

Національна академія аграрних наук України  
Національний науковий центр  
«Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського»

**КАПУСТІНА ГАЛИНА АНАТОЛІЇВНА**

УДК 631.811; 633.854.78

**ДІАГНОСТИКА МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ СОНЯШНИКУ  
ЗА РІЗНИХ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ В УМОВАХ ПІВДЕННОГО СТЕПУ**

06.01.04 – агрохімія

Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата  
сільськогосподарських наук

Харків – 2018

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в Інституті сільського господарства Причорномор'я Національної академії аграрних наук України, Одеській філії державної установи «Інститут охорони ґрунтів України» Міністерства аграрної політики та продовольства України, Національному науковому центрі «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського» Національної академії аграрних наук України

**Науковий керівник** доктор сільськогосподарських наук,  
старший науковий співробітник

**Лісовий Микола Вікторович**, Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського», головний науковий співробітник лабораторії польових досліджень з добривами та управління якістю продукції

**Офіційні опоненти:**

доктор сільськогосподарських наук, професор

**Господаренко Григорій Миколайович**, Уманський національний університет садівництва, професор кафедри агрохімії і ґрунтознавства

доктор сільськогосподарських наук, професор

**Лопушняк Василь Іванович**, Товариство з обмеженою відповідальністю «Сервіс-Агрозахід», директор по роботі з VIP-клієнтами

Захист відбудеться «11» грудня 2018 р. о 10 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 64.354.01 у Національному науковому центрі «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського» за адресою: вул. Чайковська, 4, м. Харків, 61024

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Національного наукового центру «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського» за адресою: вул. Чайковська, 4, м. Харків, 61024

Автореферат розісланий « 06 » листопада 2018 р.

Учений секретар  
спеціалізованої вченої ради



В.В. Шимель

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** На сьогодні соняшник є основною й найбільш рентабельною олійною культурою в Україні. За оцінкою Міністерства сільського господарства США Україна займає одну з провідних позицій на світовому ринку з виробництва та експорту соняшникової олії. Для підвищення ефективності виробництва продукції соняшника особливо актуальною залишається необхідність удосконалення агротехнологій його вирощування, важливою складовою яких є раціональне використання добрив. Основні фактори, які впливають на вирощування соняшника, це насамперед, зволоженість клімату та ґрунту, рівень мінерального живлення, ретельно підібрані сорти та гібриди, які пристосовані до ґрунтово-кліматичних умов тієї чи іншої зони.

Дослідження, пов'язані з розробкою та удосконаленням агротехнологій вирощування соняшнику, проводили такі відомі вчені, як В. С. Пустовойт, Т. М. Яковенко, В. О. Ушкаренко, П. В. Кордуняну. На теперішній час дослідження продовжують В. В. Кириченко, М. Г. Цехмейструк, О. Г. Жатов, М. М. Тишков, Г. Є. Мажура, А. І. Лукашев та ін. Соняшник, як відомо, досить вимогливий до умов мінерального живлення впродовж всього періоду приросту вегетативної маси. За вирощування соняшнику слід враховувати, що різні його гібриди суттєво відрізняються за реакцією на удобрення. Крім того, врожайність соняшнику також значною мірою залежить від забезпеченості ґрунту елементами живлення. Одержати максимальну продуктивність від вирощування цієї культури та отримати високий прибуток можливо тільки за умов правильного застосування агротехнічних заходів, в яких не останню роль відіграє збалансована система удобрення. Продовж усього періоду вегетації соняшник потребує фосфорних, азотних, калійних добрив, а також таких мікроелементів, як бор, цинк і марганець. Тому розробка сучасних методів оптимізації мінерального живлення рослин соняшнику з використанням діагностичних методів аналізу ґрунту й рослин за період вегетації на сьогодні є досить своєчасною і актуальною.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дослідження за темою дисертації проводили згідно з планами наукових досліджень Інституту сільського господарства Причорномор'я за НТП УААН 01 "Родючість, охорона і екологія ґрунтів" 2006-2010 рр., завдання 01.03.01-070 "Розробити теоретичні основи нових агротехнологій використання мінеральних добрив в умовах південного Степу на основі інформаційних баз даних довгострокових польових дослідів" (№ДР 0106U008763) та ПНД НААН 1 "Родючість, охорона і раціональне використання ґрунтів" 2011-2015 рр., завдання 01.00.07.04.Ф "Розробити систему мінерального живлення рослин на основі ґрунтово-рослинної діагностики та інформаційно-аналітичну систему управління технологічними процесами вирощування сільськогосподарської продукції високої якості в умовах південного Степу України" (№ДР 0111U005703), де автор був безпосереднім виконавцем досліджень.

**Мета і задачі дослідження.** Мета роботи – оптимізувати мінеральне живлення рослин соняшнику за різних систем удобрення з використанням діагностичних методів аналізу ґрунту й рослин в умовах південного Степу України.

Для реалізації поставленої мети вирішували такі задачі:

- встановити післядію добрив на врожайність та якість насіння соняшнику різних гібридів;
- встановити післядію добрив на показники родючості ґрунту;
- дослідити динаміку макроелементів (азот, фосфор, калій) та мікроелементів (марганець, цинк, мідь, бор) за фазами розвитку рослин соняшнику;
- розробити нормативні показники вмісту елементів живлення в одиниці основної та побічної продукції соняшнику;
- розрахувати винесення елементів живлення з ґрунту врожаєм соняшнику;
- визначити особливості мінерального живлення рослин різних гібридів соняшнику;
- встановити оптимальні рівні вмісту елементів живлення у листях соняшнику за фазами розвитку рослин;
- розрахувати ефективність застосування органічних і мінеральних добрив у післядії під соняшник.

*Об'єкт дослідження* – діагностика та оптимізація мінерального живлення соняшнику у системі ґрунт-добриво-рослина-врожайність.

*Предмет дослідження* – діагностика мінерального живлення рослин соняшнику за різних систем удобрення на чорноземах південних степової зони України.

**Методи дослідження.** Для вирішення поставлених задач використано такі методи: польовий (для вивчення впливу післядії добрив на врожай та його якість), хімічний (для визначення агрохімічних показників ґрунту й рослин), системний (для встановлення взаємозв'язку в системі ґрунт-добриво-рослина-врожайність), розрахунковий (для оцінювання ефективності добрив у післядії), статистичний (для визначення статистичних критеріїв достовірності експериментальних даних).

#### **Наукова новизна отриманих результатів.**

Уперше на чорноземі південному важкосуглинковому в умовах південного Степу України:

- встановлено післядію гною й мінеральних добрив у сівозміні на поживний режим ґрунту, динаміку надходження елементів живлення в рослини, врожайність та олійність насіння соняшнику;
- встановлено оптимальні рівні вмісту елементів живлення в листях соняшнику за фазами розвитку рослин на основі ґрунтової і рослинної діагностики;
- розроблено нормативні показники підвищення вмісту рухомих сполук азоту, фосфору й калію в ґрунті за різних систем удобрення;
- встановлено післядію гною й мінеральних добрив на динаміку вмісту макро- й мікроелементів у листях соняшнику за фазами розвитку рослин;

Уточнено:

– систему удобрення культур у сівозміні за оптимальної норми гною (15 т) на 1 гектар сівозмінної площі в поєднанні з мінеральними добривами ( $N_{56,5}P_{47,8}K_{41,8}$ ), що забезпечує врожайність насіння соняшнику 2,79 т/га та олійність – 47,4 %;

– нормативні показники вмісту в 1 т насіння соняшнику макроелементів (азот – 27 кг, фосфор – 14 кг, калій – 11 кг) та мікроелементів (марганець – 12,6 г, цинк – 49,2 г, мідь – 11,4 г, бор – 50,3 г).

Дістали подальшого розвитку питання:

– діагностики мінерального живлення рослин за різних систем удобрення в технологіях вирощування соняшнику;

– підживлення рослин соняшнику в період вегетації азотними, цинковими і борними добривами.

**Практичне значення отриманих результатів.** Результати досліджень з питань оптимізації мінерального живлення рослин соняшнику за різних систем удобрення включено в «Довідник нормативних показників якості продукції сільськогосподарських культур у різних ґрунтово-кліматичних зонах України» та науково-методичні рекомендації «Вирощування соняшника на півдні України». Результати досліджень впроваджено на площі 85 га у ДП ДГ «Южний» ІСГ Причорномор'я НААН Біляївського району (акт від 03.11.2016 р.) та на площі 100 га ДП ДГ «Комунар» ІСГ Причорномор'я НААН Тарутинського району Одеської області (акт від 10.11.2016 р.) і включені в навчальний процес з викладання лекційного курсу дисциплін «Агрохімія», «Землеробство» й «Рослинництво» в Одеському державному аграрному університеті (довідка від 16.11.2016 р.).

**Особистий внесок здобувача.** Особистий внесок здобувача полягає у розробці програми досліджень, опрацюванні літературних джерел за темою дисертації, проведенні польового стаціонарного дослідження, відборі ґрунтових і рослинних зразків, проведенні агрохімічних аналізів, узагальненні експериментальних даних та їх статистичній обробці, обґрунтуванні висновків і рекомендацій виробництву. Публікації за темою дисертації підготовлено самостійно та у співавторстві.

