

МОН УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА
(УНУС)

Факультет агрономії
Кафедра рослинництва

Допущено до захисту

« ____ » _____ 2024 р.

Зав. кафедри, к. с.-г. н., доцент

_____ Віталій КРАВЧЕНКО

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ступеня вищої освіти магістр

ВПЛИВ УДОБРЕННЯ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОРГО ЗЕРНОВОГО В
ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ

Виконав: студент II курсу, групи 21 м-а
спеціальності 201 Агрономія
ЛАПЕНЮК Богдан Сергійович

Керівник: СІЧКАР Андрій, к. с.- г. н., доцент
КЛИМОВИЧ Наталія, викладач

Умань – 2024

ЗМІСТ

ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1. ОСНОВНІ ЕЛЕМЕНТИ СУЧАСНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ УДОБРЕННЯ СОРГО ЗЕРНОВОГО (огляд літератури)	7
РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ	15
2.1. Ботанічна і біологічна характеристика сорго зернового	15
2.2. Особливості ранньостиглого гібриду сорго зернового Понкі	16
РОЗДІЛ 3. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	18
3.1. Характеристика ґрунту	18
3.2. Погодні умови	19
3.3. Схема досліду	23
3.4. Агротехніка вирощування сорго зернового в досліді	24
3.5. Методика проведення досліджень	25
РОЗДІЛ 4. ПРОДУКТИВНІСТЬ СОРГО ЗЕРНОВОГО ЗАЛЕЖНО ВІД УМОВ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ	27
4.1. Ріст і розвиток сорго зернового під впливом мінерального живлення	27
4.2. Вплив удобрення на формування листкової поверхні у рослин сорго зернового	29
4.3. Фотосинтетичний процес рослин сорго зернового залежно від рівня мінерального живлення	31
4.4. Вплив удобрення на врожайність зерна сорго зернового	35
4.5. Якісні показники врожаю зерна сорго залежно від удобрення	39
РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ДОБРИВ ПРИ ВИРОЩУВАННІ СОРГО ЗЕРНОВОГО	43

РОЗДІЛ 6. ОРГАНІЗАЦІЯ ОХОРОНИ ПРАЦІ І МОДЕЛЮВАННЯ ВИРОБНИЧИХ НЕБЕЗПЕК ПІД ЧАС ВНЕСЕННЯ ДОБРИВ ТА ЗАХОДИ ЇХ ЗНИЖЕННЯ ПРИ ВИРОЩУВАННІ СОРГО	47
РОЗДІЛ 7. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА ПРИ ВИРОЩУВАННІ СОРГО ЗЕРНОВОГО ЗАЛЕЖНО ВІД УДОБРЕННЯ	50
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	53
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	55
ДОДАТКИ	63

ВСТУП

Однією з умов росту в аграрному виробництві є наявність достатньої кількості культур з належними сортовим та технологічним забезпеченням для неоднакових природно-кліматичних зон. Лише за цих умов дозволене ведення економічно та екологічно аргументованої галузі рослинництва.

Створення міцної кормової бази для розвитку тваринництва тісно пов'язано з вирощуванням таких кормових культур, які забезпечували б отримання високих і стабільних урожаїв з одиниці площі за мінімальних витрат. Однією з таких культур є сорго. Воно врожайне, посухостійке, універсальне за використанням.

До сьогодні про сорго в більшості господарств згадують лише тоді, коли настає велика посуха, після чого беруться за його вирощування і через рік-другий облишають. Потрібно сподіватись, що нарешті, будуть зроблені належні висновки й сорго найближчим часом посяде належне йому місце в сівозмінах господарств.

Але для цього необхідно опрацювати основні регіональні прийоми вирощування культури, до яких у першу чергу слід віднести встановлення оптимального режиму живлення сорго зернового та ін.

Сорго зернове – це культура, яка добре реагує на внесення добрив тому, що лише до 38,7% елементів живлення використовує з ґрунтових запасів [1].

У порівнянні з іншими культурами, сорго зернове відрізняється невисокою вимогливістю до ґрунтів, але добре реагує на покращення умов мінерального живлення. Тому, однією з важливих умов отримання високих урожаїв цієї культури, є внесення певних норм добрив для збагачення ґрунту рухомими формами елементів живлення, які позитивно впливають на ріст і розвиток сорго зернового.

Метою наших досліджень було встановлення оптимальних та економічно обґрунтованих норм внесення мінеральних добрив, які б були найбільш ефективними для отримання стабільних високоякісних урожаїв

сорго зернового у нашому регіоні.

На даний час серед вчених існує багато думок щодо норми та строку внесення добрив [2, 3]. Проте єдності в тому чи іншому питанні стосовно окремих елементів системи удобрення сорго зернового вчені не мають, що свідчить про необхідність продовження вивчення цього питання.

Актуальність теми. Одним із факторів, що обмежує вирощування сорго зернового в Правобережного Лісостепу України, є відсутність даних та рекомендацій з мінерального живлення цієї культури. Це насамперед зумовлюється складністю взаємодії між рослиною, добривом, ґрунтом і погодними умовами, що можуть виникати у період, для якого проводиться розрахунок та в кожному конкретному випадку. Тому значна увага повинна приділятися диференційованому підходу до розробки доз і співвідношень застосування добрив залежно від потреб рослин у конкретних ґрунтово-кліматичних умовах.

Оскільки, до цього часу дослідження по ефективності застосування доз і співвідношень внесення добрив під сорго зернове у Правобережному Лісостепу України проведено недостатньо – вивчення даних питань є актуальним.

Мета і задачі досліджень. Мета досліджень – встановити оптимальні та економічно обґрунтовані дози та співвідношення внесення мінеральних добрив під сорго зернове для отримання стабільних високоякісних врожаїв зерна на чорноземі опідзоленому Правобережного Лісостепу України.

Наукова новизна одержаних результатів. Вперше для умов Правобережного Лісостепу України встановлено вплив добрив у зв'язку з їх дозами внесення на особливості росту та розвитку сорго зернового, динаміку засвоєння елементів живлення з ґрунту, його продуктивність та якість зерна. Встановлено оптимальну дозу добрив ($P_{90}K_{90}$ восени під основний обробіток ґрунту і N_{90} весною під культивуацію), яка дає

можливість отримувати стабільні врожаї з високою окупністю приросту врожаю від одиниці внесених добрив.

Практичне значення одержаних результатів. Розроблено систему удобрення сорго зернового для умов Правобережного Лісостепу України, яка дає можливість отримувати врожайність зерна сорго 90 – 95 ц/га.

Особистий внесок здобувача. За темою дипломної роботи проведено аналіз вітчизняної та зарубіжної літератури, проведені лабораторні та польові дослідження, відбір зразків ґрунту та рослин для аналізів; проведено біометричні та фенологічні спостереження. Систематизовано та сформульовано основні положення отриманих результатів наукових досліджень.

Апробація результатів дисертації. Основні результати та положення магістерської роботи оприлюднено на щорічних наукових конференціях Уманського державного аграрного університету (2023–2024 рр.), засіданнях та гуртку кафедри агрохімії та ґрунтознавства УДАУ.

РОЗДІЛ 1

ОСНОВНІ ЕЛЕМЕНТИ СУЧАСНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ УДОБРЕННЯ СОРГО ЗЕРНОВОГО (огляд літератури)

Важливим елементом зональної системи землеробства є застосування раціональних доз добрив для отримання запланованих урожаїв сільськогосподарських культур, в тому числі і сорго [3].

Сорго як високоврожайна культура виносить з ґрунту значну кількість елементів живлення, тому поповнення їх шляхом внесення добрив є важливим елементом технології вирощування [4].

Тривалий час існувало уявлення про те, що сорго, маючи сильно розвинену кореневу систему і високу здатність добре засвоювати елементи живлення з ґрунту, практично не потребує удобрення. І сьогодні ці уявлення не піддаються сумніву. Сорго дійсно здатне формувати задовільні врожаї зерна без додаткового внесення добрив, але тільки задовільні і не більше. Для реалізації його високих потенційних можливостей одної родючості ґрунту недостатньо. Багаторічними дослідженнями, які проведено в різних зонах України і в інших країнах, доведено, що сорго добре реагує на органічні і мінеральні добрива [2–4].

На утворення одиниці зерна сорго економно витрачає елемента живлення: 75% азоту, 60% фосфору і 90% калію від тої кількості, яку витрачає кукурудза. На створення 1 т зерна сорго виносить із ґрунту 17 – 36 кг азоту, 4,5 – 9,5 – P_2O_5 , і 18 – 26 кг K_2O . Як видно, витрати елементів живлення невисокі, але для формування високого врожаю сумарна потреба в них сягає значних величин [4, 5]. Однак, як зазначав В.І. Вернадський [6], хімічний елементарний склад організмів найтіснішим чином пов'язаний з хімічним складом земної кори. Наземні органи рослин досить активно реагують на підвищення концентрації хімічних елементів у ґрунті, збільшуючи їх вміст у тканинах та нагромаджуючи вище оптимального рівня, необхідного для забезпечення нормального росту і розвитку [7]. Тому

кількість і співвідношення елементів живлення в рослинах, характерне для певних видів, значно варіює в різних ґрунтово-кліматичних умовах [8]. Через це роль екологічного фактору у формуванні хімічного складу рослин визначається переважно вмістом рухомих форм хімічних елементів у ґрунті і відповідною реакцією рослин на цю різницю. Вміст основних елементів живлення в рослинах істотно змінюється під впливом добрив [9, 10].

При цьому треба зазначити, що елементарний склад здебільшого визначається біологічними особливостями кожної культури, яка зберігає притаманний лише їй обмін речовин. Тому, не зважаючи на збільшення вмісту рухомих сполук елементів живлення у ґрунті і норм добрив у 2 – 3 рази, вміст елементів живлення, за винятком азоту, в перерахунку на суху речовину для кожної культури, знаходиться фактично на одному рівні. На відміну від азоту рослини мають здатність регулювати вміст фосфору в надземних органах за різної їх забезпеченості цим елементом, але ця здатність є недостатньою, щоб повністю припинити надлишкове його поглинання за високої концентрації фосфат-іонів у ґрунтовому розчині [11].

Вміст калію в рослинах залежить від їх біологічних і сортових особливостей, ґрунтово-кліматичних умов, рівня застосування добрив та інших факторів і є не сталою величиною. Напевно тому вчені не мають одностайної думки з цього питання [12].

Багато вчених стверджують, що за умови недостатньої забезпеченості рослин одним із елементів живлення, уповільнюються темпи формування листків та фізіологічні процеси, такі як викидання або цвітіння волоті [13, 14]. Але більш за все затримується розвиток і знижується продуктивність рослин за недостатнього вмісту у ґрунті азоту. Вважають, що азот має винятково важливе значення для живлення рослин. Він входить до складу всіх амінокислот, нуклеїнових кислот, хлорофілу та ферментів, а також бере участь у регулюванні росту, розвитку рослин і плодоутворенні [15].

В результаті багаторічних досліджень, проведених у різних зонах України, доказано, що сорго володіє високим рівнем віддачі внесених

добрих. На них сорго реагує вже на самих ранніх етапах онтогенезу, навіть в період появи сходів. Особливо необхідні сорго азот, фосфор і калій [16, 17].

Динаміка потреби сорго в елементах живлення впродовж вегетаційного періоду суттєво змінюється. В період інтенсивного росту надземної маси проходить значне споживання азоту, під час формування кореневої системи і репродуктивних органів зростає потреба у фосфорі та калії [18].

Найбільш важливим елементом живлення для сорго є азот, потреба якого за рахунок природної родючості забезпечується лише на 39%, тоді як фосфору – на 53, а калію – на 94%. Найбільше засвоєння азоту рослинами сорго проходить у фазах інтенсивного росту і формування генеративних органів, особливо за 10 – 15 днів до початку викидання мітелки і 10 – 15 днів після цвітіння. Азот сприяє інтенсивному росту рослин, збільшенню площі листової поверхні і всієї його вегетативної маси. Але внесення надлишкових норм азоту може призвести до послаблення посухостійкості, збільшення вегетаційного періоду, черезмірного кушіння і гілкування, що особливо у сорго зернового, небажано [18].

Фосфор у житті рослин сорго також відіграє важливу роль, хоча споживається ним у значно меншій кількості, ніж азот. Активне поглинання фосфору коренями сорго починається з перших днів вегетації. Він впливає на гідроліз крохмалю, цим самим прискорює проростання насіння [19]. Тому, саме ця обставина є визначальною у позитивному впливі обробки насіння сорго розчином суперфосфату, який, за даними Г.М. Шекуна [20], прискорює проростання насіння і активізує ріст рослин.

При визначенні строків внесення фосфору слід враховувати, що він дуже слабо мігрує по профілю ґрунту і на початку вегетації недоступний для рослин. Між тим, потреба у фосфорі у сорго проявляється вже на самих ранніх етапах онтогенезу. До фази викидання мітелки рослина засвоює близько 50% загальної його кількості, в той час, коли до цього часу вона утворює не більше 30 – 32% сухої органічної біомаси. За недостатнього фосфорного живлення і на високому азотному фоні рослини сорго надмірно

розвивають вегетативну масу, у них розтягується період розвитку, запізнюється дозрівання [18].

Калій сорго зернове поглинає відносно рівномірно впродовж усього вегетаційного періоду [12]. Він позитивно впливає на накопичення в зерні сорго крохмалю і цукру. Калій локалізується в точках росту, а також в органах, де відкладаються запасні речовини. Також завдяки калію живленню покращується надходження води в клітини, підвищує осмотичний тиск і тургор, знижує процес випаровування у рослин. Клітини рослин краще утримують воду і стають більш стійкими до посухи [21].

Для отримання високого врожаю сільськогосподарським культурам необхідне збалансоване живлення всіма основними елементами. Так, внаслідок нестачі в ґрунті, наприклад, фосфору ефективність азотних і калійних добрив знижується на 15–20% [22].

Обробка насіння або проведення позакоренових підживлень мікроелементами в дослідженнях деяких учених сприяли зростанню ефективності підживлень азотними добривами, внаслідок чого врожайність збільшувалась на 5–15% [23].

Вплив мікродобрив на продуктивність органогенних ґрунтів досліджували на Панфіловській дослідній станції Інституту землеробства УААН [24]. Найбільший приріст урожаю кукурудзи в досліді було отримано від сумісного внесення усіх мікродобрив на фоні $P_{60}K_{120}$.

Підвищення врожаю сільськогосподарських культур залежно від використання мікроелементів установлено багатьма вченими [25].

Сорго значно більше ніж кукурудза поглинає із ґрунту такі мікроелементи, як молібден, мідь і йод. Менше, у порівнянні з кукурудзою, сорго засвоює кобальт, цинк і бор [20].

Серед мікроелементів за значенням для сорго на першому місці є молібден, а також кобальт, вміст яких у чорноземах України складає не більше 5 – 10 мг/кг ґрунту, а бор і цинк впливають на врожай практично дуже мало. Підтвердженням реакції сорго на мікроелементи є досліді, проведені в

Індії [26], а також роботи вітчизняних учених [27].

У підвищенні продуктивності та регулюванні дозрівання рослин особливу роль відіграють способи забезпечення їх елементами живлення. Серед них виділяється позакореневе підживлення розчинами азотних добрив (аміачна селітра, карбамід, суперфосфат) з метою регулювання відтоку пластичних речовин з вегетативних органів у зернівки та десикацію хімічними засобами [28–30].

Для отримання максимального виходу продукції з одиниці площі необхідно знати оптимальний вміст основних елементів живлення, тобто оптимальні норми добрив.

Дослідження Генічеської дослідної станції Інституту зернового господарства УААН (Херсонська область) впливу різного рівня азотного живлення на продуктивність зернового сорго на зрошуваних каштанових солонцюватих ґрунтах, показали, що його врожай збільшувався з підвищенням норми азоту. Так, приріст урожайності середньостиглого гібриду Степовий 5 при внесенні 180 кг/га азоту за пунктирного способу сівби склав 9,8 ц/га, при суцільному – 3,4 ц/га, а при застосуванні N_{240} урожайність збільшувалась відповідно на 13,7 і 5,2 ц/га [31].

У низці країн світу під сорго використовують високі норми азотних добрив [32, 33]. Внаслідок цього підвищується не тільки врожай зерна, а й покращується накопичення сухої речовини рослинами, їх середня висота та число зерен у волоті.

Деякі вчені не виявили чутливості рослин сорго на внесення фосфорних добрив, навіть при внесенні P_{90} [34, 35].

Калійні добрива переважно проявляють себе лише у складі повного мінерального добрива, тим більше на ґрунтах із високим вмістом обмінного калію [36]. Деякі вчені рекомендують застосовувати фосфорні та калійні добрива в таких же нормах, як і під кукурудзу [16].

Найбільший ефект в умовах без зрошення на півдні України при вирощуванні сорго спостерігається при застосуванні повного

мінерального добрива [37].

На думку італійських вчених норми добрив під сорго найбільш ефективно розраховувати за вмістом у ґрунті рухомих форм елементів живлення, а також з урахуванням біологічних особливостей сортів і гібридів [38].

В умовах зрошення норми мінеральних добрив також рекомендують встановлювати з урахуванням існуючої родючості ґрунту [16, 17]. До такого висновку вчені прийшли після того, як були проведені досліді щодо виявлення ефективності різних методів розрахунку норм добрив під сільськогосподарські культури та уточнення розрахункового шару ґрунту для встановлення в ньому фактичного вмісту елементів живлення [39]. Відповідно до цього, найбільш достовірні дані про їх кількість можна одержати, якщо нітратний азот визначати в шарі ґрунту 0–100 см, а рухомий фосфор та обмінний калій – у шарі ґрунту 0–30 см. Що ж стосується методів розрахунку норм мінеральних добрив, то найбільш ефективним в умовах зрошення виявився метод елементарного балансу. Свого часу його широко рекомендували та впроваджували у виробництво на зрошуваних землях [40].

Особливості використання методу елементарного балансу під час вирощування сільськогосподарських культур із програмованим рівнем урожаю висвітлено у наукових працях багатьох учених [41, 42].

Проте, слід підкреслити, що встановлення норм мінеральних добрив за методом елементарного балансу не завжди є виправданим, тому що у деяких випадках вони можуть бути значно завищеними та економічно недоцільними.

