

ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет агротехнологій та екології

Кафедра селекції, насінництва та генетики

**МАГІСТЕРСЬКА
ДИПЛОМНА РОБОТА**

на тему:

**«ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЙНОСТІ СОРГО ЦУКРОВОГО
ЗАЛЕЖНО ВІД ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ
ВИРОЩУВАННЯ»**

Виконав: здобувач вищої освіти
за ОПП Екологічне рослинництво
спеціальності 201 Агрономія
Ступеня вищої освіти Магістр
денної форми навчання
Лантух Дмитро Анатолійович

Керівник: Кулик М. І.,
доктор сільськогосподарських
наук, професор

Рецензент: Пипко О. С., кандидат
сільськогосподарських наук, доцент

Полтава – 2021 року

ЗМІСТ

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ	3
РОЗДІЛ 1. Вплив сорту й агротехнології вирощування на врожайність сорго цукрового (огляд літератури)	6
РОЗДІЛ 2. Об'єкт досліджень	11
2.1. Ботанічна характеристика сорго цукрового	11
2.2. Біологічні особливості сорго цукрового	14
РОЗДІЛ 3. Умови та методика проведення досліджень	16
3.1. Характеристика місця проведення досліджень	16
3.2. Мета, завдання і методика проведення досліджень	19
РОЗДІЛ 4. Результати досліджень	21
4.1. Кількісні показники рослин сорго цукрового залежно від агрозаходів вирощування	21
4.2. Рівень врожайності сорго цукрового	26
4.3. Взаємозв'язок між кількісними показниками рослин та врожайністю сорго цукрового	31
РОЗДІЛ 5. Економічна ефективність вирощування сорго цукрового	34
РОЗДІЛ 6. Екологічна експертиза	38
РОЗДІЛ 7. Охорона праці	41
ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ	45
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	47
ДОДАТКИ	55
АНОТАЦІЯ	

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Сьогоденні реалії у Світі, на фоні виснаження непоновлюваних джерел енергії, спонукають й українських вчених до вирішення цих проблем. Вони передбачають: прийняття інноваційних рішень щодо вирішення економічних, екологічних, технічних і агротехнологічних питань. Що пов'язано із зростаючим дефіцитом енергоресурсів. Для вирішення окреслених проблем пропонується альтернатива – рослинний енергетичний ресурс. За умови його всебічного вивчення, використання й впровадження у виробництво. Що дозволить отримувати кінцевий продукт – різні види біопалив із рослинної сировини. Тому, одним із ефективних джерел поновлювальної енергії є енергетичні культури. Поряд цим, збільшення обсягу їхнього застосування стримується рядом чинників. Одним із яких є недостатність вивчення аспектів агротехнології культивування енергокультур. А також нестачею насінневого й садивного матеріалу для закладки нових енергоплантації.

Визначено, що «Світові обсяги виробництва та використання насінневого та садивного матеріалу енергетичних культур за останні роки мають тенденцію до збільшення». Не винятком є і Україна, в якій в наявності значні площі маргінальних земель. А за високої врожайності й якості біосировини провідне місце з-поміж енергорослин посідають цукроносні культури. До них відносять наступні рослини: цукрові буряки, цукрове сорго, багаторічне сорго цукрова тростина та інші. Ці рослини є важливим джерелом цукросировини для виробництва біоетанолу. Який, в свою чергу, є компонентом для рідких біопалив, а відходи виробництв – для твердого.

З-поміж енергокультур (для виробництва рідких біопалив), науковці інтенсивно досліджують сорго цукрове. Цю рослину культивуються як у Лісостеповій зоні, так і в більш посушливих регіонах України. Сорго цукрове характеризується посухостійкістю й здатне формувати високий врожай цукроумісної біомаси.

Визначено: «з одного гектара посівів сорго цукрового отримують значний обсяг рослинної біомаси, що містить в своєму складі до 20 % цукрового соку». Сировина цієї культури є універсальною за використанням. Її застосовують у харчовій, технічній й енергетичній промисловостях. А також – в тваринництві та птахівництві, тощо.

У зв'язку з вищевизначеним, вивчення особливостей формування врожайності сорго цукрового є актуальним питанням сьогодення.

Мета і завдання досліджень.

Метою дослідження є визначення впливу агротехнології на врожайність сорго цукрового.

Для досягнення мети на вирішення наступні *завдання*:

1. Визначити мінливість біометричних показників рослин сорго цукрового залежно від доз доюрив.
2. Встановити вплив елементів агротехнології вирощування на насіннєву врожайність за сортами сорго цукрового.
3. З'ясувати кореляційні залежності між біометричними показниками рослин та врожайністю культури.
4. Розрахувати економічну ефективність вирощування сорго цукрового.

Об'єкт і предмет досліджень.

Об'єкт досліджень – сорго цукрове, біометричні показники рослин, врожайність.

Предмет досліджень – мінливість кількісних показників рослин, насіннєвої врожайності залежно від елементів агротехнології вирощування.

Методи досліджень. В ході проведення експерименту були застосовані: загальнонаукові й спеціальні методи. Спецметоди це такі: лабораторні аналізування, польовий дослід. Ми використали й розрахунково-ваговий метод для обліку кількісних показників й врожайності біомаси. Застосовували і статистичне аналізування результатів досліджень. Для цього використали комп'ютерне забезпечення із програмою «Статистика».

Наукова новизна одержаних результатів полягає в тому, що обґрунтовано особливості формування врожайності сорго цукрового у взаємозв'язку із елементами агротехнології. При цьому враховано умови вирощування культури й систему удобрення її. Установлені основні чинники, що мають вплив на результативність виробництва продукції сорго цукрового, здійснено оцінку економічної ефективності її виробництва.

Практичне значення одержаних результатів полягає у встановленні особливостей формування врожайності біомаси залежно від удосконалення елементів агротехнології. Що проведено у взаємозв'язку із умовами вирощування культури. При впровадженні розробки у виробничі умови агропідприємств сприятиме отриманню альтернативних видів біопалив. Це в перспективі дозволить знизити енергозалежність територіальних громад.

Особистий внесок здобувача полягає у самостійному опрацюванні проблематики досліджень на основі огляду літературних джерел; проведення польового дослідження відповідно методики дослідної справи; аналізуванні й інтерпретації математично обрахованих результатів. Автором також сформульовані змістовні висновки й надані практичні рекомендації виробництву.

Апробація результатів роботи. Основні результати наукової роботи були заслухані на засіданні кафедри селекції, насінництва і генетики, оприлюднені та апробовані на міжнародній науково-практичній конференції (Додаток 3).

Структура та обсяг роботи. Магістерська робота викладена на 45 сторінках комп'ютерного набору тексту. Вона включає 12 таблиць і 10 рисунків, охоплює загальну характеристику роботи, 7 змістовних розділів. Наприкінці робота має висновки та пропозиції виробництву. Список використаної літератури містить 75 джерел. Додатки включають матеріал, що не увійшов в основну частину роботи.

РОЗДІЛ 1

ВПЛИВ СОРТУ Й АГРОТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ НА ВРОЖАЙНІСТЬ СОРГО ЦУКРОВОГО

(огляд літератури)

В Україні основними принципами у сфері альтернативних видів палива є сприяння розвитку АДЕ. Що полягає у розроблянні й раціональному використанні нетрадиційних джерел та видів енергетичної сировини. Їх планується застосувати для виробництва альтернативних видів палива. А це, в свою чергу призведе до економії паливно-енергетичних ресурсів та зменшення залежності України від їх імпорту в цілому.

Згідно з постановою Кабінету Міністрів України №1375 передбачено виробництво біоетанолу на 12 державних спиртових заводах. На даний час потужності 76 державних спиртових заводів завантажені лише до 50%. Що дає можливість перепрофілювати частину з них на виробництво біоетанолу. Цією ж постановою передбачено перелік підприємств з усіма стадіями технологічного процесу з виготовлення нафтопродуктів, що мають право виробляти бензини з добавками на основі біоетанолу.

Тому, орієнтування Україна на зменшення енергозалежності від непоновлюваних енергоресурсів потребує інтенсивного розвитку АДЕ. Це стосується і рослинної енергетичної сировини, яку отримують із енергетичних культур. Що сприятиме зменшенню імпорту та підвищення енергозалежності України в цілому [1].

Закон України «Про альтернативні види палива» від 19.06.2012 р. регламентує «поступове збільшення відсотку виробництва і використання біопалив та сумішей палив. Визначено, що бензин, що виробляють та / або реалізуються на території нашої країни, дозволено додавати не менше 5 % біоетанолу, з поступовим переходом у до 7 %» [2].

Нагальні еколого-економічні, техніко-технологічні та соціальні проблеми потребують негайного вирішення. Що обумовлюється зростаючим дефіцит енергоресурсів у світі та нашої країни. Виходячи з цього виникає потреба у новітніх підходах за вирішення окреслених проблем [3, 4].

За даними авторів, визначено, що більшість імпорту забезпечується природним газом (79 %) та нафтопродуктами (66 %). Саме тому, сьогоденні енергетична політика України є залежною від імпорту енергетичної сировини. Що не менш важливо, ціна на неї має тенденцію до зростання [5–6]. Спрогнозовано, що ресурсу нафти, газу, вугілля, уранові руди залишилось усього на 40 – 250 років [7–8]. Поряд з цим, «Стратегія розвитку галузі АПК» передбачає залучення значних коштів на розвиток біоенергетики до 2030 року [9].

Відповідно статистичних даних, «сумарний енергопотенціал України сягає 24 млн. т умовного біопалива, з них практично викорисовується на сьогодні лише 2-3 %» [10].

Саме тому, рослинний енергоресурс із енергокультур є вагомими чинником зменшення енергозалежності. Визначено, що: «Енергетичні культури – трав'янисті рослини, чагарники, швидкоростучі дерева, або інші види рослин, біомаса яких може використовуватися як сировина для виробництва біопалива» [11]. Їх продуктивність та врожай біомаси обумовлюється наступним. Це і потенціал сортів, адаптивні властивості рослин, невибагливість до ґрунтових умов, та ін. [12].

В умовах України, так звані «енергетичні культури» досліджують в різних умовах. Дослідження базуються на вивченні видових особливостей різних трав'янистих і деревних культур. [13, 14].