**Апробація матеріалів дисертації.** Результати досліджень та основні положення, висновки дисертаційної роботи доповідалися і обговорювалися на Всеукраїнській науково-практичній конференції молодих учених і спеціалістів «Стратегічні напрями сталого виробництва сільськогосподарської продукції на сучасному етапі розвитку аграрного комплексу України» (м. Дніпропетровськ, 22 - 23 травня 2014 р.), на ІХ з'їзді Українського товариства ґрунтознавців та агрохіміків (м. Миколаїв, 30 червня - 4 липня 2014 р.), на Міжнародній науково-практичній конференції Ротмістровських читаннях «Органічне землеробство як основа стабілізації та підвищення продуктивності ріллі» (м. Одеса, 25 - 28 червня 2014 р.), на Міжнародній науково-практичній конференції та V з'їзді ґрунтознавців і агрохіміків (м. Мінськ, 22 - 26 червня 2015 р.), на Міжнародній науково-практичній конференції «Сучасні наукові дослідження та розробки: теоретична цінність та практичні результати» (м. Братислава, 15 - 18 березня 2016 р.).

**Публікації.** Основні положення та результати досліджень опубліковано у 13 наукових працях, із них 4 статті в наукових фахових виданнях України, 1 стаття в іноземному фаховому виданні, 2 статті в інших виданнях, 4 тези доповідей, із них 2 тези в іноземному виданні, співавтор у 1 розділі довідника та 1 рекомендації.

**Структура та обсяг дисертації.** Дисертаційна робота складається зі вступу, дев'яти розділів, висновків, списку використаних джерел, який включає 206 найменувань, у тому числі 18 латиницею та додатків. Загальний обсяг дисертації становить 183 сторінки, з них 109 сторінок основного тексту. Робота містить 82 таблиці (із них 20 винесено в додатки) і 37 рисунків (із них 8 винесено у додатки).

## **ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ**

### **Діагностика мінерального живлення рослин та ефективність органічних і мінеральних добрив під соняшник (огляд літератури)**

У розділі викладено результати досліджень вітчизняних і закордонних учених щодо діагностики мінерального живлення рослин у різних ґрунтово-кліматичних умовах. Діагностика мінерального живлення рослин є одним із складних біологічних процесів, який включає взаємозв'язок між ґрунтом, добривами й життям рослини. Ще за давніх часів вивчали особливості процесу живлення рослин Ю. Лібіх, Ж.Б. Буссенго, Г. Гельрігель, Й. Клоп та інші. Подальший розвиток теоретичних основ мінерального живлення рослин проводили Д. М. Прянишников, А. В. Соколов, З. І. Журбицький, В. В. Церлінг та інші. Д. М. Прянишников основи агрохімії виклав у вигляді трикутника «ґрунт-рослина-добриво», який використовується в агрохімічних дослідженнях до теперішнього часу. В Україні питання діагностики мінерального живлення рослин вивчали О. І. Душечкін, П. А. Власюк, М. К. Крупський, П. О. Дмитренко, а нині дослідження продовжують М. М. Городній, Б. С. Носко, Г. М. Господаренко, М. Й. Шевчук, С. І. Веремеєнко, В. І. Лопушняк, Р. С. Трускавецький та інші.

Кожна культура має свої особливості у відношенні до ґрунту, добрив і погодно-кліматичних умов. Соняшник як важлива олійна культура вимоглива до родючості ґрунту. В умовах південного Степу України питання оптимізації мінерального живлення рослин соняшнику на чорноземах південних майже не вивчалось.

Аналіз наукової літератури дозволив сформулювати основні гіпотези щодо діагностики мінерального живлення рослин соняшнику, які й були поставлені в дослідженнях за темою дисертації.

### **ОБ'ЄКТИ, МЕТОДИКА ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ**

Дослідження проводили в агроґрунтовій провінції – Степ сухий Причорноморський. Рельєф території – одноманітний схил південно-східної експозиції з нахилом 1-1,5°. Висота над рівнем моря – 95 м, підземні води залягають на глибині 20 м і у водному балансі кореневмісного шару ґрунту участі не беруть.

Географічні координати: 46°05' північної широти, 30°70' східної довготи.

**Об'єкти та методика дослідження.** Польові дослідження проводили в умовах тривалого стаціонарного досліду Інституту сільського господарства Причорномор'я НААН. Польовий дослід закладено в 1971 р. на чорноземі південному з вивчення питань впливу добрив на продуктивність культур польової сівозміни, якість врожаю та родючість ґрунту. Чергування культур у сівозміні: чистий пар, пшениця озима, кукурудза, горох, пшениця озима, кукурудза на силос, пшениця озима, соняшник. На час досліджень пройшло чотири ротації сівозміни. Перша ротація була 10-ти пільною. Із 17 варіантів схеми польового досліду вибрано 4, в яких проводили дослідження: 1 – без добрив (контроль) 2 – гній 8 т + N<sub>56,5</sub>P<sub>47,8</sub>K<sub>41,8</sub>; 3 – N<sub>56,5</sub>P<sub>47,8</sub>K<sub>41,8</sub>; 4 – гній 15 т + N<sub>56,5</sub>P<sub>47,8</sub>K<sub>41,8</sub> (це середні норми добрива на 1 га сівозмінної площі за чотири ротації сівозміни). Повторність варіантів триразова, розмір дослідної ділянки – 48 м<sup>2</sup>. З мінеральних добрив застосовували аміачну селітру, суперфосфат гранульований та калійну сіль; з органічних – підстилковий гній великої рогатої худоби.

У досліді вивчали особливості мінерального живлення різних гібридів соняшнику: Меридіан, Альянс, Альтес, Сержон, Хорс. Ґрунтові зразки відбирали агрохімічним буром з шару ґрунту 0–30 см з кожного варіанту в трьох повтореннях. На кожній ділянці в дворазовій повторності фіксували облікові ділянки розміром 2 м<sup>2</sup> по рядку соняшнику для відбору зразків рослин і ґрунту. Аналітичні роботи проводили в акредитованій лабораторії Одеської філії ДУ «Інститут охорони ґрунтів України» (свідоцтво №2Н590 від 06 квітня 2010 р.)

Паралельно відбирали рослинні зразки (молоде листя соняшника) по рядку фіксованої ділянки. Для цього по діагоналі ділянки відбирали надземну частину з 25 рослин. Зелену масу фіксували при температурі 105° С і висушували при температурі 60 - 65°С в сушильних шафах до сухого стану. Відбір ґрунтових і рослинних зразків проводили за фазами розвитку рослин соняшнику: 4 - 6 листків, бутонізація, цвітіння, повна стиглість. У молодих листях визначали вміст загального азоту, фосфору й калію та мікроелементів: марганець, цинк, мідь, бор. За повної стиглості соняшнику визначали вміст макро- й мікроелементів у насінні, кошиках, листях і стеблах.

У зразках ґрунту, відібраних згідно з ДСТУ ISO 10381-2:2004 та підготовлених до аналізу за ДСТУ ISO 11464-2007, визначили: вміст нітратного азоту іонометричним методом за ГОСТ 26951-86; вміст рухомих сполук фосфору й калію методом Мачигіна за ДСТУ 4114-2002; вміст рухомих сполук марганцю і цинку з використанням ацетатно-амонійного буферного розчину з рН 4,8 за ДСТУ 4770.1:2007; ДСТУ 4770.2:2007; вміст рухомої міді в ґрунтах за ДСТУ 7831:2015; вміст рухомих сполук бору за ОСТ 10150-88.

У рослинних зразках визначили: вміст загального азоту за ДСТУ 7169:2010; вміст загального фосфору за ГОСТ 26657-97; вміст загального калію за ГОСТ 30504-97; вміст мікроелементів за ГОСТ 30178-96; показник якості - олійність за ГОСТ 13496.15-97; масу 1000 насінин за ГОСТ 10842-89.

Опрацювання та узагальнення результатів досліджень проводили за методикою Б. О. Доспехова з використанням методів математичної статистики за допомогою програм Statistica 6,0, Microsoft Excel та спеціальної програми для обробки багатofакторних дослідів, розробленої О. О. Єгоршиним та М. В. Лісовим.

Агрохімічні аналізи проводили у триразовій повторності, одержані дані обробляли за допомогою статистичних методів. Облік урожаю насіння гібридів Альянс, Альтес, Сержон і Хорс проводили у 2006-2008 рр., а гібрида Меридіан – у 2006 -2015 рр.

**Агрохімічна характеристика чорнозему південного важкосуглинкового.** Дослідження проводили на чорноземі південному малогумусному важкосуглинковому на лесі. Уміст гумусу в орному шарі становить 3,13 %, загального азоту – 0,228 %, легкогідролізуемого азоту – 92,1 мг/кг ґрунту, нітратних сполук азоту – 36,9 мг/кг ґрунту, валового фосфору – 0,132 %, рухомих сполук фосфору – 16,1 мг/кг ґрунту (метод Мачигіна), валового калію – 2,1 %, рухомих сполук калію – 286,0 мг/кг ґрунту (метод Мачигіна). Ґрунт має сприятливі агрономічні властивості для вирощування сільськогосподарських культур. Урожайність їх лімітується, в першу чергу, посушливими погодними умовами та дефіцитом вологи у ґрунті.

