МОН УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА
(УНУС)

Факультет агрономії
Кафедра рослинництва

Допущено до захисту

«____» _____ 2023 р.

Зав. кафедри, к. с.-г. н., професор

_____ Віталій КРАВЧЕНКО

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ступеня вищої освіти магістр

УРОЖАЙНІСТЬ І ЯКІСТЬ СОРГО ЗЕРНОВОГО ЗАЛЕЖНО ВІД СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ В ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ

Виконав: студент ІІ курсу, групи 29 м-а
спеціальності 201 Агрономія
ЧОРНОДІД Олександр
Миколайович

Керівник: ПОЛТОРЕЦЬКА Наталія,
к. с.-г. н., доцент

Умань – 2023

ЗМІСТ

ВСТУП..... 4
РОЗДІЛ 1. ВПЛИВ ДОБРИВ НА ВРОЖАЙНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ ЗЕРНА СОРГО ЗЕРНОВОГО (огляд літератури)..... 6
1.1 Агроекологічні особливості вирощування сорго зернового. 6
1.2 Особливості мінерального живлення сорго зернового..... 10
РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ 15
РОЗДІЛ 3. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.... 16
3.1 Характеристика ґрунту..... 16
3.2 Кліматичні та погодні умови..... 16
3.3 Схема досліду..... 18
3.4 Технологія вирощування сорго в досліді 18
3.5 Методика проведення досліджень 19
РОЗДІЛ 4. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ 21
4.1 Динаміка мінерального азоту ґрунту..... 21
4.2 Фонд рухомих фосфатів чорноземних ґрунтів 23
4.3 Вміст рухомого калію та його динаміка..... 25
4.4 Запаси продуктивної вологи та її використання рослинами сорго зернового 28
4.5 Врожайність та якість зерна сорго зернового..... 31
РОЗДІЛ 5 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ДОБРИВ У ПОСІВАХ СОРГО ЗЕРНОВОГО..... 35
РОЗДІЛ 6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА..... 38
6.1. Аналіз умов праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища 38

6.2. Охорона навколишнього природного середовища 42
ВИСНОВКИ..... 45
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ..... 47
ДОДАТКИ..... 52

ВСТУП

Сорго зернове є перспективною зерновою культурою у вирішенні проблеми продовольства та отримання фуражного зерна. З потеплінням клімату ареал вирощування сорго зернового розширився до центральних і північних частин Лісостепу, що потребує досліджень з оптимізації системи удобрення. Дослідження проведені в умовах достатнього та недостатнього зволоження зони Лісостепу є основою для формування ефективної системи удобрення, досягнення високої продуктивності цієї культури, а тому є на часі і є актуальними.

Метою дослідження є оптимізація системи удобрення, формування врівноваженого балансу елементів живлення у чорноземі вилугуваному та чорноземі типовому слабкосолонцюватому, досягнення високої врожайності і якості зерна сорго зернового в умовах достатнього та недостатнього зволоження Лісостепу України, мінімалізація енергетичних витрат, досягнення високої економічної ефективності застосування добрив.

Досягнення поставленої мети передбачає вирішення таких *завдань*:

- встановити вплив систем удобрення на поживний режим чорнозему типового в агроценозі сорго зернового;
- виявити особливості формування водного режиму чорноземних ґрунтів та вологозабезпечення рослин залежно від системи удобрення;
- встановити вплив добрив на врожайність та якість зерна сорго зернового за вирощування в умовах достатнього та недостатнього зволоження Правобережного Лісостепу України;
- дати економічну оцінку ефективності застосування добрив в посівах сорго зернового.

Об'єкт дослідження – процеси формування поживного та водного режимів чорноземних ґрунтів, врожайності та якості зерна сорго зернового залежно від удобрення.

Предмет дослідження – система удобрення, чорнозем типовий, врожайність та якість зерна сорго зернового, винос і баланс елементів живлення, економічна ефективність застосування добрив.

РОЗДІЛ 1
ВПЛИВ ДОБРИВ НА ВРОЖАЙНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ ЗЕРНА СОРГО ЗЕРНОВОГО (огляд літератури)

1.1 Агроекологічні особливості вирощування сорго зернового

Зернове питання в Україні було і залишається одним з пріоритетних у національній економіці. Оскільки зміни клімату вимагають перегляду сівозмін на користь посухостійких культур, то сорго є однією з найперспективніших сільськогосподарських культур для вирощування на зерно, зелений корм та для виробництва альтернативного палива – біоетенолу. Актуальність досліджень щодо ефективної системи удобрення та технології вирощування цієї культури є очевидною [1].

Подібно сої, що вирощувалась протягом багатьох століть в Азії до її впровадження в західний світ, сорго зернове було головною зерновою культурою в Африці. Ця культура, ймовірно, було одомашнена в Ефіопії близько 3000 років тому. Звідти сорго зернове поширилось на Західну та Східну Африку, а потім на південь. Пізніше сорго було завезене до Китаю, країн Східної Азії, Середземномор'я та Південно-Західної Азії. До Америки сорго зернове потрапило завдяки работоргівлі. Насіння сорго зернового продавали фермерам як високопродуктивний новий сорт кукурудзи. У 30-х роках минулого століття, після визнання цінності сорго для виробництва зерна, кормів та силосу для тварин, площі вирощування цієї культури почали збільшуватися. Врожайність помітно зросла в кінці 1950-х, після успішної гібридизації та виведення високопродуктивних сортів [2].

За даними ФАО (2005 рік) сорго зернове є п'ятою за обсягами виробництва зерна злаковою культурою у світі після пшениці, рису, кукурудзи та ячменю. За останні роки посівні площі під сорго зернове у світі

зросли на 60%, виробництво зерна – на 244%. Основне вирощування сорго зернового зосереджене у США та Нігерії, частка цих країн становить четверту частину світового виробництва зерна. До провідних виробників зерна сорго також належать Мексика (6,8 млн. т), Індія (6,7 млн т), Аргентина (4,8 млн. т), Судан (3,8 млн. т). У деяких країнах, де кліматичні умови перешкоджають вирощуванню інших злаків (держави Африки, що межують із Сахарою, деякі провінції Індії та Китаю), сорго зернове є продуктом, що забезпечує до 30% харчового раціону. У інших країнах сорго зернове здебільшого використовується на кормові цілі і як сировина для отримання біоетанолу [3].

В Україні за даними ФАО посівні площі сорго зернового з 2012 по 2017 збільшились на 48% при цьому врожайність зерна зросла майже у 2 рази. Причиною успіху стала поява нових сортів та перманентне покращення технології вирощування, включаючи систему удобрення цієї культури [4].

Основними регіонами вирощування сорго зернового в Україні є Степова та Лісостепова зони. У 2018 році посівна площа сорго зернового в господарствах усіх форм власності становила 43,1 тис. га, з найбільшою площею в Черкаській (6,8 тис. га), Миколаївській (6 тис. га), Кіровоградській (6 тис. га), Дніпропетровській (5,6 тис. га) та Херсонській (4,8 тис. га) областях [5].

В Україні сорго зернове вирощують переважно на кормові цілі – для отримання зерна та зеленої маси. Поживність 100 кг зерна оцінюється 119 корм. од., 100 кг силосу – 22 корм. од. Зелену масу, із-за вмісту отруйних ціанистих сполук, рекомендується згодовувати не у свіжому, а у прив’яленому вигляді [6].

Зерно сорго має високу кормову та харчову цінність з вмістом крохмалю – 70–75%, білка – 12–14%, жиру – 35%. За умов посухи сорго зернове відчутно переважає за врожайністю культури ячмінь, кукурудзу на зерно і горох [7].

Особливості технології вирощування сорго зернового з метою отримання високих і сталих врожаїв у різних ґрунтово-кліматичних зонах вивчали ряд вітчизняних і зарубіжних науковців [8].

Цінність культури сорго зернового полягає у високій її здатності переносити періоди посухи і високих температур без значних втрат врожаю, ефективно використовувати опади другої половини вегетації, відновлювати ріст після тривалого безводного періоду і формувати високі врожаї. Це дозволяє вирощувати сорго зернове в посушливих регіонах – півдні України, Молдові, Ростовській, Ставропольській і Краснодарській областях Росії, Середній Азії, областях Середнього і Нижнього Поволжя, Оренбурзькій області [9].

Чисельні результати наукових досліджень, а також досвід господарств різних форм власності свідчать, що серед сільськогосподарських культур, які вирощують в посушливих регіонах України з річною кількістю опадів в межах 360 мм, сорго зернове здатне забезпечити найбільш високі врожаї зерна і зеленої листково-стеблової маси [10].

Зазначені особливості вказують і на подальшу перспективність вирощування сорго зернового у агрофітоценозах майбутнього, коли через зміни клімату в бік значного потепління сучасні найпоширеніші сорти зернових культур з фотосинтезом C_3 можуть стати недостатньо пристосованими. Сорго зернове є культурою з типом фотосинтезу C_4, що вирізняє її здатністю ефективно використовувати вологу і елементи живлення із ґрунту, і за рахунок цього збільшувати накопичення сухої маси на одиницю внесених добрив [2].

П.М. Шорін [11] відмічає, що за ґрунтових і повітряних посух сорго зернове призупиняє ріст і переходить у «анабіотичний» стан, життєві процеси затухають, а за покращення умов вологозабезпечення рослини швидко відновлюють і активізують процеси росту і розвитку [5].

Сорго зернове належить до роду Sorguhum, який об’єднує багато одно- і багаторічних видів. Із культурних видів на території країн СНД поширені:

сорго звичайне (S. vulgare Pers.), гаолян (S. chinense Sakushev), джугара (S. Cernuum Host) і суданська трава (S. sudanense Pers.). Зазначені види є однорічними культурами, їх вирощують для продовольчих, технічних і кормових цілей [12].

На думку Л.А. Криницької, В.І. Рось [12] серед злаків другої групи (C_4) сорго зернове – найбільш теплолюбна рослина. Насіння його проростає при температурі ґрунту 10–12 °С, а сходи не витримують температури нижче 0 °С. Рослини добре ростуть і розвиваються при 30–35 °С, легко переносять спеку до 40 °С і є однією з найбільш посухостійких рослин з транспіраційним коефіцієнтом 150–200. Сорго відноситься до пізніх ярих культур і висівається за середньодобової температури ґрунту на глибині 10 см – 14–16 °С. В умовах Лівобережного Лісостепу України зазвичай цей термін припадає на першу- другу декади травня. Упродовж періоду вегетації рослини сорго зернового нерівномірно споживають вологу ґрунту. Значну її частину вони використовують у відносно короткий проміжок часу: 10 днів до початку викидання волоті і 10 днів після цвітіння. Цей період зазвичай становить 25–30 днів, тобто 20–25% усього вегетаційного періоду, а витрати вологи у цей період досягають 45–50% від загального водоспоживання [13].

Г. Луцько, Т. Кранда [14] вважають, що попередником для сорго зернового може бути будь-яка культура, яка залишає поле чистим від бур’янів. Найкраще розміщувати посіви сорго зернового після рано дозріваючих культур, щоб мати можливість активно боротися з бур’янами у літній та осінній періоди. В умовах Лівобережного Лісостепу України такими культурами можуть бути озимі зернові, що висівають після бобово-злакових сумішей, гороху, ярих колосових і навіть кукурудзи. Посіви сорго зернового вимагають тривалого вегетаційного періоду (120–150 днів), виносять значну кількість вологи і поживних речовин, тому не слід висівати сорго після суданської трави, насінників трав і соняшнику. Підготовка ґрунту під сорго зернове має бути спрямована на накопичення вологи у ґрунті і знищення бур’янів [15].

За даними Н.П. Малярчука, А.С. Малярчука, І.Ю. Лужанского [16] ефективним під сорго зернове є комбінований обробіток ґрунту, який поєднує мілке (12–14 см) дискове розпушування із щілюванням на 38–40 см та застосування на добриво післяжнивних решток попередника (пшениці озимої) на фоні внесення мінеральних добрив у дозі N90P60. За таких умов формується сприятливий поживний режим ґрунту, врожайність зерна залежно від гідротермічних умов років досліджень становила 6,27–8,54 т/га, рівень рентабельності – 210–218% за рентабельності на контролі 160–184%.

В.М. Балан, Л.І. Сторожик [17] вивчали вплив норми висіву та способів сівби на тривалість проходження рослинами сорго зернового окремих фаз росту і розвитку. Було встановлено, що за зменшення норми висіву та звуження ширини міжрядь з 70 до 45 см у результаті послаблення ценотичної напруги між рослинами тривалість фази виходу в трубку скорочується, а тривалість фази кущіння та формування–достигання зерна збільшуються.

За даними Г.Т. Федорович [18] продуктивність сорго зернового, не дивлячись на невибагливість рослин до родючості ґрунту, істотно залежить від видів, доз, способів та строків внесення мінеральних добрив.

Встановлено [19], що за умов зрошення посіви сорго зернового здатні формувати врожайність зерна понад 10 т/га, зеленої маси – 100 т/га.

Отже, вибір високо продуктивних сортів чи гібридів, обробіток ґрунту, норма висіву насіння, способи сівби, оптимізація видів, доз, способів та строків внесення мінеральних добрив є ключовими елементами технології, які забезпечують отримання високої продуктивності сорго зернового.

