювання соломи реакція ґрунтового середовища ( $pH_{KCl}$ ) досягала рівня 4,7; 5,1; 5,6 та 5,8, а на органо-мінеральному фоні без вапнування – 4,2.

2. Застосування добрив та післядія вапна позитивно впливали на поживний режим дерново-підзолистого ґрунту. Внесення одинарної норми мінеральних добрив на фоні заорювання соломи за післядії двох доз вапнякового меліоранта, а також підвищеної норми добрив за післядії 1,0 дози вапна забезпечило максимальне накопичення в орному шарі ґрунту азоту мінеральних сполук в межах 10,5–18,7 мг/кг ґрунту, рухомих сполук фосфору – 230–258 мг/кг ґрунту залежно від удобрення та фази росту і розвитку рослин сої. Найбільший уміст рухомих сполук калію (92,0–116 мг/кг ґрунту) забезпечило застосування органо-мінеральної системи удобрення із внесенням підвищеної норми мінеральних добрив за післядії 1,0 дози вапна.

3. На процеси росту і розвитку рослин сої найбільш істотний позитивний вплив мала органо-мінеральна система удобрення ( $N_{40}P_{60}K_{60}$  + солома 2,9 т/га) та позакореневе підживлення мікродобривом «Нутривант Плюс» олійний. У варіантах із близькою до нейтральної реакцією ґрунтового розчину, досягнутою післядією 1,5–2,0 доз вапна, висота рослин на початку фази цвітіння досягла 46,9–48,1; у фази формування бобів – 71,6–73,5 та наливу зерна – 85,5–88,2 см. За таких умов встановлено найбільшу густоту рослин у фазу повної стиглості сої – 77,0–77,5 шт./м<sup>2</sup>.

4. Зниження кислотності ґрунту до рівня близького до нейтрального сприяло інтенсивному наростанню листової поверхні. Максимальна її площа на ділянках без позакореневого підживлення (25,26–39,59 тис. м<sup>2</sup>/га)

сформувалась від застосування  $N_{40}P_{60}K_{60}$  за післядії 2,0 доз вапна на фоні використання побічної продукції. Прирости площі листової поверхні від застосування мікродобрива досягали рівня 4,0–7,9 % залежно від удобрення та фази росту і розвитку рослин. Найбільші значення фотосинтетичного потенціалу посівів та чистої продуктивності фотосинтезу у період початок цвітіння – формування бобів (0,66 млн  $m^2$  днів/га та 4,68  $g/m^2$  за добу) забезпечила органо-мінеральна система удобрення на фоні близької до нейтральної реакції ґрунтового середовища за позакореневого підживлення мікродобривом «Нутривант Плюс» олійний.

5. Нейтралізація ґрунтової кислотності сприяла оптимізації розвитку бульбочкових бактерій. Найбільші кількість та масу бульбочок у фазу формування бобів (46,3 шт./рослину та 928 мг/рослину) забезпечувало внесення мінеральних добрив у нормі  $N_{40}P_{60}K_{60}$  на фоні післядії 2,0 доз вапна та використання соломи на добриво із проведенням позакореневого підживлення мікродобривом.

6. Органо-мінеральна система удобрення із внесенням  $N_{40}P_{60}K_{60}$  на фоні післядії 1,5–2,0 доз вапнякового меліоранта ( $pH_{KCl}$  5,6–5,8) та заорювання соломи з доповненням позакореневим підживленням мікродобривом забезпечила найбільше підвищення вмісту азоту і фосфору в зерні сої відповідно до рівнів 6,66–6,71 і 1,40–1,41 % на суху речовину. Внесення мінеральних добрив у нормі  $N_{40}P_{60}K_{60}$  за післядії 2,0 доз вапна та підвищеної їх норми до рівня  $N_{60}P_{90}K_{90}$  за післядії 1,0 дози хімічного меліоранта сумісно із застосуванням мікродобрива «Нутривант Плюс» олійний забезпечило максимальний уміст калію в зерні (2,19–2,25 % на суху речовину).

7. Органо-мінеральна система удобрення та післядія вапнування зумовлювали збільшення виносу основних елементів живлення рослинами сої. Найвищий рівень виносу азоту (149,4 кг/га); фосфору (32,5 кг/га) та калію (79,2 кг/га) відмічено за внесення  $N_{40}P_{60}K_{60}$  на фоні післядії 2,0 доз вапна ( $pH_{KCl}$  5,8) з доповненням двократним позакореневим підживленням. Витрати макроелементів на формування 1 т основної і відповідної кількості побічної продукції за цієї системи удобрення і рівня кислотності досягали 70,9 кг азоту; 15,4 кг фосфору та 37,6 кг калію.