Сьогодні у «Реєстрі сортів рослин України» наявно: «5 сортів міскантусу гігантського; 2 – міскантусу цукроквіткового; 2 – міскантусу китайського; 3 – проса прутоподібного; 3 – верби прутovidної; 1 – верби білої; 1 – павловнії та 1 – редьки олійної» [15].

Визначено, що український сортимент їх здатен забезпечити для України значний обсяг рослинної біомаси [16]. Що і зменшить енергозалежність країни від непоновлюваних енергоносіїв [17, 18].

Поряд з цим, пошук цукромісткої рослинної сировини для біопалив є наразі вкрай актуальним [18]. В цьому випадку сорго цукрове є найкращим представником.

Сорго цукрове відноситься до культур з високим потенціалом біомаси. Визначено, що вихід соку з стебел культури з цукристістю 14 % складає 50 % від ваги стебел. Відповідно за врожайності стебел 20 т з 1 га можна отримати 10 т соку, або 1,6 т патоки, а також 8 т сухих вижимок [19]. Це характеризує сорго цукрове як швидко синтезуючу цукрозу культуру [20].

Цукрове сорго має комплексне використання: як на харчові цілі, так і для виробництва біопалива: рідкого, твердого та газоподібного.

На даний час ряд дослідників продовжують роводити селекційну роботу із сорговими культурами: Г. К. Дремлюка [21], М. С. Калашника [22], Н. А. Шепеля [23], Д. Б. Рахметова [24], іноземні вчені [25] та ін. [26].

Визначено, що «досить ефективним та економічно вигідним є впровадження нових сортів та гібридів соргових культур, з урахуванням генетично-визначеною ступінню адаптивних властивостей до умов ґрунтово-кліматичних їхнього вирощування». Новостворений сортимент, незалежно від їхнього використання, мають бути відповідати вимогам до інтенсивної технології вирощування. Окрім цього, вони повинні «вбезпечувати досить високу економічну оцінювання за виробництва зерна та інших субпродуктів. Окрім цього, нові сорти мають бути пристосовані до визначеного рівня землеробства» [27]. Тому, обґрунтований вибір сортименту енергокультур, відпрацювання елементів агротехнології дозволить збільшити врожайність.

Так, за результатами авторів [28] у сорту сорго цукрового ДОВІСТА визначено особливості накопичення в стеблі цукрози. Що обумовлено значною кількістю розчинних цукрів у фітомасі. А це, в свою чергу дозволяє використовувати цукроносну рослинну сировину для цукропродуктів.

Згідно твердження В.Л. Курила й А.О. Марчука визначено, що врожайність сорго цукрового залежить від агротехнології вирощування культури. При цьому, сортові властивості сорго також мають вплив на врожайність і вміст цукрів у досліджуваних сортів й гібридів [29].

У зв'язку з чим, перелік агротехнологічних операцій має важливе значення для отримання запланованого врожаю. Передусім культур необхідно вірно розмістити у сівозміні. У польовій сівозміні сорго цукрове розташовують опісля пшениці, кукурудзи або зерно-бобових культур [30].

Обробіток ґрунту під сорго радять проводити з урахуванням забур'яненості ділянки. Рекомендовано здійснювати агрозаходи наступні: лущення, дискування, внесення добрив й оранку поля. Навесні проводять операцію «закриття вологи» й допосівне культивування поля [4].

Якість насінневого матеріалу сорго цукрового також має важливе значення. Посівні якості насіння обумовлюють гарне проростання насіння. А також сприяє оптимально-доброму росту й розвитку рослин на початку вегетації [34]. В подальшому сприятливі створені умови впливають на збільшення врожаю культури, аж до 40–60 % [32].

Широкорядний (70 см) з пунктирним розміщенням насіння є найбільш кращим способом сівби сорго цукрового. Але й ширина міжряддя в 45 см також сприяє рівномірному розташуванню рослин сорго в рядку [33].

Визначено, що густота стеблостою впливає на врожайність соргових культур. Вона залежить від особливостей розвитку рослин, їх кущіння. Що залежить від умов вирощування та обумовлює створенню у рослин нових, додаткових пагонів [35]. Встановлено також, що густота стеблостою сорго впливає на уміст соку й цукристість. Авторами виявлена залежність: із збільшенням густоти стеблостою зменшуватиметься цукристість стебел сорго, та навпаки [36, 37].

Науковиця Лариса Сторожик із співавторами вивчала гібриди й сорти сорго цукрового. Їх дослідження були спрямовані на визначення впливу агротехнологічних факторів на врожай сорго цукрового. Ними було дано

агробіологічну оцінку сучасного асортименту сорго в умовах центрального Лісостепу України [38].

Інші автори здійснили спробу розробити логістичні ланцюги від виробника до споживача. Отримання продукції сорго цукрового дозволило забезпечити потужності спиртової і цукрової промисловості [39].

Інші науковці розраховали результативність бінарних посівів за сумісного вирощування кукурудзи і сорго цукрового. Доведена їх економ. ефективність за вирощування гібридів Довіста й Бистриця 400 [40].

Поряд з цим авторами здійснена спроба оптимізувати агротехнологію сорго цукрового. Що передбачало отримання сировини для виробництва біоетанолу за вирощування культури на різних ґрунтах [41, 42]. Подібні дослідження із врахуванням сортових особливостей і густоти рослин провели Курило В. Л., Григоренко Н.О., Марчук О.О., та ін. Вони визначили, що «на основі аналізу продуктивності досліджуваних сортів і гібридів сорго цукрового, за умов достатнього зволоження, встановлено, що з одного гектара посівів, залежно від сортових особливостей реально можливо одержати значні обсяги зеленої маси» [43].

Отже, на основі змістовного огляду літератури визначено ряд чинників, що впливають на ефективність виробництва біомаси сорго цукрового. Це і впровадження у виробництво результатів досліджень ряду авторів з питань екології. Це і розробка нових агротехнологій та її елементів культивування соргових культур. Що сприятиме ефективності використання сировини нових сортів й гібридів цукрового сорго на біопаливо. А це, в свою чергу збільшить сировинну базу виробництва АДЕ. Передусім це стосується поновлюваних видів різноманітних біопалив. Застосування яких значно поліпшить екологічну складову за використання земельних ресурсів маргінальних ґрунтів. А також, як прогнозується авторами, впровадження АДЕ здатне підвищити біоенергетичну ефективність рослинного енергоресурсу, зокрема – сорго цукрового.

РОЗДІЛ 2

ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Ботанічна характеристика сорго цукрового

Сорго цукрове відносять до родини тонконогових *Poaceae* роду *Sorghum*. Останній в свою чергу поєднує однорічні й багаторічні види. Рід сорго (*Sorghum Moench.*) вміщує в себе близько від 34- 50 видів. З-поміж них виокремлено дикі й культурні форми. Визначено, що «в Україні поширені два види культурного сорго: сорго звичайне (*S. vulgare Pers.*) і сорго трав'янисте, або суданська трава (*S. sudanense Pers.*)». З-поміж соргових культур виокремлюють значну кількість різноманітних сортів і гібридів. Які, в свою чергу різняться за габітусом рослин, формою волоті, забарвленням, врожайністю, якістю зерна, вегетаційним періодом, тощо. [44, 45].



Сорго цукрове (*Sorghum saccharatum* (L.) Moench.) – це типова однорічна, яра рослина. Ця рослина має трав'янисту форму. Що передбачає наявність прямостоячого стебла, наявність на ньому листків й суцвіття. Суцвіття у сорго називається волоть. Щодо стебел, то вони заповнені паренхімою. Всередині соргові стебла заповнені соком (сахарози, глюкози та фруктози). А висота стеблостою сорго близько 3 метрів [45, 46, 47], рис. 2.1.

Рис. 2.1. Цукрове Сорго (*Sorghum saccharatum* (L.) Moench.)

Сорго формує потужну кореневу систему. Вона має мичкувату будову. Визначено, що «Ріст та розвиток рослин сорго цукрового на легких піщаних, важких глинистих та інших малопродуктивних ґрунтах, стійкість рослинних фітоценозів до засоленості ґрунту обумовлюється також розвитком та особливостями кореневої системи». Окрім цього будова волоті й насіння в ньому також значно відрізняє дану культур від усіх інших сільськогосподарських культур [48, 49].

Етапи органогенезу цукрового сорго. Встановлено, що сорго цукрове проходить певні етапи свого органогенезу за один календарний рік. Виокремлено такі фази росту й розвитку рослин: «сходи, кущіння рослин, вихід у трубку, викидання волоті, цвітіння, формування та досягання насіння, закінчення вегетації». Тому, вегетаційний період сорго цукрового варіює у межах від 145 до 155 діб [50].

Усю вегетацію рослин сорго цукрового поділяють на 3 основні стадії росту і розвитку. При цьому тривалість кожної становить 30–35 діб. Перша стадія, що називають «стадією вегетативного росту». А от друга стадія, що називається «репродуктивна». Третя стадія, яка має назву «наливу зерна».(рис. 2.2).

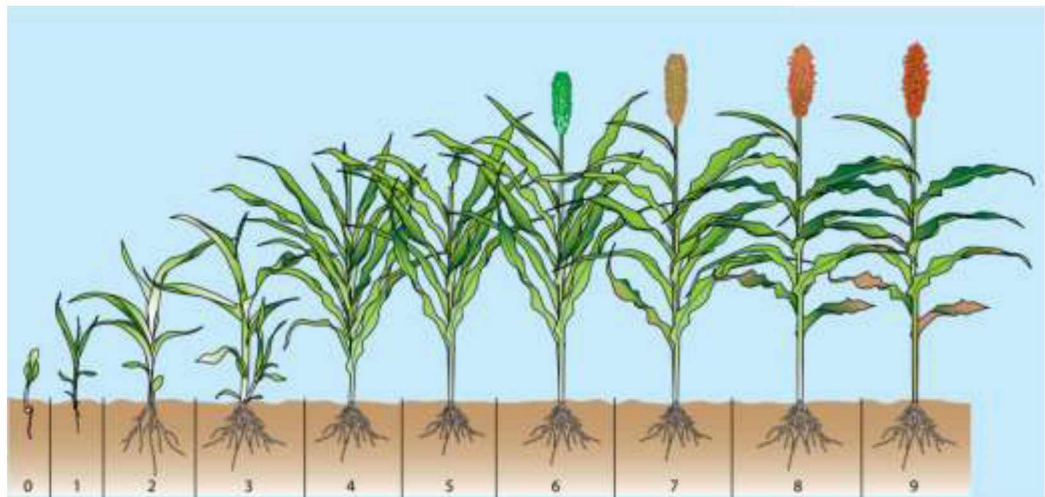


Рис. 2.2. Стадії росту і розвитку сорго цукрового

Загалом, у сорго виокремлюють наступні фази вегетації, усього їх десять (табл. 2.1).