1.2 Особливості мінерального живлення сорго зернового

У період становлення агрохімії як науки основним добривом при вирощуванні сільськогосподарських культур був гній, мінеральні добрива

використовувались у невеликих обсягах в основному під зернові культури. Масові дослідження щодо ролі мінеральних добрив у підвищенні врожайності зернових культур розпочалися у післявоєнні роки. Перші дослідження щодо впливу мінеральних добрив на продуктивність сорго зернового були проведені у США. Nelson C.E. [20] при проведенні досліджень у штаті Вашингтон встановив, що єдиним фактором, який достовірно впливав на врожайність зерна було внесення азотних добрив. Дослідження проведені Mohammad W., Shah S.M., Shehzadi S., Shah S.A. [21] у північно-західному Пакистані показали, що врожайність зерна сорго зернового істотно залежала від вологості ґрунту, площі живлення і доз внесення добрив.

Дослідження останніх років свідчать, що оптимізація мінерального живлення є одним із ключових чинників, що визначає інтенсивність росту і розвитку рослин, впливає на врожайність та якість зерна сорго зернового [22].

О.В. Барановський, М.М. Трофименко, В.І. Вечеров [23] встановили, що сорго зернове – добре відгукується на внесення мінеральних добрив. Частка елементів живлення, що вносяться з добривами становить 60% від їх виносу врожаєм і лише 40% рослини сорго зернового використовують із ґрунту. На формування однієї тони зерна і відповідної кількості листково-стеблової маси рослини сорго зернового виносить із ґрунту 23–25 кг азоту, 9–10 кг фосфору і 28–30 кг калію. За врожайності зерна 5–6 т/га з кожного гектара виноситься 140–160 кг азоту, 50–60 кг фосфору і 150–180 кг калію. Більшість ґрунтів у регіонах вирощування сорго зернового здатні лише наполовину забезпечити потребу рослин в елементах живлення, тому застосування добрив є необхідним атрибутом отримання високих врожаїв.

За даними Г.М. Господаренка, П.В. Климович [24] інтенсивний ріст і розвиток рослин сорго зернового спостерігали за застосування повного мінерального удобрення оптимізованого за азотом, фосфором і калієм. Внесення $P_{90}K_{90}$ + N_{90} збільшило листкову поверхню рослин сорго зернового

у фазу кущіння на 1,0%, виходу в трубку – на 4,5%, цвітіння – на 8,2% і повної стиглості зерна – на 6,2%. При цьому висота рослин порівняно з контролем без добрив збільшилась на 5,2–10,7 см.

За даними І.П. Гринюк [25] інтенсивному росту і розвитку рослин сорго зернового сприяє локальне внесення мінеральних добрив. Азотно-фосфорні добрива, внесені збоку і глибше посівного ложе у дозах 15–20 кг/га, позитивно впливали на проростання насіння, збільшили польову схожість на 10–12%. При цьому посилювалась активність ферменту каталази, що стимулювало ростові процеси у насінні. Ефективним також визначено внесення повної дози мінеральних добрив на глибину 8–10 см перед сівбою.

Дослідження [26] показали, що на початкових стадіях росту і розвитку для рослин сорго зернового потребують достатнього фосфорного живлення. Внесення фосфорних добрив при посіві стимулює кущіння, підвищує стійкість рослин до вилягання і формує генеративну повноцінність насіння.

Встановлено [27], що внесення мінеральних добрив підвищило фотосинтетичний потенціал посівів сорго зернового у 1,5–2 рази. Особливо ефективним є внесення азотних добрив на бідних ґрунтах. Такий захід істотно збільшує біомасу рослин сорго зернового та підвищує їх продуктивність.

Ефективним в посівах сорго зернового є листкове підживлення азотом під час контролювання чисельності бур’янів. Найкращою формою азотних добрив для позакореневого підживлення є карбамід (сечовина). Внесення азотних добрив позакоренево позитивно впливало на ріст і розвиток рослин сорго зернового, збільшило врожайність зерна та підвищило його якість. Підживлення азотом покращувало толерантність рослин сорго зернового до сольового стресу [28].

Дослідники вважають [29], що внесення мінеральних добрив не тільки дає можливість отримати високий врожай зеленої маси, але і підвищити ефективність використання земельних ресурсів.

Дослідження B. Environ [30] свідчать, що рослини сорго зернового позитивно відгукуються на застосування в якості добрив промислових відходів, біологічних добрив та стимуляторів росту. За їх внесення врожайність зеленої маси становила 28,0–32,0 т/га, що на 14,7–29,3% було вищим, ніж на контролі без хімічних засобів.

Сорго зернове досить чутливе до внесення мікроелементів: марганцю, цинку, заліза, молібдену; менш чутливе до внесення – міді, слабко реагує на – бор і сірку [31].

Достатнє забезпечення рослин марганцем посилює інтенсивність окисно-відновних процесів у клітинах рослин, активує дію окислювальних ферментів – оксидаз. За нестачі марганцю знижується синтез органічних речовин у рослинах. Марганець відіграє важливу роль у засвоєнні рослинами амонійного та нітратного азоту. За надмірного амонійного живлення марганець діє як сильний окисник, нітратного – як сильний відновник. У разі нестачі марганцю порушується відновлення нітратного азоту, що призводить до нагромадження нітратів у тканинах рослин. Нестача марганцю спостерігається у ґрунтах з нейтральною та лужною реакцією [32].

Застосування цинку сприяє синтезу в рослинах вуглеводів, крохмалю та білкових речовин. Він впливає на окисно-відновні реакції, процес дихання, регулює синтез АТФ, обмін ауксинів і РНК. Цинк позитивно впливає на жаростійкість рослин і формування зернівок в умовах посухи, де він сприяє нагромадженню в квітках органічних кислот, як захисних речовин. За нестачі цинку в рослинах нагромаджуються аміди та амінокислоти, вміст білка у рослинах при цьому зменшується. Перешкоджають засвоєнню цинку рослинами високі дози фосфорних добрив і вапна, а також низька температура ґрунту [33].

Залізо бере активну участь у процесах обміну речовин в рослинному організмі, входить до складу ферментів, активізує дихання, впливає на утворення хлорофілу. Системи цитохромів – невід’ємна частина складного

механізму фотосинтезу. Залізо входить до складу білка фередоксину, який бере участь у фосфорилюванні за участі якого енергія світла перетворюється на хімічну енергію АТФ і НАДФ. Нестача заліза призводить до зменшення інтенсивності фотосинтезу, у молодих рослин спостерігається хлороз. Перешкоджає засвоєнню заліза висока вологість ґрунту [34].

Молібден входить до складу ферментів нітратредуктаз, які беруть участь у відновленні нітратів до аміаку у клітинах коренів і листків. За нестачі молібдену у тканинах рослин нагромаджується багато нітратів, відновлення їх затримується, внаслідок чого порушується азотний обмін. Під впливом молібдену аміак інтенсивніше використовується рослиною для утворення амінокислот і білків. Молібден також бере участь у обміні фосфорних сполук, синтезі вітамінів і хлорофілу, поліпшує живлення рослин кальцієм, покращує засвоєння заліза. Особливо ефективним є застосування молібдену на кислих ґрунтах [35].

Отже, запорукою інтенсивного росту і розвитку рослин сорго зернового, досягнення його високої продуктивності є збалансоване живлення рослин макро- і мікроелементами упродовж вегетації.

РОЗДІЛ 2
ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ

Гібрид сорго зернового *Дніпровський 39* [36].

Таблиця 1

Характеристика гібрида

Ознака	Характеристика
Група стиглості	Ранньостиглий
Оригінатори	Синельниківська селекційно-дослідна станція ІСГСЗ НААН України
В Державному реєстрі сортів рослин України з 2000 р.	
Зони вирощування	Степ, Лісостеп
Напрям використання	На харчові цілі
Висота рослини	95–105 см
Вегетаційний період	100–105 діб
Зернівка:	• світло-коричнева; • вміст протеїну в зерні 13,4%; • вміст крохмалю 75,8%; • вміст лізину 3,3 %; • маса 1000 зерен 25–28 г.
Стійкість до (з 9 балів):	• вилягання 7 балів; • посухи 8 балів; • осипання 8 балів; • ураження основними хворобами 7 балів.
Урожайність	6,5–7,0 т/га

РОЗДІЛ 3
УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження проводилися в польовій сівозміні кафедри рослинництва, що входить до складу НВВ Уманського НУС впродовж 2023 року. Територіальне розміщення – центральна частина черкаської області, яка в цілому характеризується нестійкими умовах зволоження і належить до Правобережного Лісостепу України.

3.1 Характеристика ґрунту

Ґрунт дослідного поля – чорнозем типовий середньосуглинковий, який має наступну агрохімічну та фізико-хімічну характеристику орного (0–30 см) шару: pH сольове – 7,4–7,6; сума увібраних основ – 40 мг-екв. на 100 г ґрунту; вміст гумусу за Тюріним – 4,8–5,1%; рухомого фосфору та калію за Мачигіним – відповідно 25–50 та 90–130 мг/кг ґрунту; лужногідролізованого азоту за Корнфілдом – 130–135 мг/кг ґрунту [37].

3.2 Кліматичні та погодні умови

За даними метеостанції Умань (табл. 2), вегетаційний період сорго зернового в умовах 2023 року можна охарактеризувати як теплий і гостро посушливий. Так середньодобова температура повітря за травень–вересень в умовах цього року в середньому склала 19,5 °C, що на 1,5 °C більше середньобагаторічного значення (18,0 °C).

Таблиця 2

Гідротермічні умови в період вегетації сорго зернового

(за даними метеостанції Умань), 2023 р.

Місяць	Середньодобова температура повітря, °С					Сема опадів, мм				
	Декада			Середня за місяць	Середня багаторічна	Декада			Сума за місяць	Середня багаторічна
	I	II	III			I	II	III		
Квітень	7,2	9,4	9,9	8,8	9,7	80,2	35,5	13,9	129,6	41
Травень	11,6	16,3	18,0	15,4	15,4	0,0	0,0	42,4	42,4	52
Червень	18,4	19,5	21,0	19,6	19,0	0,6	0,5	14,7	15,8	81
Липень	21,9	21,6	20,5	21,3	20,9	29,7	1,4	61,4	92,5	68
Серпень	21,9	22,4	24,2	22,9	20,1	12,4	0,0	0,0	12,4	49
Вересень	18,3	17,7	19,2	18,4	14,5	1,7	5,5	0,0	4,2	61

Кількість опадів за вегетацію склала 167,3 мм, що істотно менше середнього багаторічного показника на 143,7 мм або 46 % менше. Перша половина вегетації була помірно теплою і з дефіцитом опадів на рівні 51 %. Так, середньодобова температура у квітні була меншою за багаторічний показник – на 0,9 °С, у травні – на його рівні 15,4 °С, у червні – була більшою на 0,6 °С. Кількість опадів за цей період була меншою за багаторічний показник на 73,9 мм. Друга половина вегетації (липень-вересень) була спекотною і посушливою: дефіцит опадів становив 68,9 мм (39 %), підвищення середньодобової температури – 2,8–3,6 °С. Хоча сорго зернове належить до посухостійких культур, проте такі несприятливі атмосферні явища негативно позначилися на загальній продуктивності, й не дозволили реалізувати потенційну врожайність досліджуваного гібриду.

3.3 Схема досліду

Двофакторний дослід передбачав наступну градацію досліджуваних чинників:

• фон органіки (фактор А) – без добрив (контроль) і 4 т/га соломи пшениці озимої;

• мінеральні добрива (фактор Б) – без добрив (контроль), $N_{60}P_{60}K_{60}$, $N_{90}P_{90}K_{90}$ і $N_{120}P_{120}K_{120}$.

Площа посівної ділянки становить 75 м^2, облікової – 50 м^2. Розміщення варіантів у дослідах – систематичне послідовне, повторність триразова.

3.4 Технологія вирощування сорго в досліді

Попередником була пшениця озима. Обробіток ґрунту передбачав після збирання попередника лущення стерні з наступною оранкою плугом з передплужниками на глибину 25–27 см. Рано навесні, при настанні фізичної стиглості ґрунту закривали вологу важкими боронами БЗТС-1,0. До сівби зробили 2 культивації, якими вирівнювали ґрунт і знищили проростлі бур’яни. Перша культивація на глибиною 10–12 см, друга – на глибину загортання насіння – 3–7 см. Органо-мінеральну систему удобрення здійснювали згідно схеми дослідів. Фосфорні і калійні добрива вносили під оранку. Азотні – навесні під культивацію. Спосіб сівби пунктирний з шириною міжрядь 70 см. Глибина загортання насіння 2–5 см. Норма висіву насіння 120 тис. на 1 га. Строк сівби – при температурі ґрунту на глибині 10 см в межах 12–15 °С (третя декада квітня). Зразу ж після сівби поле коткували. Збір урожаю – у фазі повної стиглості зерна прямим комбайнуванням.

3.5 Методика проведення досліджень

При виконанні науково-дослідних робіт використані: польовий метод використовували для вивчення впливу видів і доз внесення добрив на поживний режим, динаміку росту і розвитку сорго зернового; лабораторний – для визначання хімічного складу ґрунту та показників якості зерна; вимірювально-ваговий – для встановлення фізичних параметрів (маси, розмірів) органів рослин сорго зернового; математично-статистичний – для оцінки достовірності отриманих результатів досліджень; розрахунково-порівняльний – для встановлення економічної ефективності досліджуваних елементів технології на посівах зернового сорго.

Аналітичні дослідження ґрунтових і рослинних зразків проведено за методичними вказівками «Методи аналізів ґрунтів і рослин» [37].