8. Внесення мінеральних добрив у нормі  $N_{40}P_{60}K_{60}$  на фоні післядії різних доз вапна та використання побічної продукції на добриво забезпечило збільшення врожаю зерна сої у варіантах без позакореневого підживлення на 0,21–0,99 т/га, а з ним – на 0,24–1,07 т/га порівняно із внесенням  $N_{40}P_{60}K_{60}$  у варіанті без застосування хімічного меліоранта. Найвищу врожайність сої (2,11 т/га) забезпечила органо-мінеральна система удобрення на фоні післядії 2,0 доз вапна ( $pH_{KCl}$  5,8) та позакореневого підживлення мікродобривом «Нутривант Плюс» олійний.

9. Внесення  $N_{40}P_{60}K_{60}$  за близької до нейтральної кислотності ґрунту, та  $N_{60}P_{90}K_{90}$  за середньокислої реакції ґрунтового розчину на фоні використання побічної продукції та позакореневого підживлення мікродобривом забезпечило максимальний уміст білка в зерні сої на рівні 40,8–41,2 %. Двократне позакореневого підживлення мікродобривом сприяло збільшенню вмісту білка та

олії відповідно на 0,8–1,7 та 0,5–0,9 % порівняно з аналогічними ділянками без застосування мікродобрива.

10. Вирощування сої на дерново-підзолистих ґрунтах Західного Полісся за нейтралізації ґрунтової кислотності та раціонального удобрення є економічно вигідним прийомом. Так, застосування органо-мінеральної системи удобрення із внесенням  $N_{40}P_{60}K_{60}$  на фоні заорювання соломи та двократного позакореневого підживлення мікродобривом «Нутривант Плюс» олійний за близької до нейтральної реакції ґрунтового середовища забезпечило отримання найвищих рівнів умовно чистого прибутку та рентабельності – відповідно 11,6 тис. грн/га та 101 %. Коефіцієнт енергетичної ефективності за цієї системи удобрення становив 2,57, що свідчить про високу енергоефективність вирощування сої.

## РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Для оптимізації живлення рослин сої та підвищення продуктивності її ультраранніх сортів до 2,0–2,1 т/га за вирощування на дерново-підзолистих ґрунтах Західного Полісся України доцільно провести нейтралізацію ґрунтової кислотності ( $pH_{KCl} > 5,6$ ), вносити мінеральні добрива в нормі  $N_{40}P_{60}K_{60}$  у поєднанні з використанням побічної продукції зернових на добриво і позакореневим підживленням посівів мікродобривом «Нутривант Плюс» олійний по 2 кг/га у фази бутонізації та формування бобів.

## СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

### Стаття у науковому фаховому виданні України

1. Польовий В. М., Кулик С. М. Формування фотосинтетичного апарату сої залежно від удобрення та післядії вапнування. Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. 2016. Вип. 88 (1). С. 60–67. *(Здобувачем особисто досліджено рослини сої, проведено огляд наукових джерел з проблеми досліджень та узагальнено результати).*

### Статті у наукових фахових виданнях України,

#### включених до міжнародних наукометричних баз даних:

2. Польовий В. М., Кулик С. М. Вплив удобрення та післядії вапнування на продуктивність сої. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агрономія і біологія». 2015. Вип. 9. С. 132–135. *(Здобувачем проведено польові дослідження, опрацьовано наукові джерела з проблеми досліджень, відібрано дослідні зразки, сформульовано висновки).*

3. Кулик С. М. Формування симбіотичного апарату та зернова продуктивність сої залежно від удобрення в умовах Західного Полісся. Агроекологічний журнал. 2016. № 4. С. 149–153.

4. Польовий В. М., Кулик С. М. Тривала динаміка кислотності і продуктивності дерново-підзолистого зв'язно-піщаного ґрунту залежно від доз внесеного вапна в умовах Західного Полісся України. Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2017.

№ 3. Режим доступу до статті: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd\\_2017\\_3\\_19](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd_2017_3_19). (Здобувачем відібрано зразки ґрунту та проведено лабораторні дослідження, сформульовано загальні висновки).

5. Польовий В. М., Кулик С. М. Вплив застосування добрив та вапнякових меліорантів на поживний режим дерново-підзолистого ґрунту за вирощування сої в умовах Західного Полісся. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2017. № 269. С. 185–193. (Здобувачем проведено польові та лабораторні дослідження, аналіз і узагальнення результатів).