Характеристика фенологічних фаз сорго цукрового [51]

Позна-чення	Назва	Характеристика
0	“сходи”	тривалість фази залежить як від температури й вологості ґрунту, так і кількості поживних речовин у ґрунті, глибини сівби та енергії проростання й схожості насіннєвого матеріалу.
1	“3-го листка”	може тривати від 10 до 20 днів від часу з’явлення сходів і залежить як від температурного фактору, так й вологості ґрунту.
2	“5-го листка”	настає через 20–25 днів після фази “сходи”, у цей час відмічають швидкий ріст кореневої системи, залежить від якості накопичення поживних речовин з ґрунту.
3	“гілкування”	настає через 30–40 днів після сходів, у цей час відмічено найшвидші темпи росту та розвитку та інтенсивності засвоєння поживних елементів.
4	“прапорцевого листка”	відмічаються швидкий ріст стебла та листків. До цієї стадії рослина накопичує більше 30 % необхідного азоту, більше 20 % фосфору і більше 40 % калію.
5	“зупинка росту”	настає через 50–60 днів після фази “сходи”. Площа листового апарату має найбільше значення, максимальне. Верхня частин рослин розпочинає видовжуватися.
6	“цвітіння”	у цей час інтенсивно формується волоть, а також квітує щонайменше половина рослин. Рослина накопичує 70 % необхідного азоту, 60 % фосфору і більше 80 % калію.
7	“м’якого зерна”	відмічено формування та наливання зернівки. Стебло висихає, йде інтенсивний перерозподіл речовин, йде формування волоті й зернин.
8	“твердого зерна”	у цей час зернівка має 75 % сухої маси, а всмоктування кореневою системою поживних елементів припиняється. Нижні листки на стеблі вже не функціонують, а поживні речовини переходять у зерно.
9	“фізіологічна стиглість”	протягом цього часу відмічено максимум сухої маси зернівки за вологості 25–35 %/
10	“повна стиглість”	зерно сформоване, готове до збирання, відмічається його часткове осипання

Науковцями встановлено, що «врожайність біосировини сорго цукрового досягає 60–120 т/га, енергопродуктивність рослин може бути 35–70 (до 100) Гкал/га, а от щодо насіння, то його продуктивність сягає до 0,9–1,8 т/га» [45].

2.2. Біологічні особливості цукрового сорго

Сорго з-поміж злаків другої групи – найбільш теплолюбна рослина. Насіння його проростає при температурі ґрунту 10–12°C. При чому сходи не витримують температури нижче 0°C. Добре росте і розвивається при 30–35 °C. Рослини добре витримують спеку до 40 °C. Це одна з найбільш посухостійких рослин з транспіраційним коефіцієнтом до 300 [52].

Сорго на формування 1 кг сухої речовини витрачає 300 кг води, кукурудза – 388, пшениця – 515, а соняшник – 895. Однак на початку вегетації (фаза появи сходів-кущіння) рослини потребують підвищеної вологості верхнього шару ґрунту. У цей період сорго активно розвиває кореневу систему, а надземна частина рослин розвивається повільно [53].

Сорго невибагливе до ґрунту. Може добре рости як на легких, так і на важких за механічним складом ґрунтах. Малочутливе до підвищеної засоленості ґрунту. Проте кращими для нього є легкі супіщані ґрунти, де воно формує найвищі врожаї.

Автори встановили, що «навіть за несприятливих ґрунтово-кліматичних умов сорго цукрове є, здатне забезпечувати стабільні та високі врожаї, що обумовлює ефективність даної сільськогосподарської культури». Встановлено, «що за дотримання агротехнології з 1 га збирали близько 90–120 т/га цукромісткої біомаси, що у соці містила до 20 % цукрів». Автори також визначили, що «найбільш інтенсивно в стеблах цукри накопичувалися саме після цвітіння сорго, а найбільш максимальний вміст цукрів у рослина відмічено у фазах як воскової, так і повної стиглості зерна» [54].

Отже, на основі детального опрацювання біологічних особливостей культури, ми навели ботаніко-біологічний опис рослин сорго цукрового. При цьому повнота розкриття біологічних особливостей культури сорго цукрового на достатньому рівні. Що дозволяє нам зробити попередні висновки про те, що на усі ці особливості культури необхідно зважати при її вирощуванні. Що в свою чергу сприятиме отриманню сталих і високих врожаїв як насіння, так і біомаси. Це і передбачено завданнями нашого дослідження.

РОЗДІЛ 3

УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Характеристика місця проведення досліджень

Господарств СФГ «Світанок» територіально знаходиться в Полтавській області Лубенського району, центральна садиба розташовано у селі Заріг.

Загальна земельна площа господарства 5331 га, з них 5300 га – сільськогосподарські угіддя.

Таблиця 3.1

Структура посівних площ господарство СФГ «Світанок»

Культури	2020 р.		2021 р.	
	га	%	га	%
Зернові – всього	820	15,4	700	13,2
в т.ч. озимі	820	15,4	650	12,2
із них: пшениця	700	13,2	600	11,3
жито	120	2,2	50	0,9
Ярі всього	1500	28,3	1800	33,9
в т.ч. кукурудза на зерно	1400	26,4	1580	29,8
ячмінь	70	1,3	200	3,7
овес	20	0,3	10	0,2
просо	6	0,1	7	0,1
Гречка	4	0,07	3	0,05
Зернобобові – всього	80	1,5	120	2,2
із них: горох	80	1,5	120	2,2
віка	-	-	-	-
Технічні всього	2200	41,5	2200	41,5
в т.ч. соняшник	1600	30,1	1400	26,4
Картопля – баштанні	5	0,09	7	0,1
в т.ч. картопля	5	0,09	7	0,1
овочі	-	-	-	-
Кормові – всього	200	3,7	180	3,7
в т.ч. кукурудза на зелений корм і силос	200	3,7	180	3,7
коренеплоди	-	-	-	-

Культури	2020 р.		2021 р.	
	га	%	га	%
Багаторічні трави: на сіно	100	1,8	100	1,8
на з/к	-	-	-	-
Однорічні трави – всього	-	-	-	-
на з/к	-	-	-	-
Інші корм. Культури	300	5,6	250	4,7
Вся посівна площа	5300	100	5300	100
Чисті пари	-	-	-	-
Орні землі в обробітку	5200	98,1	5200	98,1

Врожайність с.-г. культур в СФГ «Світанок» за останні три роки наведено в табл. 3.2.

Таблиця 3.2

Врожайність с.-г. культур в господарстві за останні три роки

Культура	Урожайність, т/га			
	2019	2020	2021	середня
Озима пшениця	4,5	4,7	4,9	4,7
Яра пшениця	3,3	2,9	3,8	3,3
Озиме жито	4,1	4,5	4,2	4,2
Ячмінь	3,5	3,6	3,9	3,6
Овес	4,1	4	4	4
Гречка	1	1,2	1,1	1,1
Горох	3	2,7	3,2	2,9
Цукрові буряки	32,3	20,1	33,4	21,5
Соняшник	2,7	3	2,9	2,8
Кукурудза на зерно	6	5,8	6,4	6
Кукурудза МВС	-	-	-	-
однорічні трави	-	-	-	-
багаторічні трави	-	-	-	-

Із групи зернових, пшениця озима й кукурудза на зерно формують найбільшу врожайність. З-поміж групи технічних найврожайним є цукровий буряк. Що характерно як для окремого року, так і в середньому за три роки

Сівозміни господарства. Загальна площа ріллі господарства розподілена на три сівозміни – дві польових і одну кормову.

I польова восьмипільна сівозміна: Еспарцет, Озима пшениця, Кукурудза на зерно, Горох, Озима пшениця, Цукрові буряки, Кукурудза на силос, Ячмінь з підсівом еспарцету.

II польова восьмипільна сівозміна: Озима пшениця, Гречка, Овес, Кукурудза на зерно, Кукурудза на силос, Озима пшениця, Ячмінь, Соняшник.

Погодні умови місця проведення досліджень.

Розподіл опадів і температури повітря за останні три роки змінювався в досить широких межах. Це варіювання пов'язано із порою року і подано в таблицях 3.3-3.4.

Таблиця 3.3

Розподіл опадів за 2019-2021 роки

Місяці Роки	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	Сума за	
								вегетацію	рік
Розподіл опадів, мм									
2019	14	17	126	49	54	68	54	382	620
2020	16,5	23	94	24,7	70	65	58	351	540
2021	14	29	112	55	60	61	62	394	580
Багатор. середні дані	15,3	19,2	118, 4	48,3	63	61,2	50,2	375,6	565

Таблиця 3.4

**Розподіл середньомісячних температур повітря
за 2019-2021 роки**

Місяці Роки	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	Сума за	
								вегетацію	рік
Розподіл опадів, мм									
2019	+0,7	+9,4	+15	+18,7	+21,4	+20,1	+14,4	+99,7	+8,2
2020	+1	+8,9	+13,3	+17,7	+22	+19,2	+16,1	+84,5	+7,9
2021	+1,2	+8,6	+14,3	+19,1	+22,1	+20,4	+15,2	+100,9	+8,4
Багатор. середні дані	+1,4	+9	+13,7	+18,4	21,7	+19,8	+15,6	99,6	+8,1

Таким чином, погодні умови років дослідження були задовільними для вегетації сорго. Близька до оптимальною погода, дозволила отримати сходи й нормальний ріст та розвиток рослин цукрового сорго в подальшому. Основна вимога при цьому була – боротьба з бур'янами в початковий період. В подальшому рослини цукрового сорго самі є добрими конкурентами з небажаною рослинністю в боротьбі за світло та поживні речовини.

Характеристика ґрунтових умов. На початку сезону відбиралися зразки ґрунту (в шарі 0-30 см). В лабораторії проводили стандартний аналіз ґрунту. На початку експерименту проводився аналіз ґрунту, включаючи опис ґрунтового розрізу. Отже було визначено, що ґрунти дослідних ділянок – чорнозем типовий малогумусний з відповідними показниками.