**Агрометеорологічні умови за роки проведення досліджень.** Характеристика агрометеорологічних умов за період досліджень проведена за даними Одеської метеорологічної станції та результатами аналізів ґрунту польового стаціонарного досліді на запаси продуктивної вологи.

**Оцінка погодних умов за роки досліджень.** За даними досліджень запаси продуктивної вологи в орному шарі ґрунту в 2006 і 2008 рр. були достатніми для одержання сходів соняшнику. Низькі запаси вологи в 2007 р. негативно вплинули на подальший розвиток рослин, а сума активних температур за травень-серпень становила 2720<sup>0</sup>С, що значно вище, ніж у 2006 і 2008 рр. Сума атмосферних опадів за вегетаційний період 2007 р. становила 94 мм.

Найбільш сприятливим для вирощування соняшнику був 2006 рік (ГТК 1,09), недостатньо сприятливим – 2008 (ГТК 0,65), не сприятливим – 2007 (ГТК 0,35).

## **ВПЛИВ СИСТЕМАТИЧНОГО ВНЕСЕННЯ ДОБРИВ НА АГРОХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ҐРУНТУ**

**Вплив азотних добрив на вміст нітратного азоту в ґрунті та його зміни за різних систем удобрення.** Зміни вмісту азоту в ґрунті під впливом добрив оцінювали за вмістом нітратного азоту на початку вегетації соняшнику.

Порівнювали вміст азоту в ґрунті на контрольній ділянці з удобреними. Внесення 1675 кг/га азоту в ґрунт з мінеральними добривами підвищило в середньому за 2006 – 2008 рр. вміст нітратного азоту на 4,2 мг/кг ґрунту. Спільне внесення мінеральних добрив з 8 т/га гною підвищило вміст нітратного азоту на 6,8 мг/кг ґрунту, а спільно з 15 т/га гною – на 9,0 мг/кг ґрунту. За внесення тільки 8 т/га гною вміст нітратного азоту зріс на 2,3 мг/кг, а за внесення 15 т/га гною – на 4,8 мг/кг ґрунту. Для підвищення вмісту азоту на 1 мг/кг ґрунту потрібно внести в середньому 413 кг/га азоту з добривами.



Норма азоту 56,5 кг на 1 га сівозмінної площі суттєво покращує азотний режим, а спільно з гноєм створює оптимальні умови азотного живлення рослин соняшнику.

**Вплив фосфорних добрив на вміст рухомих сполук фосфору в ґрунті та його зміни за різних систем удобрення.** Уміст рухомих фосфатів у ґрунті за внесення 1435 кг/га  $P_2O_5$  з мінеральними добривами зріс за період 2006-2008 рр. порівняно з контролем на 8,2; на фоні 8 т/га гною – на 12,5, на фоні 15 т/га гною – на 15,3 мг/кг ґрунту. За рахунок тільки 8 та 15 т/га гною вміст рухомих фосфатів у ґрунті зріс відповідно на 4,3 і 7,1 мг/кг ґрунту. Для підвищення вмісту фосфору на 1 мг/кг ґрунту потрібно внести в середньому 167 кг/га  $P_2O_5$  з добривами.

Систематичне внесення фосфорних добрив суттєво підвищує вміст рухомих сполук фосфору в ґрунті та стабілізує його вміст у динаміці за фазами розвитку рослин соняшнику.

**Вплив калійних добрив на вміст рухомих сполук калію в ґрунті та його зміни за різних систем удобрення.** Уміст рухомого калію в ґрунті за внесення 1255 кг/га  $K_2O$  з мінеральними добривами збільшився за період 2006-2008 рр. порівняно з контролем на 34,6, на фоні 8 т/га гною – на 69,0, на фоні 15 т/га – на 108,9 мг/кг ґрунту. За рахунок 8 та 15 т/га гною вміст  $K_2O$  зріс відповідно на 34,4 і 74,3 мг/кг ґрунту. Для підвищення вмісту калію на 1 мг/кг ґрунту потрібно внести в середньому 36 кг/га  $K_2O$  з добривами.

Уміст рухомого калію в ґрунті залишається найбільш стабільним елементом упродовж всієї вегетації рослин соняшнику.

Накопичення поживних речовин у ґрунті за систематичного внесення добрив забезпечило підвищення врожайності культур і продуктивності сівозміни.

### **ВПЛИВ СИСТЕМАТИЧНОГО ВНЕСЕННЯ ДОБРИВ У СІВОЗМІНІ НА ВМІСТ АЗОТУ, ФОСФОРУ Й КАЛІЮ В ЛИСТЯХ СОНЯШНИКУ**

Систематичне внесення органічних і мінеральних добрив у ґрунт упродовж 4-ох ротаций сівозміни позитивно вплинуло на азотний режим живлення рослин соняшнику. На ділянках без внесення добрив вміст азоту в листях соняшнику становив 3,73 % на суху масу (табл. 1).

*Таблиця 1*

**Уміст азоту в листях соняшнику, 2006-2008 рр.**

Варіант дослідження	Фаза розвитку			
	4-6 листків	бутонізація	цвітіння	повна стиглість
	уміст азоту, % на суху масу			
Без добрив (контроль)	3,73	3,11	2,75	1,16
Гній 8 т + $N_{56,5}P_{47,8}K_{41,8}$	4,11	3,33	3,06	1,43
$N_{56,5}P_{47,8}K_{41,8}$	4,04	3,25	2,94	1,34
Гній 15 т + $N_{56,5}P_{47,8}K_{41,8}$	4,28	3,48	3,10	1,49
$HP_{0,5}$	0,2	0,1	0,2	0,1

Це низький вміст азоту відповідно рівнів-параметрів умісту макроелементів у листях соняшнику, встановлених В. В. Церлінг. Післядія мінеральних добрив ( $N_{56,5}P_{47,8}K_{41,8}$ ) за 4 ротації сівозміни підвищила його вміст до 4,04 %, на фоні 8 т/га гною – до 4,11, на фоні 15 т/га гною – до 4,28 %, що стало близьким до оптимального рівня. За період вегетації вміст азоту в листях соняшнику на варіанті без добрив поступово знижується від 3,73 % у фазі 4-6 листків до 1,16 % – у фазі повної стиглості. На ділянках з внесенням мінеральних добрив ця закономірність зберігається відповідно від 4,04 до 1,34 %, на фоні 8 т/га гною – від 4,11 до 1,43 %, а на фоні 15 т/га гною – від 4,28 до 1,49 %.

На контрольних ділянках уміст фосфору у фазі 4 - 6 листків становив 0,38 %, потім поступово знижується до 0,09 % у фазі повної стиглості (табл. 2). Систематичне внесення органічних і мінеральних добрив у ґрунт упродовж 4-ох ротацій сівозміни підвищило вміст фосфору в листях соняшнику, особливо у фазах бутонізації і цвітіння.

Таблиця 2

### Уміст фосфору в листях соняшнику, 2006 – 2008 рр.

Варіант досліджу	Фаза розвитку			
	4-6 листків	бутонізація	цвітіння	повна стиглість
	Уміст $P_2O_5$ , % на суху масу			
Без добрив (контроль)	0,38	0,30	0,18	0,09
Гній 8 т + $N_{56,5}P_{47,8}K_{41,8}$	0,43	0,36	0,25	0,10
$N_{56,5}P_{47,8}K_{41,8}$	0,42	0,36	0,23	0,11
Гній 15 т + $N_{56,5}P_{47,8}K_{41,8}$	0,44	0,38	0,25	0,12
$HP_{0,5}$	0,02	0,02	0,02	0,01

На контрольних ділянках уміст калію в листях соняшнику у фазі 4-6 листків становив 4,60 % на суху масу, що вважається високим вмістом (табл. 3).

Таблиця 3

### Уміст калію в листях соняшнику, 2006 – 2008 рр.

Варіант досліджу	Фаза розвитку			
	4-6 листків	бутонізація	цвітіння	повна стиглість
	Уміст $K_2O$ , % на суху масу			
Без добрив (Контроль)	4,60	3,61	3,59	2,13
Гній 8 т + $N_{56,5}P_{47,8}K_{41,8}$	5,25	4,30	4,23	2,38
$N_{56,5}P_{47,8}K_{41,8}$	5,01	4,16	4,02	2,38
Гній 15 т + $N_{56,5}P_{47,8}K_{41,8}$	5,27	4,40	4,26	2,50
$HP_{0,5}$	0,4	0,4	0,3	0,2

Систематичне внесення добрив у сівозміні підвищує його вміст упродовж усієї вегетації рослин. У листях соняшнику вміст калію стабільніший за фазами розвитку рослин, ніж вміст азоту та фосфору.