#### **Статті в інших наукових виданнях:**

6. Кулик С. М. Вплив удобрення на динаміку накопичення сухої речовини та врожайність сої залежно від кислотності дерново-підзолистого ґрунту в умовах Західного Полісся. Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. 2016. Вип. 2. С. 171–178.

7. Польовий В. М., Лаврук М. М., Кулик С. М. Вплив вапнування та удобрення на продуктивність культур сівозміни. Аграрна наука Західного Полісся. 2016. № 1. С. 17–22. (Здобувачем проведено дослідження, аналіз і узагальнення результатів, підготовлено статтю до друку).

#### **Науково-методичні рекомендації**

8. Польовий В. М., Лаврук М. М., Деркач Н. А., Кулик С. М. Ефективність удобрення та хімічних меліорантів на дерново-підзолистих ґрунтах: науково-методичні рекомендації. Рівне, 2015. 20 с. (Здобувачем опрацьовано літературні джерела, проаналізовано та узагальнено результати).

#### **Брошура**

9. Польовий В. М., Лукащук Л. Я., Деркач Н. А., Кулик С. М., Долженчук В. І., Крупко Г. Д. Збалансоване використання агроресурсів Рівненської області з урахуванням змін клімату. Рівне, 2016. 50 с. (Здобувачем опрацьовано літературні джерела, проведено дослідження, узагальнено результати та сформульовано висновки).

#### **Тези наукових доповідей:**

10. Деркач С. М. (Кулик С. М.) Вплив мінеральних добрив та позакореневих підживлень мікроелементами на продуктивність сої. Рациональне використання земельних ресурсів, збереження і підвищення родючості ґрунтів: I Всеукраїнська науково-практична конференція молодих вчених, м. Рівне, 27 червня 2014 року: тези доповіді. Рівне, 2014. С. 43–45.

11. Деркач С. М. (Кулик С. М.) Вплив удобрення та післядії вапнякових меліорантів на особливості формування симбіотичного апарату сої. Екологія і природокористування в системі оптимізації відносин природи і суспільства: II Міжнародна науково-практична інтернет-конференція, м. Тернопіль, 19–20 березня 2015 року: тези доповіді. Тернопіль, 2015. С. 51–53.

12. Кулик С. М. Фотосинтетична діяльність сої залежно від удобрення та післядії вапнякових меліорантів. Покращення родючості ґрунтів в сучасних господарсько-економічних умовах та ефективність технологій застосування добрив: Всеукраїнська науково-практична конференція, м. Рівне, 12 червня 2015 року: тези доповіді. Рівне, 2015. С. 55–57.

13. Кулик С. М. Особливості формування врожаю сої залежно від удобрення та післядії вапнування. Актуальні питання сучасної аграрної науки: III Міжнародна науково-практична конференція, м. Умань, 20 листопада 2015 року: тези доповіді. Умань, 2015. С. 69–70.

14. Кулик С. М. Вміст мінерального азоту в дерново-підзолистому ґрунті залежно від удобрення і післядії вапнування. Підвищення ефективності землеробства та збалансованого використання агресурсів в умовах змін клімату: Всеукраїнська науково-практична конференція, м. Рівне, 16 червня 2017 року: тези доповіді. Рівне, 2017. С. 80–82.

## АНОТАЦІЯ

**Кулик С. М. Ефективність удобрення сої залежно від кислотності дерново-підзолистого ґрунту в умовах Західного Полісся.** – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата сільсько-господарських наук зі спеціальності 06.01.04 «Агрохімія». Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ, 2018.

У дисертаційній роботі наведено теоретичне обґрунтування та практичне вирішення наукового завдання щодо оптимізації живлення рослин сої за вищого врожаю її на дерново-підзолистому ґрунті в умовах Західного Полісся, визначено дію систем удобрення за різної кислотності ґрунту на його поживний режим та формування врожаю сої.

Встановлено, що тривале систематичне застосування добрив та післядія вапнування суттєво змінювали основні фізико-хімічні та агрохімічні властивості дерново-підзолистого ґрунту. На 16 рік після внесення 0,5; 1,0; 1,5 та 2,0 доз вапна на фоні 1,0 норми мінеральних добрив та заорювання соломи реакція ґрунтового середовища ( $pH_{KCl}$ ) досягала рівня 4,7; 5,1; 5,6 та 5,8, а на органо-мінеральному фоні без вапнування – 4,2. Внесення одинарної норми мінеральних добрив на фоні заорювання соломи та післядії двох доз вапнякового меліоранта, а також підвищеної норми добрив за післядії 1,0 дози вапна забезпечило максимальне накопичення в орному шарі ґрунту мінеральних сполук азоту (10,5–18,7 мг/кг ґрунту) та рухомих сполук фосфору (230–258 мг/кг ґрунту) залежно від фази росту і розвитку рослин сої. Найбільший уміст рухомих сполук калію (92,0–116 мг/кг ґрунту) забезпечила органо-мінеральна система із внесенням підвищеної норми мінеральних добрив за післядії 1,0 дози вапна.