Отже, за результатами аналізу умов проведення експерименту визначено, що ґрунтово-кліматичні умови місця проведення досліджень в цілому сприятливі для вирощування основних культур, в т.ч. і соргових.

3.2. Мета, завдання і методика проведення досліджень

Метою дослідження є визначення впливу агротехнології на врожайність сорго цукрового.

Для досягнення мети на вирішення наступні завдання:

1. Визначити мінливість біометричних показників рослин сорго цукрового залежно від доз добрив.
2. Встановити вплив елементів агротехнології вирощування на насіннєву врожайність за сортами сорго цукрового.
3. З'ясувати кореляційні залежності між біометричними показниками рослин та врожайністю культури.
4. Розрахувати економічну ефективність вирощування сорго цукрового.

Схема досліду і зміст варіантів. Наші дослідження були направлені на вивчення шляхів підвищення врожайності сорго цукрового залежно агрозаходів вирощування.

Дослід закладався за методом систематичних повторювань варіантів у експерименті: у кожному повторенні варіанти досліду розміщувались по ділянках послідовно [55]. Повторюваність дослідів – 4-разова. Сівбу насіння проводили на глибину висіву в 4–6 см, а ширина міжряддя становила 45 см, густина рослин при цьому була 350 тис. шт./га .

У досліді вивчалися наступні варіанти удобрення за вирощування сорго цукрового: Варіант 1 – $N_0P_0K_0$, контроль, Варіант 2 – $N_{30}P_{30}K_{30}$, Варіант 3 – $N_{60}P_{60}K_{60}$, Варіант 4 – $N_{90}P_{90}K_{90}$, Варіант 5 – $N_{120}P_{120}K_{120}$.

Матеріал для дослідження – рослини сорту сорго цукрового Гулівер.

Закладка й виконання польових дослідів здійснювалося з урахуванням вимог методики дослідної справи в агрономії [56, 57].

У дослідженнях проводили виконання як планових, так поточних спостережень. Здійснювали обліки й аналізування згідно загальноприйнятих та із застосуванням спеціальних наукових методик та рекомендацій виробництву [58–60].

Основні кількісні показники рослин сорго цукрового, які ми обрали для дослідження – це: довжина й вага стебла, вага листків та їх площа залежно від забезпечення посівів мінеральними добривами.

Визначення врожайності так званої «сирої» та «сухої» рослинної біомаси, а також продуктивності сорго цукрового визначали після скошування і збирання біомаси з кожної облікової ділянки досліду [61, 62].

Результати досліджень піддавали статистично-математичній обробці. Її здійснювали за допомогою дисперсійного методу аналізування отриманих даних із застосуванням комп'ютерної програми «Statistica–6.0» [63, 64].

У ході виконання дослідження використовували також «Методику обліку площу листової поверхні рослин сільськогосподарських культур», визначення якої здійснювали відповідно за А. А. Ничипоровича [65].

Для встановлення значення коефіцієнту використання фото активної радіації (ФАР) ми скористалися відповідними табличними даними та довідниками. Сумарні надходження ФАР розраховували як за міжфазні періоди так і за увесь період вегетації культури [66, 67].

Отже, умови проведення досліджень є типовими для виконання досліджень з рослинами сорго цукрового. Визначено, що сама постановка та проведення польового експерименту відповідає методичним рекомендаціям. При цьому супутні лабораторні аналізування здійснено до прийнятих державних стандартів і відповідних методик.

РОЗДІЛ 4

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1. Кількісні показники рослин сорго цукрового залежно від агрозаходів вирощування

Встановлено, що рослини сорго цукрового на початкових етапах розвитку розвиваються досить повільно. В наступному, починаючи з фази кушіння й до виходу в трубку відмічена інтенсивність лінійного наростання надземної зеленої маси. У період вегетації «виходу в трубку – викидання волоті» середньодобовий приріст надземної маси у рослин сорго цукрового змінюється найінтенсивніше.

На час закінчення вегетації рослин у сорту сорго цукрового Гулівер за варіантами дослідів (в межах років) визначено варіювання за цим показником – від 244,4 до 281,3 см (табл. 4.1, рис. 4.1).

Таблиця 4.1

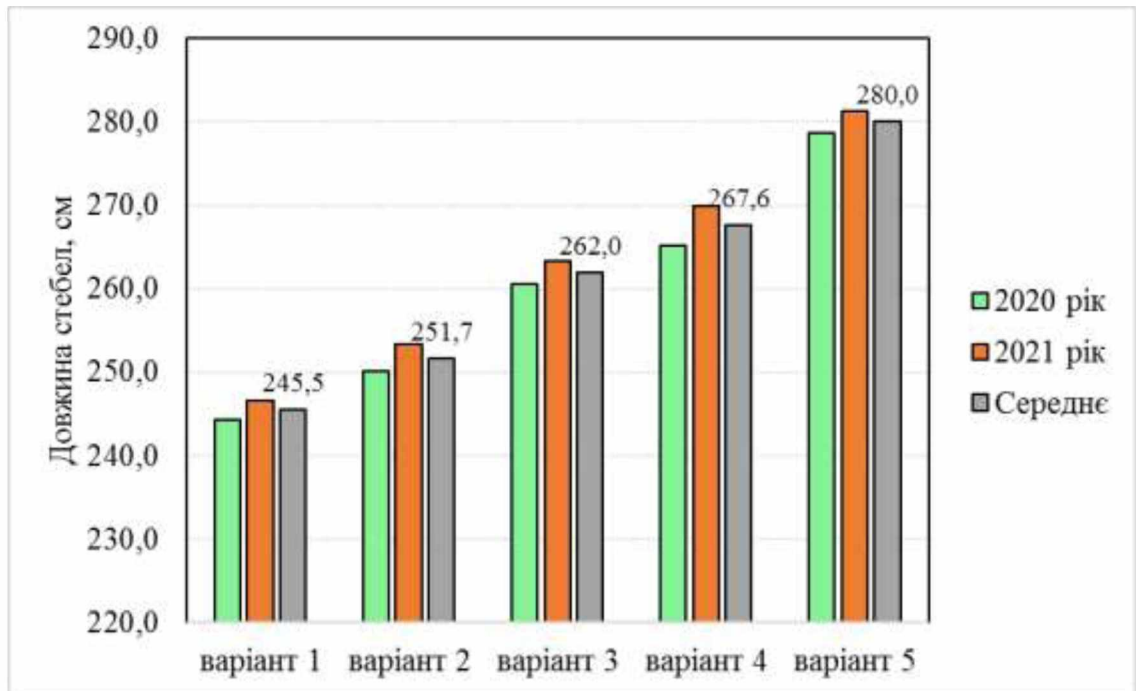
Довжина стебел сорго цукрового (см), 2020-2021 рр.

Варіант	Рік		Середнє	+ / - до контролю
	2020	2021		
варіант 1	244,4	246,7	245,5	-
варіант 2	250,1	253,3	251,7	6,2
варіант 3	260,6	263,3	262,0	16,5
варіант 4	265,2	270,0	267,6	22,1
варіант 5	278,7	281,3	280,0	34,5
Середнє	259,8	262,9	261,4	15,9

НІР_{0.05}: фактор А 9,37; фактор В 2,49; фактор А і В 1,33.

Примітка: Варіант 1 – N₀P₀K₀ (контроль), Варіант 2 – N₃₀P₃₀K₃₀, Варіант 3 – N₆₀P₆₀K₆₀, Варіант 4 – N₉₀P₉₀K₉₀, Варіант 5 – N₁₂₀P₁₂₀K₁₂₀.

У 2020 році висота стеблостою сорго була від 244,4 до 278,7 см, застосування добрив при цьому збільшило цей показник на 15,4 см. В умовах 2021 року рослини сорго цукрового були дещо вищими – від 246,7 до 281,3 см. При цьому удобрення збільшило довжину стебел на 34,6 см. Середнє значення за висотою стеблостою сорго цукрового за варіантами дослідів й роками подано на рисунку 4.1



Примітка: Варіант 1 – $N_0P_0K_0$ (контроль), Варіант 2 – $N_{30}P_{30}K_{30}$, Варіант 3 – $N_{60}P_{60}K_{60}$, Варіант 4 – $N_{90}P_{90}K_{90}$, Варіант 5 – $N_{120}P_{120}K_{120}$.

Рис. 4.1 Середня довжина стебел сорго цукрового (см), 2020-2021 рр.

У загальному, за два роки довжина стебел сорго цукрового сягала найбільшого значення (280,0 см) на варіантах максимальної дози добрив (варіант 5). На інших варіантах удобрення сорго цукрового перевищення порівняно із контролем (245,4 см) було відповідно: варіант 2 – на 6,2 см, варіант 3 – 16,5 см, варіант 4 – на 22,1 см, варіант 5 – на 34,5 см. Отже, внесення повного добрива під сорго дозволяє збільшити його висоту стеблостою – від 6,2 до 34,5 см.

Загальна вага однієї рослини сорго також змінювалась в межах років й варіантів – від 357,1 до 442,7 г (табл. 4.2, рис. 4.2).