## **ПОГЛИНАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ЖИВЛЕННЯ ЛИСТЯМ СОНЯШНИКУ ЗАЛЕЖНО ВІД УМІСТУ ЇХ У ҐРУНТІ**

Дослідження проводили порівнянням вмісту елементів живлення в листях соняшнику та вмісту їх у ґрунті за фазами розвитку рослин. Уміст азоту в листях соняшнику на контрольній ділянці не має тісного зв'язку з умістом нітратного азоту в ґрунті. За період внесення добрив протягом чотирьох ротацій сівозміни азотний режим ґрунту покращився і рівень поглинання азоту рослинами збільшився.

Тіснота зв'язку між умістом фосфору та калію в листях соняшнику та вмістом їх в ґрунті слабка. Це пояснюється тим, що чорнозем південний достатньо забезпечений рухомими сполуками фосфору й калію.

### **ДИНАМІКА ВМІСТУ АЗОТУ, ФОСФОРУ Й КАЛІЮ В ЛИСТЯХ ГІБРИДІВ СОНЯШНИКУ ЗА ФАЗАМИ РОЗВИТКУ РОСЛИН**

**Динаміка азотного живлення рослин соняшнику.** На ділянках без добрив уміст азоту в листях соняшнику різних гібридів змінюється у фазі 4-6 листків від 3,67 до 3,82 %, бутонізації – від 3,02 до 3,18, цвітіння – від 2,71 до 2,77, повної стиглості – від 1,11 до 1,22 % на суху масу. Уміст азоту в листях всіх гібридів був низький. Післядія мінеральних добрив підвищує його вміст у фазі 4-6 листків до 4,05-4,23 %, а післядія спільного внесення органічних і мінеральних добрив (15 т гною + N<sub>56,5</sub>P<sub>47,8</sub>K<sub>41,8</sub>) – до 4,18-4,36 %, що створює сприятливі умови для живлення рослин вже на ранніх фазах розвитку. У фазі бутонізації вміст азоту в листях соняшнику знаходиться в межах оптимального рівня й змінюється за внесення мінеральних добрив від 3,18 до 3,33 %, а за спільного внесення органічних і мінеральних добрив – від 3,41 до 3,52 %. Потреба різних гібридів в азотному живленні рослин висока впродовж усієї вегетації соняшнику.

**Динаміка фосфорного живлення рослин соняшнику.** Вміст фосфору в листях соняшнику високий за всіма фазами розвитку рослин. У фазі 4-6 листків уміст його на ділянках без добрив становить залежно від гібриду 0,36-0,40 %, бутонізації – 0,28-0,32, цвітіння – 0,16-0,21, повної стиглості – 0,07-0,11 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> на суху масу. Післядія мінеральних добрив підвищує вміст фосфору в листях соняшнику, особливо у фазі бутонізації і цвітіння. Зниження вмісту фосфору в листях за повної стиглості пояснюється перерозподілом його по іншим вегетативним органам. Найбільше споживають фосфор гібриди Альянс, Альтес, потім – Меридіан, Сержон і Хорс.

**Динаміка калійного живлення рослин соняшнику.** Вміст калію в листях соняшнику високий впродовж усієї вегетації рослин. На ділянках без добрив K<sub>2</sub>O його у фазі 4-6 листків змінюється за гібридами у межах 4,57-4,63 %, бутонізації – 3,50-3,71, цвітіння – 3,44-3,68, повної стиглості – 1,98-2,20 % на суху масу. Післядія мінеральних добрив підвищує вміст калію в листях соняшнику у фазі 4-6 листків до 5,07-5,14 %, бутонізації – 4,12-4,33, цвітіння – 3,98-4,05, повної стиглості – 2,24-2,52 % на суху масу. У фазі повної стиглості вміст калію в листях соняшнику вирівнюється за всіма гібридами.

## ДИНАМІКА ВМІСТУ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ У ҐРУНТІ Й РОСЛИНАХ СОНЯШНИКУ ЗА ТРИВАЛОГО ВНЕСЕННЯ ДОБРІВ У СІВОЗМІНІ

Досліджували динаміку вмісту мікроелементів (марганець, цинк, мідь, бор) у ґрунті та листях соняшнику та їх зміни під впливом систематичного внесення добрив у сівозміні.

**Динаміка вмісту марганцю в ґрунті й листях соняшнику.** Вміст марганцю в орному шарі ґрунту без внесення добрив у фазі 4-6 листків становив 70,9 мг/кг, а на період повної стиглості знижується до 43,7 мг/кг ґрунту (табл. 4). Зниження вмісту марганцю впродовж вегетації спостерігається й у листях соняшнику. На початку вегетації рослин уміст його становив 93,6 мг/кг, а на кінець вегетації – 24,8 мг/кг сухої маси.

Найбільше марганцю накопичується в ґрунті й листях за внесення 15 т/га гною спільно з мінеральними добривами, особливо на початку розвитку рослин.

*Таблиця 4*

**Динаміка вмісту марганцю в ґрунті й листях соняшнику  
(середнє за гібридами), 2006-2008 рр.**

Варіант досліджу	Об'єкт	Фаза розвитку рослин			
		4-6 листків	бутонізація	цвітіння	повна стиглість
		Уміст марганцю, мг/кг ґрунту або сухої маси			
Без добрив (контроль)	ґрунт	70,9	54,2	55,2	43,7
	листя	93,6	68,1	57,9	24,8
Гній 8 т + N <sub>56.5</sub> P <sub>47.8</sub> K <sub>41.8</sub>	ґрунт	78,2	59,9	60,9	51,3
	листя	102,8	75,3	66,6	28,8
N <sub>56.5</sub> P <sub>47.8</sub> K <sub>41.8</sub>	ґрунт	76,9	57,9	60,0	51,1
	листя	102,1	78,1	62,5	30,4
Гній 15 т + N <sub>56.5</sub> P <sub>47.8</sub> K <sub>41.8</sub>	ґрунт	81,8	60,9	62,4	54,4
	листя	106,3	73,5	62,6	30,2

Вилучення марганцю врожаєм насіння з ґрунту зростає за внесення органічних і мінеральних добрив. Уміст марганцю в чорноземі південному високий, тому застосовувати марганцеві добрива під соняшник недоцільно.

**Динаміка вмісту цинку в ґрунті та листях соняшнику.** Вміст цинку в чорноземі південному низький і знижується протягом вегетації соняшнику від 1,1 до 0,41 мг/кг ґрунту (табл. 5).

Уміст цинку в листях також низький та зменшується за фазами розвитку рослин від 23,7 до 12,4 мг/кг сухої маси. За систематичного внесення добрив уміст цинку зростає, але залишається на низькому рівні як у ґрунті, так і в листях соняшнику.

Таблиця 5

**Динаміка вмісту цинку в ґрунті й листях соняшнику  
(середнє за гібридами), 2006-2008 рр.**

Варіант (дослідую)	Об'єкт	Фаза розвитку рослин			
		4-6 листків	бутонізація	цвітіння	повна стиглість
		Уміст цинку, мг/кг ґрунту або сухої маси			
Без добрив (контроль)	ґрунт	1,1	0,6	0,5	0,4
	листя	23,7	21,1	19,1	12,4
Гній 8 т + N <sub>56.5</sub> P <sub>47.8</sub> K <sub>41.8</sub>	ґрунт	1,2	0,8	0,6	0,5
	листя	26,3	22,0	19,6	13,7
N <sub>56.5</sub> P <sub>47.8</sub> K <sub>41.8</sub>	ґрунт	1,2	0,6	0,6	0,5
	листя	28,8	25,4	21,9	14,2
Гній 15 т + N <sub>56.5</sub> P <sub>47.8</sub> K <sub>41.8</sub>	ґрунт	1,4	0,7	0,6	0,6
	листя	29,2	26,0	23,5	15,3

Низький вміст цинку в чорноземі південному свідчить про необхідність застосування під соняшник цинкових добрив. Норма цинкових добрив розраховується, виходячи із нормативного показника виносу цинку 1 тонною насіння та рівня прогнозованого врожаю.

**Динаміка вмісту міді в ґрунті та листях соняшнику.** Вміст рухомої міді в ґрунті й листях є стабільним показником упродовж усієї вегетації соняшнику. Ступінь забезпеченості рослин цим мікроелементом оцінюється як високий (табл. 6).

Таблиця 6

**Динаміка вмісту міді в ґрунті й листях соняшнику  
(середнє за гібридами), 2006-2008 рр.**

Варіант дослідую	Об'єкт	Фаза розвитку рослин			
		4-6 листків	бутонізація	цвітіння	повна стиглість
		Уміст міді, мг/кг ґрунту або сухої маси			
Без добрив (контроль)	ґрунт	10,9	10,5	10,08	9,6
	листя	12,1	11,8	9,8	7,9
Гній 8 т + N <sub>56.5</sub> P <sub>47.8</sub> K <sub>41.8</sub>	ґрунт	11,6	10,9	10,3	9,8
	листя	11,0	10,9	8,4	5,5
N <sub>56.5</sub> P <sub>47.8</sub> K <sub>41.8</sub>	ґрунт	12,3	11,7	10,6	9,8
	листя	12,5	11,4	8,8	6,0
Гній 15 т + N <sub>56.5</sub> P <sub>47.8</sub> K <sub>41.8</sub>	ґрунт	13,1	12,0	11,1	10,6
	листя	12,9	13,0	7,8	5,1

За внесення добрив спостерігається тенденція підвищення вмісту міді в ґрунті.