Відомо, що зі збільшенням вмісту елементів живлення в ґрунті, ріст продуктивності сільськогосподарських культур від добрив зменшується і настає період, коли їх застосування не призводить до суттєвого підвищення врожаю, тобто є вже невиправданим. Наприклад, у Німеччині, не рекомендується застосовувати мінеральні добрива на полях із дуже високим

вмістом у ґрунті поживних речовин [43]. У Нечорноземній зоні Росії фосфорні та калійні добрива з метою їх економії пропонують не вносити в тому випадку, якщо рухомого фосфору в ґрунті міститься більше 100 мг/кг, а обмінного калію – 120 мг/кг ґрунту [44]. Тому розробка агрохімічних моделей родючості ґрунтів, а також визначення оптимальних параметрів елементів живлення в них у різних природних умовах є одним із пріоритетних напрямків наукових досліджень.

В умовах зрошення давно велись пошуки з цього питання. Багаторічні дослідження в стаціонарних і короткотермінових дослідах дозволили встановити оптимальні параметри вмісту елементів живлення в ґрунті для багатьох сільськогосподарських культур. На основі цих даних розроблений і рекомендований виробництву новий метод розрахунку норм мінеральних добрив під запланований рівень урожаю [45]. Суть його полягає в тому, що їх норми встановлюють на основі фактичного вмісту елементів живлення у ґрунті кожного поля з врахуванням розроблених оптимальних параметрів вмісту азоту, фосфору та калію в ньому для вирощуваних культур і запланованого рівня врожаю.

У тому випадку, коли вміст будь-якого з елементів живлення знаходиться в оптимумі, або вищий від оптимального, вносити добриво, яке містить цей елемент, економічно недоцільно. Якщо ж азот, фосфор чи калій знаходяться у кількості, меншій за оптимальну, то добрива слід обов'язково застосовувати.

Так, для одержання запланованого рівня врожаю норму азоту рекомендують встановлювати за дещо зміненим методом елементарного балансу. Дозу фосфорного добрива розраховують за виносом фосфору врожаєм, а калійного – залежно від групи забезпеченості ґрунту обмінним калієм.

Новий підхід до встановлення доз мінеральних добрив в умовах зрошення дозволяє скоротити потребу в них для одержання запланованого рівня врожаю у середньому на 20–30% і більше, зберігати при цьому існуючу

родючість ґрунту.

Отже, сорго зернове має свої особливості мінерального живлення, які потрібно враховувати при розробці системи застосування добрив. Невивченість питань у цьому напрямку викликало необхідність проведення відповідних досліджень.

РОЗДІЛ 2

ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Ботанічна і біологічна характеристика сорго зернового

Коренева система сорго заглиблюється до 2,5 м і розростається в боки на 100-120 см, схильна до утворення повітряних коренів.

Стебло – соломина (0,5-3,0 м заввишки), прямостояче, гладеньке, як у всіх злакових, розділене на міжвузля, число яких залежить від групи сорго і сорту, з почерговим розташуванням листків від 5 до 25 штук і більше.

Листок у сорго складається з двох частин – піхви і листкової пластинки. Листки вкриті восковим нальотом, зелені, часто з антоціановими пасмами. З кількістю листків на рослині корелюється тривалість вегетаційного періоду. Ранньостиглі мають 5-9 листків, середньостиглі – 10-15, пізньостиглі – 16-25 і більше. За сприятливих умов рослина кущиться, утворюючи до 5-6 стебел. За дощової погоди стебла галузяться.

Суцвіття – волоть довжиною 15-70 см. Від її головної вісі відходять бокові гілочки першого, другого і вищих порядків, створюючи за рахунок розмірів і щільності різноманітні форми. Колоски одноквіткові, розташовуються вздовж гілочок парами.

Один колосок плодючий, двостатевий, сидячий; інший – безплідний, чоловічий, на короткій ніжці. На кінцях гілок сидять три колоски – два чоловічих (безплідних, на коротких ніжках); один – плодючий (двостатевий). Плодючий колосок складається з двох колоскових і двох квіткових лусок, трьох пиляків і маточки з двома пірчастими рильцями. Безплідний колосок має дві колоскові і дві квіткові луски та три пильники. Забарвлення колоскових лусок від солом'яно-жовтого до темно-бурого, фіолетового і чорного кольорів.

Плід – зернівка овальної або яйцевидної форми, покрита насіннєвою оболонкою білого (прозорого), жовтого, рожевого або іншого кольору. Маса 1000 зерен-20-30 г.

Сорго – теплолюбна культура. Зерно його проростає при температурі 8-10°C. Оптимальною температурою для проростання зерна є +25-30°C. Якщо вона більш висока, то проростання сповільнюється або зовсім зупиняється.

Для цвітіння і запилення найбільш сприятливі умови складаються при температурі повітря +18-20°C. Розкривання квіток і їх запилення починається вже з +15-16°C. На початку викидання волоті сорго здатне без зниження продуктивності витримувати температуру +40-50°C. Якщо вона буде більшою, то це призведе до відмирання листя.

Сорго дуже чутливе до низьких температур. Заморозки в -1,5°C пошкоджують сходи, а якщо вони більше -2°C, то сходи зовсім гинуть. Негативно впливають низькі температури на сорго і під час досягання зерна.

Також сорго маловимоглива до ґрунтів культура і в розвинутому стані здатна діставати воду і поживні речовини з більш глибоких шарів ґрунту (які не доступні для більшості культурних рослин), і дуже економно їх витратити.

Сорго потребує на утворення одиниці сухої речовини у 2,0-2,5 рази менше води, ніж кукурудза, соняшник або ярий ячмінь. Висока продуктивність його відмічається як на важких глинистих, так і на легких піщаних ґрунтах. Цю культуру можна вирощувати на чорноземах і темно-каштанових ґрунтах, а також еродованих схилах. До того ж воно витримує підвищену концентрацію солі в ґрунті

2.2 Особливості ранньостиглого гібриду сорго зернового Понкі

Понкі – перспективний інтенсивний білозерний гібрид звичайного (зернового) сорго продовольчого напрямку. Висота рослини 1,0–1,1 м. Волоть напіввідкрита, на довгій ніжці, добре провітрюється. Зерно

велике, важке, добре обмолочується. Ендосперм скловидний. Висока здатність до помолу. Витримує ранні посіви у відносно холодний ґрунт.

Гібрид звичайного (зернового) сорго Середньоранній. Селекція: США. Сертифікований OECD Напрямки використання: зерно, крохмаль, спирт.

ПЕРЕВАГИ: генетично стабільний гібрид підвищена холодостійкість на початкових етапах розвитку зерно не містить таніну широкий ареал вирощування високий вміст білку та крохмалю відмінна здатність до помолу стійкість до попелиці біотипів «А» та «С»

ХАРАКТЕРИСТИКИ:

Вегетаційний період, діб 110–115. рекомендована ширина міжрядь: 45-70 см.; агрономічно-обґрунтована норма висіву розраховується з урахуванням запасів вологи в метровому шарі ґрунту та становить: мінімальна – 120 тис. н-н/га, оптимальна –160-180 тис. н-н/га, максимальна – 200 — 220 тис.н-н/га. Потенціал урожайності зерна, 110–120 ц/га. Продуктивне кушення 2–3. Колір зерна білий. Маса 1000 насінин, 33,0 г. Вміст білку у зерні,14,0%. Вміст крохмалю в зерні, 75%. Волоть – напіввідкрита. Посухостійкість висока. Стійкість до полягання – висока. Стійкість до хвороб – висока. Стійкість до шкідників поплиці біотипів "А" та "С".

Гібрид Понкі занесений до Державного реєстру сортів рослин України з 2016 року [47]. Оригінатор – Монсанто.

РОЗДІЛ 3

УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Характеристика ґрунту

Досліди закладались на полях ННБК УНУС.

Увесь земляний масив рівний. Ярів і розмивів немає. Ґрунтові води залягають на глибині біля 24 метрів, тому рослини в основному використовують вологу, яка надходить у ґрунт лише з атмосферними опадами.

Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем опідзолений важкосуглинковий на лесі. В орному шарі ємність поглинання досить висока – 33,0–35,0 мг-екв. на 100 г ґрунту. Даний ґрунт характеризується слабокислою реакцією ґрунтового розчину рН вод. 6,4–6,7 з високим насиченням основами. Вміст гумусу в орному шарі складає 3,8–4,2%, забезпеченість рухомими формами елементів живлення середня: легкогідролізованого азоту (за методом Тюріна) 93–117, фосфору – 70–120, калію – 80–110 мг/кг ґрунту (за методом Чирикова). Ґрунти господарства характеризуються доброю водно- і повітропроникністю, що забезпечує рівномірне поглинання води й добру аерацію.

За фізичними властивостями цей підтип чорнозему належить до групи найбільш сприятливих ґрунтів для вирощування польових культур. Карбонати кальцію залягають на глибині 80–120 см, місцями лінія скипання опускається до 150–160 см. Межі вологості, при яких можливий обробіток ґрунту (пластичність), досягають при 15%.

Структура орного шару дещо зруйнована, гранулометричний склад однорідний за профілем ґрунту. Забезпеченість основними формами мінерального живлення середня. В цілому ґрунтовий покрив за сукупністю агрохімічних та агрофізичних показників відповідає потребам багатьох культур, у тому числі і сорго зернового.

3.2 Погодні умови

Клімат території, де розташоване поле, помірно-континентальний і характеризується нестійким зволоженням. За даними метеостанції Умань середньобогаторічна температура повітря становить близько $7,4^{\circ}\text{C}$, кількість опадів – 633 мм зі значними відхиленнями в окремі роки і пори року (табл. 1). За період вегетації сільськогосподарських культур випадає в середньому 294,5 мм опадів, але їх розподіл у часі нерівномірний. Гідротермічний коефіцієнт у середньому рівний 1,18, але він значно коливається за періодами вегетації рослин. Сума річних температур вищих $+10^{\circ}\text{C}$ дорівнює 2630. Період з середньодобовою температурою вище $+5^{\circ}\text{C}$ триває 205–215 днів, вище $+10^{\circ}\text{C}$ – 160–170 днів. Сама мінімальна температура повітря в найбільш холодні дні -34 – -38°C спостерігається в січні – лютому. Максимальна $+36$ – 39°C , в липні – серпні.

Початком весняного сезону вважається дата стійкого переходу середньодобової температури повітря через 0°C . В середньому цей період припадає на 15 – 20 березня. В першій декаді квітня проходить перехід середньодобової температури повітря через $+5^{\circ}\text{C}$, в кінці місяця – через $+10^{\circ}\text{C}$ і розпочинається активна вегетація сільськогосподарських культур.

Перехід середньодобової температури повітря через $+15^{\circ}\text{C}$ вважається початком літа, яке триває до середини вересня. Початок літа характеризується теплою, а в окремі роки жаркою погодою. Середня температура літнього періоду складає $+19^{\circ}\text{C}$ з коливанням в окремі роки від 17 до 22°C .

Осінь розпочинається переходом середньодобової температури повітря через $+10^{\circ}\text{C}$ в бік більш низьких температур. Цей період, у більшості випадків, розпочинається із другої декади вересня – першої декади жовтня. Передосінній період і перша половина осені суха, тепла. Особливо теплим буває вересень. Похмура і дощова погода розпочинається в кінці жовтня.

Зима характеризується наявністю частих відлиг, коли температура повітря підвищується до $+8-10^{\circ}\text{C}$. Стійкий сніговий покрив утворюється в середині грудня. Розставання снігу проходить в першій половині березня. Середня висота снігового покриву на полях не перевищує 7–9 см. В окремі роки він збільшується до 26 – 50 см, а інколи стійкого снігового покриву зовсім не буває. В зимовий період переважає похмура погода з частими, але незначними опадами у вигляді дощу і снігу.

Метеорологічні умови в роки проведення досліджень були типовими для зони і в тій чи іншій мірі відрізнялись від середньобогаторічних, як у цілому за сільськогосподарський рік, так і окремо по місяцях. Якщо середньобогаторічна сума опадів складає 633 мм, то в 2023 році вона становила 376,6 мм, що на 256,4 мм менше.

Також існує різниця і у відношенні температурного режиму повітря. Так, середньорічна температура повітря в 2023 році становила $10,4^{\circ}\text{C}$, що на $3,0^{\circ}\text{C}$ вище середньобогаторічної.

У залежності від температурного режиму і кількості опадів утворюється певна вологість повітря, яка також здійснює вплив на процеси росту і розвитку рослин. З нею зв'язана транспірація й інші важливі процеси життєдіяльності рослин. У 2023 році відносна вологість повітря була на рівні середньобогаторічних даних.

Кількість опадів, яка випала впродовж періоду вегетації сорго, суттєво відрізнялась від середньобогаторічних даних (табл. 1). За вегетацію, в 2023 році випало 228,3 мм, що на 150,7 мм менше норми.

Середня за травень температура повітря становила $17,0^{\circ}\text{C}$ і перевищувала норму на $2,4^{\circ}\text{C}$. Опадів випало лише 70% середньобогаторічної величини.

Червень був вже більш теплішим, перевищуючи середньобогаторічні показники на $5,8^{\circ}\text{C}$. Сума опадів за цей місяць становила 80% норми.

Таблиця 1

Метеорологічні умови за роки проведення досліджень (за даними метеостанції Умань)

Показник	Всього с.-г. рік	Місяць											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Кількість опадів, мм													
2023 р.	376,6	55,1	23,8	16,3	22,4	35,6	69,8	33,8	19,2	30,6	10,3	14,0	45,7
2024 р.		12,7	50,5	23,9	21,0	101,0	70,4	21,4	17,1	27,4			
Середньобагаторічна	633	47,0	44,0	39,0	48,0	55,0	87,0	87,0	59,0	43,0	33,0	43,0	48,0
Температура повітря, °С													
2023 р.	10,4	-4,7	0,5	4,5	9,6	17,0	23,4	20,0	20,7	15,6	10,0	5,5	2,2
2024 р.		0,4	2,2	6,3	9,2	12,5	20,9	21,6	21,2	17,8			
Середньобагаторічна	7,4	-5,7	-4,2	0,4	8,5	14,6	17,6	19,0	18,2	13,6	7,6	2,1	-2,4
Відносна вологість повітря, %													
2023 р.	74	86	82	68	62	72	69	67	63	66	80	84	88
2024 р.		85	78	65	46	73	70	64	59	62			
Середньобагаторічна	76	86	85	82	68	64	66	67	68	73	80	87	88

Подальша вегетація культури (генерація) припала на період з жорстким температурним режимом повітря та ґрунту. Слід відзначити, що кількість опадів у липні була в нижчою середньобаторічної величини і становила 33,8 мм або 39%.

Спекотлива, жарка без опадів погода спостерігалась і в першій та другій декадах серпня. Впродовж двох декад спостерігалось підвищення температури повітря за 30⁰С, а на поверхні ґрунту до 50⁰С і більше. Кінець серпня відзначався жаркою погодою з дуже малою кількістю опадів, що складала лише 32% середньобаторічної величини.

Вересень також був теплішим у порівнянні з середньобаторічними даними. Середньомісячна температура перевищувала багаторічну на 2,0⁰С. Опадів випало майже – 71% середньобаторічної величини.

Слід відмітити, що погодні умови першої і другої половини періоду вегетації 2024 року були суттєво відмінними за впливом на ріст, розвиток і формування рівня продуктивності сорго.

Температурний режим травня був нижчим від середньобаторічного показника на 2,0⁰С. Сума опадів за цей місяць становила майже 200% від норми. Середньомісячна відносна вологість повітря становила 73%, що на 9% більше норми. Червень перевищував за температурним режимом середній багаторічний показник на 3,3⁰С. Кількість опадів, у даний місяць, становила – 70,4 мм, що на 16,6 мм менше. Середньомісячна відносна вологість повітря перевищувала норму на 4%.

Липень виявився також досить спекотним. Середня температура істотно перевищувала середній багаторічний показник на 2,6⁰С і відповідно складала – 21,6⁰С (проти 19⁰С). Але слід відмітити, що опадів у даний місяць випало на 65,6 мм нижче норми.

Після надзвичайно спекотного липня, серпень за температурним режимом був ще спекотливішим, де температура перевищувала норму на 3,0⁰С. Опадів випало дуже мало, лише 29% місячної норми. За період червень – серпень загальна сума опадів склала лише 47% норми.

Вересень відзначався також теплим режимом, температура повітря в якому перевищувала норму на $4,2^{\circ}\text{C}$. Відносна вологість повітря була нижчою від норми на 11%, опадів за вересень місяць випало лише 27,4 мм, за норми 43 мм.

Отже, як ми бачимо агрокліматичні умови, в роки проведення досліджень, були різними для вирощування більшості сільськогосподарських культур, у тому числі і сорго зернового, яке при дотриманні всіх елементів технології його вирощування, забезпечує отримання високих урожаїв. Порівнюючи між собою вплив погодних умов даних років досліджень на продуктивність сорго слід зазначити, що погодні умови 2023 року були дещо кращими у порівнянні з попереднім роком.

3.3 Схема дослідів

Для вивчення впливу мінеральних добрив на процеси росту, розвитку та врожай зерна сорго зернового було закладено польовий дослід за наступною схемою:

1. Без добрив (контроль)
2. $\text{P}_{50}\text{K}_{50}$ – восени (фон)
3. $\text{P}_{50}\text{K}_{50} + \text{N}_{30}$ весною
4. $\text{P}_{50}\text{K}_{50} + \text{N}_{60}$ весною
5. $\text{P}_{50}\text{K}_{50} + \text{N}_{90}$ весною
6. $\text{P}_{50}\text{K}_{50} + \text{N}_{120}$ весною

Загальна площа посівної ділянки становила 54 м^2 . Ширина її складає 5,4 м, а довжина – 10 м. Розмір облікової ділянки – 40 м^2 , повторність триразова. Розміщення ділянок послідовне. Висівали гібрид сорго зернового – Понкі широкорядним способом (ширина міжрядь 45 см) у другій декаді травня з нормою висіву 200 тис/га за загальноприйнятою

технологією з врахуванням заходів, що вивчали у досліді. За контроль брали варіант, в якому добрив не вносили.