Встановлено, що покращення умов мінерального живлення сої зумовлює збільшення витрат елементів живлення рослинами на формування 1 т основної та відповідної кількості побічної продукції, які були максимальними (70,9 кг

азоту; 15,4 кг фосфору та 37,6 кг калію) за орґано-мінеральної системи удобрення із внесенням  $N_{40}P_{60}K_{60}$  з доповненням двократним позакореневим підживленням мікродобривом «Нутривант Плюс» олійний.

Внесення мінеральних добрив у нормі  $N_{40}P_{60}K_{60}$  на фоні післядії 2,0 доз вапна ( $pH_{KCl}$  5,8) та заорювання соломи на добриво і позакореневе підживлення мікродобривом забезпечили найвищу врожайність сої на рівні 2,11 т/га.

**Ключові слова:** соя, система удобрення, вапнування, позакореневе підживлення, кислотність, азот мінеральних сполук, рухомі сполуки фосфору та калію, урожайність, якість зерна.

## АННОТАЦІЯ

**Кулик С. М. Эффективность удобрения сои в зависимости от кислотности дерново-подзолистой почвы в условиях Западного Полесья. – На правах рукописи.**

Диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук по специальности 06.01.04 «Агрохимия». Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины. Киев, 2018.

В диссертационной работе приведено теоретическое обоснование и практическое решение научной задачи по оптимизации питания растений сои при выращивании ее на дерново-подзолистой почве в условиях Западного Полесья, определено действие систем удобрения при разной кислотности почвы на ее питательный режим и формирование урожая сои.

Установлено, что длительное систематическое применение удобрений и последствие известкования существенно изменяет основные физико-химические свойства дерново-подзолистой почвы. На фоне последствия 0,5; 1,0; 1,5 и 2,0 доз извести (16 лет) и орґано-мінеральной системы удобрення показатель  $pH_{KCl}$  почвенной среды составлял соответственно 4,7; 5,1; 5,6 и 5,8, а на орґано-мінеральном фоне без известкования – 4,2.

Применение удобрений и последствие известкования положительно влияет на питательный режим дерново-подзолистой почвы. Внесение одинарной нормы минеральных удобрений на фоне запахивания соломы на удобрення при последствии двух доз известнякового мелиоранта, а также применение повышенной нормы удобрений по последствию 1,0 дозы извести обеспечило максимальное накопление азота минеральных соединений в пахотном слое почвы (10,5–18,7 мг/кг) и подвижных соединений фосфора (230–258 мг/кг) в зависимости от фазы роста и развития растений сои. Наибольшее содержание подвижных соединений калия (92,0–116 мг/кг) обеспечило применение орґано-мінеральной системы с внесением повышенной нормы минеральных удобрений по последствию 1,0 дозы извести.

Снижение кислотности почвы до уровня близкого к нейтральному способствовало интенсивному нарастанию листовой поверхности растений. Максимальная ее площадь без внекорневой подкормки (25,26–39,59 тыс. м<sup>2</sup>/га) сформировалась от применения  $N_{40}P_{60}K_{60}$  по последствию 2,0 доз извести на



фоне использования побочной продукции. Приросты площади листовой поверхности от применения микроудобрения достигали уровня 4,0–7,9 % в зависимости от удобрения и фазы роста и развития растений.

Нейтрализация почвенной кислотности способствовала оптимизации развития клубеньковых бактерий. Наибольшее количество и масса клубеньков на одном растении в фазу формирования бобов (46,3 шт. и 928 мг) обеспечивало внесение минеральных удобрений в норме  $N_{40}P_{60}K_{60}$  на фоне последействия 2,0 доз извести и использования соломы на удобрение с проведением внекорневой подкормки микроудобрением.