Аналіз зразків ґрунту проводили у фазі фаза 3–5 листків, інтенсивного росту та розвитку та на період збирання врожаю сорго зернового. Для визначення фізико-хімічних і агрохімічних показників ґрунтів застосовували такі методи: pH сольове – на pH-метрі згідно з ДСТУ ISO 10390: 2007 [38]; гідролітичну кислотність ґрунту – за Каппеном згідно, а загальний вміст гумусу – за Тюріним згідно з ДСТУ 4289:2004 [39]; амонійний і нітратний азот – згідно з ДСТУ 4729:2007 [40], рухомий фосфор та калій – за Мачигіним згідно з ДСТУ 4114–2002 [41].

Для визначення запасів продуктивної вологи зразки ґрунту відбирали на початку і в кінці вегетації з 0–150 см шару з інтервалом 30 см. Після висушування упродовж 6 годин за температури 120 °С визначали запаси продуктивної вологи у ґрунті та її витрати за період вегетації. Врахувавши кількість опадів за вегетаційний період визначили сумарне водоспоживання і поділивши на біологічну врожайність отримали витрати вологи на формування 1 т урожаю [42].

Маса 1000 зерен згідно з ДСТУ 4138–2002 [42].

Баланс поживних речовин у ґрунті визначали на момент збирання врожаю шляхом співставлення джерел надходження елементів живлення у ґрунт з добривами та їх виносу з урожаєм основної і побічної продукції сорго зернового.

Збирання і облік урожаю здійснювали методом пробних ділянок з наступним перерахунком на площу 1 га . Опрацювання результатів досліджень проводили методом дисперсійного та кореляційного аналізів з використанням програмного забезпечення Microsoft Excel [42]. Розрахунок економічної ефективності досліджуваних прийомів за методикою [43].

РОЗДІЛ 4
РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1 Динаміка мінерального азоту ґрунту

Азот є одним з найвпливовіших елементів, що визначає динаміку росту і розвитку рослин та формує їх продуктивність. Створення умов високої забезпеченості ґрунту азотом на початку вегетації та в період інтенсивного росту і розвитку рослин, найбільшої потреби сільськогосподарських культур в елементах живлення, є ключовими факторами отримання високих врожаїв та високої якості продукції [8].

Основним джерелом живлення рослин є мінеральні сполуки азоту, нітратна та амонійна його форми, які у ґрунті утворюються в процесі мінералізації органічної речовини. Азот ґрунту проходить довгий ланцюг трансформацій від амідної до газоподібної форми, утворюючи проміжні мінеральні сполуки, які є джерелом живлення рослин. Азот піддається постійному впливу біоти, внаслідок чого він частково втрачається із ґрунту за рахунок емісії у формі газоподібних сполук та вимивається у підґрунтові води внаслідок інфільтрації. Ґрунтово-кліматичні умови та система удобрення є головними факторами, які впливають на перебіг вищезазначених процесів та визначають режим азотного живлення сільськогосподарських культур.

Застосування добрив під сорго зернове неістотно впливало на вміст амонійного азоту в чорноземі важкосуглинковому. Так, у фазі 3–5 листків на контролі без добрив вміст амонійного азоту в шарі 0–30 см становив 14,1 мг/кг, 30–40 см – 13,0 мг/кг ґрунту за його запасів в шарі 0–40 см – 61 кг/га (табл. 3).

Таблиця 3

Динаміка амонійного азоту в чорноземі важкосуглинковому за різних систем удобрення, *мг/кг ґрунту*

Варіант	Фаза 3–5 листків			Збирання врожаю		
	Глибина, см					
	0–30	30–40	запаси в 0–40, *кг/га*	0–30	30–40	запаси в 0–40, *кг/га*
Без добрив (*контроль*)	14,1	13,0	61	10,2	9,5	44
$N_{60}P_{60}K_{60}$	15,6	13,7	67	10,7	9,8	46
$N_{90}P_{90}K_{90}$	16,0	13,7	68	10,8	9,7	47
$N_{120}P_{120}K_{120}$	16,2	14,2	70	10,7	10,0	46
Солома 4 т/га	13,6	12,4	59	10,6	9,1	47
Солома 4 т/га + $N_{60}P_{60}K_{60}$	14,9	13,6	64	11,1	9,4	48
Солома 4 т/га + $N_{90}P_{90}K_{90}$	14,9	14,3	65	11,4	9,2	48
Солома 4 т/га + $N_{120}P_{120}K_{120}$	15,4	14,5	67	11,4	9,6	49
$НІР_{05}$	*1,1*	*0,9*	–	*0,8*	*0,7*	–
P, %	*2,4*	*2,2*	–	*1,9*	*2,1*	–

За внесення мінеральних добрив з осені під глибоку оранку в дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$ вміст амонійного азоту у фазі 3–5 листків у шарі 0–30 см становив 15,6 мг/кг, 30–40 см – 13,7, $N_{90}P_{90}K_{90}$ – відповідно 16,0 та 13,7, $N_{120}P_{120}K_{120}$ – 16,2 та 14,2 мг/кг ґрунту. За дози азотних добрив 60–120 кг/га запаси амонійного азоту у шарі 0–40 см у фазі 3–5 листків сорго зернового підвищились до контролю без добрив на 6–9 кг/га і становили в межах 67–70 кг/га.

За поєднаного застосування мінеральних добрив і соломи пшениці озимої спостерігали незначне зменшення амонійного азоту у ґрунті порівняно з мінеральною системою удобрення, яке простежувалось переважно у верхньому 0–30 см шарі. За внесення 4 т/га соломи + $N_{60}P_{60}K_{60}$ вміст амонійного азоту у шарі 0–30 см на початок вегетації становив

14,9 мг/кг, 4 т/га соломи + $N_{90}P_{90}K_{90}$ – 14,9 т/га соломи + $N_{120}P_{120}K_{120}$ – 15,4 мг/кг ґрунту.

Упродовж вегетації вміст амонійного азоту в шарі 0–40 см зменшився до початкового на 17–24 кг/га (31–33%) за величини на контролі без добрив в період збирання врожаю 44 кг/га, за внесення добрив – 46–49 кг/га.

Отже, застосування добрив під сорго зернове в умовах нестійкого зволоження істотно підвищувало запаси мінерального азоту в чорноземі важкосуглинковому на початок вегетації. За внесення азотних добрив під оранку в дозі 60–120 кг/га запаси нітратного азоту в 0–40 см шарі у фазі 3–5 листків становили 96–108 кг/га, амонійного – 67–70 кг/га зі зменшенням на період збирання врожаю – відповідно у 6,4–7,7 разів та 31–33%.

4.2 Фонд рухомих фосфатів чорноземних ґрунтів

Фосфор ґрунту відзначається слабкою мобільністю та малою інтенсивністю біологічного колообігу в системі ґрунт-рослина. Потреба рослин у фосфорі у 4–6 разів менша порівняно з азотом і калієм. За внесення фосфорних добрив фосфор швидко трансформується у ґрунті у мало рухомі і слабко доступні рослинам сполуки піддаючись процесам хімічної адсорбції. Формування достатнього для живлення рослин фонду рухомих фосфатів у ґрунті упродовж вегетації сільськогосподарських культур є запорукою отримання високих і стабільних врожаїв [18].

Результати досліджень показали, що в умовах нестійкого зволоження вміст рухомого фосфору в чорноземі важкосуглинковому відповідав підвищеному рівню забезпечення і відзначався стабільністю фонду рухомих фосфатів упродовж вегетації. Найменший вміст рухомого фосфору спостерігали на контролі без добрив: у фазі 3–5 листків у шарі 0–30 см його

вміст становив 127 мг/кг, 30–40 см – 112, на період збирання врожаю – відповідно 121 та 110 мг/кг ґрунту (табл. 4).

Таблиця 4

Динаміка рухомого фосфору в чорноземі важкосуглинковому за різних систем удобрення, *мг/кг ґрунту*

Варіант	Фаза 3–5 листків		Збирання врожаю	
	Глибина, см			
	0–30	30–40	0–30	30–40
Без добрив (*контроль*)	127	112	121	110
$N_{60}P_{60}K_{60}$	131	114	122	110
$N_{90}P_{90}K_{90}$	135	113	121	112
$N_{120}P_{120}K_{120}$	139	115	123	112
Солома 4 т/га	128	110	119	110
Солома 4 т/га + $N_{60}P_{60}K_{60}$	133	113	121	109
Солома 4 т/га + $N_{90}P_{90}K_{90}$	134	113	121	112
Солома 4 т/га + $N_{120}P_{120}K_{120}$	140	114	122	111
$НІР_{05}$	*8*	*6*	*8*	*7*
Р, %	*3,1*	*2,4*	*3,3*	*2,7*

Істотне підвищення вмісту рухомого фосфору ґрунту у фазі 3–5 листків, яке простежувалось переважно в орному 0–30 см шарі визначено за застосування фосфорних добрив в дозі понад 90 кг/га. За внесення $N_{90}P_{90}K_{90}$ вміст рухомого фосфору у шарі 0–30 см становив 135 мг/кг, $N_{120}P_{120}K_{120}$ – 139 мг/кг з перевищенням контролю без добрив – відповідно на 8 та 12 мг/кг ґрунту. На період збирання врожаю істотної різниці між удобреними варіантами та контролем без добрив не спостерігали – вміст рухомого фосфору у шарі 0–30 см становив – 121–123 мг/кг, 30–40 см – 110–112 мг/кг ґрунту, що було меншим порівняно з початком вегетації – відповідно на 10–12% та 1–3%.

Застосування альтернативної органо-мінеральної системи удобрення під сорго зернове не мало істотних переваг щодо впливу на фонд рухомого фосфору чорнозему важкосуглинкового порівняно з внесенням лише мінеральних добрив. За внесення 4 т/га соломи + $N_{60}P_{60}K_{60}$ вміст рухомого фосфору у фазі 3–5 листків у шарі 0–30 см становив 133 мг/кг, шарі 30–40 см – 113, 4 т/га соломи + $N_{90}P_{90}K_{90}$ – відповідно 134 та 113, 4 т/га соломи + $N_{120}P_{120}K_{120}$ – 140 та 114 мг/кг ґрунту, що було співставним внесенню лише мінеральних добрив. На завершення вегетації вміст рухомого фосфору в удобрених варіантах у шарі о-30 см становив – 121–122 мг/кг, 30–40 см – 109–112 мг/кг ґрунту зі зменшенням до початку вегетації – відповідно на 10–13% та 2–4%. Це дає підстави вважати, що застосування соломи пшениці озимої на добриво із-за низького вмісту фосфору не впливало істотно на фонд рухомих фосфатів чорнозему важкосуглинкового.

4.3 Вміст рухомого калію та його динаміка

У живленні сільськогосподарських культур калій відіграє вагому фізіологічну роль. Він визначає функціональність основних процесів рослинного організму, впливає на тургор, фотосинтетичну активність, прискорює синтез та накопичення органічної речовини. Достатня забезпеченість рослин калієм посилює резистентність рослин до несприятливих погодних умов. У ґрунті валові запаси калію у 8–10 разів перевищують валові запаси азоту і фосфору. Однак калій ґрунту – це переважно малорухомі і малодоступні рослинам сполуки, тому підвищення вмісту рухомого калію у ґрунті є вагомим чинником, що сприяє отриманню високих і стабільних врожаїв [24].

Результати досліджень показали, що В умовах нестійкого зволоження найменший вміст рухомого калію в чорноземі важкосуглинковому впродовж вегетації рослин сорго зернового спостерігали на контролі без добрив. У фазі 3–5 листків вміст рухомого калію у шарі 0–30 см становив 91 мг/кг, 30–40 см – 78, в період збирання врожаю – відповідно 75 та 67 мг/кг ґрунту (табл. 5).

Таблиця 5

Динаміка рухомого калію в чорноземі важкосуглинковому за різних систем удобрення, *мг/кг ґрунту*

Варіант	Фаза 3–5 листків		Збирання врожаю	
	Глибина, см			
	0–30	30–40	0–30	30–40
Без добрив (*контроль*)	91	78	75	67
$N_{60}P_{60}K_{60}$	97	82	74	68
$N_{90}P_{90}K_{90}$	99	83	76	68
$N_{120}P_{120}K_{120}$	103	85	76	70
Солома 4 т/га	95	77	77	70
Солома 4 т/га + $N_{60}P_{60}K_{60}$	104	84	77	69
Солома 4 т/га + $N_{90}P_{90}K_{90}$	109	84	80	72
Солома 4 т/га + $N_{120}P_{120}K_{120}$	111	85	80	72
HIP_{05}	*6*	*5*	*5*	*4*
P, %	*2,7*	*2,3*	*2,4*	*1,9*

Внесення мінеральних добрив з осені під глибоку оранку в дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$ підвищило вміст рухомого калію на початок вегетації сорго зернового порівняно з контролем без добрив у шарі 0–30 см – на 6 мг/кг, 30–40 см – на 4 мг/кг за абсолютного вмісту – відповідно 97 та 82 мг/кг ґрунту. За дози мінеральних добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ вміст рухомого калію в шарі 0–30 см у фазі 3–5 листків становив 99 мг/кг, 30–40 см – 83; $N_{120}P_{120}K_{120}$ – відповідно 103 та 85 мг/кг ґрунту. Порівняно з контролем без добрив вміст рухомого калію в

шарі 0–30 см за дози калійних добрив 90–120 кг/га підвищився на 8–12 мг/кг, 30–40 см – на 5–7 мг/кг ґрунту. На період збирання врожаю вміст рухомого калію у варіантах з внесенням добрив вирівнювався і був меншим порівняно з фазою 3–5 листків у шарі 0–30 см – на 24–26%, 30–40 см – на 17–18%. Таке зменшення є наслідком використання калію рослинами та його адсорбції ґрунтом, яка в умовах посушливості клімату з пересиханням верхніх шарів ґрунту істотно посилюється у літній період.