Соняшник на чорноземі південному не потребує застосування мідних добрив.

**Динаміка вмісту бору в ґрунті та листях соняшнику.** Бор для соняшнику необхідний упродовж усієї вегетації. Вміст бору в ґрунті недостатній.

За тривалого внесення органічних і мінеральних добрив рівень його дещо підвищується. У листях уміст бору також недостатній і становить на ділянках без добрив у фазі 4-6 листків 35,6 мг/кг, а на кінець вегетації – 18,2 мг/кг сухої маси. Систематичне внесення гною у дозі 15 т/га + N<sub>56,5</sub>P<sub>47,8</sub>K<sub>41,8</sub> підвищує вміст бору в листях соняшнику у фазі 4-6 листків до 41,5 мг/кг, а у фазі повної стиглості насіння – до 20,6 мг/кг сухої маси (табл. 7).

Таблиця 7

**Динаміка вмісту бору в ґрунті й листях соняшнику  
(середнє за гібридами), 2006-2008 рр.**

Варіант досліджу	Об'єкт	Фаза розвитку рослин			
		4-6 листків	бутонізації	цвітіння	повна стиглість
		Уміст бору, мг/кг ґрунту або сухої маси			
Без добрив (контроль)	ґрунт	1,2	1,1	1,0	0,8
	листя	35,6	26,7	21,4	18,2
Гній 8 т + N <sub>56,5</sub> P <sub>47,8</sub> K <sub>41,8</sub>	ґрунт	1,6	1,4	1,2	1,0
	листя	37,0	28,3	23,4	19,6
N <sub>56,5</sub> P <sub>47,8</sub> K <sub>41,8</sub>	ґрунт	1,4	1,2	1,0	0,9
	листя	37,4	28,3	22,7	19,2
Гній 15 т + N <sub>56,5</sub> P <sub>47,8</sub> K <sub>41,8</sub>	ґрунт	1,7	1,4	1,3	1,1
	листя	41,5	31,9	25,2	20,6

Для покращення живлення рослин соняшнику потрібно застосовувати борні добрива. Норма борних добрив розраховується, виходячи із нормативного показника вилучення бору 1 т насіння та рівня прогнозованого врожаю.

**ВПЛИВ СИСТЕМАТИЧНОГО ВНЕСЕННЯ ДОБРІВ У СІВОЗМІНІ  
НА ВРОЖАЙНІСТЬ ТА ОЛІЙНІСТЬ НАСІННЯ СОНЯШНИКУ**

**Структура формування врожаю насіння соняшнику за різних систем удобрення.** Найбільшу масу 1000 насінин одержано у післядії гною та мінеральних добрив (15 т гною + N<sub>56,5</sub>P<sub>47,8</sub>K<sub>41,8</sub>) - 49,7 - 50,3 г залежно від гібриду. На післядію гною і мінеральних добрив реагували всі гібриди соняшнику в такій послідовності: Хорс, Альтес, Альянс, Сержон, Меридіан.

**Вплив органічних і мінеральних добрив у післядії на врожайність та олійність насіння соняшнику.** На підставі проведених досліджень встановлено, що мінеральні добрива самостійно та в поєднанні з гноєм позитивно впливають у післядії на врожайність та олійність насіння соняшнику (табл. 8).

Мінеральні добрива (N<sub>56,5</sub>P<sub>47,8</sub>K<sub>41,8</sub>) у післядії забезпечили високі прирости врожаю гібридів Меридіан, Альтес і Хорс. Найбільшу врожайність соняшнику одержано у післядії гною й мінеральних добрив (15 т гною + N<sub>56,5</sub>P<sub>47,8</sub>K<sub>41,8</sub>).

**Вплив гною і мінеральних добрив у післядії на врожайність і олійність насіння гібридів соняшнику, 2006-2008 рр.**

Варіант досліджу	Урожайність, ц/га	Приріст урожаю		Олійність %	Приріст олійності
		ц/га	%		
<b>Меридіан</b>					
Без добрив (контроль)	17,0	-	-	45,2	-
Гній 8 т + N <sub>56.5</sub> P <sub>47.8</sub> K <sub>41.8</sub>	20,9	3,9	23	45,3	0,1
N <sub>56.5</sub> P <sub>47.8</sub> K <sub>41.8</sub>	21,5	4,5	26	47,4	2,2
Гній 15 т + N <sub>56.5</sub> P <sub>47.8</sub> K <sub>41.8</sub>	22,6	5,6	33	46,9	1,7
	НІР <sub>05</sub> 1,8-2,0				
<b>Альтес</b>					
Без добрив (контроль)	17,4	-	-	44,6	-
Гній 8 т + N <sub>56.5</sub> P <sub>47.8</sub> K <sub>41.8</sub>	20,9	3,5	20	46,5	1,9
N <sub>56.5</sub> P <sub>47.8</sub> K <sub>41.8</sub>	22,9	5,5	32	49,0	4,4
Гній 15 т + N <sub>56.5</sub> P <sub>47.8</sub> K <sub>41.8</sub>	25,5	8,1	47	47,7	3,1
	НІР <sub>05</sub> 2,5-2,7				
<b>Альянс</b>					
Без добрив (контроль)	25,2	-	-	45,0	-
Гній 8 т + N <sub>56.5</sub> P <sub>47.8</sub> K <sub>41.8</sub>	26,6	1,4	6	47,2	2,2
N <sub>56.5</sub> P <sub>47.8</sub> K <sub>41.8</sub>	26,8	1,6	6	46,8	1,8
Гній 15 т + N <sub>56.5</sub> P <sub>47.8</sub> K <sub>41.8</sub>	33,6	8,4	33	46,6	1,6
	НІР <sub>05</sub> 2,7-4,2				
<b>Сержон</b>					
Без добрив (контроль)	22,2	-	-	44,6	-
Гній 8 т + N <sub>56.5</sub> P <sub>47.8</sub> K <sub>41.8</sub>	25,6	3,4	15	46,3	1,8
N <sub>56.5</sub> P <sub>47.8</sub> K <sub>41.8</sub>	24,5	2,3	10	44,6	0,1
Гній 15 т + N <sub>56.5</sub> P <sub>47.8</sub> K <sub>41.8</sub>	28,1	5,9	27	47,2	2,7
	НІР <sub>05</sub> 2,1-4,0				
<b>Хорс</b>					
Без добрив (контроль)	21,0	-	-	44,5	-
Гній 8 т + N <sub>56.5</sub> P <sub>47.8</sub> K <sub>41.8</sub>	22,4	1,2	6	45,3	0,8
N <sub>56.5</sub> P <sub>47.8</sub> K <sub>41.8</sub>	25,6	4,4	21	46,8	2,3
Гній 15 т + N <sub>56.5</sub> P <sub>47.8</sub> K <sub>41.8</sub>	29,8	8,6	41	48,6	4,1
	НІР <sub>05</sub> 1,6-3,2				

Добрива позитивно впливають на олійність насіння соняшнику. За роки досліджень олійність насіння на ділянках без добрив була у межах 44,5-45,2 %. За внесення 15 т гною спільно з мінеральними добривами олійність зростала до 45,3-48,6 %. Вихід олії на ділянках без добрив за гібридами коливався від 768 до 1134 кг/га, а у післядії добрив – від 947 до 1566 кг/га. Високий вихід олії був у гібридів Альянс (1566 кг/га), Хорс (1448 кг/га) і Сержон (1326 кг/га).

Дослідження з гібридом Меридіан власної селекції продовжували до 2015 р. (табл. 9).

**Вплив гною й мінеральних добрив у післядії на врожайність та олійність насіння соняшнику гібрида Меридіан, 2012-2015 рр.**

Варіант досліджу	Урожайність, ц/га	Приріст урожаю		Олійність	Приріст олійності
		ц/га	%		
Без добрив (контроль)	22,3	-	-	49,54	-
Гній 8 т + N <sub>56,5</sub> P <sub>47,8</sub> K <sub>41,8</sub>	31,1	8,8	40	49,72	0,18
N <sub>56,5</sub> P <sub>47,8</sub> K <sub>41,8</sub>	30,0	7,7	35	50,72	1,18
Гній 15 т + N <sub>56,5</sub> P <sub>47,8</sub> K <sub>41,8</sub>	33,8	11,5	52	51,45	1,19

У п'ятій ротації сівозміни врожайність та олійність насіння соняшнику Меридіан були значно вищими, ніж у 2006-2008 рр. Це пов'язано з накопиченням поживних речовин у ґрунті за рахунок систематичного внесення добрив за період чотирьох ротацій сівозміни.

**Внесення поживних речовин з ґрунту врожаєм соняшнику.** На підставі проведених досліджень встановлено нормативні показники вмісту елементів живлення в 1 ц основної та побічної продукції соняшнику (табл. 10).