Наибольшее содержание азота и фосфора в зерне сои (6,66–6,71 и 1,40–1,41 % на сухое вещество) обеспечила органо-минеральная система удобрения с внесением  $N_{40}P_{60}K_{60}$  при последействии 1,5–2,0 доз известнякового мелиоранта ( $pH_{KCl}$  5,6–5,8) с дополнительным проведением внекорневой подкормки микроудобрением «Нутривант Плюс» масличный. Максимальное содержание калия в зерне (2,19–2,25 % на сухое вещество) обеспечило внесение одинарной нормы минеральных удобрений по последействию 2,0 доз извести и применение повышенной нормы минеральных удобрений ( $N_{60}P_{90}K_{90}$ ) при последействии 1,0 дозы химического мелиоранта.

Улучшение условий минерального питания сои приводит к увеличению выноса основных элементов питания растениями. Расход макроэлементов на формирование 1 т основной и соответствующего количества побочной продукции был максимальным (70,9 кг азота; 15,4 кг фосфора и 37,6 кг калия) при органо-минеральной системе удобрения с внесением  $N_{40}P_{60}K_{60}$  на фоне последействия 2,0 доз извести с дополнением двухразовой внекорневой подкормкой.

Внесение минеральных удобрений в норме  $N_{40}P_{60}K_{60}$  при последействии 2,0 доз извести ( $pH_{KCl}$  – 5,8) на фоне запахивания соломы на удобрение и применения внекорневой подкормки обеспечило наивысшую урожайность сои на уровне 2,11 т/га. Эта система удобрения обеспечила низкую себестоимость зерна сои (5482 грн/т), и высокие уровни условно-чистой прибыли и рентабельности (11,6 тыс. грн/га и 101 %).

**Ключевые слова:** соя, система удобрения, известкование, внекорневые подкормки, кислотность, азот минеральных соединений, подвижные соединения фосфора и калия, урожайность, качество зерна.

## ANNOTATION

**Kulyk S. M. Efficiency of soybean fertilization depending on the acidity of sod-podzolic soils in the conditions of Western Polissia.** – The Manuscript.

Dissertation for the degree of a candidate of agricultural sciences in the specialty 06.01.04 «Agrochemistry». National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. Kyiv, 2018.

In the dissertation the theoretical argumentation and practical decision of the scientific problem for optimization of the soybeans nutrition at its growing on sod-podzolic soils in the conditions of Western Polissia are given. The effect of

fertilization and liming systems on the nutrient regime of the soil and the formation of soybean yield is determined.

It was established that the long-time fertilizers application and liming changes significantly the basic physical-chemical and agrochemical properties in sod-podzolic soils. So, the lime application in 0.5, 1.0, 1.5 and 2.0 doses on the background of the organo-mineral fertilization caused the next  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  in soil solution on the 16th year: 4.7, 5.1, 5.6 and 5.8. In variant with the background of the organo-mineral fertilization without liming it was 4.2. The application of single rate of mineral fertilizers on the background of plowing the straw as fertilizer with the aftereffect of two doses of limestone ameliorant caused the maximum accumulation of mineral compounds of nitrogen and mobile compounds of phosphorus in the arable soil layer according to the growth stages of soybean. The same results were got in variant with application of increased fertilizer rate on the aftereffect of 1.0 dose of lime. The content of mineral nitrogen compounds was 10.5–18.7 mg/kg of soil and the content of the mobile compounds of phosphorus was 230–258 mg/kg of soil. The highest content of mobile compounds of potassium was 92.0–116 mg/kg of soil in the variant where was used the organic-mineral system of fertilization with the increased rate of mineral fertilizers on the aftereffect of 1.0 dose of lime.

The improvement of soybean mineral nutrition caused increasing the uptake of the main nutrients for plant development. The macroelements uptake for the 1 t seed formation and corresponding amount of by-products was 70.9 kg of nitrogen, 15.4 kg of phosphorus and 37.6 kg of potassium in the organo-mineral fertilizer system with the fertilizers application in rate  $\text{N}_{40}\text{P}_{60}\text{K}_{60}$  on the background of 2.0 doses of lime and with foliar fertilization by microfertilizers named Nutrivant Plus for oil crops. And it was maximal.

The highest yield for soybean was 2.11 t/ha. It was in variant with the application of mineral fertilizers in the rate  $\text{N}_{40}\text{P}_{60}\text{K}_{60}$  on the aftereffect of 2.0 doses of lime ( $\text{pH}_{\text{KCl}} - 5.8$ ) on the background of straw plowing as fertilizer with the foliar fertilizers application.

**Key words:** soybean, system of the fertilizers application, liming, foliar fertilizer application, acidity, mineral compounds of nitrogen, mobile compounds of phosphorus and potassium, yield, grain quality.