Застосування альтернативної органо-мінеральної системи удобрення під сорго зернове істотніше підвищило вміст рухомого калію в чорноземі важкосуглинковому. За застосування 4 т/га соломи + $N_{60}P_{60}K_{60}$ вміст рухомого калію у фазі 3–5 листків у шарі 0–30 см становив 104 мг/кг, шарі 30–40 см – 84, 4 т/га соломи + $N_{90}P_{90}K_{90}$ – відповідно 109 та 84, 4 т/га соломи + $N_{120}P_{120}K_{120}$ – 111 та 85 мг/кг ґрунту, що порівняно з внесенням лише мінеральних добрив було вищим в орному 0–30 см шарі на 7–8%. На завершення вегетації вміст рухомого калію у варіантах з добривами у шарі 0–30 см становив – 77–80 мг/кг, 30–40 см – 69–72 мг/кг ґрунту зі зменшенням до початку вегетації – відповідно на 2628% та 16–18%. Застосування соломи пшениці озимої на добриво покращило живлення рослин сорго зернового калієм упродовж вегетації. З соломою у ґрунт за рахунок рециркуляції поверталось майже 80% калію винесеного біологічним врожаєм пшениці озимої, що збільшило запаси рухомого калію у ґрунті в посівах сорго зернового.

Отже, поєднане застосування соломи і мінеральних добрив визначено фактором істотного покращення фонду рухомого калію у ґрунті. Найвищого вмісту рухомого калію в чорноземі важкосуглинковому на початок вегетації сорго зернового досягнуто за внесення 4 т/га соломи + $N_{120}P_{120}K_{120}$: у шарі 0–30 см – 111; 30–40 см – 85 мг/кг ґрунту.

4.4 Запаси продуктивної вологи та її використання рослинами сорго зернового

Продуктивність сільськогосподарських культур значною мірою залежить від ефективності використання рослинами вологи із ґрунту. Застосування добрив істотно зменшує витрати вологи на формування одиниці врожаю, дозволяє раціональніше використовувати вологу рослинами, що в умовах глобального потепління є важливим чинником отримання високих і стабільних врожаїв [6].

Результати досліджень показали, що на момент сівби сорго зернового у верхньому 0–50 см шарі ґрунту містилось 71–73 мм продуктивної вологи. Такі запаси вологи є достатніми для швидкого проростання насіння сорго зернового і забезпечують його швидкий ріст і розвиток у початкових етапах органогенезу (табл. 6).

Таблиця 6

Запаси продуктивної вологи в посівах сорго зернового залежно від удобрення, *мм*

Шари ґрунту, *см*	Без добрив (*контроль*)	$N_{90}P_{90}K_{90}$	4 т/га соломи	4 т/га соломи + $N_{90}P_{90}K_{90}$	$НІР_{05}$
Фаза 3–5 листків					
0–50	71	73	73	73	*3,8*
51–100	74	78	82	81	*4,1*
101–150	84	81	81	83	*4,3*
0–150	229	232	236	237	*11,9*
Збирання врожаю					
0–50	30	29	33	31	*1,7*
51–100	26	27	30	25	*1,4*
101–150	41	36	42	37	*1,7*
0–150	97	92	105	93	*4,6*

Запаси вологи у 1,5 м шарі чорнозему важкосуглинкового на момент сівби сорго зернового були достатньо високі – 229–237 мм, що є свідченням значної кількості опадів у березні (129,6 мм) і формування високих резервів продуктивної вологи ґрунту.

Система удобрення незначно впливала на накопичення вологи у ґрунті у весняний період. Внесення 4 т/га соломи дещо покращувало водний режим ґрунту, збільшивши запаси вологи у 1,5 шарі ґрунту порівняно з контролем без добрив на 7–8 мм, тоді як мінеральні добрива не впливали на накопичення вологи у ґрунті у весняний період. Найбільше вологи у ґрунті накопичилось за альтернативної системи удобрення (4 т/га соломи + $N_{90}P_{90}K_{90}$) – 237 мм, що вказує на ефективність заробляння у ґрунт соломи у осінній період.

На період збирання врожаю запаси продуктивної вологи у 1,5 м шарі чорнозему важкосуглинкового становили 92–105 мм зі зменшенням до початку вегетації у 2,2–2,4 рази. Значне зменшення запасів вологи у ґрунті є наслідком використання вологи рослинами та її непродуктивних втрат внаслідок транспірації та випаровування. За внесення мінеральних добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ запаси вологи у 1,5 м шарі були меншими порівняно з контролем без добрив на 5 мм, 4 т/га соломи + $N_{90}P_{90}K_{90}$ – на 4 мм. Найвищі запаси вологи спостерігали за внесення 4 т/га соломи – 105 мм, що свідчить на менші обсяги використання вологи рослинами та ефективніше її зберігання у ґрунті.

Розрахунок витрат вологи на формування одиниці врожаю сорго зернового показав, що найвищі витрати були на контролі без добрив – 372 $м^3$/т. За внесення добрив витрати вологи на формування одиниці врожаю істотно зменшились: за внесення 4 т/га соломи витрати вологи становили 358 $м^3$/т, $N_{90}P_{90}K_{90}$ – 332 $м^3$/т, 4 т/га соломи + $N_{90}P_{90}K_{90}$ – 318 $м^3$/т. Застосування соломи зменшило витрати вологи на формування одиниці врожаю порівняно з контролем без добрив на 14 $м^3$/т, $N_{90}P_{90}K_{90}$ – на 40 $м^3$/т, 4 т/га соломи + $N_{90}P_{90}K_{90}$ – 54 $м^3$/т (табл. 7).

Таблиця 7

Використання вологи посівами сорго зернового залежно від удобрення

Добрива	Сумарний урожай основної і побічної продукції у перерахунку на суху речовину, т/га	Продуктивна волога, мм		Витрати продуктивної вологи з ґрунту за вегетацію, мм	Кількість опадів за вегетацію, мм	Сумарне водоспо-живання, $м^3$/га	Витрати вологи на 1 т урожаю, $м^3$/т
		3–5 листків	збирання врожаю				
Без добрив (*контроль*)	13,0	229	97	132	352	4840	372
$N_{90}P_{90}K_{90}$	14,8	232	92	140	352	4920	332
4 т/га соломи	13,5	236	105	131	352	4830	358
4 т/га соломи + $N_{90}P_{90}K_{90}$	15,6	237	93	144	352	4960	318

Сумарне споживання вологи рослинами сорго зернового за вегетацію найвищим було за внесення 4 т/га соломи + $N_{90}P_{90}K_{90}$ – 4960 $м^3$/га, найменшим за внесення 4 т/га соломи – 4830 $м^3$/га. Споживання рослинами вологи на контролі без добрив становило 4840 $м^3$/га, за внесення $N_{90}P_{90}K_{90}$ – 4920 $м^3$/га. Це дає підстави вважати, що внесення мінеральних добрив збільшувало сумарне використання вологи із ґрунту рослинами сорго зернового, однак витрати вологи на формування одиниці врожаю за рахунок його істотного зростання при цьому зменшувались.

Отже, за вирощування сорго зернового в умовах нестійкого зволоження на чорноземі важкосуглинковому найефективніше використання рослинами вологи із ґрунту досягали за поєднаного застосування соломи і мінеральних добрив. Внесення 4 т/га соломи + $N_{90}P_{90}K_{90}$ супроводжувалось витратами вологи на формування однієї тони врожаю 318 $м^3$, що на 54 $м^3$ було меншим порівняно з контролем без добрив.

4.5 Врожайність та якість зерна сорго зернового

Формування високого врожаю сорго зернового потребує достатнього мінерального живлення упродовж усього періоду вегетації. Застосування добрив – це один з найефективніших факторів впливу на мінеральне живлення рослин [18]. Добрива інтенсифікують процеси фотосинтезу, прискорюють окисно-відновні реакції, сприяють інтенсивному росту і розвитку рослин, забезпечують отримання високих стабільних врожаїв з належною якістю зерна.

Результати наших досліджень показали, що сорго зернове добре відгукувалось на зростання дози внесення мінеральних добрив за мінеральної та органо- мінеральної систем удобрення. За внесення мінеральних добрив з

осені під глибоку оранку в дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$ врожайність зерна в середньому за 2016–2019 роки становила 6,77 т/га, що порівняно з контролем без добрив визначено вищим на 0,68 т/га або 11,2%. За дози мінеральних добрив під оранку $N_{90}P_{90}K_{90}$ врожайність зерна становила 7,43 т/га, $N_{120}P_{120}K_{120}$ – 7,91 т/га зі зростанням до контролю без добрив – відповідно на 1,34 та 1,82 т/га або 22,0% та 29,9% (рис. 1).

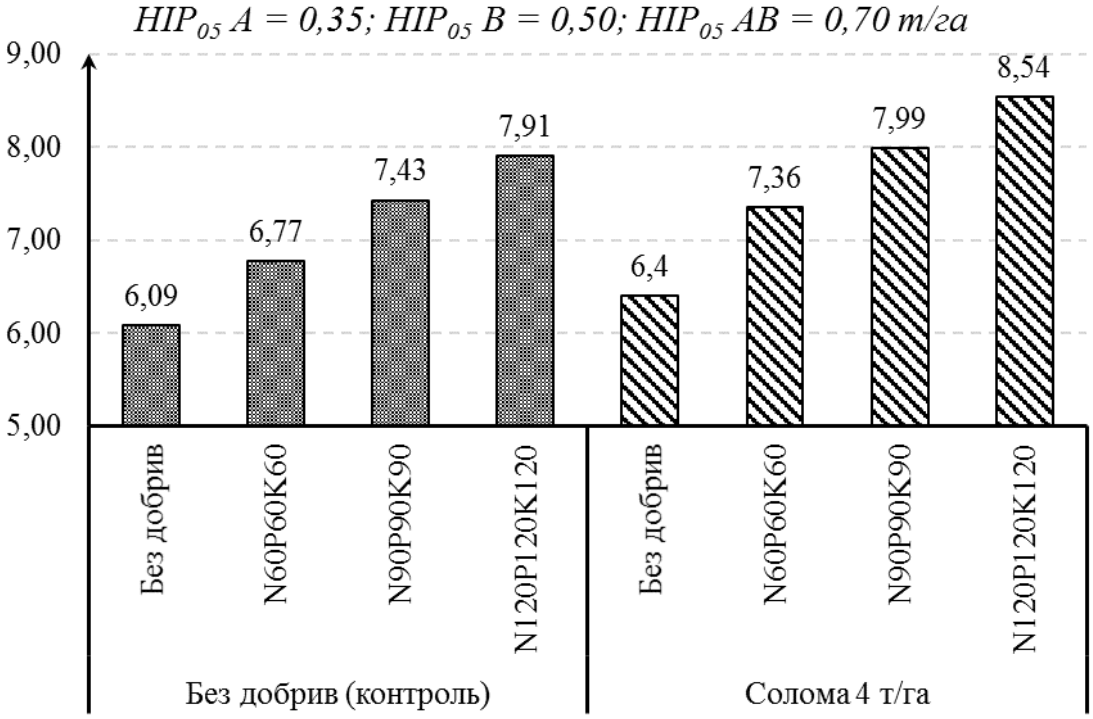


Рис. 1 **Врожайність сорго зернового залежно від удобрення**, *т/га*

Врожайність сорго зернового істотно підвищилась за застосування альтернативної органо-мінеральної системи удобрення, коли мінеральні добрива вносили на фоні заробляння у ґрунт соломи пшениці озимої. За дози мінеральних добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ на фоні 4 т/га соломи пшениці озимої врожайність зерна становила 7,36 т/га, що порівняно з контролем без добрив було вищим на 1,27 т/га або 20,9% ($НІР_{05}$ АВ = 0,70 т/га).

За дози мінеральних добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ внесених на фоні 4 т/га соломи врожайність зерна становила 7,99 т/га зі зростанням до контролю без добрив – на 1,9 або 31,2%. Найвищої харчової продуктивності сорго зернового В умовах нестійкого зволоження максимальної врожайності досягнуто за

внесення $N_{120}P_{120}K_{120}$ + 4 т/га соломи: врожайність зерна – 8,54 т/га, зростання до контролю без добрив на 2,45 т/га або 40,2%.

Отже, В умовах нестійкого зволоження на чорноземі важкосуглинковому найвищої продуктивності сорго зернового досягали за альтернативної органо-мінеральної системи удобрення (4 т/га соломи + $N_{120}P_{120}K_{120}$) – врожайність зерна становила 8,54 т/га з перевищенням контролю без добрив на 2,45 т/га або 40,2%.

Застосування добрив в умовах нестійкого зволоження на чорноземі важкосуглинковому істотно покращило якість зерна сорго зернового. Так, на контролі без добрив маса 1000 зерен становила 28,1 г, вміст білка в зерні – 10,3%, клітковини – 2,14%, жиру – 3,39% на суху речовину (табл. 8).