Таблиця 10

**Уміст елементів живлення в 1 ц продукції соняшнику (середнє за гібридами), 2006-2008 рр.**

Варіант досліджу	Уміст основних елементів живлення, %					
	у насінні			у побічній продукції		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Без добрив (контроль)	2,7	1,4	1,1	1,2	0,5	9,2
Гній 8 т + N <sub>56,5</sub> P <sub>47,8</sub> K <sub>41,8</sub>	2,8	1,4	1,1	1,4	0,5	9,6
N <sub>56,5</sub> P <sub>47,8</sub> K <sub>41,8</sub>	2,7	1,4	1,2	1,3	0,5	9,6
Гній 15 т + N <sub>56,5</sub> P <sub>47,8</sub> K <sub>41,8</sub>	2,8	1,4	1,2	1,4	0,5	9,9

Уміст азоту в 1 ц насіння соняшнику на ділянках без добрив становив 2,7 кг. Післядія добрив підвищує його вміст до 2,8 кг. Фосфору в насінні менше, ніж азоту й становить у середньому за гібридами 1,4 кг. Післядія добрив не впливає на вміст фосфору в насінні соняшнику. Уміст калію в насінні соняшнику на ділянках без добрив становив 1,1 кг. Післядія добрив слабо впливала на вміст калію в насінні соняшнику.

Внесення елементів живлення з ґрунту залежить від рівня врожаю, вмісту їх у насінні, виду гібрида та післядії добрив. Найбільший винос елементів живлення (150,2 кг/га) встановлено за спільного внесення 15 т гною й мінеральних добрив (N<sub>56,5</sub>P<sub>47,8</sub>K<sub>41,8</sub>).

**Нормативні показники вмісту азоту, фосфору й калію в листях соняшнику.** На підставі проведених досліджень встановлено оптимальні рівні елементів живлення в листях за фазами розвитку рослин (табл. 11). Оптимальний вміст азоту в листях визначено за максимальної кількості внесених добрив (15 т гною + N<sub>56,5</sub>P<sub>47,8</sub>K<sub>41,8</sub>) та одержано найбільшу врожайність та олійність насіння соняшнику. Оптимальний вміст фосфору та калію визначено за варіантом без внесення добрив. Фосфором і калієм рослини добре забезпечені за рахунок



природної родючості чорнозему південного. Азотний режим в ґрунті оптимізується за результатами рослинної діагностики шляхом прикореневого та позакореневого підживлення в період вегетації соняшнику в зоні Степу.

Таблиця 11

**Нормативні показники вмісту елементів живлення в листях гібридів соняшнику за фазами розвитку рослин, 2006-2008 рр.**

Фаза розвитку рослин	Уміст елементів живлення, % на суху масу		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Меридіан			
4-6 листків	≥4,18	≥0,38	≥4,62
Бутонізація	≥3,47	≥0,29	≥3,58
Цвітіння	≥3,09	≥0,19	≥3,68
Альтес			
4-6 листків	≥4,22	≥0,39	≥4,60
Бутонізація	≥3,46	≥0,30	≥3,66
Цвітіння	≥3,12	≥0,21	≥3,44
Альянс			
4-6 листків	≥4,29	≥0,40	≥4,63
Бутонізація	≥3,52	≥0,32	≥3,60
Цвітіння	≥3,06	≥0,18	≥3,62
Сержон			
4-6 листків	≥4,25	≥0,37	≥4,57
Бутонізація	≥3,49	≥0,32	≥3,71
Цвітіння	≥3,12	≥0,16	≥3,62
Хорс			
4-6 листків	≥4,36	≥0,36	≥4,58
Бутонізація	≥3,41	≥0,28	≥3,50
Цвітіння	≥3,02	≥0,18	≥3,59

**ЕФЕКТИВНІСТЬ ОРГАНІЧНИХ І МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ У ПІСЛЯДІЇ ПІД СОНЯШНИК**

**Агрономічна ефективність органічних і мінеральних добрив у післядії під соняшник.** Окупність 1 кг NPK мінеральних добрив становить 2,5 кг насіння. Окупність поживних речовин за спільного внесення гною й мінеральних добрив менша ніж мінеральних.

**Економічна ефективність органічних і мінеральних добрив у післядії під соняшник.** Основними статтями оцінювання економічної ефективності післядії добрив є чистий прибуток і рентабельність. Для розрахунку цих показників використано вихід олії та її вартість.

Найбільший чистий прибуток (2261,0 грн/га) й рентабельність (154 %) одержано за органічно-мінеральної системи удобрення (15 т гною + N<sub>56,5</sub>P<sub>47,8</sub>K<sub>41,8</sub>).

**Енергетична ефективність органічних і мінеральних добрив у післядії під соняшник.** Одним із основних завдань в аграрному виробництві є зменшення витрат енергії на виробництво одиниці сільськогосподарської продукції.

Мінеральні добрива відносяться до енерговитратних статей. Тому, потрібно проводити розрахунки енергетичної ефективності дії та післядії за різних норм добрив.

Енергетичний коефіцієнт у післядії мінеральних добрив становить 1,1, а спільно з гноєм – 2,2.

Розрахунки агрономічної, економічної та енергетичної ефективності дозволяють найбільш повно оцінити післядію органічних і мінеральних добрив, внесених під культури в сівозміні.

## **ВИСНОВКИ**

У дисертаційній роботі наведено теоретичний аналіз та авторське вирішення проблеми діагностування мінерального живлення рослин соняшнику на чорноземі південному зони південного Степу України; отримано нові знання щодо закономірностей зміни вмісту макро- й мікроелементів у листях соняшнику різних гібридів залежно від тривалого внесення добрив у сівозміні; розроблено нормативні показники підвищення родючості ґрунту, врожайності, вмісту елементів живлення в рослинах та якості продукції. Проведені дослідження та аналіз отриманих даних дали змогу зробити наступні висновки.

1. Розроблено діагностику мінерального живлення соняшнику за різних систем удобрення для південного Степу, що включає динаміку накопичення елементів живлення в листях за фазами розвитку рослин та їх вплив на формування врожайності та олійності насіння.

2. Післядія гною й мінеральних добрив, внесених за 4-и ротації сівозміні, позитивно вплинула на поживний режим чорнозему південного: 1 – внесення 1675 кг/га азоту з мінеральними добривами підвищило уміст нітратного азоту в ґрунті на 4,2 мг/кг, спільне внесення мінеральних добрив з 8 т/га гною – на 6,8 мг/кг, з 15 т/га гною – на 9,0 мг/кг ґрунту; 2 – внесення 1435 кг/га фосфору ( $P_2O_5$ ) з мінеральними добривами підвищило уміст його в ґрунті на 8,2 мг/кг; спільно з 8 т/га гною – на 12,5 мг/кг, з 15 т/га гною – на 15,3 мг/кг ґрунту; 3 – внесення 1255 кг/га калію ( $K_2O$ ) з мінеральними добривами підвищило уміст його в ґрунті на 34,6 мг/кг, спільно з 8 т/га гною – 69,0 мг/кг, з 15 т/га гною – на 108,9 мг/кг ґрунту.

3. На ділянках без добрив уміст азоту в листях соняшнику різних гібридів за фазами розвитку рослин слабо залежить від умісту його в ґрунті. Ця залежність простежується тільки за внесення органічних і мінеральних добрив. Уміст фосфору й калію в листях соняшнику майже не змінюється, що пов'язано з високим їх умістом в чорноземі південному важкосуглинковому. Інтенсивність споживання рослинами соняшнику поживних речовин ґрунту, в першу чергу, залежить від умов його зволоження.

4. Встановлено динаміку вмісту азоту, фосфору й калію в листях соняшнику за фазами розвитку рослин. На ділянках без добрив уміст азоту в листях соняшнику становив у середньому для гібридів, що досліджувалися (Меридіан, Альтес, Альянс, Сержон, Хорс), у фазі 4-6 листків – 3,73 %, бутонізації – 3,11, цвітіння – 2,75%; уміст фосфору – 0,38 %, 0,30, 0,18 %; уміст калію – 4,60%, 3,61, 3,59 % відповідно. Післядія тривалого внесення добрив у сівозміні підвищує уміст азоту, фосфору й калію в листях соняшнику.

5. Встановлено динаміку вмісту мікроелементів (Mn, Zn, Cu, B) в ґрунті й листях соняшнику за фазами розвитку рослин. Найбільш дефіцитним є цинк, потім – бор, що вимагає застосовування цинкових і борних мікродобрив.

6. Післядія гною й мінеральних добрив, внесених під культури у сівозміні, позитивно впливає на врожайність насіння соняшнику. Найбільший врожай (2,79 т/га) одержано за внесення 15 т/га гною спільно з мінеральними добривами (N<sub>56,5</sub>P<sub>47,8</sub>K<sub>41,8</sub>). На післядію добрив добре реагували гібриди Альтес, Альянс і Хорс.

7. Післядія добрив позитивно вплинула на олійність насіння соняшнику; найбільший вихід олії з 1 гектара одержано від гібридів Альянс – 1566 кг, потім Хорс – 1448 кг і Сержон – 1326 кг.

8. Встановлено нормативні показники вмісту макроелементів в 1 т насіння соняшнику (азот – 27 кг, фосфор – 14 кг, калій – 11 кг) та мікроелементів (марганець – 12,6 г, цинк – 49,2 г, мідь – 11,4 г, бор – 50,3 г).