Таблиця 4.2

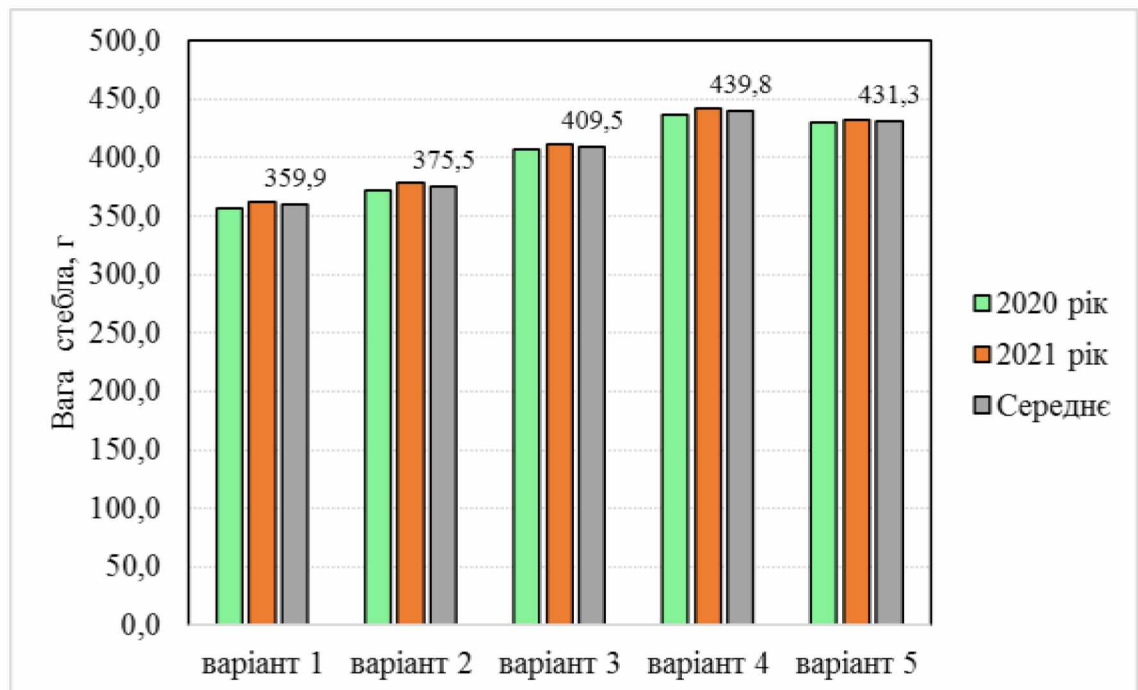
Вага рослини сорго цукрового (г), 2020-2021 рр.

Варіант	Рік		Середнє	+ / - до контролю
	2020	2021		
варіант 1	357,1	362,7	359,9	-
варіант 2	372,0	379,0	375,5	15,6
варіант 3	407,0	412,0	409,5	49,6
варіант 4	437,0	442,7	439,8	79,9
варіант 5	430,0	432,7	431,3	71,4
Середнє	400,6	405,8	403,2	43,3

НІР_{0,05}: фактор А 21,01; фактор В 4,20; фактор А і В 2,73.

Примітка: Варіант 1 – N₀P₀K₀ (контроль), Варіант 2 – N₃₀P₃₀K₃₀, Варіант 3 – N₆₀P₆₀K₆₀, Варіант 4 – N₉₀P₉₀K₉₀, Варіант 5 – N₁₂₀P₁₂₀K₁₂₀.

Середнє значення за вагою стебла у рослин сорго цукрового за варіантами дослідів й роками подано на рисунку 4.2.



Примітка: Варіант 1 – N₀P₀K₀ (контроль), Варіант 2 – N₃₀P₃₀K₃₀, Варіант 3 – N₆₀P₆₀K₆₀, Варіант 4 – N₉₀P₉₀K₉₀, Варіант 5 – N₁₂₀P₁₂₀K₁₂₀.

Рис. 4.2. Середня вага стебла сорго цукрового (г), 2020-2021 рр.

У 2020 році вага стебла сорго була від 357,1 до 437,0 г, застосування добрив при цьому збільшило цей показник на 43,5 г. В умовах 2021 року рослини сорго цукрового були більш ваговитими – від 362,7 до 442,7 г. При цьому удобрення збільшило вагу стебла на 80,0 г.

У загальному, за два роки вага стебел сягала найбільшого значення (439,8 г) на варіантах дози добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ (варіант 4). На інших варіантах перевищення порівняно із контролем (359,9 г) за цим показником було відповідно: варіант 2 – на 15,6 г, варіант 3 – 49,6 г, варіант 4 – на 79,9 г, варіант 5 – на 71,4 г. Отже, внесення повного добрива під сорго дозволяє збільшити його вагу стебла – від 15,6 до 3479,9 г.

Встановлено, що висота стеблостою та його облиствленість обумовили певну площу листової фотосинтезуючої поверхні (ПФПЛ) рослинного агроценозу, яка за варіантами дослідів сорго цукрового змінювалася у межах від 2,3 до 2,5 тис. cm^2 (табл. 4.3).

Таблиця 4.3

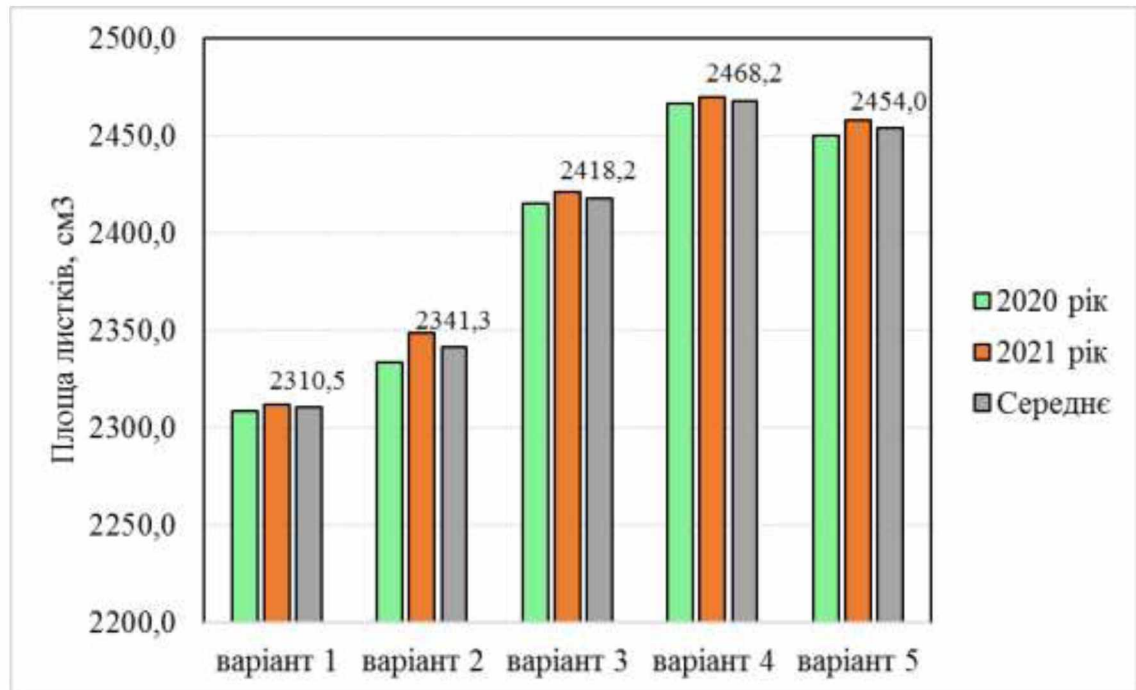
**Площа фотосинтезуючої поверхні листків сорго цукрового
(тис. cm^2), 2020-2021 рр.**

Варіант	Рік		Середнє	+ / - до контролю
	2020	2021		
варіант 1	2308,7	2312,3	2310,5	-
варіант 2	2333,7	2349,0	2341,3	30,8
варіант 3	2415,3	2421,0	2418,2	107,7
варіант 4	2466,5	2470,0	2468,2	157,7
варіант 5	2450,0	2458,0	2454,0	143,5
Середнє	2394,8	2402,1	2398,4	87,9

$HP_{0.05}$: фактор А 48,10; фактор В 6,23 фактор А і В 3,07.

Примітка: Варіант 1 – $N_0P_0K_0$ (контроль), Варіант 2 – $N_{30}P_{30}K_{30}$, Варіант 3 – $N_{60}P_{60}K_{60}$, Варіант 4 – $N_{90}P_{90}K_{90}$, Варіант 5 – $N_{120}P_{120}K_{120}$.

Щорічні та середні значення за площею листкової фотосинтезуючої поверхні рослинного агроценозу сорго цукрового наведено на рисунку 4.2.



Примітка: Варіант 1 – $N_0P_0K_0$ (контроль), Варіант 2 – $N_{30}P_{30}K_{30}$, Варіант 3 – $N_{60}P_{60}K_{60}$, Варіант 4 – $N_{90}P_{90}K_{90}$, Варіант 5 – $N_{120}P_{120}K_{120}$.

Рис. 4.3. Площа листків сорго цукрового (см²), 2020-2021 рр.

У 2020 році ПФПЛ сорго цукрового варіювала від 2308,7 до 2466,5 см², застосування добрив при цьому збільшило цей показник на 157,8 см². В умовах 2021 року ПФПЛ сорго цукрового змінювалася від 2312,3 до 2458,0 см². При цьому удобрення збільшило вагу стебла на 146,0 см².

У загальному, за два роки найбільшого значення за ПФПЛ (2468,2 см²) зафіксовано на варіантах за внесення $N_{90}P_{90}K_{90}$ (варіант 4). Що максимально перевищувало контроль на 157,7 см². На інших варіантах дослідів збільшення за даним показником, порівняно із контролем (2310,5 см²) становило: варіант 2 – на 30,8 см², варіант 3 – 107,7 см², варіант 4 – на 157,7 см², варіант 5 – на 143,5 см². За середнього значення приросту ПФПЛ за роки на рівні 87,9 см². Отже, внесення повного добрива під сорго дозволяє збільшити його площу листків – від 30,8 до 157,7 см².

4.2. Рівень врожайності сорго цукрового

Визначено, що поряд із кількісними показниками рослин сорго цукрового, та умовами вирощування культури мають значний вплив на формування врожайності. Яку обліковували як за зеленою, так і сухою біомасою. Ці показники мали значне варіювання як за варіантами, так і по рокам проведення експерименту (табл. 4.4, рис. 4.4).

Таблиця 4.4

Урожайність зеленої біомаси сорго цукрового залежно від удобрення (т/га), середнє за 2020-2021 рр.