3.4. Агротехніка вирощування сорго зернового в досліді

Агротехніка вирощування сорго зернового була загальноприйнятою для зони Правобережного Лісостепу України. Вирощували ранньостиглий гібрид сорго зернового – Ковчег, під який застосовували такі форми мінеральних добрив: аміачну селітру, суперфосфат гранульований і калій хлористий. Вирощували гібрид сорго зернового в польовій сівозміні, де попередником була пшениця озима.

Першим прийомом обробітку ґрунту після збирання попередника було лушення стерні у два сліди з наступною (через 15 днів) оранкою на глибину 20–22 см з внесенням фосфорних і калійних добрив у нормі по 50 кг/га д.р. кожного елемента.

Весною, при настанні фізичної стиглості ґрунту, проводили боронування і культивуацію (на 10–12 см) та передпосівну культивуацію на глибину заробки насіння (4–6 см). Сівбу розпочинали, коли температура ґрунту на глибині 10 см прогрівалась до 12–15⁰С. Навесні під передпосівну культивуацію, згідно схеми досліду, вносили азотні добрива. Висівали гібрид широкорядним способом із шириною міжрядь 45 см за допомогою сівалки ССТ-12 Б з нормою 200 тис. рослин на 1 га. Обов'язковим агроприйомом після сівби було прикочування.

Догляд за посівом у період вегетації передбачає дотримання посівів у чистому від бур'янів стані, тому проводили внесення гербіциду Гранстар у нормі 20 г/га.

До збирання врожаю приступали у фазі повної стиглості зерна (при середній вологості 18%) комбайном „Єнісей”, при цьому швидкість молотильного барабана зменшували до 500–600 обертів на хвилину.

3.5 Методика проведення досліджень

Закладання польових дослідів, відбір рослинних зразків, заплановані спостереження і дослідження проводили у відповідності з типовими рекомендаціями, методичними вказівками і довідниками останніх років [48].

У процесі проведення польових дослідів проводили виміри висоти рослин, визначали площу листової поверхні методом висічок. Також обчислювали чисту продуктивність фотосинтезу та фотосинтетичного потенціалу, проводили облік врожаю зерна – подільночно методом прямого комбайнування [49]. Урожайність соломи визначали методом пробного снопа, а облік листостебельної маси – розраховували за співвідношенням з зерном у пробах.

Площу листової поверхні визначали методом висічок, обчислюючи за формулою:

$$П = \frac{М \times n \times k}{m}, \text{ де:}$$

П – загальна площа листя у пробі, см²;

М – маса листя в пробі, г;

n – площа однієї висічки, см²;

m – маса висічок, г;

k – кількість висічок, шт.

Чисту продуктивність фотосинтезу визначали за формулою:

$$ЧПФ = \frac{M_2 - M_1}{0,5 (П_{л1} + П_{л2}) Д}, \text{ де}$$

M₂ і M₁ – маса рослин на одиниці площі на початку і наприкінці певного періоду, г;

П_{л1} і П_{л2} – площа листового апарату у ці самі періоди визначення, см²;

Д – тривалість періоду, діб.

Величину фотосинтетичного потенціалу розраховували за формулою:

$$\Phi\Pi = \frac{T S_{\text{ср}}}{1000}, \text{ де}$$

T – тривалість вегетаційного періоду, днів;

$S_{\text{ср}}$ – середня площа листя за вегетаційний період, тис. $\text{м}^2/\text{га}$.

З якісних показників зерна визначали вміст протеїну, жиру, клітковини, золи і безазотистих екстрактивних речовин (БЕР).

Вміст протеїну визначали, користуючись формулою:

$$X = 5,95 X_1, \text{ де}$$

5,95 – коефіцієнт перерахунку загального вмісту азоту на протеїн;

X_1 – масова частка азоту в сухій речовині, %.

Вміст жиру в зерні визначали за методом, який ґрунтується на здатності сирого жиру розчинятись в органічних розчинниках. Екстрагування жиру проводили бензином з наступним зважуванням його обезжиреного залишку. Аналіз проводили на приладі ЕЖ-101 з наступним розрахунком масової частки сирого жиру в сухій речовині.

Метод визначення сирої клітковини оснований на видаленні із наважки зерна кислотним і лужним гідролізом легкокорозчинних вуглеводів, крохмалю, білків, амідів, жиру і ліпідних речовин, а також частково геміцелюлоз і лігніну та зважуванні сухого залишку.

Розрахунки вмісту золи в зерні сорго проводили за ДСТУ 26226–84.

Вміст безазотистих екстрактивних речовин визначали за різницею:

$$100 - (\text{вода} + \text{протеїн} + \text{жир} + \text{клітковина} + \text{зола}).$$

Економічну та енергетичну ефективність застосування добрив, що вивчалися в досліді, розраховували згідно з технологічними картами та відповідними рекомендаціями [50, 51].

Опрацювання й узагальнення результатів дослідів та спостережень проводили, використовуючи методи математичної статистики (кореляційного, регресійного і дисперсійного аналізів) [52].

РОЗДІЛ 4

ПРОДУКТИВНІСТЬ СОРГО ЗЕРНОВОГО ЗАЛЕЖНО ВІД УМОВ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ

4.1 Ріст і розвиток сорго зернового під впливом мінерального живлення

Мінеральні добрива сильно впливають на всі життєві функції рослинного організму і насамперед, на їх ріст і розвиток. Проведені в дослідях спостереження і біометричні дослідження показали, що вплив мінеральних добрив на ріст і розвиток рослин сорго визначається їх складом, дозами внесення, а також сукупністю комплексу зовнішніх факторів: вологозабезпеченням посівів, сумою ефективних температур. У своїх наукових працях багато вчених зазначали, що завдяки показникам висоти рослин по фазах їх розвитку можна визначити, яку частку впливу на сорго зернове має той чи інший фактор [53, 54].

Завдяки проведеним дослідженням деякі вчені стверджують, що перевага як одного із головних факторів, який максимально впливає на ріст рослин у висоту, залишається за мінеральним живленням, але одностайної думки про те, який елемент чи яка доза добрив краще впливає на ріст рослин сорго у висоту не мають [55, 56].

За даними М.П. Володарського [57], найкращий ефект впливу на ріст рослин у висоту створюється при азотному живленні. Інші вчені відмічають, що кращий вплив на ростові процеси, в умовах недостатнього зволоження, буде забезпечуватись при використанні фосфорних добрив [58, 59].

У результаті проведених досліджень (табл. 2) встановлено, що підвищення рівня мінерального живлення сприяло посиленню темпів росту рослин сорго у висоту протягом всього періоду вегетації. Але слід зазначити, що найбільший вплив на величину висоти мало внесення саме азотних добрив. При внесенні лише фосфорних і калійних добрив ($P_{50}K_{50}$) – вона

залишалась майже на рівні контролю.

З даних табл. 2 видно, що у фазу кущіння висота рослин у всіх варіантах з удобренням, у порівнянні з контролем, була вищою на 1,2–6,0 см. У динаміці з ростом і розвитком сорго величина цих показників була більшою.

Таблиця 2

Динаміка висоти рослин сорго зернового залежно від удобрення
(2023 – 2024 рр.), см

Варіант досліджу	Фаза росту і розвитку рослин			
	кущіння	вихід у трубку	цвітіння	повна стиглість зерна
Без добрив	22,3	58,5	92,3	104,8
P ₅₀ K ₅₀ – фон	23,5	59,4	94,5	106,5
P ₅₀ K ₅₀ +N ₃₀ весною	24,6	61,4	96,4	108,4
P ₅₀ K ₅₀ +N ₆₀ весною	26,2	63,5	99,7	111,9
P ₅₀ K ₅₀ +N ₉₀ весною	27,6	65,0	102,6	114,8
P ₅₀ K ₅₀ +N ₁₂₀ весною	28,3	66,1	104,1	117,0

Висота сорго зернового у фазу виходу рослин у трубку на варіантах, де у складі добрив вносили азот, була вищою у порівнянні з контролем на 2,9–7,6 см, у фазу цвітіння – на 4,1–11,8 см, у фазу повної стиглості зерна ця різниця відповідно становила 3,6–12,2 см.

Також слід відмітити, що у динаміці, починаючи з фази кущіння і до кінця вегетації, висота рослин сорго у варіанті без добрив збільшувалась на 82,5 см, а у варіанті з максимальною дозою внесення азоту – 120 кг/га на фоні P₅₀K₅₀ відповідно на 88,7 см. При зниженні дози внесення азоту в складі повного мінерального добрива до 60–90 кг/га приріст рослин становив – 85,7–87,2 см, а при мінімальній дозі (N₃₀) – 83,8 см.

Отже, зі збільшенням дози внесення азотних добрив на фоні P₅₀K₅₀, у

динаміці, різниця приросту рослин у висоту, порівнюючи з контролем збільшувалась, на 2,3–12,2 см. Це ще раз підтверджує, що азот – має максимальний вплив на ріст рослин сорго зернового у висоту.

4.2 Вплив удобрення на формування листкової поверхні у рослин сорго зернового

Важливим фактором отримання високих урожаїв сільськогосподарських культур є створення посівів із високою загальною і оптичною щільністю, великими поверхнями контакту з навколишнім природним середовищем.

Дослідженнями багатьох вчених встановлено, що існує досить тісний зв'язок між умовами проходження фотосинтезу в рослинах і продуктивністю посівів [60]. Тому, в агротехнічних дослідках обов'язково беруть до уваги показники розміру площі листкової поверхні, інтенсивність та тривалість роботи фотосинтетичного апарату, продуктивність фотосинтезу.

Дуже часто на підвищення продуктивності соргових культур впливають низькі темпи утворення листкової поверхні, недостатні її розміри і зменшення тривалості активного функціонування. Відомо, що величина врожаю на пряму залежить від площі листя і продуктивності фотосинтезу і більшою вона буде при умові, коли площа листової поверхні у рослин буде оптимальною, що в свою чергу, сприятиме кращому освітленню посівів і проходженню процесів фотосинтезу [61].

Для одержання максимального урожаю сорго, як і інших сільськогосподарських культур, вирішальне значення має оптимальний розмір листкової поверхні. Рослини більшості сортів та гібридів сорго зернового можуть розвивати листову поверхню в межах 2500–3000 см². При цьому оптимальною площею листового апарату вважається 40–50 тис.м²/га. До того ж, зазначена величина повинна бути сформована до закінчення вегетативного росту. Тільки такі посіви здатні утворювати найкращий

урожай, як загальної біологічної маси, так і її господарсько цінної частини – зерна [62].

Як відомо, на величину площі листової поверхні впливають багато факторів, одним з яких є рівень мінерального живлення рослин, регулювання якого дозволить покращити фотосинтетичну діяльність сорго [63–65].

Згідно отриманих даних досліджень у динаміці по фазах росту та розвитку сорго зернового простежується чітка залежність наростання площі листової поверхні від рівня мінерального живлення рослин (табл. 3). Слід відмітити, що з усіх елементів живлення максимальний вплив на формування асиміляційної поверхні рослин має саме азот, внесений у складі повного мінерального добрива.

Таблиця 3

Динаміка формування площі листкової поверхні сорго зернового
залежно від удобрення, (2023 – 2024 рр.), тис. м²/га

Варіант досліджу	Фаза росту і розвитку рослин			
	кущіння	вихід у трубку	цвітіння	повна стиглість зерна
Без добрив	7,3	23,4	31,1	18,0
P ₅₀ K ₅₀ – фон	7,5	24,1	32,9	19,6
P ₅₀ K ₅₀ +N ₃₀ весною	8,2	26,2	35,6	21,5
P ₅₀ K ₅₀ +N ₆₀ весною	8,7	27,8	38,4	23,4
P ₅₀ K ₅₀ +N ₉₀ весною	9,1	29,1	40,8	25,3
P ₅₀ K ₅₀ +N ₁₂₀ весною	9,2	30,0	42,2	26,4

Так, у фазу кущіння, в залежності від дози, внесення азоту у складі повного мінерального добрива збільшило площу листової поверхні сорго, у порівнянні до фону, на 0,7–1,7 тис. м²/га, вихід у трубку – 2,1–5,9, цвітіння – 2,7–9,3, повну стиглість рослин – на 1,7–6,8 тис. м²/га, а в порівнянні до контролю: у фазу кущіння на – 0,9–1,9 тис. м²/га, вихід у трубку – 2,8–6,6,

цвітіння – 4,5–11,1, повну стиглість рослин – на 3,5–8,6 тис. м²/га. Виходячи з даних досліджень видно, що на початку вегетації до фази кущіння наростання площі листя відбувалось повільно. Починаючи з фази кущіння, приріст асиміляційної поверхні суттєво збільшувався до фази цвітіння, в яку площа листкового апарату рослин була найбільшою. Так, у контрольному варіанті, за даний період росту рослин приріст складав 23,8 тис. м²/га, а при застосуванні повного мінерального добрива величина його становила – 27,4–33,0 тис. м²/га, що більше фонового варіанту (25,4 тис. м²/га) на 2,0–7,6 тис. м²/га.

Після фази цвітіння спостерігалось зменшення площі листя: в рослин контрольного варіанту це зменшення становило 13,1 тис. м²/га (42%), у варіанті з внесенням P₅₀K₅₀ – 13,3 тис. м²/га (40%), та з повним удобренням – 14,1–15,8 тис. м²/га (або 37–39%).

Отже, з проведених досліджень видно, що виключення зі складу повного мінерального добрива азоту відчутно погіршувало наростання площі листя протягом всього періоду вегетації. Оптимальний рівень формування листкового апарату протягом росту рослин сорго забезпечували посіви, на яких вносили N₉₀ весною на фоні P₅₀K₅₀. Збільшення норми внесення азоту до 120 кг/га на даному фоні не забезпечувало суттєвого збільшення рівня даного показника.

4.3 Фотосинтетичний процес рослин сорго зернового залежно від рівня мінерального живлення

Фотосинтетична діяльність рослин залежить від багатьох чинників і для одержання максимально можливого врожаю сільськогосподарських культур необхідно всебічно враховувати закономірності фотосинтетичної діяльності рослин під впливом прийомів технології вирощування [44].

Фотосинтез є головним процесом, який відображає урожайність сільськогосподарських культур. Недобір врожаю нерідко зумовлюється недостатньо швидким наростанням листкової поверхні, внаслідок чого посіви

не повністю реалізують свої потенційні можливості. Велика кількість проведених досліджень свідчить про те, що площа листового апарату є визначальною умовою формування повноцінних урожаїв та залежить, в свою чергу, від умов зовнішнього середовища.

Нагромадження сухої речовини визначається в кінцевому підсумку величиною листової поверхні посіву, яку формують рослини на одиниці площі, та її фотосинтетичним потенціалом. Всі технологічні прийоми вирощування, в т.ч. і підбір сортів, строки сівби, норми висіву і рівень мінерального живлення слід розглядати як способи оптимізації нарощування продуктивності листового апарату. Тому наші дослідження були спрямовані на вивчення закономірностей росту і розвитку рослин з тим, щоб на основі отриманих результатів розробити найбільш сприятливі агротехнічні умови для підвищення продуктивності сорго зернового, а саме – визначення оптимальної дози мінеральних добрив.

Нашими дослідженнями встановлено, що застосування мінеральних добрив позитивно впливало на збільшення величини чистої продуктивності фотосинтезу, як на початку вегетації, так і протягом всього його періоду сорго зернового (табл. 4). Як видно з даних табл. 4, найбільш суттєвий вплив на чисту продуктивність фотосинтезу сорго мала дія саме азотних добрив.

У залежності від рівня мінерального живлення та стадії росту рослин сорго показники чистої продуктивності фотосинтезу змінювались від 3,2 до 16,1 г/м² за добу. Згідно отриманих даних максимального значення в рослин усіх варіантів досліду вони набули у міжфазний період виходу в трубку – цвітіння, коли в сорго зернового відбувається найбільш інтенсивне наростання надземної маси і листової поверхні.

На початку вегетації рослин у міжфазний період куціння – вихід у трубку при внесенні мінеральних добрив величина чистої продуктивності практично не змінювалась і різниця між контролем та варіантами з високим рівнем азотного живлення (N₁₂₀) складала 0,8 г/м² за добу (17%). Зниження дози азоту до мінімуму (N₃₀) у складі повного мінерального добрива сприяло

перевищенню показника рослин удобрених ділянок лише на 0,3 г/м² за добу (або на 6%).

Таблиця 4

Вплив мінеральних добрив на чисту продуктивність фотосинтезу сорго зернового (2023 – 2024 рр.), г/м² за добу

Варіант досліджу	Фаза росту і розвитку рослин		
	кущіння–вихід у трубку	вихід у трубку–цвітіння	цвітіння–молочно-воскова стиглість зерна
Без добрив	4,7	11,6	3,2
P ₅₀ K ₅₀ – фон	4,8	12,2	3,4
P ₅₀ K ₅₀ +N ₃₀ весною	5,0	13,2	3,6
P ₅₀ K ₅₀ +N ₆₀ весною	5,2	14,5	3,8
P ₅₀ K ₅₀ +N ₉₀ весною	5,4	15,6	4,1
P ₅₀ K ₅₀ +N ₁₂₀ весною	5,5	16,1	4,2

У фазу виходу рослин у трубку – цвітіння різниця у показниках чистої продуктивності фотосинтезу між удобреними і удобреними ділянками була більш суттєва і відповідно перевищувала контроль на 1,6–4,5 г/м² за добу або на 14–39%. У другій половині вегетації у міжфазний період цвітіння – молочно-воскова стиглість зерна величина цього показника практично не змінювалась при внесенні повного мінерального добрива. Різниця між рослинами з внесенням повного мінерального живлення і контролем становила 0,4–1,0 г/м² за добу. Також слід відмітити, що внесення лише фосфорно-калійного фону без застосування азотних добрив на чисту продуктивність фотосинтезу практично не впливало і величина її залишалась на рівні варіанту без добрив.

Швидкість утворення листків, тривалість їхньої життєдіяльності обумовлюють не тільки інтенсивність наростання площі листової поверхні,

але і сприяють збільшенню потужності фотосинтетичного потенціалу посівів сорго зернового, який виражений в млн. м² днів/га. Як видно із даних рис. 1, максимальний фотосинтетичний потенціал формували посіви з високими дозами внесення азотних добрив, які здійснювали найбільший вплив на його розвиток.