Таблиця 8

Якість зерна сорго зернового за різних систем удобрення

Варіант	Вміст, *% на суху речовину*				Маса 1000 зерен, *г*
	протеїн	клітковина	жир	зола	
Без добрив (*контроль*)	10,3	2,14	3,39	1,81	28,1
$N_{60}P_{60}K_{60}$	10,8	2,36	3,47	1,86	29,7
$N_{90}P_{90}K_{90}$	11,4	2,45	3,52	1,91	30,8
$N_{120}P_{120}K_{120}$	11,8	2,49	3,56	1,95	31,8
Солома 4 т/га	10,4	2,21	3,41	1,81	28,6
Солома 4 т/га + $N_{60}P_{60}K_{60}$	11,1	2,36	3,50	1,89	30,8
Солома 4 т/га + $N_{90}P_{90}K_{90}$	11,6	2,43	3,56	1,92	31,9
Солома 4 т/га + $N_{120}P_{120}K_{120}$	12,1	2,50	3,59	1,92	33,0
$НІР_{05}$	*0,5*	*0,11*	*0,14*	*0,08*	*1,7*
Р, %	*1,9*	*2,2*	*2,2*	*2,3*	*2,5*

За внесення повного мінерального добрива з осені під оранку в дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$ маса 1000 зерен збільшилась – на 1,6 г, вміст білка в зерні – на 0,5%, клітковини – на 0,22%, жиру – на 0,08% на суху речовину за

абсолютних показників – відповідно 29,7 г, 10,8%, 2,36% та 3,47%.

Зростання дози мінеральних добрив в основне удобрення до $N_{90}P_{90}K_{90}$ покращувало якість зерна сорго зернового: масу 1000 зерен становила 30,8 г, вміст білка в зерні – 11,4%, клітковини – 2,45%, жиру – 3,52% на суху речовину зі збільшенням до контролю без добрив – відповідно на 2,7 г, 1,1%, 0,31% та 0,13%.

Найвищої якості зерна за мінеральної системи удобрення досягнуто за дози добрив $H_{120}P_{120}K_{120}$: масу 1000 зерен – 31,8 г, вміст білка в зерні – 11,8%, клітковини – 2,49%, жиру – 3,56% на суху речовину, що перевищило контроль без добрив – відповідно на 3,7 г, 1,5%, 0,35% та 0,17%.

Покращенню якості зерна сорго зернового сприяла альтернативна органо-мінеральна система удобрення, проте її вплив проявився переважно у зростанні маси 1000 зерен та вмісту в зерні білка. Так, за внесення 4 т/га соломи + $N_{60}P_{60}K_{60}$ маса 1000 зерен становила 30,8 г, вміст білка в зерні – 11,1%, клітковини – 2,36%, жиру – 3,50 % на суху речовину; 4 т/га соломи + $N_{90}P_{90}K_{90}$ – відповідно 31,9 г, 11,6%, 2,43% та 3,56%.

Найвищої якості зерна за альтернативної органо-мінеральної системи удобрення досягнуто за внесення 4 т/га соломи + $N_{120}P_{120}K_{120}$: маса 1000 зерен – 33,0 г, вміст білка в зерні – 12,1%, клітковини – 2,50%, жиру – 3,59% на суху речовину з перевищенням абсолютного контролю без добрив – відповідно на 4,9 г, 1,8%, 0,36% та 0,20%.

РОЗДІЛ 5
ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ДОБРИВ У ПОСІВАХ СОРГО ЗЕРНОВОГО

З переходом до ринкової економіки питання економічної доцільної набувають особливої ваги і стають основою бізнес-планування діяльності підприємств. Система удобрення є основою підвищення рентабельності аграрного виробництва, але через високі ціни на мінеральні добрива та високу собівартість застосування органічних добрив, які склались в аграрному секторі в останні роки, потребує нових екологічно збалансованих та економічно ефективних підходів її застосування.

В основу економічних розрахунків брали ціну однієї тони зерна сорго зернового 7000 грн., що відповідало ринку цін в Україні на період листопада 2023 року і було еквівалентно ціні однієї тони пшениці озимої третього класу або ячменю.

У проведених дослідженнях вивчалась економічна ефективність застосування мінеральних добрив під сорго зернове та їх поєднання з елементами біологізації (солома пшениці озимої) за його вирощування В умовах нестійкого зволоження Лісостепу України на чорноземі важкосуглинковому та недостатнього зволоження на чорноземі типовому важкосуглинковому.

В умовах нестійкого зволоження на чорноземі важкосуглинковому застосування мінеральних добрив з осені під оранку під сорго зернове супроводжувалось витратами на їх внесення та збирання врожаю додатково отриманої продукції – 14700–50400 грн/га та умовно чистим доходом – 4590–23670 грн/га (табл. 6.3).

Таблиця 7

Використання вологи посівами сорго зернового залежно від удобрення

Добрива	Сумарний урожай основної і побічної продукції у перерахунку на суху речовину, т/га	Продуктивна волога, мм		Витрати продуктивної вологи з ґрунту за вегетацію, мм	Кількість опадів за вегетацію, мм	Сумарне водоспо-живання, $м^3$/га	Витрати вологи на 1 т урожаю, $м^3$/т
		3–5 листків	збирання врожаю				
Без добрив (*контроль*)	13,0	229	97	132	352	4840	372
$N_{90}P_{90}K_{90}$	14,8	232	92	140	352	4920	332
4 т/га соломи	13,5	236	105	131	352	4830	358
4 т/га соломи + $N_{90}P_{90}K_{90}$	15,6	237	93	144	352	4960	318

Найбільш рентабельним за мінеральної системи удобрення визначено варіант з дозою добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ – рівень рентабельності 60%. За внесення мінеральних добрив в дозі $N_{120}P_{120}K_{120}$ рівень рентабельності зменшився до 55%, однак умовно чистий дохід перевищував дозу добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ – на 1050 грн/га. В умовах нестійкого зволоження сорго зернове позитивно відгукувалось на високі дози мінеральних добрив, досягаючи максимального доходу за внесення $N_{120}P_{120}K_{120}$ – 13380 грн/га.

Ефективність системи удобрення сорго зернового значно підвищилась за поєднаного внесення мінеральних добрив і соломи. Заробляння у ґрунт на добриво 4 т/га соломи визначено високоефективним заходом, який супроводжувався незначними витратами (470 грн/га) і забезпечив отримання умовно чистого доходу – 4890 грн/га за рівня рентабельності 346%.

За поєднаного внесення мінеральних добрив і соломи рентабельність агрохімічного заходу зменшувалась зі зростанням дози внесення мінеральних добрив, але була значно вищою, ніж коли мінеральні добрива вносили окремо. За внесення 4 т/га соломи + $N_{60}P_{60}K_{60}$ рентабельність становила 127%, 4 т/га соломи + $N_{90}P_{90}K_{90}$ – 106%, 4 т/га соломи + $N_{120}P_{120}K_{120}$ – 89%.

Найбільшої величини чистого доходу за альтернативної органо-мінеральної системи удобрення досягнуто за внесення 4 т/га соломи + $N_{120}P_{120}K_{120}$ – 23670 грн/га.

РОЗДІЛ 6
ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

6.1. Аналіз умов праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища

Умови праці – це сукупність факторів виробничого середовища і трудового процесу, які впливають на здоров'я і працездатність людини в процесі її професійної діяльності [44].

Більш повне і ширше визначення умов праці – це складне суспільне явище, яке формується в процесі роботи під дією соціально-економічних, технічних, організаційних і природних факторів, що впливають на здоров'я, працездатність людини, її ставлення до праці та ефективність праці.

В законодавчо закріпленій у нашій країні системі правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних та лікувально-профілактичних заходів і засобів, спрямованій на збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці, об'єднаній поняттям «охорона праці», базисним елементом є додержання на виробництві гігієнічних регламентів і нормативів. Основу гігієнічного регламентування становлять науково обґрунтовані параметри навколишнього, в тому числі виробничого, середовища, які унеможливлюють їх шкідливий вплив на організм. При цьому гігієнічні нормативи є кількісними показниками, що характеризують оптимальні або допустимі рівні шкідливих фізичних, хімічних та біологічних факторів.

Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу (далі – гігієнічна класифікація) призначена для: гігієнічної

оцінки існуючих умов та характеру праці на робочих місцях; атестації робочих місць; санітарно-гігієнічної експертизи виробничих об’єктів; санітарно-гігієнічної паспортизації стану виробничих підприємств; встановлення пріоритетності в проведенні оздоровчих заходів; розробки рекомендацій для профвідбору, профпридатності; створення банку даних про умови праці на рівні підприємства, району, міста, регіону, країни.

Гігієнічна класифікація заснована на принципі диференціації умов праці залежно від фактично визнаних рівнів виробничого середовища і трудового процесу в порівнянні з санітарними нормами, правилами, гігієнічними нормативами (далі – гігієнічні нормативи), а також можливим впливом їх на стан здоров’я працюючих.

Відповідно даній “Гігієнічній класифікації праці” введено ряд визначень.

Шкідливий виробничий фактор – чинник трудового процесу та виробничого середовища, вплив якого на організм людини в певних умовах може призвести до захворювання або зменшення працездатності.

Небезпечний виробничий фактор – чинник трудового процесу та виробничого середовища, вплив якого на організм людини в певних умовах може призвести до травми або іншого раптового погіршення здоров’я.

Важкість (тяжкість) праці – характеристика діяльності людини, яка визначає ступінь залучення до роботи м’язів і відображає фізіологічні витрати внаслідок фізичного навантаження.

Напруженість праці – характеристика трудового процесу, що відображає переважне навантаження на центральному нервову систему.

Безпечні умови праці – умови праці, за яких вплив шкідливих і небезпечних виробничих факторів на працюючих виключений або їх рівні не перевищують гігієнічних нормативів.

Відповідно до “Гігієнічної класифікації праці” умови праці на підприємствах за ступенем шкідливості та небезпечності поділяються на 4 класи.

1 клас – оптимальні умови праці – такі умови, при яких зберігається не лише здоров’я працюючих, а й створюються передумови для підтримання високого рівня працездатності.

Оптимальні гігієнічні нормативи виробничих факторів встановлені для мікрокліматичних параметрів і факторів трудового процесу. Для інших факторів за оптимальні умовно приймаються такі умови праці, за яких несприятливі фактори виробничого середовища не перевищують рівнів, прийнятих за безпечні для населення.

2 клас – допустимі умови праці – характеризуються такими рівнями факторів виробничого середовища і трудового процесу, які не перевищують встановлених гігієнічних нормативів для робочих місць, а можливі зміни функціонального стану організму відновлюються за час регламентованого відпочинку або до початку наступної зміни та не чинять несприятливого впливу на стан здоров’я працюючих і їх потомство в найближчому та віддаленому періоді.

3 клас – шкідливі умови праці – характеризуються наявністю шкідливих виробничих факторів, що перевищують гігієнічні нормативи і здатні чинити несприятливий вплив на організм працюючого та/або його потомство.

Шкідливі умови праці за ступенем перевищення гігієнічних нормативів та вираженості змін в організмі працюючих поділяються на 4 ступені:

1 ступінь (3.1) – умови праці, що характеризуються такими відхиленнями від гігієнічних нормативів, які, як правило, викликають функціональні зміни, що виходять за межі фізіологічних коливань та найчастіше сприяють зростанню захворюваності з тимчасовою втратою працездатності.

2 ступінь (3.2) – умови праці, що характеризуються такими рівнями факторів виробничого середовища і трудового процесу, які здатні викликати стійкі функціональні порушення, призводять у більшості випадків до зростання захворюваності з тимчасовою втратою працездатності, підвищення

частоти загальної захворюваності, появи окремих ознак професійної патології.

3 ступінь (3.3) – умови праці, що характеризуються такими рівнями шкідливих факторів виробничого середовища і трудового процесу, які призводять до підвищення рівня захворюваності з тимчасовою втратою працездатності та розвитку, як правило, початкових стадій професійних захворювань.

4 ступінь (3.4) – умови праці, що характеризуються такими рівнями факторів виробничого середовища, які здатні призводити до розвитку виражених форм професійних захворювань, значного зростання хронічної патології та рівнів захворюваності з тимчасовою втратою працездатності.

4 клас – небезпечні (екстремальні) – умови праці, що характеризуються такими рівнями факторів виробничого середовища, вплив яких протягом робочої зміни (або ж її частини) створює високий ризик виникнення важких форм гострих професійних уражень, отруєнь, каліцтв, загрозу для життя.

Як свідчать дані, наведені у попередніх розділах, в сільському господарстві є оптимальні, допустимі та шкідливі умови праці зі всіма чотирма ступенями шкідливості. Окремі види діяльності можуть здійснюватися в екстремальних умовах, наприклад, фумігація пестицидами теплиць, складів, холодильників, інших замкнутих приміщень, що повинна виконуватися спеціально навченими ланками працівників з використанням повного комплекту засобів індивідуального захисту та проведення всіх попередніх організаційних заходів. Такі ж умови праці виникають при аварійних ситуаціях, пожежах, вибухах, стихійних лихах, в тому числі при ліквідації їх наслідків.

6.2. Охорона навколишнього природного середовища

В Україні агросфера охоплює понад 70% загальної території. В другій половині XX століття у зв'язку з активною індустріалізацією сільського господарства і зростаючим негативним впливом на агросферу промисловості та урбанізованих територій різко зросла розораність земель та інтенсивність їх обробітку, прискорилась ерозія ґрунтів, їх деградація і забруднення ксенобіотиками. Поступово зникали малі річки, на значних територіях порушувався гідрологічний режим, у тому числі і у зв'язку з грубими прорахунками у здійсненні водної меліорації.

Разом з тим у цей період була проведена значна робота із землевпорядкування, запровадження сівозмін, агролісомеліорації, розширилося застосування мінеральних і органічних добрив, внаслідок чого значно підвищилася продуктивність рослинництва, збільшилося поголів'я тварин. У 80-х роках почала впроваджуватись розроблена вітчизняними вченими ґрунтозахисна контурно-меліоративна система землеробства. Але загалом в агросфері України виникла і зростала екологічна криза, яка особливо загострилася після чорнобильської трагедії.