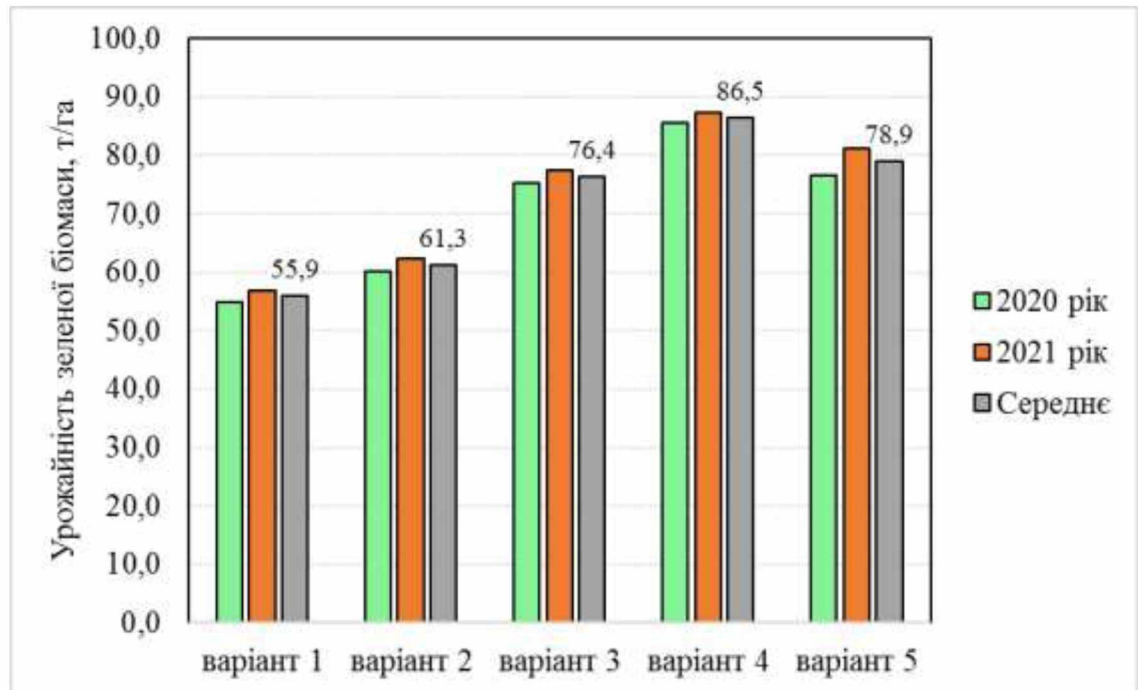
Варіант	Рік		Середнє	+ / - до контролю
	2020	2021		
варіант 1	55,0	56,8	55,9	-
варіант 2	60,1	62,4	61,3	5,4
варіант 3	75,4	77,4	76,4	20,5
варіант 4	85,7	87,3	86,5	30,6
варіант 5	76,6	81,2	78,9	23,0
Середнє	70,6	73,0	71,8	15,9

НІР_{0,05}: фактор А 8,82; фактор В 1,98; фактор А і В 0,56.

Примітка: Варіант 1 – N₀P₀K₀ (контроль), Варіант 2 – N₃₀P₃₀K₃₀, Варіант 3 – N₆₀P₆₀K₆₀, Варіант 4 – N₉₀P₉₀K₉₀, Варіант 5 – N₁₂₀P₁₂₀K₁₂₀.

У 2020 році урожайність зеленої біомаси сорго цукрового була від 55,0 до 85,7 т/га. При цьому встановлено, що застосування добрив при цьому збільшило цей показник до 30,7 т/га. В умовах 2021 року рослини сорго цукрового були більш продуктивними за біомасою – від 56,8 до 87,3 т/га. При цьому удобрення збільшило урожайність зеленої біомаси сорго цукрового до 30,5 т/га.

Середнє значення за врожайністю зеленої біомаси сорго цукрового за варіантами дослідів й роками подано на рисунку 4.4.



Примітка: Варіант 1 – $N_0P_0K_0$ (контроль), Варіант 2 – $N_{30}P_{30}K_{30}$, Варіант 3 – $N_{60}P_{60}K_{60}$, Варіант 4 – $N_{90}P_{90}K_{90}$, Варіант 5 – $N_{120}P_{120}K_{120}$.

Рис. 4.4. Урожайність зеленої біомаси сорго цукрового (т/га), 2020-2021 рр.

У загальному, за два роки врожайність зеленої біомаси сорго цукрового сягала найбільшого значення (86,5 т/га) на варіантах $N_{90}P_{90}K_{90}$, при суттєвому зменшенні на варіантах внесення $N_{120}P_{120}K_{120}$ (78,9 т/га). При цьому на контрольних варіантах цей показник сягав всього 55,9 т/га. На інших варіантах сорго цукрового за різних доз добрив відмічена збільшення його врожайність зеленої біомаси – від 5,4 до 30,6 т/га.

Отже, з усіх варіантів внесення добрив що вивчалися під сорго цукрове найбільшу врожайність зеленої маси забезпечило внесення $N_{60}P_{60}K_{60}$, $N_{90}P_{90}K_{90}$, $N_{120}P_{120}K_{120}$. Що, відповідно за варіантами дослідів сягало рівнів: 76,4; 86,5 і 78,9 т/га й значно перевищувало контрольні варіанти (без застосування добрив).

Урожайність за сухою біомасою, з урахуванням умісту вологи в ній (табл. 4.5, рис. 4.5) мало значне варіювання. Що відмічено як за варіантами, так і по рокам проведення експерименту (табл. 4.6, рис. 4.6).

Таблиця 4.5

**Вміст води у фітомасі сорго цукрового залежно від удобрення (%),
середнє за 2020-2021 рр.**

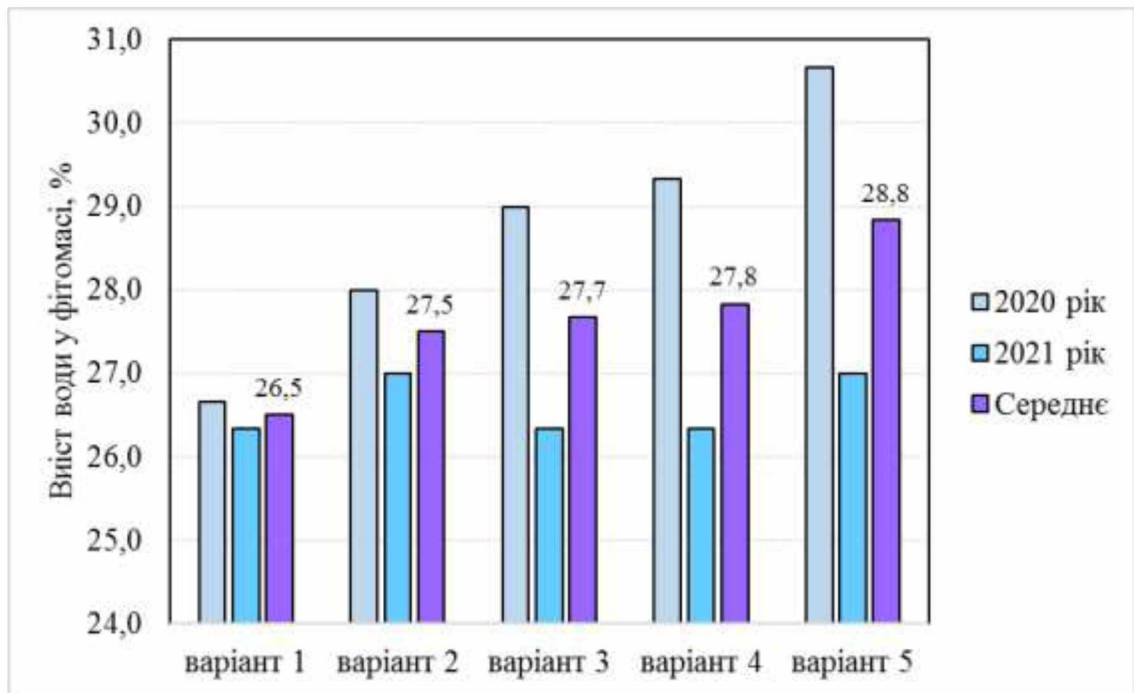
Варіант	Рік		Середнє	+ / - до контролю
	2020	2021		
варіант 1	26,7	26,3	26,5	-
варіант 2	28,0	27,0	27,5	1,0
варіант 3	29,0	26,3	27,7	1,2
варіант 4	29,3	26,3	27,8	1,3
варіант 5	30,7	27,0	28,8	2,3
Середнє	28,7	26,6	27,7	1,2

НІР_{0,05}: фактор А 0,80; фактор В 0,52; фактор А і В 0,88.

Примітка: Варіант 1 – N₀P₀K₀ (контроль), Варіант 2 – N₃₀P₃₀K₃₀, Варіант 3 – N₆₀P₆₀K₆₀, Варіант 4 – N₉₀P₉₀K₉₀, Варіант 5 – N₁₂₀P₁₂₀K₁₂₀.

За роками дослідження уміст вологи у фітомасі сорго цукрового варіював від 26,7 до 30,7 % у 2020 році, та від 26,3 до 27,0 % у 2021 році

Зафіксовано незначне збільшення вологи у фітомасі сорго цукрового при застосуванні добрив. Цей показник мав зростання у середньому за роки від 1,0 до 2,3 %. Найбільший вміст вологи у фітомасі мали варіанти застосування N₁₂₀P₁₂₀K₁₂₀. Майже на однаковому рівні цей показник був на варіантах 3 і 4. Що свідчить про те, що внесення підвищених доз добрив сприяє збільшенню умісту у фітомасі сорго цукрового води.



**Рис. 4.5. Вміст води у фітомасі сорго цукрового (%),
2020-2021 рр.**

Визначено, що уміст вологи у фітомасі сорго цукрового має вплив на врожайність за сухою біомасою (табл. 4.6, рис. 4.6).

В розрізі років проведення експерименту врожайність за сухою біомасою змінювалася у досить широких межах – від 14,7 до 25,1 т/га. Відмічено, що із зменшенням умісту вологи у фітомасі буде зростати її врожайність за сухою біомасою. Що характерним є для усіх варіантів досліду.

Для умов вирощування 2020 року врожайність сухої біомаси сорго цукрового була від 14,7 до 25,1 т/га за середнього значення 20,4 т/га. При цьому встановлено, що застосування добрив при цьому збільшило цей показник за варіантами – від 2,1 до 8,8 т/га. В умовах 2021 року рослини сорго цукрового були менш врожайними за сухою біомасою, варіювання становило – від 15,0 до 23,0 т/га, середнє – на рівні 19,4 т/га. При цьому застосування добрив за варіантами експерименту суттєво збільшило врожайність сухої біомаси сорго цукрового від 1,9 до 4,4 т/га.