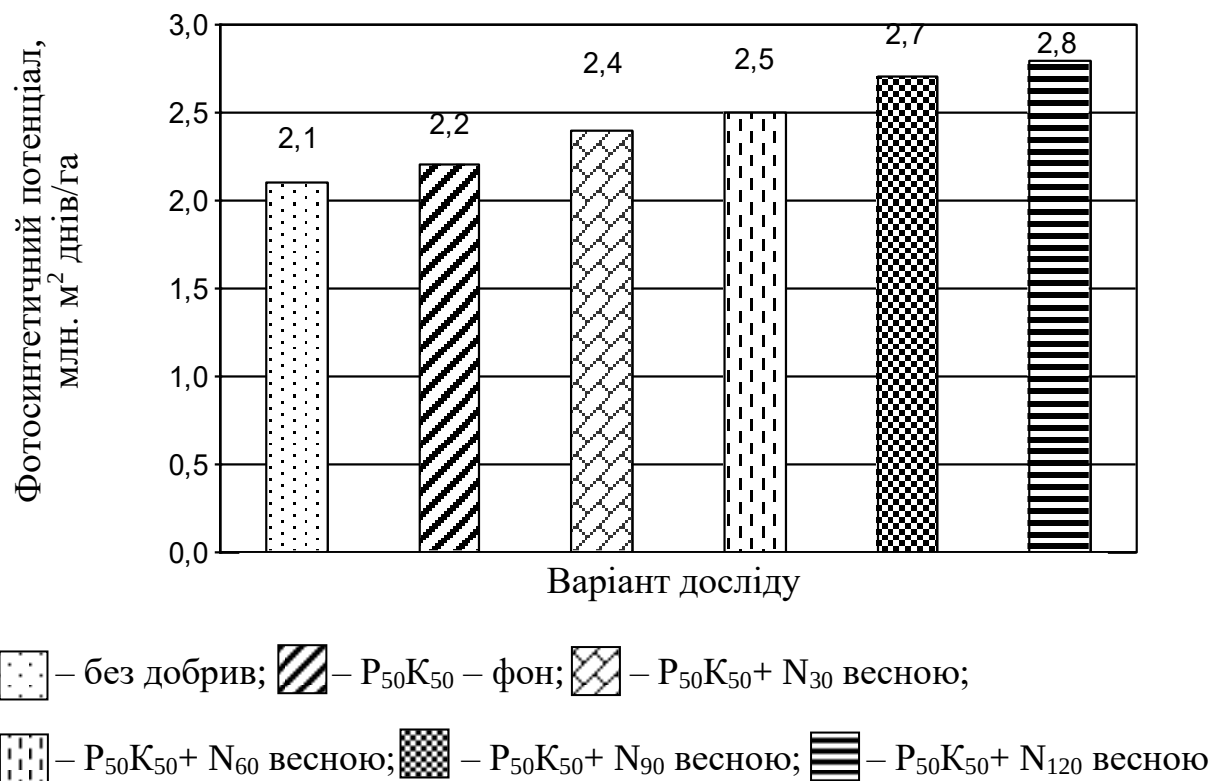


Рис. 1. Вплив мінерального живлення на величину фотосинтетичного потенціалу (2023 – 2024 рр.), млн. м² днів/га

Збільшення дози внесення азоту з N₃₀ до N₁₂₀ на фоні P₅₀K₅₀, у порівнянні з варіантом без внесення добрив, призвело до підвищення величини фотосинтетичного потенціалу на 0,3–0,7 млн. м² днів/га (або на 14–33%). Внесення фосфорних і калійних добрив сприяло лише незначному підвищенню цієї величини на 0,1 млн. м² днів/га (на 5%).

У результаті математичної обробки даних за допомогою регресійного аналізу встановлено тісну кореляційну залежність (рис. 2) між фотосинтетичним потенціалом і врожайністю сорго зернового (коефіцієнт кореляції 0,9893), яка описується таким рівнянням регресії:

$$Y = -5x^2 + 53,073x - 30,988, \text{ де}$$

Y – урожайність зерна, т/га;

x – фотосинтетичний потенціал, млн. м² днів/га

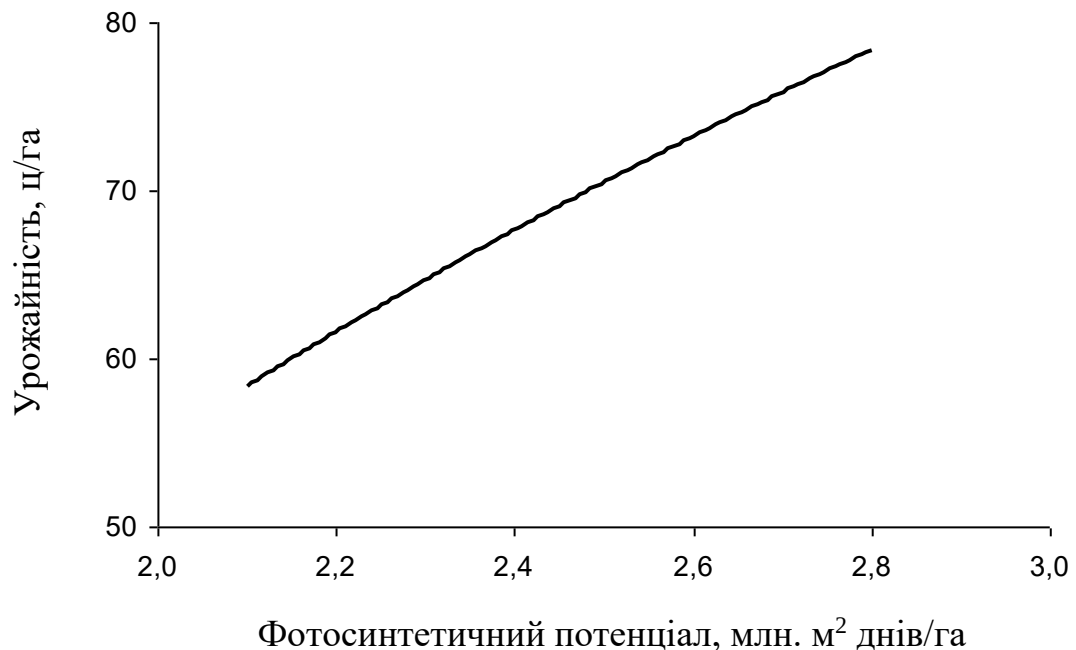


Рис. 2. Вплив фотосинтетичного потенціалу на врожайність сорго зернового, 2023 – 2024 рр.

Отже, в результаті проведених досліджень, встановлено, що шляхом регулювання мінерального живлення рослин, особливо азотного, можна цілеспрямовано впливати на розвиток формування асиміляційної поверхні культури, підтримувати роботу фотосинтетичного апарату по біосинтезу органічних сполук на більш високому рівні, що в кінцевому результаті вплине на загальну продуктивність сорго зернового.

4.4 Вплив удобрення на врожайність зерна сорго зернового

На формування врожаю сільськогосподарських культур впливає безліч факторів, серед яких найважливіше значення відіграє наявність у ґрунті

поживних речовин у легко доступній формі. Внесення мінеральних добрив забезпечує створення сприятливих умов живлення. Застосування їх, як відзначають багато вчених, сприяє значному підвищенню врожаю зерна сорго [66, 67].

Висновки вчених про вплив окремих елементів живлення на продуктивність сорго досить різні, й часто суперечливі. Так, за даними дослідної станції в Гарден Сіті (США), чутливості рослин на внесення P_2O_5 не спостерігали [68]. Така ж закономірність відмічена і при внесенні під сорго в південному Степу України одних фосфорних добрив у нормі P_{90} [69].

У той же час на чорноземних ґрунтах особливе значення мають саме фосфорні добрива. Тут рекомендують вносити їх у ґрунт у вигляді суперфосфату в кількості 50–80 кг P_2O_5 /га. В умовах півдня Ростовської області Російської Федерації перевага надається також фосфорним добривам, де кращим співвідношенням азоту до фосфору вважають як 1 : 1,4 [67].

Не відмічено прибавки врожаю від внесення калійних добрив на ґрунтах із високим вмістом обмінного калію. Відзначається, що проявляють вони себе тільки у складі повного мінерального добрива [34]. Проте вчені на тих же чорноземних ґрунтах рекомендують вносити по 40–60 кг K_2O /га [70].

Суперечливі висновки вчених і про вплив азоту на продуктивність сорго. Так, деякі з них відмічають, що внесення одних азотних добрив підвищує врожайність [71]. У той же час внесення додаткової норми азоту не забезпечувало прибавки врожаю. Досліди, які були проведені в Бразилії та Франції, показали, що приріст урожаю був пов'язаний з використанням саме високих норм азотних добрив [32].

За внесення повного мінерального добрива збільшення врожаю забезпечував, в основному, також азот. Фосфор у складі повного мінерального добрива сприяє лише деякому підвищенню врожаю [71].

Найбільший ефект при вирощуванні сорго в умовах без зрошення забезпечує застосування саме повного мінерального добрива [66].

Результати наших досліджень показали, що не дивлячись на різні

погодні умови у роки проведення досліджень культура сорго формувала досить високий і стабільний врожай зерна. Не дивлячись на те, що чорнозем опідзолений характеризується достатньо високим рівнем природної родючості, врожайність сорго зернового на неудобрених ділянках по роках досліджень (57,1–60,3 ц/га) значно поступалась врожайності, яку отримали на інших варіантах досліду (табл. 5). Як видно із даних таблиці, вирішальне значення в підвищенні приросту врожаю залишається за азотними добривами.

Таблиця 5

Урожайність зерна сорго зернового залежно від удобрення

Варіант досліду	Рік досліджень		Середнє за два роки	Приріст врожаю	
	2023	2024		ц/га	%
Без добрив	60,3	57,1	58,7	–	–
P ₅₀ K ₅₀ – фон	63,1	59,7	61,4	2,7	5
P ₅₀ K ₅₀ + N ₃₀ весною	68,8	64,0	66,4	7,7	13
P ₅₀ K ₅₀ + N ₆₀ весною	73,9	69,4	71,7	13,0	22
P ₅₀ K ₅₀ + N ₉₀ весною	78,4	73,4	75,9	17,2	29
P ₅₀ K ₅₀ + N ₁₂₀ весною	80,6	75,8	78,2	19,5	33
НІР ₀₅	4,25	3,80			

Дослідження показали, що 2023 рік за своїми погодними умовами був кращим за 2024 р. У цьому році, кількість опадів, яка випала за період вегетації, перевищувала середньобаторічну норму на 20 мм, а минулорічну – на 134 мм. З досліджень видно, що максимальний вплив на продуктивність сорго зернового мав азот порівняно з іншими основними елементами живлення. Так, у контрольному варіанті врожайність сорго зернового була на рівні 60,3 ц/га, а при внесенні фосфорних і калійних добрив вона зростала лише на – 2,8 ц/га або на 4,6%, а коли на цьому ж фоні застосували азотні добрива, то приріст урожайності у порівнянні з

контролем склав – 8,5–20,3 ц/га, відповідно 13–33%. Слід відмітити, що кращим у 2023 році був варіант з дозою внесення 90 кг/га д.р. азотних добрив на фоні $P_{50}K_{50}$, який забезпечив підвищення врожайності на 18,1 ц/га або на 30% і забезпечував достовірний приріст врожаю $HP_{0,05}$ – 4,25 ц/га (дод. Ж). Внесення 120 кг/га азотних добрив не давало достовірної прибавки врожаю, у порівнянні з попереднім варіантом.

За роки досліджень найнижча врожайність зерна сорго зернового була у 2024 році (табл. 5). Наші дослідження показали, що внесення добрив по-різному впливало на рівень врожаю. Збільшення дози внесення азотних добрив на фосфорно-калійному фоні з N_{30} до N_{120} забезпечило приріст врожаю зерна сорго в порівнянні з неудобреними ділянками на 6,9–18,7 ц/га. Проаналізувавши варіанти досліді з дозами внесення добрив під сорго зернове в 2024 році, можна зробити висновок, що кращим варіантом, де був достовірний приріст врожаю на рівні 16,3 ц/га, була доза – N_{90} внесена під передпосівну культивуацію, яка перевищувала показник $HP_{0,05}$ (3,80 ц/га) і забезпечувала достовірність досліді (дод. З). Подальше збільшення дози внесення азоту не давало достовірного приросту врожаю.

Проаналізувавши дані дворічних спостережень в досліді, нами встановлено, що сорго позитивно реагує на підвищення дози азоту у складі повного мінерального добрива. У залежності від дози внесення вони забезпечували в середньому за два роки досліджень 7,7–19,5 ц/га приросту врожаю, або 13–33% у порівнянні з контрольним варіантом. Внесення фосфорно-калійного фону ($P_{50}K_{50}$) забезпечувало приріст врожаю у порівнянні з варіантом без добрив лише на 2,7 ц/га або 5%.

Отже, в результаті проведених дворічних досліджень, встановлено, що найефективнішою дозою добрив під сорго зернове для умов Правобережного Лісостепу України Вінницької області є $N_{90}P_{50}K_{50}$, із внесенням фосфорних і калійних добрив з осені під основний обробіток ґрунту, а азотних у дозі N_{90} – весною під передпосівну культивуацію, яка забезпечує приріст урожайності – 17,2 ц/га або 29%.

4.5 Вплив удобрення на якісні показники врожаю зерна сорго

Поряд зі збільшенням виробництва сільськогосподарських продуктів найважливішим завданням є подальше підвищення їх якості. Вирощування зернових культур без намагання істотно покращити їх якісний склад є неповноцінним заходом.

З розвитком науки і техніки у товарознавчій практиці почали застосовувати різні методи оцінки якості продуктів за допомогою приладів. Якісні показники зерна визначають як за фізичними, до яких відносяться форма, розмір, маса 1000 зерен та ін., так і за біохімічними показниками – визначення амінокислотного складу зерна, жирів, білків, вуглеводів, вітамінів тощо. Зрозуміло, що значення окремих з них неоднакове. Багато їх досить специфічні і виявляти їх слід тільки для окремих партій зерна певної культури, що використовується на точно визначені потреби. Проте існують також і універсальні ознаки, за якими можна дістати уявлення про основи харчової і технічної цінності будь-якої партії зерна.

Слід також відмітити, що якість будь-якої рослинної сировини, що виробляється в сільському господарстві, залежить від багатьох факторів. Так, харчова і технологічна цінність зерна і насіння різних культур перебуває в прямій залежності від сорту, агротехніки (грунтового складу; попередників у сівозміні; доз, строків, складу та способів внесення добрив), кліматичних факторів (включаючи й особливості погоди даного року), умов, способів і строків збирання врожаю, післязбирального обробітку, транспортування і зберігання [72].

Визначенням показників якості зерна сорго зернового займалось багато вчених. У своїх роботах вони відмічали, що внесення мінеральних добрив не тільки підвищувало врожайність культури, але й покращувало якість зерна [73, 74].

Як показали наші дослідження, застосування мінеральних добрив позитивно впливало на показники якості зерна сорго зернового (рис. 3). Як

видно з даних рис. 3 на масу 1000 зерен, з основних елементів живлення, найбільший вплив мав азот.

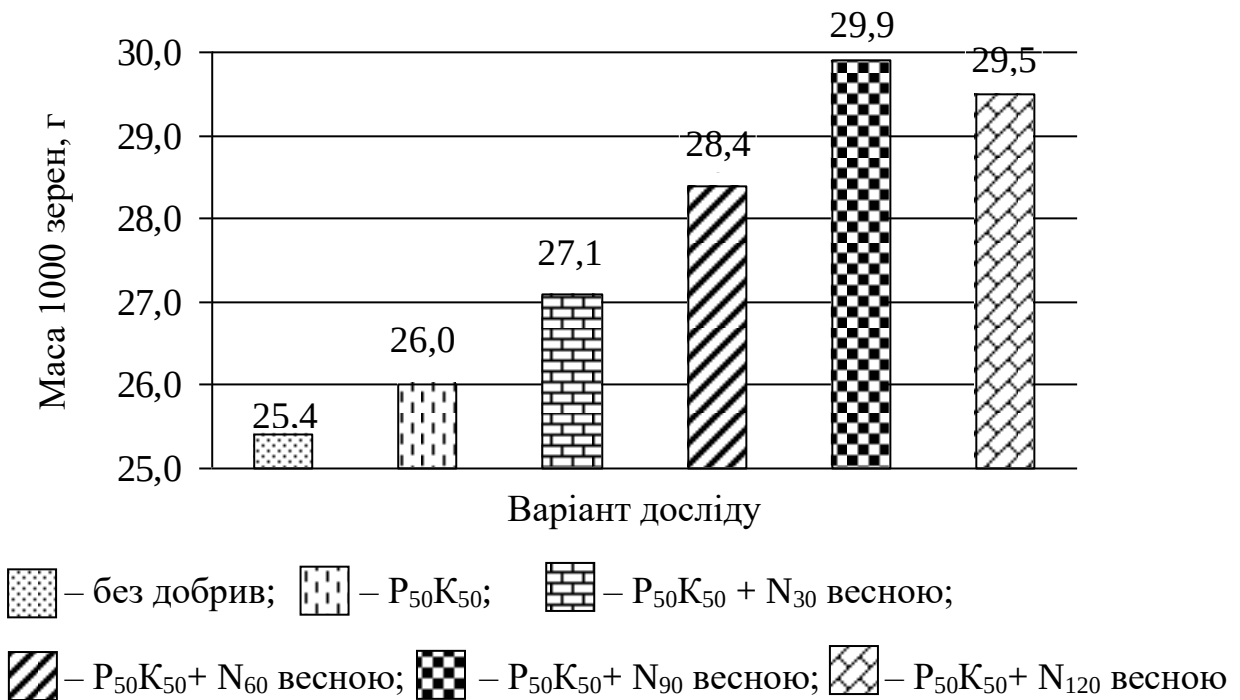


Рис. 3. Маса 1000 зерен сорго зернового залежно від мінерального живлення, (2023 – 2024 рр.), г

Внесення мінеральних добрив у повному складі підвищувало масу 1000 зерен у порівнянні з варіантом без добрив на 7–11%. Слід також відмітити, що маса 1000 зерен максимальною була у рослин на варіантах дослідження, де вносили 90 кг/га азоту на фосфорно-калійному фоні, яка відповідно становила – 29,9 г. Подальше збільшення дози внесення азотних добрив не призводило до підвищення цієї величини. Внесення лише фону ($P_{50}K_{50}$) майже не впливало на цей показник і залишало його на рівні контролю.