Ситуація почала змінюватися на краще тільки після того, як людство зрозуміло, що подальша руйнація агросфери становить загрозу його існуванню. Тому в більшості розвинених країн сформувалася державна політика, спрямована на захист агросфери. Але слід враховувати, що і там агроекологія ще повною мірою не визначила нову філософію свого формування.

У той час, як у найблагополучніших з цього погляду регіонах останнє десятиліття пройшло під знаком нового агроекологічного підходу до аграрного виробництва, в Україні, як і в інших державах, що виникли на теренах колишнього СРСР, тривають процеси, які продовжують руйнацію

агросфери. Хаотична аграрна і земельна реформи 90-х років здійснювалися без чіткої стратегії і ясної кінцевої мети в умовах боротьби різних політичних сил та кланових інтересів, в основному шляхом указів Президента, які далеко не завжди базувалися на прогнозуванні можливих наслідків тих чи інших заходів.

Через відсутність стратегії і необхідної законодавчої бази нині основна частка сільськогосподарської продукції, крім зерна, соняшнику і цукрових буряків, виробляється в особистих господарствах селян, на городах і дачних ділянках, які стали головними годувальниками нації. Валова продукція аграрного сектора економіки скоротилася більш як удвоє. Особливих втрат зазнало тваринництво, причому ситуація в цій галузі у зв'язку з її інерційністю і надалі погіршуватиметься. Внаслідок загальної економічної кризи та диспаритету цін занепала матеріально-технічна база і порушилась інфраструктура великих господарств, різко скоротилося застосування добрив, пестицидів, хімічних меліорантів ґрунту [45].

Нині назріла гостра необхідність у визначенні стратегії розвитку як аграрного виробництва, так і агросфери в цілому. Серйозним недоліком майже всіх програм, які стосуються агросфери, є те, що в їх основу покладені підходи і принципи, напрацьовані для всіх інших галузей економіки. В них фактично не враховані фундаментальні особливості розв'язання соціально-економічних проблем саме у цій частині біосфери. Не приділяється належна увага тим змінам, що сталися внаслідок значного посилення в XX столітті антропогенного тиску на довкілля, і пов'язаній з цим небезпеці руйнації середовища існування людини. Слід усвідомити, що вже минули часи, коли можна було мати тільки одну головну мету — використання ресурсів агросфери для збільшення виробництва продовольства і одержання промислової сировини. Адже саме такий підхід призвів до постійного зростання кількості енергії, необхідної для виробництва кожної одиниці продукції, а також до виснаження природного потенціалу і забруднення

довкілля. Нині цілком очевидно, що цей шлях веде у глухий кут і необхідні нова філософія та стратегія формування агросфери.

Безперечно, функцію основного годувальника людини агросфера виконуватиме завжди. Але ця мета повинна досягатися на основі пріоритетності збереження природних ресурсів, поліпшення якості продукції, значного підвищення ефективності використання сонячної енергії, передусім зеленими рослинами, інтенсифікації мікробіологічних процесів у ґрунті як важливої ланки кругообігу речовин в агроекосистемах, зокрема біологічної азотфіксації і мобілізації фосфору. Це потребує не тільки нових шляхів розв’язання проблем соціально-економічних відносин у сфері аграрного виробництва, а й нових взаємовідносин між агросферою, техносферою і урбосферою, застосування високих енергозберігаючих природоохоронних технологій.

ВИСНОВКИ

1. Встановлено, що найвищі запаси мінерального азоту у 0–40 см шарі чорнозему важкосуглинкового у фазі 3–5 листків сорго зернового формувались за дози добрив N120P120K120: нітратного – 108 кг/га, амонійного – 70 кг/га з перевагою до контролю без добрив – відповідно на 42 та 9 кг/га. Внесення додатково 4 т/га соломи зменшило запаси мінерального азоту у ґрунті на 13–17 кг/га. На кінець вегетації запаси нітратного азоту у ґрунті зменшились до початкового у 6,4–7,7 разів, амонійного азоту – на 31–33%.

2. Досліджено, що найвищий вміст рухомого калію у 0–30 см шарі чорнозему важкосуглинкового у фазі 3–5 листів спостерігали за внесення 4 т/га соломи + N120P120K120 – 111 мг/кг. Упродовж вегетації вміст рухомого калію зменшився до початкового – на 26–28.

3. Встановлено, що найефективніше вологу ґрунту рослини використовували за внесення 4 т/га соломи + $N_{90}P_{90}K_{90}$: витрати вологи на формування однієї тони врожаю – 318 $м^3$ зі зменшенням до контролю без добрив на 54 $м^3$/т.

4. Сорго зернове позитивно відгукувалось на внесення соломи та зростаючих доз мінеральних добрив. Найвищу врожайність зерна сорго зернового на чорноземі важкосуглинковому отримали за внесення 4 т/га соломи + $N_{120}P_{120}K_{120}$ – 8,54 т/га з істотним перевищенням контролю без добрив на 2,45 т/га або 40,2%.

5. Визначено, що 4 т/га соломи + $N_{120}P_{120}K_{120}$ забезпечило найвищу якість зерна сорго зернового: маса 1000 зерен – 33,0 г, вміст білка в зерні – 12,1%, клітковини – 2,50%, жиру – 3,59% на суху речовину з перевищенням контролю без добрив – відповідно на 4,9 г, 1,8%, 0,36% та 0,20%.

9. Досліджено, що економічно найефективнішим в умовах нестійкого

зволоження було внесення 4 т/га соломи + N120P120K120: умовно чистий дохід – 23670 грн/га, рентабельність – 89%%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бойко М.О. Аналіз структури врожаю гібридів сорго зернового при різних густотах посівів за двох строків сівби. Онтогенез – стан проблеми та перспективи вивчення рослин в культурних та природних ценозах: Збірник тез міжнародної конференції. Херсон: РВЦ «Колос»; 2016, с. 79–80.

2. Аверчев О.В., Осінній О.А. Науково-виробничі рекомендації з технології вирощування сорго, проса і гречки в агромеліоративному полі рисової сівозміни. М-во аграрної політики та продовольства України, Ін-т післядипломної освіти та дорадництва, ДВНЗ «Херсонський державний аграрний ун-т». Херсон: Видавець Грінь Д. С. 2015, 98 с.

3. Василенко Р. Агротехнологічні прийоми збільшення продуктивності сорго на півдні України. Пропозиція 2017, 6, с. 82–85.

4. Бойко М.О. Перспективи виробництва сорго зернового на Півдні України. Modem scientific researches and developments: theoretical value and practical results 2016: materials of international scientific and practical conference (Bratislava, 15–18 March 2016). K.: LLC «NVP» Interservise»; 2016, с. 23–24.

5. Безручко О.І. Сорго набуває популярності. Agroexpert 2012, 5, с.36–38.

6. Барановський О.В., Трофименко М.М., Вечеров В.І., Кузьменко О.М., Шумська Г.М. Продуктивність зернового сорго ультраранньостиглого гібриду Прайм в залежності від допосівного внесення азотних добрив. Науковий вісник Луганського національного аграрного університету 2009, 12, с. 39–42.

7. Каражбей Г.М., Тегун С.В. Продуктивність сорго звичайного двокольорового (Sorghum bicolor L.) залежно від рівня мінерального живлення та густоти стояння. Збірник наукових праць Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків 2012, 14, с. 67–70.

8. Кравець І.С. Зміни в азотному фонді та баланс азоту чорнозему

опідзоленого Правобережного Лісостепу України після тривалого застосування добрив у польовій сівозміні: автореф. дис. кандидата с.-г. наук: 06.01.04. Інститут агрохімії та ґрунтознавства ім. О. Н. Соколовського. Харків, 2001. 23 с.

9. Морозова Л. Європейські перспективи сорго. Farmer 2017, 11, с. 88–89.

10. Сторожик Л.І. Перспективи вирощування сорго цукрового як альтернативного джерела енергії. Цукрові буряки 2011, 2, с. 20–21.

11. Лапа О.М., Фарафонов В.А. Вирощування зернового сорго в умовах України. Посібник українського хлібороба 2008, 6, с. 72–76.

12. Криницька Л.А., Рось В.І. Стан і перспективи світового виробництва сорго (огляд іноземної літератури). Таврійський науковий вісник 2000, 15, с. 20–25.

13. Крайсвітній П.А., Рій О.В., Кулик М.І. Енергетичні культури для отримання біопалива: додатковий прибуток для господарств. Хімія. Агрономія. Сервіс 2010, 12, с. 40–43.

14. Луцько Г., Кранда Т. Сорго – відповідь екстремальній посусі. Пропозиція 2013, 1, с. 44–46.

15. Dercas N., Liakatas A. Water and radiation effect on sweet sorghum productivity. Water Resources Management 2007, 21(9), p. 1585–1600.

16. Малярчук Н.П., Малярчук А.С., Лужанский И.Ю., Марковская Е.Е., Малярчук В.Н. Вплив систем основного обробітку та удобрення на гумусовий стан ґрунту і продуктивність сорго зернового у сівозміні та зрошенні. Біоресурси і природокористування 2019, 11(1–2), с.98–107. https://doi.org/10.31548/bio2019.01.011.

17. Балан В.М., Сторожик Л.І. Вирощування цукрового сорго як біоенергетичної культури. Цукрові буряки 2010, 5, с. 14–15.

18. Федорович Г.Т. Урожайність і якість соризу залежно від ланки сівозміни, строку сівби та системи живлення в умовах Півдня України:

автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.01.09 «Рослинництво». Харків, 2010. С. 20.

19. Музиченко Ф. Сорго в Україні: лише переваги. Пропозиція 2010, 3, с. 42.

20. Nelson C.E. Effects of spacing and nitrogen applications on yield of grain sorghums under irrigation. Agronomy Journal 2019, 44, p. 303–305.

21. Mohammad W., Shah S.M., Shehzadi S., Shah S.A. Effect of tillage, rotation and crop residues on wheat crop productivity, fertilizer nitrogen and water use efficiency and soil organic carbon status in dry area (rainfed) of north-west Pakistan. Journal of Soil Science and Plant Nutrition 2021, 12(4), p. 715–727. http://dx.doi.org/10.4067/S0718–95162012005000027

22. Rafael G-F.E., Prisco J.T., Alvarez-Pizzarro J.C. Ammonium improves tolerance to salinity stress in Sorghum bicolor plants. Plant Growth Regulation 2016, 78(1), p. 121–131.

23. Бойко М.О. Сорго зернове – гарант стабілізації зерновиробництва. Актуальні питання сучасної аграрної науки: Збірник тез IV міжнародної науково-практичної конференції. Умань; 2016, с. 25–26.

24. Господаренко Г.М., Климович П.В. Реакція сорго зернового на удобрення на чорноземі опідзоленому. Збірник наукових праць Луганського НАУ 2006, 69(92), с. 20–25.

25. Гринюк І.П. Соргові культури як сировина для виробництва біопалива залежно від удобрення та строку збирання в Правобережному Лісостепу України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.01.09 «Рослинництво»/ Нац. ун-т біоресурсів і природокористування України Київ; 2013, 21 с.

26. Пашинська К.Л. Енергетична ефективність вирощування сорго зернового за різних систем удобрення. Збірник наукових праць Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків; Київ: ФОП Корзун Д. Ю., 2019; 27, с. 61–66.

27. Camacho M.E., Cabalceta A.G., Molina R.E. Efecto de las enmiendas liqugidas en un ultisol cultivado con sorgo. Agron. Mesoamer 2019, 26(2), p. 291–292.

28. Soudek P., Petrova S., Vankova R., Song J. Accumulation of heavy metals usting Soghum sp. Chemosphere 2020, 104, p. 15–24.

29. Свиридов А.М., Барбарук В.Т., Фарафонов В.А. Скоростиглі гібриди сорго. Пропозиція 2006, 5, с. 44–45.

30. Environ B. Morphological, Physiological and Biochemical Impact of Ink Industry Effluent on Germination of Maize, Barley and Soghum. Contam. and Toxicol 2020, 95(5), p. 687–693.

31. Anil Gaddameedi, K.T. Ravikiran, Riyazaddin Mohammed, Rahul M. Phuke, Are Ashok Kumar. Inheritance studies on grain iron and zinc concentration and agronomic traits in sorghum [Sorghum bicolor (L.) Moench] Journal of Cereal Science 2018, p. 252–258. https://doi.org/10.1016Zj.jcs.2018.09.007.

32. Климович П.В. Ефективність доз і строків застосування добрив під сорго зернове на чорноземі опідзоленому Правобережного Лісостепу України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.01.04. ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського. Харків: 2007. 23 с.

33. Курило В.Л., Яланський О.В., Гамандій В.Л. та ін. Біоенергетична оцінка соргових культур. Збірник наукових праць Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків 2012, 14, с. 554–558.

34. Іваніна В.В., Пашинська К.Л., Костащук М.Л. Вплив добрив на врожайність та якість зерна сорго зернового. Новітні агротехнології 2019; 7. URL: http://jna.bio.gov.ua/article/view/204798.

35. Черенков А.В., Остапенко М.А., Самойленко А.Т. Сорго на зерно в умовах південного степу України. Агроном 2006, 3, с. 36–38.

36. Недвига М. В. Структура ґрунту. Умань, 2015. 231 с.

37. Методи аналізів ґрунтів і рослин. С. Ю. Булигін, С. А. Балюк, С. А.

Міхновська [та ін.]: за ред. С. Ю. Булигіна, С. А. Балюка. Книга 1. Харків, 1999, 158 с.