**Урожайність сухої біомаси сорго цукрового залежно від удобрення
(т/га), середнє за 2020-2021 рр.**

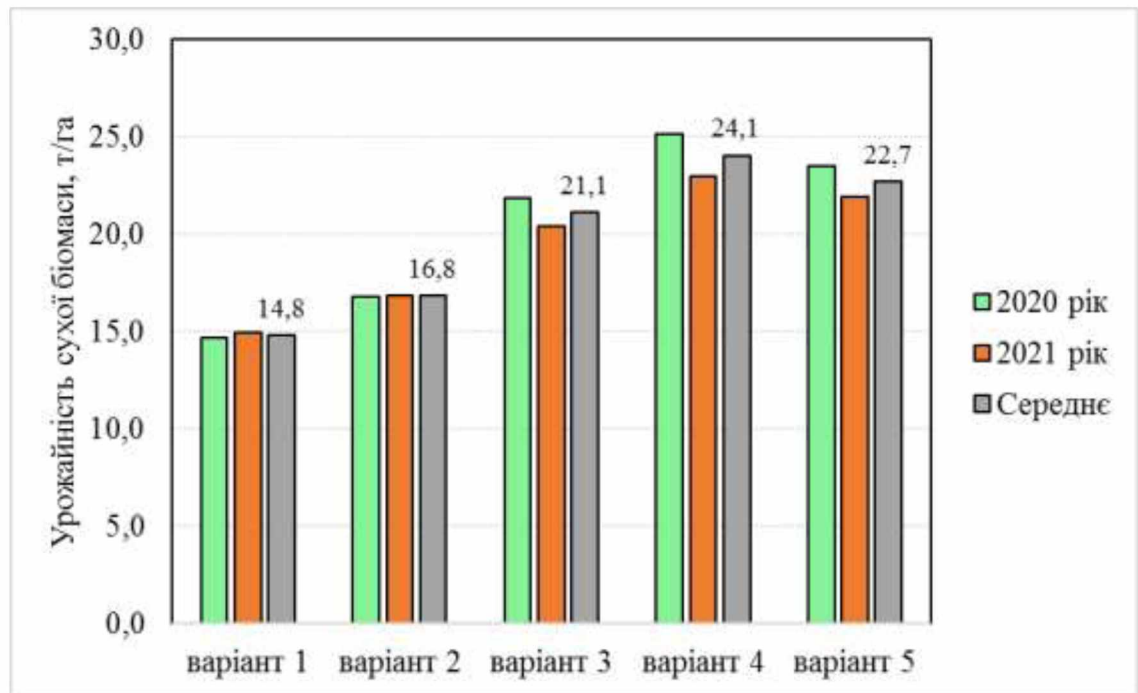
Варіант	Рік		Середнє	+ / - до контролю
	2020	2021		
варіант 1	14,7	15,0	14,8	-
варіант 2	16,8	16,9	16,8	2,0
варіант 3	21,9	20,4	21,1	6,3
варіант 4	25,1	23,0	24,1	9,3
варіант 5	23,5	21,9	22,7	7,9
Середнє	20,4	19,4	19,9	5,1

НІР_{0.05}: фактор А 2,75; фактор В 0,56; фактор А і В 0,59.

Примітка: Варіант 1 – N₀P₀K₀ (контроль), Варіант 2 – N₃₀P₃₀K₃₀, Варіант 3 – N₆₀P₆₀K₆₀, Варіант 4 – N₉₀P₉₀K₉₀, Варіант 5 – N₁₂₀P₁₂₀K₁₂₀.

У загальному, за два роки врожайність сухої біомаси сорго цукрового сягала найбільшого значення (24,1 т/га) на варіантах застосування добрив у дозі N₉₀P₉₀K₉₀. На високому рівні, але суттєво менше варіанту 4 врожай отримали за внесення N₁₂₀P₁₂₀K₁₂₀ (22,7 т/га) та при застосуванні N₆₀P₆₀K₆₀ (21,1 т/га). При цьому на контрольних варіантах цей показник сягав всього 14,8 т/га. На інших варіантах удобрення сорго цукрового при застосуванні різних доз добрив відмічена приріст його врожайності за сухою біомасою – від 2,0 до 9,3 т/га. Відповідно варіантів дослідів, у порівнянні з контролем зростання врожайності біомаси становило: варіант 2 – на 2,0 т/га, варіант 3 – 6,3 т/га, варіант 4 – на 9,3 т/га, варіант 5 – на 7,9 т/га, в середньому по досліді – на 5,1 т/га.

Середнє значення за врожайністю сухої біомаси сорго цукрового за варіантами дослідів й роками подано на рисунку 4.6.



Примітка: Варіант 1 – $N_0P_0K_0$ (контроль), Варіант 2 – $N_{30}P_{30}K_{30}$, Варіант 3 – $N_{60}P_{60}K_{60}$, Варіант 4 – $N_{90}P_{90}K_{90}$, Варіант 5 – $N_{120}P_{120}K_{120}$.

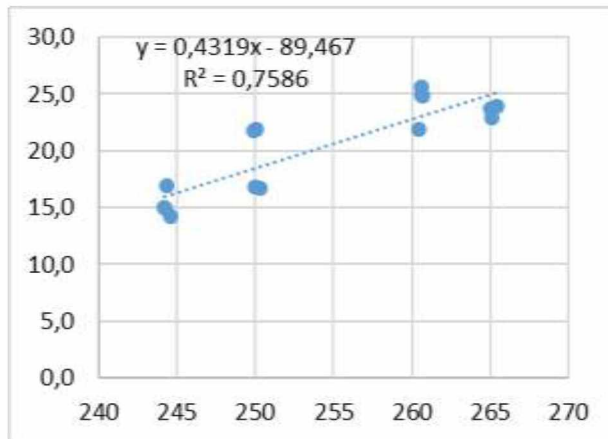
**Рис. 4.6. Урожайність сухої біомаси сорго цукрового (т/га),
2020-2021 рр.**

Отже, з усіх варіантів застосування добрив найбільшу врожайність сухої біомаси сорго цукрове забезпечило внесення $N_{60}P_{60}K_{60}$, $N_{90}P_{90}K_{90}$, $N_{120}P_{120}K_{120}$. Що відповідно за варіантами дослідів сягало рівнів: 21,1 т/га; 24,1 т/га і 22,7 т/га й значно перевищувало контрольні варіанти (без застосування добрив).

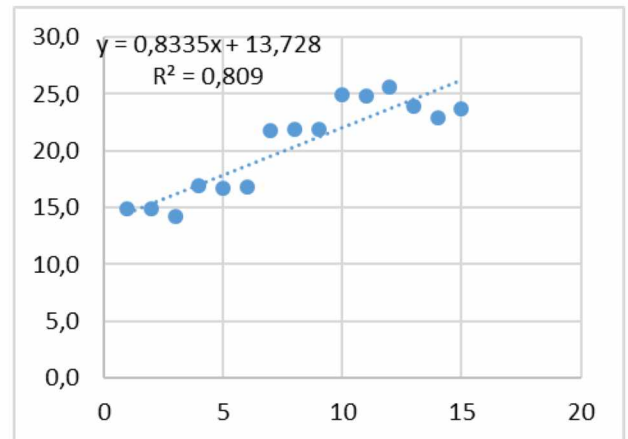
4.3. Взаємозв'язок між кількісними показниками рослин та врожайністю сорго цукрового

Ми застосували кореляційний аналіз для встановлення напрямку та сили зв'язку між кількісними показниками рослин й врожайністю сорго цукрового. Що здійснено в розрізі років досліджень. Результати встановлення зв'язку між показниками дали змогу оцінити найбільш

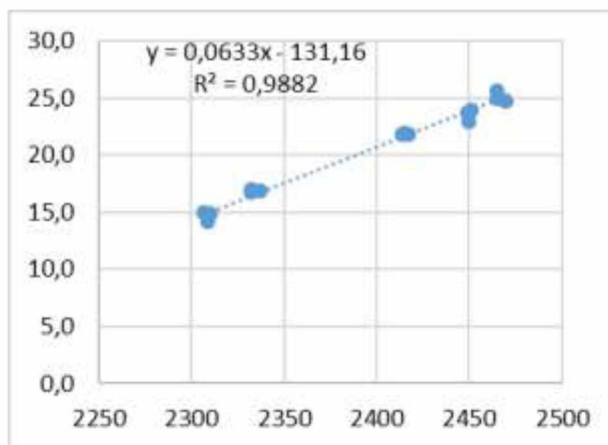
впливові чинники, що обумовлюють врожайність сухої біомаси сорго цукрового (рис. 4.7).



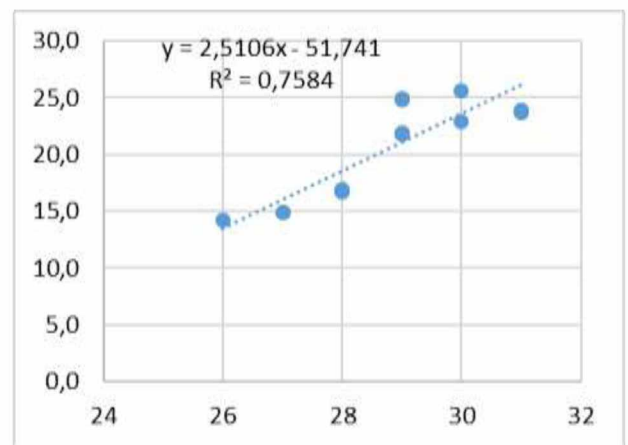
ДС і УСБ



ВС і УСБ



ПЛП і УСБ



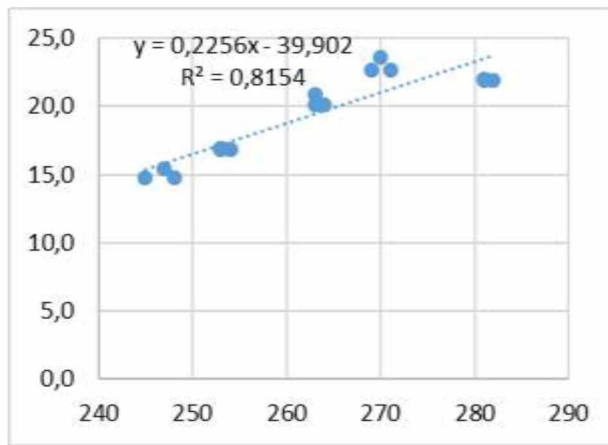
ВВ і УСБ

Примітка: ДС – довжина стебла, ВС – вага стебла, ПЛП – площа листкової пластинки, ВВ – вміст вологи у фітомасі, УСБ – урожайність сухої біомаси.