Можливість і доцільність використання зерна різних культур на різні потреби визначаються насамперед особливостями хімічного їх складу. Відомо також, що вміст різних речовин у зерні і насінні кожної культури варіює навіть у межах одного сорту, залежно від кліматичних умов, ґрунту, агротехніки та інших факторів. Проте при значному коливанні у вмісті тієї або іншої групи речовин зберігаються специфічні особливості, властиві зерну і насінню певного роду і виду.

Будь-яке зерно і насіння містять всі основні групи органічних сполук (білки, жири і вуглеводи, пігменти, вітаміни, ферменти), мінеральні речовини і воду. Дослідження показали, що застосування добрив впливає на параметри показників якості зерна сорго зернового (табл. 6).

Таблиця 6

Зміна показників якості зерна сорго під впливом мінерального живлення,
2023 – 2024 рр.

Варіант досліджу	Вміст, % на суху речовину				
	протеїн	клітковина	жир	зола	БЕР
Без добрив	9,4	1,86	3,42	1,72	80,1
P ₅₀ K ₅₀ – фон	9,6	1,91	3,46	1,74	79,4
P ₅₀ K ₅₀ +N ₃₀ весною	10,2	1,98	3,52	1,79	78,8
P ₅₀ K ₅₀ +N ₆₀ весною	10,8	2,06	3,60	1,82	78,5
P ₅₀ K ₅₀ +N ₉₀ весною	11,4	2,10	3,66	1,84	78,2
P ₅₀ K ₅₀ +N ₁₂₀ весною	11,6	2,12	3,68	1,83	78,0

На вміст протеїну в зерні переважно впливали азотні добрива. Так, якщо прибавка вмісту протеїну від внесення P₅₀K₅₀ склала в середньому за два роки досліджень 0,2%, то внесення N₃₀ на цьому ж фоні збільшило цей показник до 0,8% при вмісті на контролі без добрив 9,4%. Подальше підвищення дози внесення азоту на фосфорно-калійному фоні суттєво підвищувало вміст протеїну в зерні сорго зернового на 1,4–2,2%.

Під впливом добрив вміст клітковини також змінювався. Внесення азотних добрив у повному складі забезпечило збільшення вмісту клітковини на 0,12–0,26% у порівнянні з вмістом у варіанті без добрив (1,86%). Але слід відмітити, що внесення високих доз азоту (120 кг/га) майже не сприяло підвищенню величини цього показника і вміст її залишався на оптимальному рівні у варіанті, де вносили N₉₀. Внесення лише фосфорних і калійних добрив не мало істотного впливу на вміст клітковини в зерні сорго, і він залишався на рівні контролю без добрив.

Вміст в урожаї золи також змінювався під впливом мінеральних добрив, але не так суттєво, як попередні показники якості, переважно збільшення її величини можливо було прослідкувати лише від дії на рослину азотних добрив, так як фосфорні та калійні добрива вносились в однаковій дозі. Як видно з даних табл. 4.5, вміст золи максимального значення набув у варіанті з дозою внесення 90 кг/га азотних добрив і відповідно становив 1,84%, що на 0,12% більше від контролю. Подальше підвищення дози внесення азоту на фоні $P_{50}K_{50}$ призводило до зниження цього показника.

Дослідження, проведені з визначення вмісту жиру в зерні сорго (табл. 6), показали, що його величина у варіантах досліду з внесенням добрив у порівнянні з контролем змінювалась дуже мало. Отримані результати дозволяють відмітити лише тенденцію підвищення вмісту жиру в зерні сорго зернового при збільшенні дози внесення азотних добрив на фосфорно-калійному фоні. Значне підвищення спостерігалось на варіантах з внесенням азотних добрив у дозах N_{90-120} , де різниця над контролем складала 0,24–0,26%.

Що стосується вмісту безазотних екстрактивних речовин в зерні сорго, то тут слід відмітити, що в усіх варіантах з удобренням, вміст, у порівнянні з контролем (80,1%), знижувався і величина зниження становила 0,7–2,1% у залежності від співвідношення добрив.

Отже, підсумовуючи можна сказати, що застосування мінеральних добрив в різних дозах під сорго зернове позитивно впливає на якісні показники врожаю. На вміст протеїну в зерні максимально впливали саме азотні добрива. На інші показники якості врожаю (вміст клітковини, золи, жиру) удобрення також впливало позитивно, лише вміст БЕР знижувався в усіх удобрених варіантах.

РОЗДІЛ 5

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ДОБРИВ ПРИ ВИРОЩУВАННІ СОРГО ЗЕРНОВОГО

Сучасний розвиток аграрного виробництва в умовах поглиблення ринкових механізмів господарювання вимагає розробки і впровадження більш досконалих елементів систем ведення землеробства і, особливо, застосування екологічного і економічно обґрунтованих факторів інтенсифікації вирощування продукції рослинництва. Виходячи з цього, доцільно проаналізувати елементи технології вирощування сорго зернового і розкрити можливі резерви підвищення економічної ефективності його виробництва, починаючи з встановлення раціональних режимів його живлення.

Ступінь економічної ефективності будь-якого матеріального виробництва, в тому числі і сільськогосподарського, полягає у визначенні величини ефекту одержаного на одиницю витрат виробничих ресурсів чи загалом задіяного їх обсягу для одержання цього ефекту [75]. Одним із основних завдань економічної ефективності є виявлення межі застосування добрив у сільському господарстві на тому рівні, коли вона буде економічно вигідна і енергетично доцільна. Економічна ефективність виробництва характеризується ростом об'ємів отримання високоякісної продукції при найменших витратах праці та коштів на її одиницю.

За літературними даними найбільший вплив у підвищенні приросту врожаю сільськогосподарських культур відіграють добрива. І. Марчук відмічає, що в нашій країні частка впливу добрив на приріст врожаю складає 30–70%, в Європі – до 50% [76]. Вважають, що підвищення норм внесення добрив економічно доцільне доти, поки остання їх одиниця підвищує врожайність, хоча і не дає прибутку, але витрати на використання окуповуються вартістю приросту врожаю. Результати аналізу ефективності внесених добрив повинні бути направлені на пошук

шляхів зростання їх господарської ефективності, визначення пріоритетних напрямків їх застосування, обґрунтування оптимальних норм і доз та економічну доцільність інших елементів системи удобрення з метою одержання високих приростів урожаю і прибутків від наявних ресурсів добрив.

На даний час, складність розрахунків економічної ефективності застосування добрив полягає у диспаритеті та нестабільності цін на сільськогосподарську і промислову продукцію (мінеральні добрива, техніку для їх внесення, паливо-мастильні матеріали). Високі ціни на придбання мінеральних добрив та значні витрати на їх застосування потребують нових методичних підходів до оптимізації системи удобрення для економії ресурсів та отримання прибутків.

В основу проведених розрахунків економічної ефективності покладено ціни на сільськогосподарську продукцію і мінеральні добрива, що склалися на біржовому ринку України в 2024 році. Вартість 1 т сорго зернового становила – 6020 грн, 1 кг насіння – 210 грн, мінеральних добрив (у фізичній масі): аміачна селітра – 7100 грн/т, суперфосфат – 8500, калію хлористого – 9000 грн/т. До витрат, пов'язаних із застосуванням добрив, враховували також витрати на навантаження, перевезення і внесення їх, а також на збирання, транспортування і доведення до кондиції додаткового врожаю, отриманого за рахунок добрив.

В результаті проведених досліджень встановлено, що одержаний за рахунок застосування мінеральних добрив середньорічний приріст врожаю має економічну ефективність, оскільки вартість прибавки врожаю на 1 га становить – 3010,0–10113,6 грн (табл. 7). Найменший приріст (3010,0 грн) від прибавки врожаю відмічений при внесенні лише N_{30} на фосфорно-калійному фоні ($P_{50}K_{50}$), максимальний (10113,6 грн) – у варіанті з нормою внесення $P_{50}K_{50}+N_{120}$ весною. Також слід відмітити, що з основних елементів живлення повного мінерального добрива максимальний вплив на приріст вартості врожаю був від застосування саме азотного добрива.

Економічна ефективність застосування добрив при вирощуванні
сорго зернового

Варіанти дослідів	$P_{50}K_{50} - \text{фон}$	$P_{50}K_{50} + N_{30} \text{ весною}$	$P_{50}K_{50} + N_{60} \text{ весною}$	$P_{50}K_{50} + N_{90} \text{ весною}$	$P_{50}K_{50} + N_{120} \text{ весною}$
Приріст врожаю, ц/га	2,7	7,7	13,0	17,2	19,5
Вартість приросту врожаю, грн/га	1625,4	4635,4	7826,0	10354,4	11739,0
Витрати, пов'язані із застосуванням добрив, грн/га	2872,0	3496,8	4124,9	4751,4	5417,9
Умовно чистий дохід, грн/га	-1246,6	1138,6	3701,1	5603,0	6321,1
Рівень рентабельності за умовно чистим доходом, %	-43	32	90	118	116
Окупність 1 кг NPK чистим доходом, грн	-12,5	8,8	23,1	29,5	28,7
Чистий дохід на 1 грн витрат, грн	-0,4	0,3	0,9	1,2	1,1

Одним із основних показників при розрахунках економічної ефективності є ефект від застосування добрив. Він складає різницю між вартістю приросту та витратами, пов'язаними із застосуванням добрив (1138,6–6321,1 грн/га), значна частина з яких припадає на вартість їх придбання – 90–95%.

Економічна оцінка результатів досліджень показала, що додатній умовно чистий дохід з 1 га було отримано у варіантах дослідів, де у складі добрив вносили азот. Слід зазначити, що внесення лише $P_{50}K_{50}$ дало негативний результат, оскільки нами був отриманий на даному варіанті від'ємний показник умовно чистого доходу (-1246,6). Максимальний умовно чистий дохід з 1 га нами отримано при застосуванні повного мінерального

добрива у дозі Фон + N₉₀₋₁₂₀, який відповідно становив – 5603,0–6321,1 грн.

У розрахунках економічної ефективності важливим показником також є рівень рентабельності. У нашому досліді максимальний рівень рентабельності – 118%, був отриманий у варіанті з внесенням N₉₀ на фоні P₅₀K₅₀.

Проведені розрахунки показали, що на 1 грн витрат у тих варіантах досліді, де вносили азотні добрива у дозі від 30 до 120 кг/га, припадало 0,3–1,2 грн чистого доходу. Максимальним показник – 1,2 грн був у варіанті з внесенням на фосфорно-калійному фоні N₉₀. Дані окупності 1 кг NPK чистим доходом також підтверджують висновок, що кращим варіантом при вирощуванні сорго зернового був варіант з внесення N₉₀ на фоні P₅₀K₅₀, який мав кращий показник окупності чистим доходом – 29,5 грн/кг добрив.

Отже, економічний аналіз показав, що найбільш економічно вигідним у технології вирощування сорго зернового в умовах Правобережного Лісостепу України є внесення 90 кг/га азотних добрив навесні під культивуацію на фоні P₅₀K₅₀, при якому умовно чистий дохід складав 5603,0 грн/га і рівень рентабельності 118%. Підвищення або зменшення дози азоту на цьому фоні зменшує рівень рентабельності і окупність 1 кг NPK чистим доходом.

РОЗДІЛ 6

ОРГАНІЗАЦІЯ ОХОРОНИ ПРАЦІ І МОДЕЛЮВАННЯ ВИРОБНИЧИХ НЕБЕЗПЕК ПІД ЧАС ВНЕСЕННЯ ДОБРІВ ТА ЗАХОДИ ЇХ ЗНИЖЕННЯ ВИРОЩУВАННІ СОРГО

Кожний небезпечний виробничий фактор незалежно від його виду, рівня та інших властивостей має певну зону своєї дії. Якщо розміри цієї зони мають чітко фіксовані значення, то її можна вважати постійною.

У деяких випадках небезпечний виробничий фактор може значно виходити за межі визначеної зони. Ось чому кожен працюючий на конкретній машині завжди повинен добре знати про таку небезпеку.

Небезпечна дія – це така дія працюючого, яка суперечить науково обґрунтованим нормам професійної поведінки при виконанні конкретного виробничого завдання [77].

Небезпечні умови можуть визначатися недоліками конструкцій машин, технологічного обладнання і процесів, низьким рівнем організації виробництва, недостатньою надійністю використовуваних засобів праці тощо.

Рослинницький технологічний комплекс АПК є один із великих осередків локалізації сільськогосподарського травматизму (26% нещасних випадків з тимчасовою втратою працездатності і 35,2% – з летальним наслідком), тому розробка основних напрямків профілактики в цій галузі відноситься до числа найбільш актуальних завдань охорони праці в сільському господарстві.

Рослинництво як галузь включає в себе виробництво різних видів сільськогосподарських культур, тому дослідження травматизму по кожній із них являє собою досить важке завдання, яке можна успішно вирішити методом виробничого дослідження травматизму.

Основними джерелами травматизму з тимчасовою втратою працездатності і летальним наслідком при виробництві зерна і кормів є мобільні машини (52,2 і 76,5% відповідно, в тому числі трактори – 25 і 54,1%, комбайни – 11,4 і 11,2%, автомобілі – 3,6 і 11%), стаціонарні і

пересувні машини (15,0 і 11,3%, в тому числі зерноочисні – 9%, зерноавантажувальні – 2,14%). Ці показники дають підставу вважати, що етіологія травматизму в рослинництві є найбільш машинною в порівнянні з іншими галузями сільського господарства [78].

Основний контингент потерпілих внаслідок нещасних випадків, складають механізатори – 53,5%, з них трактористи-машиністи – 34,3%, комбайнери – 8,6%, водії транспортних засобів – 7,8%, стаціонарних і пересувних – 5,7%, при падінні – 6,42%.

Головними причинами травмування є незадовільна організація праці (41,1%), незадовільний технічний стан машин (12%). Причинами значної частини нещасних випадків є необережні дії потерпілих (30%), перебування в зоні деталей, що рухаються, і робочих органів машин (13,6%), оперування з вузлами мобільних машин при працюючому двигуні і під піднятими платформами (12,2%), порушення правил дорожнього руху (5%).

Забезпечення безпечних та нешкідливих умов праці у рослинництві є однією з найважливіших умов підвищення соціально-економічної ефективності. Через те що ефективність профілактики виробничого травматизму і професійної захворюваності в першу чергу залежить від якісного їх аналізу, тому і пропонується зробити такий аналіз на прикладі процесу удобрення сорго зернового.

Для запобігання нещасних випадків на виробництві та аналізу існуючих або потенційних небезпек застосовують метод моделювання процесів формування та виникнення травмонебезпечних і аварійних ситуацій, суть якого полягає у вивченні прогнозованого об'єкту та перенесенні закономірності його змін у минулому та сьогоденні на майбутнє.

При роботі з добривами може виникнути безліч різних небезпечних ситуацій, які в деяких випадках призводять як до легкого травматизму, так і до летальних випадків.

Аналізуючи кожну з побудованих логічних моделей процесів формування, а також можливого виникнення травмонебезпечних ситуацій

завжди можна знайти подію з якої починається небезпечний процес і до виникнення небезпечних наслідків [79].

Розглянемо небезпечні умови і небезпечні дії на прикладі внесення мінеральних добрив:

Небезпечні умови:

- НУ1 – можлива технічна несправність гідросистеми;
- НУ2 – розкидач мінеральних добрив не обладнаний захисними щитками;

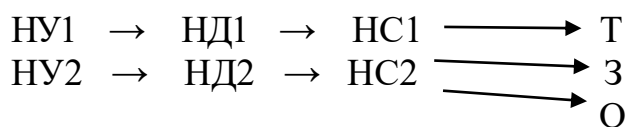
Небезпечні дії:

- НД1 – тракторист проводить технічне обслуговування розкидача мінеральних добрив під час завантаження добрив у розкидач;
- НД2 – тракторист працює без засобів захисту;

Небезпечні ситуації:

- НС1 – можливе опускання розкидача на тракториста;
- НС2 – попадання збитого добрива у кабінку;
- Т – травма;
- З – захворювання;
- О – отруєння.

Блок-схема процесу формування та виникнення небезпечних ситуацій:



Для запобігання небезпечних ситуацій під час внесення мінеральних добрив необхідно впроваджувати наступні заходи з охорони праці:

- Організовувати постійний контроль за технічним станом агрегатів;
- Посилити контроль з боку спеціалістів за дотриманням техніки безпеки і охорони праці працівників;
- Підвищити якість проведення навчання і інструктажів з обов’язковою перевіркою знань.

РОЗДІЛ 7

ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА ПРИ ВИРОЩУВАННІ СОРГО ЗЕРНОВОГО ЗАЛЕЖНО ВІД УДОБРЕННЯ

Інтенсифікація виробництва, широке впровадження інтенсивних технологій при вирощуванні сільськогосподарських культур, використання в підвищених нормах органічних і мінеральних добрив, пестицидів та інших хімічних сполук порушують природні умови і забруднюють навколишнє середовище, тому збереження в чистоті навколишнього середовища набуває важливого державного значення.

Необхідність охорони природи в нашій країні закріплена законодавчо. В інтересах нинішніх і майбутніх поколінь здійснюються необхідні заходи для охорони і науково обґрунтованого, раціонального використання землі та її надр, водних ресурсів, рослинного і тваринного світу, для збереження в чистоті повітря і води, забезпечення відтворення природних багатств і поліпшення середовища, яке оточує людину.

Основне завдання природоохоронних служб полягає в тому, щоб повсюди впроваджувалися природоохоронні, ресурсозберігаючі технології, які б забезпечували збереження в чистоті воду, повітря, одержання екологічно чистих продуктів. Особливе значення надається правильній системі удобрення сільськогосподарських культур. Поряд з підвищенням урожайності і поліпшенням якості продукції на перший план слід поставити такі питання, як збереження і підвищення родючості ґрунтів на основі ефективного застосування добрив, раціональне використання природних угідь, запобігання змиву і вимиванню поживних речовин дощовими, талими і ґрунтовими водами, своєчасне проведення рекультивації земель, успішне здійснення заходів боротьби з ерозією і техногенним забрудненням навколишнього середовища.