38. Якість ґрунту. Визначення pH (ISO 10390:2005, IDT): ДСТУ ISO 10390:2007. [Чинний від 2009–10–01]. К.: Держспоживстандарт України, 2007; 13 с. (Національний стандарт України).

39. Якість ґрунту. Методи визначання органічної речовини: ДСТУ 4289:2004. [Чинний від 2005–07–01]. К.: Держспоживстандарт України, 2005; 14 с. (Національний стандарт України).

40. Якість ґрунту. Визначення нітратного і амонійного азоту в модифікації ННЦ ІГА ім. О.Н. Соколовського: ДСТУ 4729:2007. [Чинний від 2008–01–01]. К.: Держспоживстандарт України, 2008, 14 с. (Національний стандарт України).

41. Ґрунти. Визначання рухомих сполук фосфору і калію за модифікованим методом Мачигіна: ДСТУ 4114: 2002. [Чинний від 2003–01–01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2003, 9 с. (Національний стандарт України).

42. Основи наукових досліджень в агрономії: Підручник. В. О. Єщенко, П. Г. Копитко, П. В. Костогриз; В. П. Опришко. За ред. В. О. Єщенка. Вінниця: ПП «ТД «Едельвейс і К»», 2014. 332 с.

43. Збарський В. К. Економіка сільського господарства: навч. посібник. В. К. Збарський, В. І. Мацибора, А. А. Чалий [та ін.] ; за ред. В. К. Збарського, В. І. Мацибори. К.: Каравела, 2012. 280 с.

44. Охорона праці в галузі [текст]: навчальний посібник. П. С. Атаманчук, В. В. Мендерецький. О. П. Панчук. Р. М. Білий. К.: «Центр учбової літератури», 2017. 322 с.

45. Бердій Я. І. Промислова екологія. Навчальний посібник. Я. І. Бердій, Б. О. Білінський, Р. М. Івах, М. М. Козяр. Видання 4-е, перероблене. К.: Кондор, 2010. 374 с.

ДОДАТКИ

Додаток А

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА

ЗБІРНИК
СТУДЕНТСЬКИХ НАУКОВИХ ПРАЦЬ
УМАНСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ САДІВНИЦТВА



приурочений 100-річчю від дня народження
українського вченого в галузі агрономії, професора
Івана Маркіяновича Карасюка

Факультет агрономії

Умань 2023

УДК 330(063)

Рекомендовано до друку вченою радою факультету агрономії Уманського національного університету садівництва, протокол №6 від 27 квітня 2023

Редакційна колегія:

Полторецький С. П. – д. с.-г. н., професор (відповідальний редактор);
Рябовол Л. О. – д. с.-г. н., професор (заступник відповідального редактора);
Третьякова С. О. – к. с.-г. н., доцент, (відповідальний секретар);
Господаренко Г. М. – д. с.-г. н., професор;
Єщенко В. О. – д. с.-г. н., професор;
Копитко П. Г. – д. с.-г. н., професор;
Яценко А. О. – к. с.-г. н., професор;
Рябовол Я. С. – д. с.-г. н., доцент;
Карнаух О. Б. – к. с.-г. н., доцент;
Кравченко В. С. – к. с.-г. н., доцент;
Накльока Ю. І. – к. с.-г. н., доцент;
Сержук О. П. – к. с.-г. н., доцент.

*Автори вміщених матеріалів висловлюють свою думку,
яка не завжди збігається з позицією редакції.*

Збірник студентських наукових праць Уманського національного університету садівництва. Факультет агрономії / Редкол.: О. О. Непочатенко (відп. ред.) та ін. Умань: 2023. 89 с.

Збірник містить доповіді студентів ОР молодший бакалавр і бакалавр та магістрів, які були розглянуті на Всеукраїнській студентській науковій конференції, яка приурочена 100-річчю від дня народження українського вченого в галузі агрономії, професора Івана Маркіяновича Карасюка, що відбулася 20 квітня 2023 року в м. Умань.

Розраховано на студентів, аспірантів, викладачів, наукових співробітників та фахівців, які працюють у АПК України.

ЗМІСТ

СЕКЦІЯ 1. РОСЛИННИЦТВО

ПОЛЕЖАЄВ Н., КОРОЛЬ М. ORIGIN OF VEGETABLE PEAS 5
ХАРЧЕНКО В. FORMATION OF THE WINTER WHEAT CROP STRUCTURE 6
МИРГОРОДСЬКИЙ В. ECONOMIC VALUE OF SPRING BARLEY 8
KOLESNIK S. YE. ORGANIC TECHNOLOGY OF GROWING SOYBEANS 11
АНАСТАСЕНКО Д. BIOLOGICAL FEATURES OF WINTER WHEAT 12
ВОРОБЧЕНКО В. THE HISTORY OF THE DISTRIBUTION AND NATIONAL ECONOMIC IMPORTANCE OF CULTURE 15
БУР'ЯН ОЛЕКСАНДР ECONOMIC VALUE AND BIOLOGICAL FEATURES OF GRAIN SORGHUM 18
КРИВИЦЬКИЙ О.BOTANICAL CHARACTERISTICS AND BIOLOGICAL FEATURES OF SUGAR SORGHUM 20
OLIINYK M., KOLESNYK VOLODYMYR NUTRITION OF NICHE CROPS: SORGHUM, CHICKPEAS, BEANS 22
НАЛИВАЙКО С. ECONOMIC IMPORTANCE AND DISTRIBUTION OF FIELD PEAS 24
ЧОРНОДІД О. ECOLOGICAL AND BIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF GRAIN SORGHUM 27
ЧУМАК І. ІСТОРІЯ ПОХОДЖЕННЯ ТА ПОШИРЕННЯ КАРТОПЛІ 29
ЗАДИРАКА О.GRAIN PRODUCTION AND ITS IMPORTANCE IN THE ECONOMY OF UKRAINE 31
ВАРИЧ Д. ІСТОРІЯ ТА ПОШИРЕННЯ КОНОПЕЛЬ 33
ЖМУДЕНКО В. ВПЛИВ ТРАВМОВАНОСТІ НАСІННЯ ПШЕНИЦІ ТА ІНШИХ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР НА ЙОГО ПОСІВНІ Й УРОЖАЙНІ ЯКОСТІ 35
ТАРАСОВСЬКИЙ Д. ВИРОЩУВАННЯ КАРТОПЛІ НА ЧІПСИ В УКРАЇНІ 38
DISKANT M., DROZDENKO A., SABADASH M. FORMATION OF PRODUCTIVITY OF SAREPTSKY MUSTARD DEPENDS ON VARIETAL CHARACTERISTICS 41
HRYNIVETSKA I. MODERN TECHNOLOGY CULTIVATION OF A FLAX 43
СТЕПОВИК Н., ПРИЩ Є., ВИШНЕВСЬКИЙ М. ПРОДУКТИВНІСТЬ КОРМОВИХ КУЛЬТУР ЗАЛЕЖНО ВІД ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ 46
YURCHENKO V. TECHNOLOGY OF GROWING ORGANIC CORN 48
HOROVA I. WHITE SESAME 51
TANASIENKO A., GROM R. CASTOR: A POISONOUS AND SOMETIMES EXTREMELY VALUABLE PLANT 53
TURCHYN O., ROTAR A. GROWING SOYBEANS AS A BUSINESS 54
KRAVCHENKO S., SIHAIENKO K. ADAPTIVE TECHNOLOGY FOR GROWING CORN FOR SILAGE 58
KRAVETS A., REBRII V. HOW TO GROW SOYBEANS: THE CHOICE OF MINERAL FERTILIZER 62
КРАВЕЦЬ А., ДЕМБІЦЬКИЙ Б. ВПЛИВ ГУСТОТИ ПОСІВУ НА продуктивність сорго цукрового В УМОВАХ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ 65
KOVAL R., KORNIIENKO N. SPATIAL AND QUANTITATIVE PLACEMENT OF CORN IN THE CROP 67
СУЩЕНКО І. IMPORTANCE AND CURRENT STATE OF CULTIVATION OF GRAIN LEGUMINOUS CROPS 71
POLOVYNKA O., SIMONOVA V., BILOVUS O. EVALUATION OF VARIETY SAMPLES BY QUALITY INDICATORS SEED 73
КАБАН О. OPTIMIZATION OF PEA AND CHICKPEA SOWING RATES IN CONNECTION WITH CLIMATE CHANGES 75
KROCHAK S. THE FLOWER OF THE SUN» OR THE STORY OF THE DEVELOPMENT OF THE SUNFLOWER 78
ЗАДИРАКА Ю. VALUE AND PRODUCTION OF SOYBEANS IN THE WORLD AND IN

peas in Ukraine does not exceed 200 thousand tons, more than 500 thousand tons of legumes can be exported.

In 2017, the profitability of this industry in Ukraine was only 10%, while a year earlier it was 80%. In particular, since 2016, domestic producers have been increasing their volumes annually, and in recent years they have shown an almost two-fold increase in production – 573 thousand tons were produced, and in 2017 – 1097.8 thousand tons. At the same time, the cultivated area under cultivation in 2017 was 405 thousand hectares, and in 2018 – 431.7 thousand hectares.

At the beginning of 2018, for the first time on the domestic market, peas (the price per ton in Ukraine reached a minimum) began to cost less than wheat. The export potential of the record harvest of 2017 was not fully realized, so the stocks at the end of the period were excessively high. Competing countries were able to push Ukrainian producers out of the international arena due to lower prices. The situation was further complicated by the sharp increase in the production of leguminous crops in India itself and, in addition, by the introduction of customs duty in this country – imports decreased almost 10 times. As a result, Ukraine's share in world pea production fell to 4%.

However, along with the obvious advantages of peas, there are also disadvantages. Its yield is lower than that of grain crops, although under favorable weather conditions and protection from diseases, pests and weeds, it can form a yield of up to 3.5–6.0 t/ha. Legumes are sensitive to unfavorable phytosanitary conditions in crops, which significantly affects the elements of the crop structure.

Modern technologies for growing peas are the basis of the precise application of appropriate agrotechnical operations for the care of crops in certain microstages according to the BBCH scale.

Scientists have proven that knowledge of the biological features of the stages of pea development plays a crucial role in ensuring a high level of its productivity. Our task was to study the reaction of varieties to different doses of mineral fertilizers and growth regulators, which to some extent depend on the growth stages of pea plants.

ECOLOGICAL AND BIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF GRAIN SORGHUM

Чорнодід Олександр студент 19-ма групи факультету агрономії
Керівник – кандидат с.-г. наук, доцент Полторецька Н. М.

This ancient and widespread culture got its name for its tallness from the Latin word Sorghums, which in translation means to rise. It has a great ecological and geographical diversity, which is still difficult to classify due to the large number of intermediate forms. Sorghum belongs to the cereal family, the genus Sorghum, has

many species and varieties and is polymorphic, because along with cultivated ordinary sorghum, it also includes a number of its wild species (herbaceous), of which only Sudanese grass and sorghum (perennial) are cultivated..

The All-Union Research Institute of Plant Breeding named after academician M. I. Vavilov carried out the development of sorghum taxonomy. According to the classification proposed by him, the existing ecological and geographical diversity of cultivated sorghum plants can be divided according to the method of their main use into economic groups – grain, sugar, and vine and grass sorghum. This classification did not cover all the ecological and geographical diversity of grain sorghum, which turned out to be more significant and diverse than other economic groups of sorghum. Therefore, E. S. Yakushevsky into a number of species, taking into account their geographical distribution, family ties with wild relatives, and the presence of common characteristics and properties, divided the polymorphic species – common sorghum.

Thus, Guinea grain sorghum is growning in the countries of West Equatorial Africa, Kaffir grain sorghum – in the countries of South Africa. Grain sorghum is cultivated in the countries of Northeast Africa, India, Central and Eastern Asia, and Chinese grain sorghum (sorghum gaolian) is grown in the countries of East Asia (China, Korea, Japan, etc.).

An important feature of sorghum, which distinguishes it as a valuable crop for arid regions of the country, is the ability to form nodular roots in the over dried layer and, breaking through it, reach moist soil. Basal internodes are very short, others are longer – from 5 to 40 cm or more, depending on the variety and growing conditions. The drought resistance of the culture is due to the ability of the stomata of the leaves to restore normal activity after a lack of water, ensuring the maximum rate of photosynthesis, which, in combination with a powerful root system and the ability to reflect a large amount of heat (gray-white coating on the stems and leaves), makes the plant very drought-resistant.

The shape of rod panicles they are cylindrical, oval, rounded, egg-shaped, pyramidal, etc., and stemless – spreading and drooping, distinguishes lumpy panicles. In addition, the grain of many filmy varieties of sorghum contains tannin glucosides, which protect the seeds from mold under adverse germination conditions. In the lower part of the panicle, the grain has a smaller mass of 1000 grains, in the middle and upper part of it – the most complete grains, but in the upper part (in most varieties) they are somewhat inferior in weight to the seeds from the middle part of the panicle.

The rate of emergence of sorghum seedlings is influenced by humidity, soil density and depth of seed wrapping. However, soil temperature is crucial. The relationship of sorghum to low temperatures dictates the timing of its sowing. Sorghum belongs to late spring crops and is sowning when the average daily soil temperature at a depth of 10 cm reaches +14...+16 °C. In the flowering phase and at the beginning of

ripening, frosts at -1 °C are dangerous for sorghum [22, 54]. The greatest need for heat in sorghum is observed in the germination period – panicle ejection – 1400–2100 °C, the smallest – in the sowing-emergence period – 243–297°C. However, the total temperature does not give a clear idea of the heat requirements of sorghum plants, especially since the same amount can be different in different years.