9. Встановлено показники винесення поживних речовин з ґрунту врожаєм насіння соняшнику на ділянках без добрив: азот – 54,6 кг/га, фосфор – 28,6 кг/га, калій – 23,4 кг/га; на максимально удобрених ділянках (15 т гною + N<sub>56,5</sub>P<sub>47,8</sub>K<sub>41,8</sub>) відповідно – 78,0 кг/га, 40,2, 32,0 кг/га.

10. Встановлено нормативні показники вмісту азоту, фосфору й калію в листях соняшнику за фазами розвитку рослин (%): фаза 4-6 листків – азот  $\geq 4,26$ , фосфор  $\geq 0,38$ , калій  $\geq 4,60$ ; фаза бутонізації – азот  $\geq 3,47$ , фосфор  $\geq 0,30$ , калій  $\geq 3,61$ ; фаза цвітіння – азот  $\geq 3,08$ , фосфор  $\geq 0,18$ , калій  $\geq 3,59$ .

11. Розрахунки ефективності післядії добрив під соняшник показали, що окупність 1 кг NPK мінеральних добрив становить 2,5 кг насіння за мінеральної системи удобрення, а найбільший чистий прибуток (2261,0 грн/га), рентабельність (154%) та енергетичний коефіцієнт 2,2 отримано за органо-мінеральної системи удобрення (15 т гною + N<sub>56,5</sub>P<sub>47,8</sub>K<sub>41,8</sub>).

## РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

З метою збільшення валового збору насіння соняшнику на чорноземах південних степової зони агропромисловим пропонується:

- оптимізувати мінеральне живлення рослин соняшнику шляхом оперативної діагностики елементів живлення в листях за фазами розвитку й встановленими нормативами: уміст азоту у фазі 4-6 листків – 4,26 %, бутонізації – 3,47 %, цвітіння – 3,08 %; уміст фосфору у фазі 4-6 листків – 0,38 %, бутонізації – 0,30 %, цвітіння – 0,18 %; уміст калію у фазі 4-6 листків – 4,60 %, бутонізації – 3,61 %, цвітіння – 3,59 %;

- враховувати чутливість гібридів соняшнику на післядію органічних і мінеральних добрив; внесення оптимальних норм добрив на 1 га сівозмінної площі (15 т гною спільно з мінеральними добривами – N<sub>56,5</sub>P<sub>47,8</sub>K<sub>41,8</sub>) забезпечує врожайність соняшнику – 2,79 т/га, а олійність насіння – 47,4 %.

## СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

*Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації*

1. Капустіна Г.А., Лісовий М.В. Вплив післядії добрив на врожайність та олійність насіння соняшнику в умовах південного Степу. *Вісник аграрної науки*. 2013. Вип. 4. С. 30-32 (проведення польових й аналітичних досліджень, отримання експериментальних даних, їх узагальнення, підготовка статті до друку).

2. Капустіна Г.А. Діагностика мінерального живлення соняшника за різних систем удобрення в умовах південного Степу. *Агрохімія і ґрунтознавство*. 2013. Вип. 79. С. 38-41.

3. Капустіна Г.А. Динаміка вмісту мікроелементів у ґрунті і листях соняшника за тривалого удобрення. *Агрохімія і ґрунтознавство*. 2014. Вип. 81. С. 133-137.

4. Лисовой Н.В., Капустина Г.А. Динаміка содержания азота, фосфора и калия в листьях подсолнечника (*HELIANTHUS ANNUUS*) по фазам развития растений в условиях южной Степи Украины. *Проблемы агрохимии и экологии*. 2014. № 2. С. 34-37 (проведення аналітичних досліджень, статистична обробка даних, підготовка статті до друку).

5. Коваленко О.В., Іщенко С.М., Капустіна Г.А. Продуктивність соняшника в сівозміні при різних рівнях удобрення чорнозему південного. *Зрошуване землеробство*. 2006. Вип. 46. С. 127-129 (отримання експериментальних даних, підготовка матеріалів до друку).

*Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації*

6. Капустіна Г.А. Винос елементів живлення основною та побічною продукцією соняшнику. *Агрохімія і ґрунтознавство* : спецвипуск до ІХ з'їзду УТГА (м. Миколаїв, 30 червня – 4 липня 2014 р.). 2014. Кн. 3. С. 174-176.

7. Капустина Г.А., Бурыкина С.И., Ищенко С.Н. О диагностике питания подсолнечника : материалы Международной научно-практической конференции и V съезда почвоведов и агрохимиков (г. Минск, 22-26 июня 2015 г.). Минск, 2015. С. 115-118 (отримання експериментальних даних, їх аналіз та узагальнення).

8. Бурыкина С.И., Капустина Г.А. Изучение растительной диагностики питания подсолнечника в условиях южной Степи Украины. Сучасні наукові дослідження та розробки: теоретична цінність та практичні результати: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (м. Братислава, 15-18 березня 2016 р.). К.: ТОВ “НВП Інтерсервіс”, 2016. С. 28-29 (отримання експериментальних даних, їх аналіз та узагальнення).

9. Капустіна Г.А. Продуктивність соняшника в умовах південного Степу. Стратегічні напрями сталого виробництва сільськогосподарської продукції на сучасному етапі розвитку аграрного комплексу України. Всеукраїнська науково-практична конференція молодих вчених і спеціалістів: збірник тез (м. Дніпропетровськ, 22 – 23 травня 2014 р.). Дніпропетровськ: Акцент ПП, 2014. С. 32-33.

*Наукові праці, які додатково відображають наукові результати дисертації*

10. Капустіна Г. А. Актуальність мінерального живлення соняшника за різних систем удобрення. *Вісник аграрної науки Південного регіону*. 2012. Вип. 12-13. С. 27-38.

11. Бурикiна С.І., Сербiна С.А., Капустiна Г.А., Коваленко О.В. Вирощування соняшника на пiвднi України : науково-методичнi рекомендацiї. Одеса, 2012. 31 с. (*огляд лiтератури, узагальнення експериментальних даних, пiдготовка їх до друку*).

12. Капустіна Г.А. Довідник нормативних показників якості продукції сільськогосподарських культур у різних ґрунтово-кліматичних зонах України / за ред. С.А. Балюка, М.В. Лісового. Х., 2016. 46 с. (Пiдроздiл 1.6. Соняшник. С. 13-14).

13. Бурикiна С.І., Капустiна Г.А. Особливостi вирощування соняшника на пiвденних чорноземах. *Посiбник українського хлiбороба*. Науково-практичний збiрник. К.: ТОВ “Сiгматрейд”, 2016. Т. 1. С. 245-247 (*огляд лiтератури, узагальнення експериментальних даних, пiдготовка матерiалiв до друку*).

## АНОТАЦІЯ

**Капустіна Г.А. Діагностика мінерального живлення соняшнику за різних систем удобрення в умовах південного Степу.** – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук за спеціальністю 06.01.04 – агрохімія. – Національний науковий центр “Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського”, Харків, 2018.

Дисертаційну роботу присвячено дослідженню питань діагностики мінерального живлення рослин соняшнику на чорноземах південних зони Степу України. Вивчали особливості мінерального живлення гібридів соняшнику на агрофонах різної родючості, які створено шляхом внесення органічних і мінеральних добрив протягом 4-х ротаций сівозміни. Встановлено нормативні показники підвищення вмісту в ґрунті рухомих поживних речовин залежно від тривалого застосування в сівозміні різних систем удобрення: азоту – на 4,2-9,0 мг/кг, фосфору – на 8,2-15,3 мг/кг, калію – на 34,6-108,9 мг/кг ґрунту. Показана динаміка вмісту елементів живлення в листях соняшнику за фазами розвитку рослин: уміст азоту у фазі 4-6 листків різних гібридів змінюється у межах 3,67-3,82 %, бутонізації – 3,02-3,18, цвітіння – 2,71-2,77, повної стиглості – 1,11-1,22 %. Усі гібриди соняшнику добре реагують на покращення азотного режиму ґрунту. Уміст фосфору в листях соняшнику високий і становить залежно від гібридів у фазі 4-6 листків 0,36-0,40 %, бутонізації – 0,28-0,32, цвітіння – 0,16-0,21, повної стиглості – 0,07-0,11 %. Найкраще реагують на покращення фосфатного режиму ґрунту гібриди Альянс та Альтес. Уміст калію в листях соняшнику високий упродовж усієї вегетації рослин і змінюється за гібридами у фазі 4-6 листків у межах 4,57-4,63 %, бутонізації – 3,50-3,71, цвітіння – 3,44-3,68,

повної стиглості – 1,98-2,20 %. Практично всі гібриди вимогливі до калійного режиму ґрунту. Післядія систематичного внесення добрив у сівозміні позитивно вплинула на накопичення азоту, фосфору й калію в листях різних гібридів соняшнику, а також на врожайність насіння. Найбільший врожай (2,79 т/га) одержано за внесення 15 т/га гною спільно з мінеральними добривами ( $N_{56,5}P_{47,8}K_{41,8}$ ).