Система удобрення культур в сівозміні повинна забезпечувати правильне поєднання органічних і мінеральних добрив, внесення їх в оптимальних нормах і співвідношеннях. При виборі форм і норм добрив потрібно враховувати не лише задоволення потреб рослин в елементах живлення, перетворення їх у ґрунті залежно від періоду внесення, а також можливість нагромадження в сільськогосподарських продуктах і кормах токсичних речовин.

Так, у зв'язку з великою рухомістю азоту він вимивається з ґрунту, і концентрація його в річках і озера в зоні інтенсивного застосування азотних добрив може бути дуже високою і перевищувати граничнодопустимі норми. Тому застосування азотних добрив має бути в оптимальних дозах, щоб не мати негативної дії на навколишнє середовище [80].

Проте потрібно мати на увазі, що застосування необґрунтовано високих норм фосфорних добрив призводить до зниження засвоюваності рослинами мікроелементів і викликає забрудненість ґрунту фтором, що міститься в добривах. Фтор має високу хімічну активність і тому є небезпечним для здоров'я людей і тварин.

У результаті низької утилізації фосфорні добрива мають високий вміст фтору: від 1,5 – у суперфосфаті, до 3–5% – у амофосі. При внесенні 60 кг фосфору у вигляді суперфосфату в ґрунт потрапляє до 6–8 кг фтору. При вирощуванні сільськогосподарських культур на ґрунтах, де вносилися сполуки з фтором, вміст фтору в продуктах збільшується в декілька разів – до 2–10 мг/кг. Підвищенні дози фтору знижують продуктивність тварин, пригнічують їх розвиток, викликають отруєння. У людей вони викликають руйнування емалі зубів і є основною причиною захворювання на остеосклероз.

Крім того, з фосфорними добривами в ґрунт надходять важкі метали (Cd, Pb, Ni), що характеризується високою токсичністю і здатністю

нагромаджуватися в організмі людини і тварини. За даними італійських вчених, при внесенні 150 кг/га P_2O_5 у формі суперфосфату в ґрунт потрапляє 290 г/га свинцю, 180 – нікелю, 25 г/га кадмію, при внесенні амофосу відповідно – 440, 44, 23,3 г/га. Попадаючи в організм тварин із кормами, ці елементи викликають анемію і параліч кінцівок. При споживанні природних вод, багатих фтором, можуть отруюватися і люди. Симптоми отруєння проявляються в порушенні мозкової діяльності, виявленні сліпоті.

Тому удосконалення технологій застосування добрив повинно поєднуватися з впровадженням нових прогресивних агротехнічних і гідротехнічних заходів. Дотримання науково обґрунтованих заходів при застосуванні добрив, удосконалення способів їх внесення дасть змогу повністю ліквідувати негативну дію добрив на людину та навколишнє середовище [81].

ВИСНОВКИ

В результаті проведених досліджень з вивчення впливу різних норм азотних добрив на фосфорно-калійному фоні на чорноземі опідзоленому Правобережного Лісостепу України, можна зробити такі попередні висновки:

1. Для реалізації генетичного потенціалу сорго зернового необхідно вносити під нього повне мінеральне добриво. Проте досліджень з цього питання в умовах Правобережного Лісостепу на чорноземі опідзоленому проведено недостатньо.

2. Найбільш інтенсивний ріст рослин сорго відбувається у період виходу в трубку – цвітіння волоті. Добрива позитивно впливають на середньодобові прирости. Так, зі збільшенням дози внесення азотних добрив з 30 кг/га до 120 кг/га на фоні $P_{50}K_{50}$, у динаміці, різниця приросту рослин у висоту, порівнюючи з контролем збільшувалась на 2,3–12,2 см. Це ще раз підтверджує, що азот – має максимальний вплив на ріст рослин сорго зернового у висоту.

3. Листкова поверхня у рослин сорго максимальних розмірів досягає у період цвітіння волоті. Внесення $P_{50}K_{50} + N_{90}$ весною збільшило її, порівняно з неудобреними рослинами, у період кушіння на 0,8 тис. $m^2/га$, вихід у трубку – 5,7, цвітіння – на 9,7 і повної стиглості зерна – на 7,3 тис. $m^2/га$.

4. Максимальної величини чиста продуктивність фотосинтезу сорго зернового (15,6–16,1 $г/м^2$ за добу) досягала у міжфазний період – вихід у трубку–цвітіння, при внесенні N_{90-120} весною на фоні $P_{50}K_{50}$.

5. Фотосинтетичний потенціал змінювався відповідно до площі листкової поверхні. При внесенні $P_{50}K_{50} + N_{30}$ весною він збільшився, порівняно з неудобреним контролем, на 14,3%, $P_{50}K_{50} + N_{60}$ – на 19,0 і $P_{50}K_{50} + N_{90-120}$ – на 28,6–33,3%.

6. Фотосинтетичний потенціал тісно корелює з рівнем урожаю, де коефіцієнт кореляції відповідно становить 0,9893.

7. Рівень урожайності зерна сорго зернового значно підвищується під впливом застосування добрив, а також залежить від доз їх внесення. Найбільше на нього впливає рівень азотного живлення. Найефективнішою дозою добрив під сорго зернове є $N_{90}P_{50}K_{50}$, із внесенням фосфорних і калійних добрив з осені під основний обробіток ґрунту, а азотних у дозі N_{90} – весною під передпосівну культивуацію, яка забезпечує приріст урожайності – 17,2 ц/га або 29%

8. Маса 1000 зерен при застосуванні добрив, і особливо азотних, збільшуються у порівнянні з варіантом без добрив на 7–11 відсотків, а максимальною вона була при внесенні $P_{50}K_{50} + N_{90}$, яка відповідно складала 29,9 г.

9. З основних елементів живлення лише азот істотно впливав на показники якості зерна сорго. При цьому у варіанті $P_{50}K_{50} + N_{90-120}$ весною порівняно з фоном ($P_{50}K_{50}$) вміст протеїну підвищувався з 9,6 до 11,4–11,6%, клітковини – з 1,91 до 2,10–2,12%, жиру – з 3,46 до 3,66–3,68%, а вміст золи і БЕР залишається майже на одному рівні.

10. Максимальний рівень рентабельності – 118%, був отриманий при внесенні 90 кг/га азотних добрив навесні під культивуацію на фоні $P_{50}K_{50}$, при якому умовно чистий дохід складав 5603,0 грн/га, а окупність 1 кг NPK чистим доходом – 29,5 грн.

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

При вирощуванні ранньостиглого гібриду сорго зернового Понкі, в умовах Правобережного Лісостепу, для одержання високого врожаю зерна з відповідно високими показниками якості, рекомендуємо вносити $N_{90}P_{50}K_{50}$, із внесенням фосфорних і калійних добрив з осені під основний обробіток ґрунту, а азотних у дозі N_{90} – весною під передпосівну культивуацію.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ключников Н.А., Бельтюков Л.П., Агафонов Е.В. Продуктивность зернового сорго в зависимости от минерального питания // Кукуруза и сорго. – 2002. – №2. – С.22 – 23.
2. Климович П.В. Умови азотного живлення рослин сорго зернового залежно від доз і строків внесення азотних добрив // Зб. наук. пр. Уманського ДАУ. – 2006. – С. 44 – 50.
3. Алабушев А.В., Коломийцев Н.Н., Лаврухин П.В. Совершенствование технологии производства семян зернового сорго в засушливых условиях Ростовской области // Кукуруза и сорго. – 2005. – №1. – С.19 – 22.
4. Соловьев А.В., Каюмов М.К. Расчет доз удобрений под сорго // Зерновое хозяйство. – 2006. – №6. – С.6 – 8.
5. Соловьев А.В. Вынос основных элементов минерального питания растениями проса // Зерновое хозяйство. – 2005. – №7. – С.16 – 18.
6. Вернадський В.І. Вибрані праці. – К.: Наукова думка, 1969. – 439 с.
7. Chapin F.S. The mineral nutrition of vied plants // Ann. Rev. Ekol. Syst. – 1980. – №11. – P.233 – 260.
8. Юркин С.Н., Пименов Е.А., Макаров Н.Б. Почвенно-зональные различия расхода питательных веществ у связи с применением удобрений // Агрохимия. – 1979. – №12. – С.127 – 130.
9. Загорча К.Л. Оптимальная система удобрения в полевых севооборотах. – Кишинев: Штиинца, 1990. – 288 с.
10. Носко Б.С., Христенко А.О. Діагностика мінерального живлення // Удобрення польових культур при інтенсивних технологіях вирощування. – К.: Урожай. – 1990. – С. 31 – 61.
11. Ивойлова А.В., Шильников И.А., Шелкунова А.В. Вынос N, P, K и Ca культурами зерносвекловичного севооборота // Агрохимия. – 1990. – №1. – С. 26 – 32.
12. Господаренко Г.М., Черно О.Д. Винос калію культурами польової

- сівоzmіни та баланс його за тривалого застосування добрив // Вісник аграрної науки. – (Спецвипуск). – Вересень 1999. – С. 21 – 24.
13. Самойленко А., Шевченко Т. Технологія вирощування сорго // Agroexpert. – 2009. – №5 (10). – С. 14 – 16.
14. Гамаюнова В.В., Каращук Г.В., Назарчук С.А. Проблеми та шляхи удосконалення застосування добрив на зрошуваних землях півдня України // Матеріали Міждержавн. наук.-практич. конф. „Проблеми ведення землеробства в умовах посухи”. – Вісник аграрної науки південного регіону. – Одеса: СМІЛ. – 2001. – Вип. 2. – С. 41 – 45.
15. Янкелевич Р.К., Юровский Р.Ф. Влияние норм внесения азотного удобрения на продуктивность сорго // Приемы повышения плодородия почв, эффективности удобрений и средств защиты растений. Ч.2. Материалы международной научно-практической конференции / Отв. Ред. И.Р. Вильдфлуш – Горки: Белорусская государственная сельскохозяйственная академия. – 2003. – С. 357 – 359.
16. Гамаюнова В.В., Каращук Г.В. Вплив мінеральних добрив на деякі біометричні показники та урожай сорізу при вирощуванні його в умовах зрошення півдня України // Таврійський науковий вісник: Зб. наук. пр. – Херсон: Айлант, 2001. – Вип. 18. – С. 39 – 43.
17. Каращук Г.В. Еколого-економічна ефективність внесення мінеральних добрив під соріз в умовах зрошення півдня України // Матеріали Міжн. наук. конф. молодих вчених „Актуальні проблеми землеробства на початку нового тисячоліття та шляхи їх вирішення”. – Херсон. – 2002. – С. 32 – 36.
18. Шепель Н.А. Сорго. – Волгоград: Комитет по печати, 1994. – С. 6 – 8.
19. Гамаюнова В.В., Куц Г.М., Каращук Г.В., Назарчук С.А. Вимоги до регулювання поживного режиму зрошуваних ґрунтів за умов збереження їх родючості та екологічного стану // Вісник аграрної науки Причорномор'я: Спец. вип. до Всеукр. наук.-практич. конф. „Соціально-економічні проблеми природокористування та екології”. – Миколаїв. – 2001. – С. 409 – 415.
20. Шекун Г.М. Культура сорго в СССР и ее биологические особенности. – М.: Колос, 1964. – 140 с.

21. Петербургский А.В. Агрохимия и физиология питания растений. – М.: Россельхозиздат, 1981. – 184 с.
22. Климович П.В. Ріст і розвиток сорго зернового залежно від мінерального живлення // Зб. наук. пр. Уманського ДАУ. – 2009. – С. 15 – 20.
23. Ягодин Б.А., Буторина В.П. и др. Повышение эффективности азотных подкормок микроэлементами (Co, Mo, Mn, Cu) при выращивании озимой пшеницы // Тез. докл. Всесоюзн. конф. – Пушкино. – 1988. – С. 238 – 239.
24. Слюсар И.Т., Джаявикрама Д.Д. Влияние микроудобрений на продуктивность кукурузы в условиях осушаемых органогенных почв лесостепи Украины // Зб. наук. пр. Інституту землеробства УААН. – К., 1999. – Вип. 1-2. – С. 17 – 21.
25. Шорин В.М., Блинова Л.И. и др. Влияние борного удобрения на эффективность средств химизации при возделывании озимой пшеницы // Бюлл. ВИУА. – М., 1990. – №102. – С. 31 – 35.
26. Lakhdiv B.A. Effect of micronutrient containing fertilizers on sorghum yield. – Indian J. Agron., 1979, vol. 24, №2, p. 227 – 228.
27. Шукайло С.П. Продуктивність і якість зерна сорізу під впливом мінеральних добрив на півдні України: Автореф. дис. канд. с.-г. наук: 06.01.09. – Херсон, 1999. – 16 с.
28. Тохтарев В.П. Предуборочная десикация сорго // Кукуруза и сорго. – 2006. – №4. – С.18 – 19.
29. Землянов А.Н., Гурский Н.Г. Использование десикантов в семеноводстве сорговых культур // Кукуруза и сорго. – 1997. – №4. – С.11 – 12.
30. Красненков С.В. Эффективность десикации зернового сорго в северной Степи Украины // Зб. наук.пр. УСГА „Сучасні проблеми рослинництва і кормовиробництва”. – Умань. – 1998. – С. 80 – 84.
31. Олексенко Ю.Ф. и др. Влияние агротехнических приемов на урожай зерна сорго в орошаемых условиях // Бюллетень ВНИИ кукурузы. – Днепропетровск, 1980. – Т. 4. – № 58. – С. 28 – 32.
32. Duboin G. Le sorgo – grain // Perspectives Agricoles. – 1980. – Vol. 37. – P. 18 – 37.

33. Еников К., Райкова Л., Стойчев Д. Влияние на торенто върху околната среда и здравето на хората // Почвознание и агрохимия. – София. – 1982. – Т. 17. – Вып. 5. – С. 63 – 73.
34. Господаренко Г.М., Климович П.В. Реакція сорго зернового на удобрення на чорноземі опідзоленому // Зб. наук. пр. Луганського НАУ. – 2006. – №69 (92). – С. 20 – 25.
35. Назаров Ю.И., Седляревич В.А. Минеральные удобрения и урожайность сорговых культур // Селекция, биология и агротехника сорговых культур. – зерноград, 1984. – С. 74 – 81.
36. Фомин В.Н., Таланов И.П. Влияние основной обработки почвы и удобрений на поражаемость зерновых корневыми гнилями // Зерновые культуры. – 1996. – №1. – С. 22 – 23.
37. Богата З.Ф., Криштопа П.А. Удобрення зернового сорго в незрошуваних умовах півдня України // Степове землеробство. – Міжвідомч. тематичн. наук. зб. – К.: Урожай, 1981. – Вип. 15. – С. 52 – 54.
38. Nedelciuc C., Ionescu B. and all. Effectul ingrasamintelor aspra porumbului in cultura irigata pe cornoziomul cambic din Cimpia Caracalului // An. Inst. Cerc. Cereale Plante Tehn. Fundulea. Bucuresti. – 1986. – Vol. 53. – P. 187 – 197.
39. Філіп'єв І.Д., Димов О.М., Розуменко М.Ю. Еколого-економічна ефективність мінеральних добрив при внесенні їх під післяукісну суданську траву в умовах зрошення півдня України // Таврійський науковий вісник: Зб. наук. пр. – Херсон: Айлант, 2001. – Вип. 19. – С. 38 – 41.
40. Філіп'єв І.Д., Гамаюнова В.В., Димов О.М., Гамаюнов В.Є., Драчова Н.І. Еколого-економічна оцінка застосування добрив при вирощуванні сільськогосподарських культур: Метод. рекомендації. – Херсон, 2001. – 23 с.
41. Морару Г.А. Практические рекомендации по возделыванию сорговых культур. – Пашкань, 1994. – 38 с.
42. Філіп'єв І.Д., Підручна О.В. Вплив добрив на вміст і якість білку зерна зрошеної ярої пшениці // Таврійський науковий вісник: Зб. наук. пр. – Херсон: Айлант, 2000. – Вип. 13. – С. 17 – 21.

43. Tuitan R.W., Doisy R.J. ACS Symposium series // Physiological effects of food carbohydrates. – 1975. – № 15. – P. 156 – 177.
44. Вахопский Э.В. Ставропольское зерновое сорго // Кормопроизводство. – 2002. – №4. – С. 15 – 16.
45. Гамаюнова В.В., Каращук Г.В., Бабич В.Л. Ефективність розрахункової дози мінеральних добрив під сільськогосподарські культури // Агрохімія і ґрунтознавство. – Спец. випуск до VI з'їзду УТГА “Ґрунтознавство та агрохімія на шляху до сталого розвитку України”. – Книга 3. – Харків, 2002. – С. 185 – 187.
46. Рослинництво: Підручник / С.М. Каленська, О.Я. Шевчук, М.Я. Дмитришак, О.М. Козяр, Г.І. Демидась; За ред. О.Я. Шевчука. – К.: НАУУ. – 2005. – 502 с.
47. Каталог сортів рослин, придатних для поширення в Україні у 2007 р. – К.: Алефа, 2007. – 348 с.
48. Основи наукових досліджень в агрономії: Підручник / В.О. Єщенко, П.Г. Копитко, В.П. Опришко, П.В. Костогриз; За ред. В.О. Єщенка. – К.: Дія, 2005. – 288 с.
49. Мойсейченко В.Ф., Єщенко В.О. Основи наукових досліджень в агрономії: Підручник. – К.: Вища шк., 1994. – 334 с.
50. Инструкция и нормативы по определению экономической и энергетической эффективности применения удобрений. – М.: Союзсельхоз-химия, 1987. – 42 с.
51. Технологічні карти та витрати на вирощування сільськогосподарських культур / За ред. П.Т.Саблука, Д.І.Мазоренка, Г.Є.Мазнева. – К.: ННЦ ІАЕ, 2005. – 402 с.
52. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
53. Шекун Г.М. Культура сорго в СССР и ее биологические особенности. – 1993. – №5. – С. 17 – 18.
54. Мазка Л.Ф. Режим орошения зернового сорго на темно-каштановых почвах юга Украины: Автореф. дис. канд. с.-х. наук: 06.01.02/ХСХИ. – Херсон, 1974. – 25 с.