The first signs of economical use of water appear already during the germination period. So, the amount of water required to swell sorghum seeds is only 35%, corn – 40%, wheat – 60% of their own weight.

The high degree of drought resistance of sorghum is associated with the power and absorption capacity of the root system, the peculiarity of the leaf surface, the structure of the stomatal apparatus and the dense epidermis.

A characteristic feature of sorghum is the ability to suspend its growth during particularly unfavorable conditions for growth and development, and as it were, freeze for a while, remaining in an anabiotic state until favorable conditions occur. Drought resistance of sorghum also increases because in the period of high temperatures, when it throws out panicles, a white waxy coating is released on the leaves and stems, which protects the plants from severe overheating and evaporation. Therefore, this property of sorghum allows it to be widely and effectively grown under rain fed and irrigated conditions.

Sorghum can withstand the increased concentration of salts in the soil solution, because it is able to grow and develop normally at a concentration of salts in the soil twice as high as corn requires. It is possible to grow this culture on almost all soils, except for swampy ones, with a close occurrence of groundwater.

Sorghum forms a large biomass of plant residues, which ultimately enriches the soil with organic matter and performs the role of phytomeliorants. On average, sorghum annually leaves 62.7 tons of crop and root residues per hectare, which contained 7.6 tons of nitrogen and 8.08 tons of sugar per hectare. After wheat, these indicators are respectively 18.6; 2.6 and 0.07 c/ha.

ІСТОРІЯ ПОХОДЖЕННЯ ТА ПОШИРЕННЯ КАРТОПЛІ

Чумак Іван, студент 44-а групи факультету агрономії
Керівник – кандидат с.-г. наук, доцент Третьякова С. О.

Картопля має велике господарське значення, оскільки вона є важливою культурою для харчування людей та тварин, а також використовується для виробництва різноманітних продуктів.

Серед способів використання картоплі можна виділити споживання картоплі в їжу, використання в якості корму та виробництво крохмалю.

Додаток Б

Результати дисперсійного аналізу

Кількість факторів 2

Середнє по досліду 7,31

Розсіювання		Сума квадратів	Ступінь вільності	Дисперсія	Критерій Фішера (F)	
					фактичний	0,05
Загальне		17,32	23			
Повторень		0,18	2			
Варіантів		14,88	7			
Факторів	A	1,64	1	1,64	10,16	4,60
	B	13,15	3	4,38	27,17	3,34
Взаємодії	AB	0,09	3	0,03	0,19	3,34
Залишку		2,26	14	0,16	t	2,14

Характеристика впливу та НІР

Показник	Сила впливу	$НІР_{05}$	
		абсолютна	відносна
Фактор A	9,46%	0,35	4,81%
Фактор B	75,92%	0,50	6,80%
Взаємодія AB	0,54%	0,70	9,62%
Повторення	1,04%		
Помилка	13,04%		
Всі фактори	100,00%		

Похибки, точність і коєфіцієнт варіювання

Узагальнена	*E*	0,23
Різниці	*Sd*	0,33
Відносна	*Sx%*	3,17%
Точність	*T%*	96,83%
Коефіцієнт варіювання	*V%*	11,51%

Комплексний норматив витрат на вирощування сорго зернового **Розрахункова площа 100 га** **N P K** **Додаток В**

Урожай основної продукції, т/га 7,43 Вал основної продукції, т 743 90 90 90

Урожай побічної продукції, т/га 8,92 Вал побічної продукції, т 891,6 265 459 225

№ п/п	Види робіт	Од. Виміру	Обсяг робіт			Марка і склад агрегату		Обслуговов. персонал		Норма виробітку	Кількість нормозмін	Затрати людино-години		Тарифний коефіцієнт		Оплата за весь обсяг робіт							Всього оплат	ПММ			Добрива, засоби захисту від хвороб, шкідників і бур'янів				Авто-транспорт		Насіння		Електроенергія	Амортизація, грн	Поточний ремонт, грн	Інші затрати		Всього затрат (без зар. плати)
			в фізичних одиницях	В умовних еталонних га	Коефіцієнт переводу	Трактори, автомобілі	С.-г. машини та інвентар	механізатори	інші робітники			механізатори	інші робітники	механізатори	інші робітники	По тарифу: механізатори	По тарифу: інші робітники	Доплата: За класність (18%)	Доплата: Слаба, тракторист (50%)	За шкідливість: Отруто-хімікати (100%)	За шкідливість: Мінудобрива (30%)	Нарахування на ОП		на одиницю роботи, кг	на весь обсяг, ц	вартість, грн	Назва препарату	Витрата на 1га, кг	Витрата на всю площу, кг; т	вартість, грн	т-км	Вартість, грн	Витрата на всю площу, ц	вартість, грн				Вид затрат	Вартість, грн	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
1	Лущення в 2 сліди	га	200	36	11,6	Т-150	ЛДГ-15	1	0	63,3	3,16	22,1	0	1,55	0,00	34,28	0,00	6,17	0,00	0,00	0,00	1,01	41,46	2,7	5,4	2052			0		0	0				432	360			2885,46
2	Підготовка мінеральних добрив	т	94,9	0	0	Вручну	–	0	1	8	11,86	0,0	83	0,00	1,20	0,00	85,41	15,37	0,00	0,00	25,62	3,16	129,57	0	0	0	аміачна селітра	265	26,5	1007000	0	0				0	0	Обіди	50	1007179,57
3	Навантаження мінеральних добрив	т	94,9	4	4,2	ЮМЗ-6	ПЭ-08	1	0	90	1,05	7,4	0	1,35	0,00	9,96	0,00	1,79	0,00	0,00	2,99	0,37	15,12	3	2,847	1081,86	суперфосфат	459	45,9	1744200	0	0				48	40	МБП	100	1745484,98
4	Транспортування і внесення мінеральних добрив	га	100	19	4,9	МТЗ-80	РМГ-4	1	0	26	3,85	26,9	0	1,09	0,00	29,35	0,00	5,28	0,00	0,00	8,80	1,09	44,52	1,6	1,6	608	калійна сіль	225	22,5	855000	0	0				228	190			856070,52
5	Оранка	га	100	143	11,6	Т-150	ПЛП 6-35	1	0	8,1	12,35	86,4	0	1,80	0,00	155,56	0,00	28,00	0,00	0,00	0,00	4,59	188,14	13,5	13,5	5130			0		0	0				1716	1430			8464,14
6	Боронування	га	200	27	11,6	Т-150К	БЗТС-1,0 (21)	1	0	85,2	2,35	16,4	0	1,35	0,00	22,18	0,00	3,99	0,00	0,00	0,00	0,65	26,83	1,6	3,2	1216			0		0	0				324	270			1836,83
7	Культивація	га	200	45	7,7	ДТ-75М	КПГ-4 (2), С-11У	1	0	34,2	5,85	40,9	0	1,35	0,00	55,26	0,00	9,95	0,00	0,00	0,00	1,63	66,84	2,9	5,8	2204			0		0	0				540	450			3260,84
8	Вирівнювання площі	га	100	13	7,7	ДТ-75М	ШБ-2,5+ЗОР-0,7	1	0	57,1	1,75	12,3	0	1,35	0,00	16,55	0,00	2,98	0,00	0,00	0,00	0,49	20,02	7,3	7,3	2774			0		0	0				156	130			3080,02
9	Розвантаження насіння	т	10	0	0	Вручну	–	0	1	3,0	3,33	0,0	23	0,00	1,20	0,00	24,00	4,32	0,00	0,00	0,00	0,71	29,03	0	0	0			0		0	0				0	0			29,03
10	Висипка з мішка	т	10	0	0	Вручну	–	0	1	10,0	1,00	0,0	7	0,00	1,20	0,00	7,20	1,30	0,00	0,00	0,00	0,21	8,71	0	0	0			0		0	0				0	0			8,71
11	Протруювання	т	10	0	0	–	Мобітокс	1	6	12,0	0,83	5,8	35	1,80	1,80	10,50	54,00	11,61	0,00	64,50	0,00	3,52	144,13	0	0	0	Раксил	0,40	4	1120	0	0			10	5	0			1279,13
12	Навантаження насіння	т	10	0	0	Вручну	–	0	1	5,0	2,00	0,0	14	0,00	1,35	0,00	16,20	2,92	0,00	0,00	0,00	0,48	19,59	0	0	0			0		0	0				0	0			19,59
13	Транспортування насіння	т/км	100	0	0	ГАЗ-53А	–	0	0	0,0	0,00	0,0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	0			0		100	50				0	0			50,00
14	Заправка агрегату	т	10	0	0	Вручну	–	0	1	2,0	5,00	0,0	35	0,00	1,20	0,00	36,00	6,48	0,00	0,00	10,80	1,33	54,61	0	0	0			0		0	0				0	0			54,61
15	Сівба	га	100	34	11,6	Т-150	СЗ-3,6 (3)	1	3	34,0	2,94	20,6	62	1,55	1,35	31,91	71,47	18,61	31,34	0,00	0,00	3,83	157,16	4,8	4,8	1824			0		0	0	27,65	7000		408	340			9729,16
16	Коткування	га	100	15	7,7	ДТ-75М	С-11 У, КВГ-1,4 (3)	1	0	51,5	1,94	13,6	0	1,20	0,00	16,31	0,00	2,94	0,00	0,00	0,00	0,48	19,73	1,9	1,9	722			0		0	0				180	150			1071,73
17	Підвезення води	т/км	30	23	11,6	Т-150	МЖ-10	1	0	42,1	1,96	13,7	0	1,80	0,00	26,55	0,00	4,78	0,00	0,00	0,00	0,78	32,11	1,0	0,3	117,42		300	30000		30	15				276	230			670,53
18	Приготування та внесення гербіцидів	га	100	10	4,9	МТЗ-80	ОП-2000-2-01	1	0	51,0	1,96	13,7	0	1,80	0,00	39,83	0,00	7,17	0,00	39,83	0,00	2,17	89,00	1,3	1,3	475	Базагран	2,00	200	14418	0	0				120	100			15202,00
19	Підвезення води для приготування	т/км	30	23	11,6	Т-150	МЖ-10	1	0	42,1	1,96	13,7	0	1,80	0,00	26,55	0,00	4,78	0,00	0,00	0,00	0,78	32,11	1,0	0,3	117,42		300	30000		30	15				276	230			670,53
20	Приготування, доставка, внесення інсек	га	100	10	4,9	МТЗ-80	ОП-2000-2-01	1	0	51,0	1,96	13,7	0	1,80	0,00	39,83	0,00	7,17	0,00	39,83	0,00	2,17	89,00	1,3	1,3	475	Бі-58 нов	0,85	85	6747,3	0	0				120	100			7531,30
21	Скошування у валки	га	100	0	0	СК-5	ЖРБ-4,2	1	1	14,2	7,04	49,3	49	1,55	1,55	76,41	65,49	25,54	0,00	0,00	0,00	4,19	171,63	4,7	4,7	1786			0		0	0				2000	1800			5757,63
22	Обмолот валків	га	100	0	0	СК-5	ПУН-5	1	1	6,5	15,38	107,7	108	1,80	1,80	193,85	166,15	64,80	0,00	0,00	0,00	10,62	435,42	11,7	11,7	4446			0		0	0				2500	2000			9381,42
23	Відвезення зерна на тік	т/км	743	0	0	ГАЗ-53А	–	0	0	0	0,00	0,0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	0			0		743	371,5				0	0			371,50
24	Відвезення соломи	га	100	66	4,2	ЮМЗ-6	ПТС-4 (2)	1	0	6,4	15,63	109,4	0	1,35	0,00	147,66	0,00	26,58	0,00	0,00	0,00	4,36	178,59	1,6	1,6	608			0		0	0				792	660			2238,59
25	Подача соломи	га	100	20	4,9	МТЗ-80	СНУ-0,5	1	0	25	4,00	28,0	0	1,55	0,00	43,40	0,00	7,81	0,00	0,00	0,00	1,28	52,49	1,2	1,2	456			0		0	0				240	200			948,49
26	Укладання в скирту	га	100	0	0	Вручну	–	0	1	10	10,00	0,0	70	0,00	1,35	0,00	81,00	14,58	0,00	0,00	0,00	2,39	97,97	0	0	0			0		0	0				0	0			97,97
	РАЗОМ	x	x	488	120	x	x	x	x	x	119,16	601,7	486,1	x	x	975,94	606,93	284,92	31,34	144,16	48,22	52,29	2143,78	x	68,67	26092,70	x	x	x	3628485	903	452	28	7000	10	10361	8680	x	150	**3683374,28**

Зведено за затратами, грн

Оплата праці, всього	2273,58	Засоби захисту	22285
в т.ч. оплата основна	1582,86	Автотранспорт	451,5
– за шкідливість	192,38	Амортизація	10361
– доплата за класність (18%)	284,92	Ремонти	8680
– доплата за продукцію	31,34	ПММ	26092,70
– відпускні (8,2%)	129,79	Обіди, МБП	150
Нарахування на оплату праці (2,5%)	52,29	Електроенергія	10
Насіння	7000,00	Затрати на 1 га	37404,10
Добрива	#########	С.в. 1 ц осн. прод., грн	**5034,20**
Страхування продукції	29905,75	С.в. 1 ц дод прод., грн	**4195,17**
Орендна плата + зем податок	27000	**Разом затрат**	**374409,83**
		Вартість продукції грн/га	**52010,00**
		Затрати на 1 га	**37404,10**
		Прибуток на 1 га грн.	**14605,90**
		Рентаб,%	**39,05**