Встановлено дефіцит вмісту цинку й бору в чорноземі південному, що потребує застосування під соняшник цинкових і борних мікродобрив. Оптимальна система удобрення на один гектар сівозмінної площі – 15 т гною в поєднанні з мінеральними добривами в нормі  $N_{56,5}P_{47,8}K_{41,8}$ , що забезпечує в середньому за гібридами соняшнику врожайність насіння 2,79 т/га та олійність – 47,4 %. Найбільший вихід олії з одного гектара одержано від гібридів: Альянс (1566 кг), Хорс (1448 кг), Сержон (1326 кг).

Визначено нормативні показники вмісту елементів живлення в 1 ц насіння соняшнику, а також винос їх урожаєм з одного гектара. Розраховано під соняшник агрономічну, економічну та енергетичну ефективність післядії гною й мінеральних добрив, внесених у сівозміні. Запропоновано нормативні показники вмісту елементів живлення в листях гібридів за фазами розвитку рослин для оптимізації мінерального живлення соняшнику на чорноземі південному степової зони України.

**Ключові слова:** соняшник, добрива, діагностика, мінеральне живлення, динаміка, урожайність, олійність, чорнозем південний, зона Степу

## АННОТАЦІЯ

**Капустина Г.А. Діагностика мінерального питання подсолнечника при різних системах удобрення в умовах южної Степи.** – На правах рукописи.

Дисертація на соискание ученої ступені кандидата сільськогосподарських наук по спеціальності 06.01.04 – агрохімія. Національний науковий центр “Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені А.Н. Соколовського”, Харків, 2018.

Дисертаційна робота присвячена дослідженню питання діагностики мінерального питання рослин подсолнечника на чорноземах южних степної зони України. Вивчали особливості мінерального питання гібридів подсолнечника на агрофонах різного родючості, створених шляхом внесення органічних і мінеральних добрив за 4 ротации сівозміни.

Встановлено нормативні показники підвищення вмісту елементів живлення в ґрунті при різних системах удобрення: азоту – на 4,2-9,0 мг/кг, фосфору – на 8,2-15,3 мг/кг, калію – на 34,6-108,9 мг/кг ґрунту. Показана динаміка накопичення елементів живлення в листях подсолнечника по фазам розвитку рослин: вміст азоту в фазі 4-6 листків досліджуваних гібридів коливається в межах 3,67-3,82 %, бутонізації – 3,02-3,18 %, цвітіння – 2,71-2,77 %, повної стиглості – 1,11-1,22 %. Всі гібриди позитивно відгукуються на покращення азотного режиму ґрунту.

Содержание фосфора в листьях подсолнечника высокое и составляет в фазе 4-6 листков 0,36-0,40 %, бутонизации – 0,28-0,32 %, цветения – 0,16-0,21 %, полной спелости – 0,07-0,11 %. На улучшение фосфатного режима почвы больше всего отзываются гибриды Альянс и Альтес. Содержание калия в листьях подсолнечника высокое на протяжении всей вегетации и колеблется по гибридам в фазе 4-6 листков в пределах 4,57-4,63 %, бутонизации – 3,50-3,71 %, цветения – 3,44-3,68 %, полной спелости – 1,98-2,20 %. Все гибриды требовательны к калийному режиму почвы. Последствие систематического внесения удобрений в севообороте положительно влияет на накопление азота, фосфора и калия в листьях различных гибридов подсолнечника. Установлен дефицит в черноземе южном цинка и бора, что обуславливает необходимость применения под подсолнечник цинковых и борных микроудобрений.

Оптимальная система удобрения на один гектар севооборотной площади – 15 т навоза совместно с минеральными удобрениями в норме  $N_{56,6}P_{47,8}K_{41,8}$ , что обеспечивает урожайность подсолнечника 2,79 т/га и маслянистость семян – 47,4 %. Высокий выход масла с одного гектара обеспечили гибриды Альянс (1566 кг), Хорс (1448) и Сержон (1326 кг).

Установлены нормативные показатели содержания макроэлементов в 1 т семян подсолнечника (азот – 27 кг, фосфор – 14 кг, калий – 11 кг) и микроэлементов (марганец – 12,6 г, цинк – 49,2 г, медь – 11,4 г, бор – 50,3 г).

Определены показатели выноса питательных веществ из почвы урожаем семян подсолнечника на участках без удобрения: азот – 54,6 кг/га, фосфор – 28,6 кг/га, калий – 23,4 кг/га; на максимально удобренных участках (15 т навоза +  $N_{56,5}P_{47,8}K_{41,8}$ ) соответственно – 78,0 кг/га, 40,2, 32,0 кг/га.

Рассчитаны под подсолнечник агрономическая, экономическая и энергетическая эффективность последствия навоза и минеральных удобрений, внесенных в севообороте. Расчеты показали, что самая высокая чистая прибыль (2261,0 грн/га), рентабельность (154 %) и энергетический коэффициент 2,2 получены при органо-минеральной системе удобрения (15 т навоза +  $N_{56,5}P_{47,8}K_{41,8}$ ).

Предложены нормативные показатели содержания элементов питания в листьях гибридов по фазам развития растений для оптимизации минерального питания подсолнечника на черноземе южном степной зоны Украины.

**Ключевые слова:** подсолнечник, удобрения, диагностика, минеральное питание, динамика, урожайность, маслянистость, чернозем южный, зона Степи

## SUMMARY

**Kapustina G. A. Diagnostics of mineral nutrition for sunflower at different systems of fertilization under conditions of Southern Steppe ecoregion of Ukraine.**  
- Manuscript

Thesis for a candidate's scientific degree of agricultural sciences on a specialty 06.01.04 – agrochemistry. - National Scientific Center "Institute for Soil Science and Agrochemistry Research named after O. N. Sokolovsky", Kharkiv, 2018.

This Dissertation Thesis paper is dedicated to research in the issue of diagnostics of mineral nutrition for sunflower plants in southern chernozem soils across the Dry Steppe ecoregion of Ukraine. Peculiarities of mineral nutrition for sunflower hybrids were studied on agricultural backgrounds of various fertility- levels arranged via combined application of organic and mineral fertilizers in the course of four crop rotations. Normative indices of mobile nutrient matter- accumulation in soil were determined after long- time history of mineral fertilizers' application, such as: nitrogen (at the rate of 4.2 to 9.0 mg/ kg soil); phosphorus (8.2 to 15.3 mg/ kg); and potassium (34.6 to 108.9 mg/ kg). Data on nutrient elements' content accumulation- dynamics in sunflower leaves, during all stages of plants' genesis, were demonstrated; whereby N content at stage of 4 to 6 sunflower leaves makes up 3.67 to 3.82 %; at bud- formation stage – 3.02 to 3.18 %; at blossoming stage – 2.71 to 2.77 %; and at complete ripeness stage – 1.11 to 1.22 %. All varieties of sunflower hybrids display their positive response to enhancement of nitrogen regime in soil. P content in sunflower leaves is high, making up 0.36 to 0.40 % at stage of 4 to 6 sunflower leaves, 0.28 to 0.32 % at bud- formation stage; 0.16 to 0.21% at blossoming stage; and 0.07 to 0.11 % at complete ripeness stage. Enhancement of phosphorus regime in soil is best of all responded by “Alliance” and “Altez” hybrid varieties. K content in sunflower leaves is high at all stages of sunflower vegetation, making up to 4.57 to 4.63 % at stage of 4 to 6 sunflower leaves, 3.50 to 3.71 % at bud- formation stage; 3.44 to 3.68 % at blossoming stage; and 1.98 to 2.20 % at complete ripeness stage. All sunflower hybrids are demanding to potassium regime of soil. The post- effect from systematic application of fertilizers at crop rotation does positively influence the accumulation of N, P and K in leaves of various sunflower hybrids.

A deficit of zinc and boron in South Steppe soils has been identified, which fact specifies a necessity to provide inputs of Zn and B micro nutrient fertilizers under sunflower crops.

It was also stated than an optimal fertilization system made up 15 tons of farmyard manure (per hectare of crop- rotation area) together with application of mineral fertilizers at the rate of  $N_{56,6}P_{47,8}K_{41,8}$  that ensured the sunflower yielding capacity of 2.79 ton/ ha, alongside 7.4% seeds' oiliness index. The best indicators of sunflower oil yield were ensured by such hybrids as “Alliance” (1566 kg/ ha); “Hors” (1448 kg/ ha); and “Sergeant” (1326 kg/ ha).

Normative indices of nutrient elements' content in 100 kg sunflower seeds, as well as per- hectare rates of nutrients' removal from soil at harvest, were determined. Agronomical, economical and energetical efficiencies of post- effect by systematic application of farmyard manure with organic fertilizers to sunflower at all crop rotations, have been computed.

With purpose to optimize rates of mineral nutrition of sunflower- cultivars grown on dry chernozem soils of Southern Steppe ecoregion of Ukraine, normative indices of nutrient elements' content in leaves of hybrids (per every phase of plants' genesis), have been suggested.

**Key words:** sunflower, fertilizers, diagnostics, mineral nutrition, dynamics, yielding- capability, oilseed, southern chernozem, Steppe zone