55. Мусина О.А. Влияние удобрений на урожай сорго // Труды Алма-тинского зооветинститута. – Алма-Ата, 1974. – Т. 30. – С. 92 – 95.
56. Суннатов М. Влияние азотных и фосфорных удобрений на урожай и состав зеленой массы сорго при орошении в Гисарской долине Таджикистана: Автореф. дис. канд. с.-х. наук: 06.01.04. – Ташкент, 1971. – 26 с.
57. Володарский М.П., Сакало Н.И. Продуктивность севооборота с учетом различных способов внесения минеральных удобрений // Бюлл. ВИУА. – М.: Изд-во ВИУА. – 1963. – С. 15 – 18.
58. Павлов Н.А. О минеральном питании растений в засушливых условиях // Сельскохозяйственная биология. – М.: Наука. – 1982. – Том XVII. – №2. – С. 189 – 195.
59. Алексеев А.М., Гусев Н.А. Влияние минерального питания на водный режим растений. – М.: Колос, 1957. – С. 52 – 68.
60. Олексенко Ю.Ф., Красненков С.В. Технология возделывания сорго на зерно и силос для Степи Украины // Проблемы и задачи по селекции, семеноводству и технологии производства и переработки сорго в СССР. – зерноград. – 1990. – С. 114–116.
61. Ничипорович А.А. Фотосинтез и вопросы повышения продуктивности растений // Проблемы фотосинтеза. – М.: Изд-во АН СССР.– 1959. – 190 с.
62. Шепель Н.А. Сорго. – Волгоград: Комитет по печати. – 1994. – С. 96–98.
63. Собко О.О., Філіп'єв І.Д. Ефективність добрив залежно від густоти посіву сорго в умовах зрошення // Вісник с.-г. науки. – 1978. – № 9. – С. 28 – 32.
64. Макаров Л.Х. Влияние густоты стеблестоя при различном уровне минерального питания на урожай зерна сорго в условиях орошения юга УССР: Автореф. дис. канд. с.-х. наук: 06.01.02 /ХСХИ им. А.Д. Цурюпы. – 1980. – 23 с.
65. Шорин П.М., Николаевский В.Г. Фотосинтетическая деятельность посевов сорго в Северо-Осетинской АССР: 3б. науч. тр. „Селекция, агротехника, экономика производства сорго”. – зерноград, 1989. – С. 19 – 28.
66. Марчук І. НРК – три важливих літери для вашого врожаю // Пропозиція. – 2002. – №3. – С. 62 – 63.

67. Ключников Н.А., Бельтюков Л.П., Агафонов Е.В. Продуктивность зернового сорго в зависимости от минерального питания // Кукуруза и сорго. – 2002. – №2. – С.22 – 23.
68. Sorgo provare per credere // Agricoltura nuova. – 2001. – Vol. 24. – № 6. – P. 16 – 18.
69. Остапенко М.А., Самойленко А.Т., Самойленко В.В., Пергаєв О.А. Сорго на зерно в умовах Присивашся // Бюлетень інституту зернового господарства. – 2005. – №26-27. – С. 104 – 109.
70. Шукайло С.П. Продуктивність і якість зерна сорізу під впливом мінеральних добрив на півдні України: Автореф. дис. канд. с.-г. наук: 06.01.09. – Херсон, 1999. – 16 с.
71. Марчук І. Добрива – основа підвищення врожайності й родючості ґрунту // Пропозиція. – 2000. – №2. – С. 45.
72. Лесик Б.В., Трисвятський Л.О., Сабуров М.В., Сніжко В.Л. Зберігання і технологія сільськогосподарських продуктів. – Київ: Вища школа, 1973. – 404 с.
73. Олексенко Ю.Ф. Основная обработка почвы под сорго // Земледелие, 1979. – №11. – С. 29 – 30.
74. Макаров Л.Х. Влияние агрофона на урожай и качество гибрида сорго Степной 5 // Научн. техн. бюлл. УкрНИИ животноводства степных районов им. М.Ф. Иванова. – Херсон. – 1980. – С. 66 – 68.
75. Шестопаль О.М. Виділення основних показників економічної ефективності промислового садівництва та методи їх визначення в умовах ринкової системи // Збірник наукових праць Уманського державного аграрного університету. – 2003. – №57. – С. 389 – 396.
76. Марчук І. Добрива – основа підвищення врожайності й родючості ґрунту // Пропозиція. – 2000. – №2. – С. 45 – 46.
77. Правила охорони праці у сільськогосподарському виробництві. – К.: Форт. – 2001. – 384 с.
78. Гандзюк М.П., Жейбо Е.П., Халімовський М.О. Основи охорони праці. – К.: Каравела. – 2003. – 408 с.

79. Пряник Г.М., Лахман С.Д. Охорона праці. – К.: Урожай. – 1994. – 271 с.
80. Мороз П.І., Косенко І.С. Екологічні основи природокористування: Навч. посібник. – Умань: УДАА. – 2001. – 465 с.
81. Екологія і закон: Екологічне законодавство України (Відп. редактор, акад. В.І. Андрейцев. – К.: Юрінком інтер. – 1997. – Кн. 1. – 704 с., Кн. 2. – 576 с.

ДОДАТКИ

Додаток А

Динаміка висоти рослин сорго зернового залежно від удобрення (2023 р.), см

Варіант досліджу	Фаза росту і розвитку рослин			
	кущіння	вихід у трубку	цвітіння	повна стиглість зерна
Без добрив	23,1	59,2	92,9	106,0
P ₅₀ K ₅₀ – фон	24,4	59,9	95,2	108,1
P ₅₀ K ₅₀ +N ₃₀ весною	25,4	61,7	97,2	109,9
P ₅₀ K ₅₀ +N ₆₀ весною	26,9	63,9	100,6	113,6
P ₅₀ K ₅₀ +N ₉₀ весною	28,2	65,4	103,5	116,7
P ₅₀ K ₅₀ +N ₁₂₀ весною	28,9	66,5	105,1	119,1

Додаток Б

Динаміка висоти рослин сорго зернового залежно від удобрення (2024 р.), см

Варіант досліджу	Фаза росту і розвитку рослин			
	кущіння	вихід у трубку	цвітіння	повна стиглість зерна
Без добрив	21,5	57,8	91,7	103,6
P ₅₀ K ₅₀ – фон	22,6	58,9	93,8	104,9
P ₅₀ K ₅₀ +N ₃₀ весною	23,8	61,1	95,6	106,9
P ₅₀ K ₅₀ +N ₆₀ весною	25,5	63,1	98,8	110,2
P ₅₀ K ₅₀ +N ₉₀ весною	27,0	64,6	101,7	112,9
P ₅₀ K ₅₀ +N ₁₂₀ весною	27,7	65,7	103,1	114,9

Додаток В

Динаміка формування площі листкової поверхні сорго зернового
залежно від удобрення (2023 р.), тис. м²/га

Варіант досліджу	Фаза росту і розвитку рослин			
	кущіння	вихід у трубку	цвітіння	повна стиглість зерна
Без добрив	7,5	23,9	32,0	18,9
P ₅₀ K ₅₀ – фон	7,8	24,7	34,2	20,5
P ₅₀ K ₅₀ +N ₃₀ весною	8,4	26,9	36,7	22,6
P ₅₀ K ₅₀ +N ₆₀ весною	8,9	28,4	39,2	24,5
P ₅₀ K ₅₀ +N ₉₀ весною	9,3	29,6	41,1	26,4
P ₅₀ K ₅₀ +N ₁₂₀ весною	9,5	30,4	42,6	27,6

Додаток Г

Динаміка формування площі листкової поверхні сорго зернового
залежно від удобрення (2024 р.), тис. м²/га

Варіант досліджу	Фаза росту і розвитку рослин			
	кущіння	вихід у трубку	цвітіння	повна стиглість зерна
Без добрив	7,1	22,8	30,2	17,1
P ₅₀ K ₅₀ – фон	7,3	23,5	31,6	18,7
P ₅₀ K ₅₀ +N ₃₀ весною	8,0	25,5	34,5	20,4
P ₅₀ K ₅₀ +N ₆₀ весною	8,5	27,2	37,6	33,3
P ₅₀ K ₅₀ +N ₉₀ весною	8,8	28,5	40,5	24,2
P ₅₀ K ₅₀ +N ₁₂₀ весною	9,0	29,6	41,8	25,2

Додаток Д

Вплив мінеральних добрив на чисту продуктивність фотосинтезу сорго
зернового (2023 р.), г/м² за добу

Варіант досліджу	Фаза росту і розвитку рослин		
	кущіння–вихід у трубку	вихід у трубку– цвітіння	цвітіння– молочно-воскова стиглість зерна
Без добрив	4,8	11,9	3,3
P ₅₀ K ₅₀ – фон	4,9	12,6	3,6
P ₅₀ K ₅₀ +N ₃₀ весною	5,2	13,7	3,8
P ₅₀ K ₅₀ +N ₆₀ весною	5,3	14,9	4,0
P ₅₀ K ₅₀ +N ₉₀ весною	5,5	15,8	4,4
P ₅₀ K ₅₀ +N ₁₂₀ весною	5,6	16,3	4,5

Додаток Е

Вплив мінеральних добрив на чисту продуктивність фотосинтезу сорго
зернового (2024 р.), г/м² за добу

Варіант досліджу	Фаза росту і розвитку рослин		
	кущіння–вихід у трубку	вихід у трубку– цвітіння	цвітіння– молочно-воскова стиглість зерна
Без добрив	4,6	11,3	3,1
P ₅₀ K ₅₀ – фон	4,7	11,8	3,2
P ₅₀ K ₅₀ +N ₃₀ весною	4,8	12,7	3,4
P ₅₀ K ₅₀ +N ₆₀ весною	5,1	14,1	3,6
P ₅₀ K ₅₀ +N ₉₀ весною	5,3	15,4	3,8
P ₅₀ K ₅₀ +N ₁₂₀ весною	5,4	15,9	3,9

ОДНОФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ

Опыт: урожайность сорго зернового в зависимости от удобрения, 2023 г.

Единица измерения данных, ц/га

Вариантов – 6. Повторностей – 3.

Исходные данные

Вариант Среднее Повторности

1	60.30	61.10	59.20	60.60
2	63.10	62.50	62.90	63.90
3	68.80	67.00	69.30	70.10
4	73.90	72.30	73.60	75.80
5	78.40	78.10	76.70	80.40
6	80.60	79.50	81.40	80.90

Средняя по опыту – 70.85 ц/га

Таблица дисперсий

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F
Общая	1038.62	17		
Повторений	15.75	2	191.53	29.37
Вариантов	957.66	5	6.52	
Остатка	65.21	10		

Ошибка средней = 1.44. Ошибка разности средних = 2.04

НСР = 4.25 ц/га

Сила влияния фактора = 0.92

Ошибка опыта = 1.91%. Вариация данных = 10.34%

11-10-2024

ОДНОФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ

Опыт: урожайность сорго зернового в зависимости от удобрения, 2024 г.

Единица измерения данных, ц/га

Вариантов – 6. Повторностей – 3.

Исходные данные

Вариант Среднее Повторности

1	57.10	54.20	59.40	57.70
2	59.70	57.50	58.40	63.20
3	64.00	63.00	62.20	66.80
4	69.40	70.80	68.40	69.00
5	73.70	71.90	73.70	75.50
6	75.90	77.20	75.00	75.50

Средняя по опыту – 66.63 ц/га

Таблица дисперсий

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F
Общая	988.64	14		
Повторений	16.72	2	236.38	71.62
Вариантов	945.52	4	3.30	
Остатка	26.40	8		

Ошибка средней = 1.15. Ошибка разности средних = 1.42

НСР = 3.80 ц/га

Сила влияния фактора = 0.94

Ошибка опыта = 1.80%. Вариация данных = 10.12%

11-10-2024

Зміна показників якості зерна сорго під впливом мінерального
живлення, 2023 р.

Варіант дослідів	Вміст, % на суху речовину				
	протеїн	клітковина	жир	зола	БЕР
Без добрив	9,7	1,90	3,48	1,78	80,6
P ₅₀ K ₅₀ – фон	9,8	1,93	3,53	1,79	79,8
P ₅₀ K ₅₀ +N ₃₀ весною	10,3	2,00	3,59	1,82	79,0
P ₅₀ K ₅₀ +N ₆₀ весною	10,9	2,08	3,64	1,84	78,8
P ₅₀ K ₅₀ +N ₉₀ весною	11,6	2,12	3,70	1,85	78,4
P ₅₀ K ₅₀ +N ₁₂₀ весною	11,9	2,15	3,73	1,84	78,1

Зміна показників якості зерна сорго під впливом мінерального
живлення, 2024 р.

Варіант дослідів	Вміст, % на суху речовину				
	протеїн	клітковина	жир	зола	БЕР
Без добрив	9,1	1,82	3,36	1,66	79,6
P ₅₀ K ₅₀ – фон	9,4	1,89	3,39	1,69	79,0
P ₅₀ K ₅₀ +N ₃₀ весною	10,1	1,96	3,50	1,76	78,6
P ₅₀ K ₅₀ +N ₆₀ весною	10,7	2,04	3,56	1,80	78,2
P ₅₀ K ₅₀ +N ₉₀ весною	11,2	2,08	3,62	1,83	78,0
P ₅₀ K ₅₀ +N ₁₂₀ весною	11,3	2,09	3,63	1,82	77,9

Відгук

на дипломну роботу студента VI курсу факультету агрономії
Уманського національного університету садівництва

на тему „Вплив удобрення на продуктивність сорго зернового в умовах
ПП „Тернівське” Бершадського району Вінницької області”

Тема дипломної роботи студента Мовчан актуальна тому, що підбір оптимальної норми добрив для сорго відіграє велику роль у підвищенні врожайності цієї важливої зернової культури.

Вивчення даних елементів технології вирощування сорго зернового ранньостиглого гібриду Понкі, покладені в основу досліджень дипломної роботи Мовчан.

Робота виконана на матеріалах польових досліджень, проведених автором у продовж 2023–2024 років на полях УНУС.

Експериментальний матеріал досліджень був узагальнений, статистично обрахований. Студент цілком оволодів методикою наукових досліджень завдяки сумлінному ставленню, допитливості та старанності під час виконання програми і завдань, які були перед ним поставлені.

За результатами досліджень було зроблено відповідні висновки і пропозиції виробництву, що витікають із результатів роботи.

Вважаю, що Вадим Анатолійович Рибак виконав план наукових досліджень і цілком заслуговує на присвоєння освітньо-кваліфікаційного рівня – „Спеціаліст” за спеціальністю – 7.130102 „Агрономія”, кваліфікації „Агроном”.

Керівник,
доктор сільськогосподарських
наук, професор

Г.М. Господаренко

01.11.2011 р.

Рецензія

на дипломну роботу студента VI курсу факультету агрономії заочної форми навчання Уманського національного університету садівництва Рибак Вадима Анатолійовича на тему: „Вплив удобрення на продуктивність сорго зернового в умовах ПП „Тернівське” Бершадського району Вінницької області” подану на здобуття освітньо-кваліфікаційного рівня „Спеціаліст” за спеціальністю – 7.130102 „Агрономія”, кваліфікації „Агроном”

Збільшення виробництва зерна, у тому числі фуражного, є однією із головних проблем сільського господарства. Для успішного виконання цього завдання необхідне введення у виробництво таких зернових культур, як сорго зернове і підвищення їх врожайності.

Одним із головних резервів збільшення виробництва зерна даної культури є застосування добрив залежно від потреб рослин у конкретних ґрунтово-кліматичних умовах. Тому питання вивчення економічно обґрунтованої дози внесення мінеральних добрив під сорго зернове для отримання стабільних високоякісних урожаїв зерна цієї культури є важливими, а необхідність проведення відповідних досліджень обумовлює актуальність теми дипломної роботи В.А. Рибак.

Робота викладена на 70 сторінках комп'ютерного набору, ілюстрована 19 таблицями, 12 з яких додатки та 3 рисунками, містить детальний огляд літератури, який зроблений за матеріалами 81 джерела. Дипломник посилається на наукові публікації провідних вітчизняних та закордонних науковців.

Дослідження студента В.А. Рибак виконано у відповідності з загальноприйнятими методиками, що використовують при виконанні таких робіт. Автором проаналізовано результати впливу різних доз добрив на висоту рослин, динаміку нагромадження надземної маси, продуктивність фотосинтезу, а також на урожайність і масу 1000 зерен сорго зернового. Крім того, виконано розрахунок економічної ефективності застосування різних доз добрив на посівах даної культури.

Поряд з цими та іншими позитивними сторонами дипломної роботи слід зазначити і деякі недоліки:

1. Бажано повніше висвітлити хімічний склад ґрунту та рослин сорго зернового.
2. В роботі доцільно було б показати вагове співвідношення прибавки врожаю зерна сорго і внесених добрив.
3. Позитивним є використання джерела іноземних вчених, але посилення слід робити на сучасні видання.

В цілому вважаю, що вище вказані недоліки суттєво не знижують цінності виконаної наукової роботи, яка має практичне значення і може бути оцінена на „відмінно” за відповідного захисту перед ДЕК, а її автор – Рибак Вадим Анатолійович – присвоєння кваліфікації „Агроном” за освітньо-кваліфікаційним рівнем „Спеціаліст.”

Рецензент кандидат с.-г. наук, доцент
кафедри рослинництва

В.Г. Новак

10.11.2011 р.

ВПЛИВ УДОБРЕННЯ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОРГО ЗЕРНОВОГО В УМОВАХ ПІВДЕННОЇ ЧАСТИНИ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ

Шановний голово, шановні члени державної екзаменаційної комісії, присутні.

Для успішного розвитку сільського господарства України і виходу його із кризового становища необхідно переходити на вирощування конкурентоспроможних сільськогосподарських культур, однією з яких є сорго зернове.

Аналіз розповсюдження і світового виробництва сорго свідчить про значні успіхи хліборобів багатьох країн у цьому напрямку. Разом з тим, цей аналіз дозволяє зробити висновок про те, що сорго володіє високими потенційними можливостями, реалізація яких може поставити його в число провідних зернофуражних культур.

З появою у виробництві нових гібридів сорго зернового особливого практичного значення набуває встановлення для них оптимальних параметрів основних агротехнічних прийомів вирощування, зокрема норми внесення добрив. Роботу виконували шляхом проведення польових дослідів на полях УНУС.

Ґрунти господарства придатні для вирощування всіх сільськогосподарських культур, в тому числі і сорго.

Досліди проводились за схемою представленою в **табл. 1**. Висівали ранньостиглий гібрид сорго зернового **Понкі** у третю декаду травня, коли температура ґрунту на глибині 10 см була 12–15°C з нормою висіву – 300 тис схожих насінин на гектар. Спосіб сівби – широкорядний, з міжряддям 45 см. Площа посівної ділянки 54 м². Ширина її складає 5,4 м, а довжина – 10 м, в тому числі облікова – 40 м². Повторність трьохразова. За контроль брали варіант, в якому добриво не вносили.

Табл. 1. У результаті проведених досліджень встановлено, що підвищення рівня мінерального живлення сприяло росту рослин сорго в висоту.

У фазу кущіння висота рослин в усіх варіантах з удобренням, у порівнянні з контролем, була вищою на 1,2–6,0 см.

Висота сорго зернового у фазу виходу рослин у трубку на варіантах, де у складі добрив вносили азот, була вищою у порівнянні з контролем і становила 61,4–66,1 см, у фазу цвітіння – 96,4–104,1 см, у фазу повної стиглості зерна 108,4–117 см.

Також слід відмітити, що у динаміці, починаючи з фази кушіння і до кінця вегетації, висота рослин сорго у варіанті без добрив збільшувалась з 22,3 см до 104,8 см, а у варіанті з максимальною дозою внесення азоту – 90–120 кг/га на фоні $P_{50}K_{50}$ відповідно з 27,6 до 114,8 см та з 28,3 до 117 см. При зниженні дози внесення азоту в складі добрива до 30–60 кг/га приріст рослин зменшувався.

Отже, зі збільшенням дози внесення азотних добрив на фоні $P_{50}K_{50}$, у динаміці, приріст рослин у висоту, порівнюючи з контролем збільшувався. Це ще раз підтверджує, що азот – має максимальний вплив на ріст рослин сорго зернового у висоту.

Табл. 2. Також простежується чітка залежність наростання площі листової поверхні від внесення мінеральних добрив.

Так, у фазу кушіння, де вносили азот, площа листової поверхні сорго збільшилась з 8,2–9,2 тис. $m^2/га$, вихід у трубку – 26,2–30, цвітіння – 35,6–42,2, повну стиглість рослин – 21,5–26,4 тис. $m^2/га$. З досліджень видно, що внесення саме азотних добрив позитивно впливало на цей показник і саме внесення N_{90-120} **весною**, забезпечувало максимальний приріст площі листя.

Отже, з проведених досліджень видно, що виключення зі складу повного мінерального добрива азоту відчутно погіршувало наростання площі листя протягом всього періоду вегетації. Оптимальний рівень формування листкового апарату протягом росту рослин сорго забезпечували посіви, на яких вносили N_{90-120} **весною** на фоні $P_{50}K_{50}$.

Рис. 1. З рис. 1 видно, що збільшення дози внесення азоту з N_{30} до N_{120} на фоні $P_{50}K_{50}$, у порівнянні з варіантом без внесення добрив, призвело до підвищення величини фотосинтетичного потенціалу на 0,3–0,7 млн. m^2 днів/га (або на 14–33%) тобто з 2,4 до 2,8. Внесення лише $P_{50}K_{50}$ сприяло лише незначному підвищенню цієї величини на 0,1 млн. m^2 днів/га.

Отже, як видно із даних досліджень, максимальний фотосинтетичний потенціал формували посіви з високими дозами внесення азотних добрив, які здійснювали найбільший вплив на його розвиток.

Табл. 3. Дослідження показали, що внесення добрив по-різному впливало на врожайність. Збільшення дози внесення азотних добрив на фосфорно-калійному фоні з N_{30} до N_{120} підвищувало врожаю зерна сорго в 2023 році з 68,8 до 80,6 ц/га. Як ми бачимо кращим варіантом з врожаєм 78,4 ц/га, був варіант **$P_{50}K_{50} + N_{90}$ весною**, який дав достовірний приріст врожаю і перевищувала показник $HP_{0,05}$ (4,25 ц/га) і забезпечувала достовірність досліду. Подальше збільшення дози внесення азоту не давало достовірного приросту врожаю.

В 2024 році, у контрольному варіанті врожайність сорго зернового була на рівні 57,1 ц/га, а при внесенні **$P_{50}K_{50}$** вона зростала до 59,7 ц/га, лише на – 2,8 ц/га, а коли на цьому ж фоні застосували азотні добрива, то врожайність зросла до 64–75,8 ц/га. Слід відмітити, що кращим у 2024 році також був варіант з дозою внесення 90 кг/га д.р. азотних добрив на фоні **$P_{50}K_{50}$** , який забезпечив підвищення врожайності на 18,1 ц/га і забезпечував достовірний приріст врожаю $HP_{0,05}$ – 3,80 ц/га. Внесення 120 кг/га азотних добрив не давало достовірної прибавки врожаю, у порівнянні з попереднім варіантом.

В середньому за два роки досліджень, в залежності від дози внесення азоту у складі повного мінерального добрива, приріст врожаю складав 7,7–19,5 ц/га приросту врожаю, або 13–33% у порівнянні з контрольным варіантом. Внесення лише **$P_{50}K_{50}$** забезпечувало приріст врожаю у порівнянні з контролем лише на 2,7 ц/га або 5%.

Отже, в результаті проведених дворічних досліджень, встановлено, що найефективнішою дозою добрив під сорго зернове для умов Правобережного Лісостепу України є **$N_{90}P_{50}K_{50}$** , із внесенням фосфорних і калійних добрив з осені під основний обробіток ґрунту, а азотних у дозі N_{90} – весною під передпосівну культивуацію, яка забезпечує приріст урожайності – 17,2 ц/га або 29%.

Рис. 2. Дослідження показали, що з основних елементів живлення найбільший вплив на масу 1000 зерен мав азот.

Внесення мінеральних добрив у повному складі підвищувало масу 1000

зерен у порівнянні з варіантом без добрив на 1,7–4,5 г. Слід також відмітити, що маса 1000 зерен максимальною була у рослин на варіантах дослідів, де вносили 90 кг/га азоту на фосфорно-калійному фоні, яка відповідно становила – 29,9 г. Подальше збільшення дози внесення азотних добрив не призводило до підвищення цієї величини. Внесення лише фону ($P_{50}K_{50}$) майже не впливало на цей показник і залишало його на рівні контролю – 26 г.

Табл. 4.. Проаналізувавши економічну ефективність вирощування ранньостиглого гібриду сорго зернового **Понкі** при різних дозах удобрення можна зробити такий висновок, що максимальний умовно чистий дохід з 1 га було отримано від внесення $P_{50}K_{50} + N_{90}$ – 5603,0 грн/га з рівнем рентабельності відповідно 118%. Окупність 1 кг NPK добрив чистим доходом складала 29,5 грн. Підвищення або зменшення дози азоту на цьому фоні зменшує рівень рентабельності і окупність 1 кг NPK чистим доходом.

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

При вирощуванні ранньостиглого гібриду сорго зернового Понкі, в умовах південної частини Правобережного Лісостепу, для одержання високого врожаю зерна з відповідно високими показниками якості, рекомендуємо вносити $N_{90}P_{50}K_{50}$, із внесенням фосфорних і калійних добрив з осені під основний обробіток ґрунту, а азотних у дозі N_{90} – весною під передпосівну культивуацію. **Доповідь закінчено, дякую за увагу.**

Понкі ранньостиглий гібрид з вегетаційним періодом 95–100 днів – оригінатор Монсанто, США.

Рід сорго (**Sorghum**). Батьківщина **Африка**. Сівалка Клен-6. (6 кг/га або 200 тис/га).

Гібрид **Понкі** занесений до Державного реєстру сортів рослин України з 2016 року. Потенційна врожайність 120 ц/га.

Добрива: аміачна селітра (30-120 кг/га) весною під культивуацію, суперфосфат гранульований (50 кг/га) і калій хлористий (50 кг/га) восени під оранку.

аміачна селітра – 7100 грн за 1 тону, **суперфосфат** – 9000, **калій хлористий** – 8500 грн/т. **1 т зерна сорго** – 6020 грн. Гербіцид Гранстар у дозі –20 г/га (5500 грн/кг). **Насіння** – 210 грн/кг або 1260 грн/га.

На Україні площі сорго – 60 тис. га. (Одеська, Черкаська, Миколаївська, Вінницька, Херсонська обл. та ін.). В світі до 65 млн. га. Найбільше у США до 26 млн. га. **Солярка** 25 грн/л **Попередник** – пшениця озима.

Маса 1000 зерен при сівбі = 30

На утворення 1 т зерна сорго і відповідної кількості листо-стебельної маси виноситься з ґрунту: **азоту** – 17–36 кг, **фосфору** – 4,5–9,5 кг, **калію** – 18–26 кг.

Вміст білка 8,0–11,7%, крохмалю 66,2–70,4%.

Висівали 9 шт/метр погонний, це через 11 см.

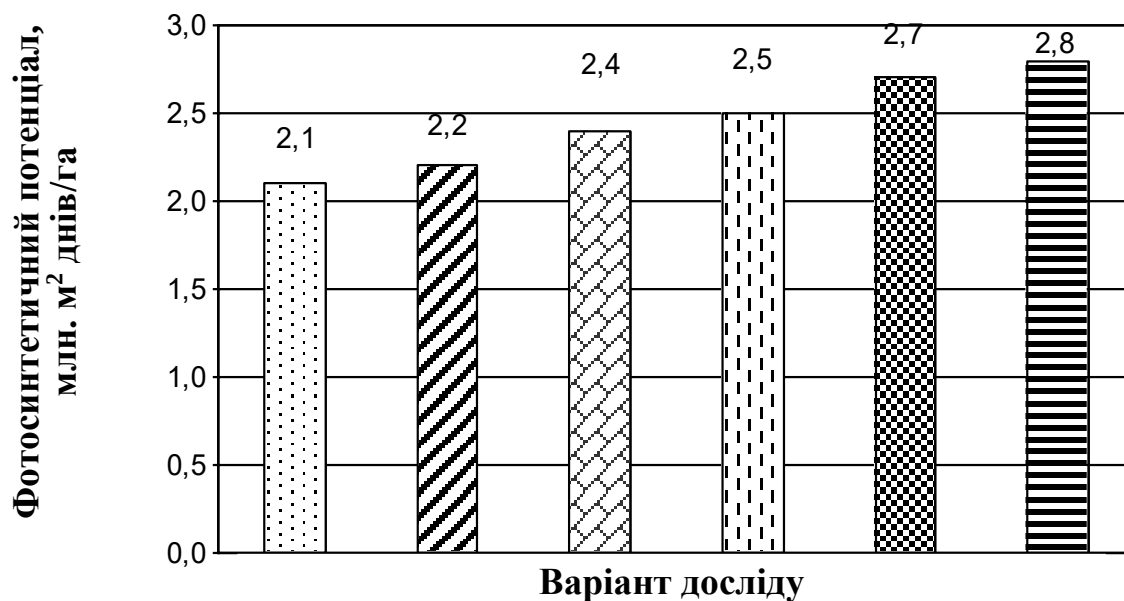
НІР – найменша істотна різниця, показує чи є дослід достовірним.

**1. Динаміка висоти рослин сорго зернового залежно від
удобрення (2023 – 2024 рр.), см**

Варіант досліджу	Фаза росту і розвитку рослин			
	кущіння	вихід у трубку	цвітіння	повна стиглість зерна
Без добрив	22,3	58,5	92,3	104,8
P₅₀K₅₀ – фон	23,5	59,4	94,5	106,5
P₅₀K₅₀ +N₃₀ весною	24,6	61,4	96,4	108,4
P₅₀K₅₀ +N₆₀ весною	26,2	63,5	99,7	111,9
P₅₀K₅₀ +N₉₀ весною	27,6	65,0	102,6	114,8
P₅₀K₅₀ +N₁₂₀ весною	28,3	66,1	104,1	117,0

**2. Динаміка формування площі листкової поверхні сорго
зернового залежно від удобрення, (2023 – 2024 рр.), тис. м²/га**

Варіант досліджу	Фаза росту і розвитку рослин			
	кущіння	вихід у трубку	цвітіння	повна стиглість зерна
Без добрив	7,3	23,4	31,1	18,0
P₅₀K₅₀ – фон	7,5	24,1	32,9	19,6
P₅₀K₅₀ +N₃₀ весною	8,2	26,2	35,6	21,5
P₅₀K₅₀ +N₆₀ весною	8,7	27,8	38,4	23,4
P₅₀K₅₀ +N₉₀ весною	9,1	29,1	40,8	25,3
P₅₀K₅₀ +N₁₂₀ весною	9,2	30,0	42,2	26,4



□ – без добрив; ▨ – P₅₀K₅₀ – фон; ▩ – P₅₀K₅₀ + N₃₀ весною;
 ▤ – P₅₀K₅₀ + N₆₀ весною; ▦ – P₅₀K₅₀ + N₉₀ весною; ▧ – P₅₀K₅₀ + N₁₂₀ весною

Рис. 1. Вплив мінерального живлення на величину фотосинтетичного потенціалу (2023 – 2024 рр.), млн. м² днів/га

3. Урожайність зерна сорго зернового залежно від удобрення

Варіант дослідю	Рік досліджень		Середнє за два роки	Приріст врожаю	
	2023	2024		ц/га	%
Без добрив	60,3	57,1	58,7	–	–
P ₅₀ K ₅₀ – фон	63,1	59,7	61,4	2,7	5
P ₅₀ K ₅₀ + N ₃₀ весною	68,8	64,0	66,4	7,7	13
P ₅₀ K ₅₀ + N ₆₀ весною	73,9	69,4	71,7	13,0	22
P ₅₀ K ₅₀ + N ₉₀ весною	78,4	73,4	75,9	17,2	29
P ₅₀ K ₅₀ + N ₁₂₀ весною	80,6	75,8	78,2	19,5	33
НІР ₀₅	4,25	3,80			

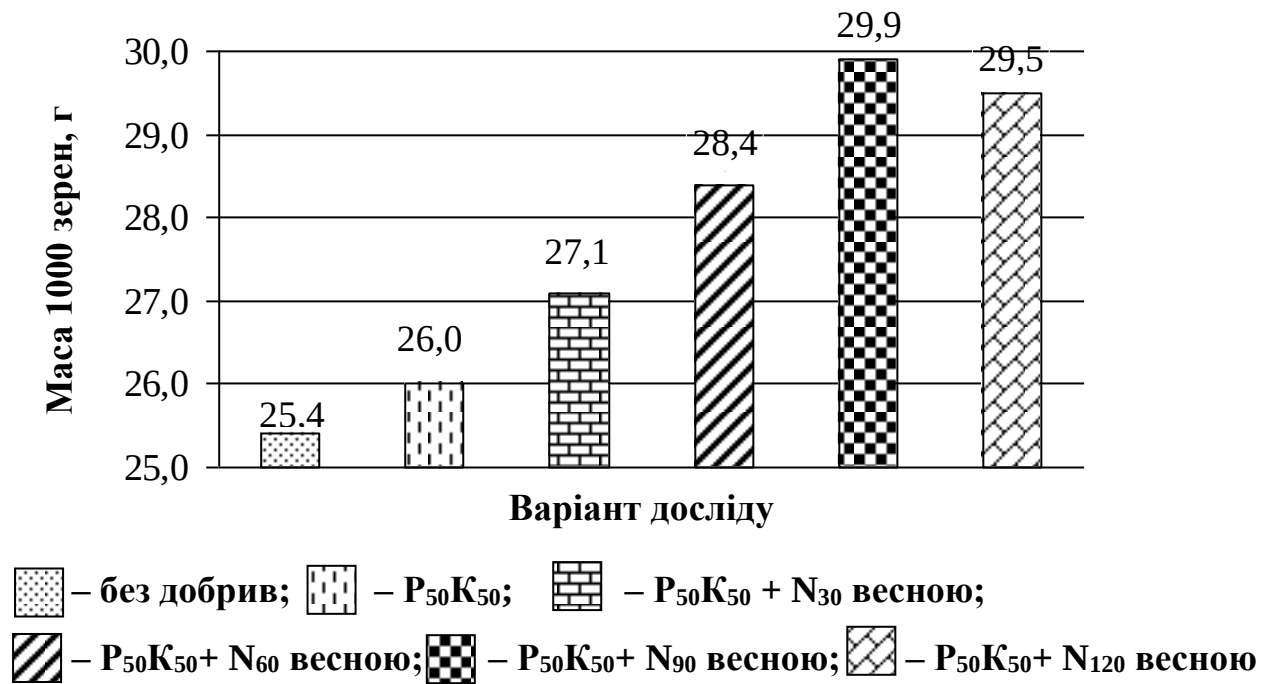


Рис. 2. Маса 1000 зерен сорго зернового залежно від мінерального живлення, (2023 – 2024 рр.), г

4. Економічна ефективність застосування добрив при вирощуванні сорго зернового

Варіанти дослідів	$P_{50}K_{50}$ – фон	$P_{50}K_{50} + N_{30}$ весною	$P_{50}K_{50} + N_{60}$ весною	$P_{50}K_{50} + N_{90}$ весною	$P_{50}K_{50} + N_{120}$ весною
Приріст врожаю, ц/га	2,7	7,7	13,0	17,2	19,5
Вартість приросту врожаю, грн/га	1625,4	4635,4	7826,0	10354,4	11739,0
Витрати, пов'язані із застосуванням добрив, грн/га	2872,0	3496,8	4124,9	4751,4	5417,9
Умовно чистий дохід, грн/га	-1246,6	1138,6	3701,1	5603,0	6321,1
Рівень рентабельності за умовно чистим доходом, %	-43	32	90	118	116
Окупність 1 кг NPK чистим доходом, грн	-12,5	8,8	23,1	29,5	28,7
Чистий дохід на 1 грн витрат, грн	-0,4	0,3	0,9	1,2	1,1