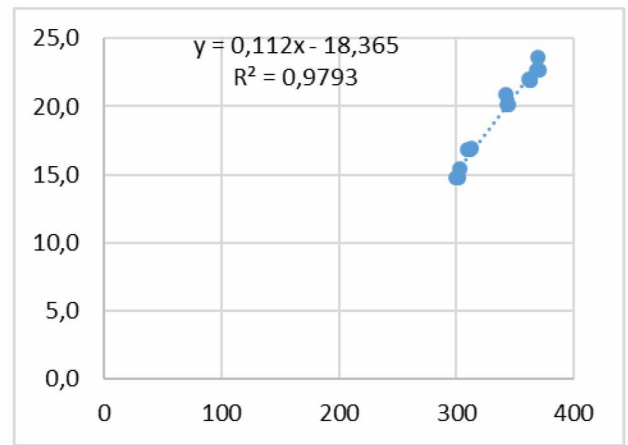
Рис. 4.7. Кореляційні залежності між кількісними показниками рослин та врожайністю сорго цукрового, 2020 р.

Визначено, що для умов 2020 року значний вплив на формування врожайності сухої біомаси сорго цукрового мають наступні показники: довжина стебла ($R = 0,76$), вага стебла ($R = 0,81$), площа листкової пластинки ($R = 0,98$) й вміст вологи у фітомасі ($R = 0,76$).

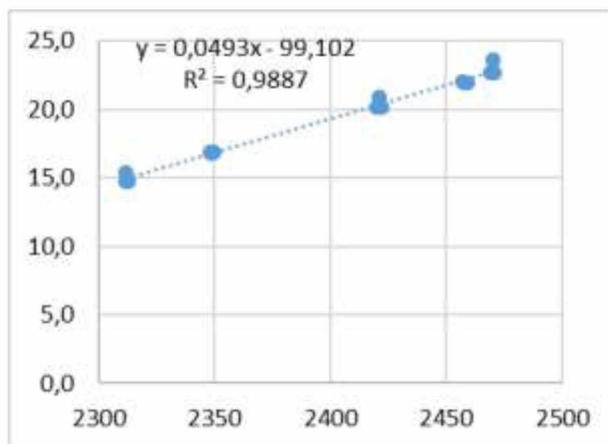
За рівнем апроксимації ознак ми також оцінили вплив кількісних показників рослин на врожайність сорго цукрового за сухою біомасою у 2021 році (рис. 4.8).



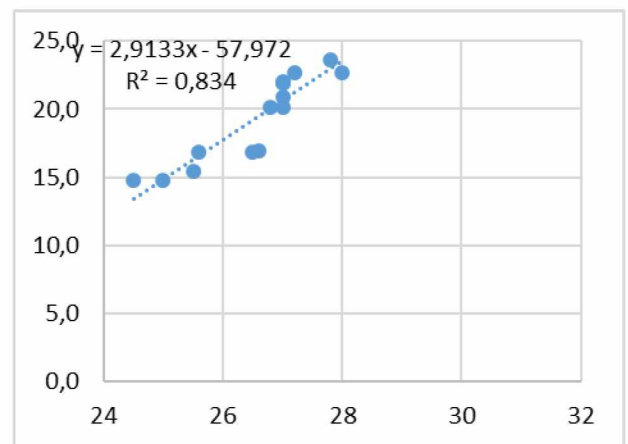
ДС і УСБ



ВС і УСБ



ПЛП і УСБ



ВВ і УСБ

Примітка: ДС – довжина стебла, ВС – вага стебла, ПЛП – площа листкової пластинки, ВВ – вміст вологи у фітомасі, УСБ – урожайність сухої біомаси.

Рис. 4.8. Кореляційні залежності між кількісними показниками рослин та врожайністю сорго цукрового, 2021 р.

Виявлено, що для умов формування врожаю сорго цукрового 2021 року значний вплив на врожайність за сухою біомасою мають наступні кількісні показники: довжина стебла ($R = 0,82$), вага стебла ($R = 0,98$), площа листків ($R = 0,99$) й вміст вологи у фітомасі ($R = 0,83$).

РОЗДІЛ 5

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ СОРГО ЦУКРОВОГО

Насьогодні зростання ефективності зернового господарства пов'язане з наступними чинниками, «що обумовлюють продуктивність агропромислового комплексу: застосування засобів захисту рослин, впровадження нових перспективних сортів, підвищення загальної культури землеробства, та ін. При цьому застосування обґрунтованих норм мінеральних добрив, залежно від культури та певних ґрунтово-кліматичних зон, з урахуванням економічних умов господарства мають забезпечити найбільш повне використання потенціалу сортів та гібридів зернових та соргових культур» [68].

В цьому випадку користуються рядом показників, за допомогою яких визначають економічну ефективність виробництв. У нашому випадку того чи іншого агрозаходу, що пов'язано із застосуванням добрив по варіантам дослідів.

Саме тому, для проведення об'єктивної економічної оцінки отриманих результатів досліджень, ми використали авторську методику. При цьому ми застосували наступні економічні показники: «урожайність насіння з 1 га в натуральних показниках та у вартісному виразі», «затрати праці на гектар та на одну тону продукції, виробничі витрати, що обліковуються матеріально-грошовими затратами на 1 га», а також розрахункові показники: «собівартість 1 т, чистий дохід на 1 га та рівень ефективності виробництва» [69].

Для встановлення вартості продукції біомаси сорго цукрового використовували закупівельну ціну. Вона визначалася із реалій зацікавлених сторін. Які придбавали біомасу для власних потреб й переробки на

біопаливо. Витрати виробничі й собівартість продукції ми брали із технологічних карт вирощування й збирання врожаю біомаси сорго цукрового.

Оскільки для виробництва насіння біомаси сорго цукрового, що вивчалися в нашому досліді, була застосована єдина технологія окрім добрив. При цьому виробничі затрати різнилися. Що пов'язано як з дозами добрив, так із кількістю зібраного врожаю з одиниці площі.

Суша біомаса сорго цукрового на час реалізації коштувала 1220,0 грн/т.

Отже, ми обрахували показники економічної ефективності вирощування сорго цукрового задля отримання сухої біомаси.

Наводимо приклад розрахунку економічної ефективності вирощування сорго цукрового сорту 'Гулівер':

Вартість валової продукції визначається шляхом множення між ціною реалізації та врожайністю біомаси на варіанті 1 (без застосування добрив):

$$1220,0 \text{ грн/т} \times 14,8 \text{ т/га} = 40504,0 \text{ грн.}$$

Для розрахунку умовно чистого доходу використовується вартість валової продукції, розрахована в фактичних цінах реалізації. Визначено, що «зростання чистого доходу і прибутку є узагальнюючим показником зміцнення економіки сільськогосподарського підприємства».

Умовно чистий дохід на 1 га визначають як різницю між вартістю валової продукції на 1га і виробничими витратами на 1 га (ВЗ):

$$40504,0 \text{ грн.} - 15356,4 \text{ грн.} = 25147,6 \text{ грн.}$$

Для обрахунку собівартості виробництва насінневої продукції сорго цукрового необхідно від виробничих витрати поділити на врожайність:

$$15356,4 \text{ грн} : 3,32 = 4625,4 \text{ грн.}$$

Рівень рентабельності охарактеризовується як від показника розміру прибутку від реалізованої продукції:

$$(25147,6 \text{ грн} : 15356,4 \text{ грн}) \times 100 = 163,8 \text{ \%}.$$

Аналогічно розраховуємо усі економічні показники і для інших сортів сорго цукрового, що були поставлені на вивчення.

Результати розрахунків щодо ефективності виробництва насіння у розрізі сортів сорго цукрового заносимо у звітну таблицю (табл. 5.1).

Таблиця 5.1

Результативність вирощування сорго цукрового

Показники	Варіанти				
	Варіант 1	Варіант 2	Варіант 3	Варіант 4	Варіант 5
Урожайність біомаси, т/га	14,8	16,8	21,1	24,1	22,7
Виробничі затрати на 1 га, грн	15356,4	15329,6	15362,6	15320,8	15262,0
Собівартість 1 т біомаси, грн	4625,4	4820,6	3939,1	5175,9	4569,5
Середня реалізаційна ціна 1 т біомаси, грн.	12200,0	12200,0	12200,0	12200,0	12200,0
Вартість валової продукції, грн	40504,0	38796,0	47580,0	36112,0	40748,0
Умовно чистий дохід на 1 га, грн	25147,6	23466,4	32217,4	20791,2	25486,0
Рівень рентабельності виробництва біомаси, %	163,8	153,1	209,7	135,7	167,0

Примітка: Варіант 1 – N₀P₀K₀ (контроль), Варіант 2 – N₃₀P₃₀K₃₀, Варіант 3 – N₆₀P₆₀K₆₀, Варіант 4 – N₉₀P₉₀K₉₀, Варіант 5 – N₁₂₀P₁₂₀K₁₂₀.

У сорту сорго цукрового сорту Гулівер визначено найбільший рівень рентабельності виробництва біомаси (на рівні 209,7 %). На це вплинуло рівень врожаю при застосуванні N₉₀P₉₀K₉₀. При цьому, розрахунковий показник умовно чистого доходу сягав 32217,4 грн/га. Водночас він був за порівняно низької собівартості виробництва біомаси (3939,1 грн/т). Високі

економічні показники мали варіанти застосування добрив у дозі $N_{120}P_{120}K_{120}$, відповідно за показниками – 167,0 %, 25486,0 грн/га та 4569,5 грн/т.

Враховуючи результати економічної ефективності ми можемо рекомендувати для вирощування в умовах сільськогосподарських підприємств сорт сорго цукрового біопаливного напрямку використання – це Гулівер. При цьому необхідно у комплексі агрозаходів приділяти увагу удобренню. А саме: за вирощування рослин задля отримання біомаси застосовувати дозу добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$. Що дозволить господарствам стабільно отримувати врожайність біомаси з якої виробляти біопаливо. Це також дає можливість отримувати додатковий прибуток, як результат – збільшення заробітних плат працівників. При цьому цілком можливе поліпшення їхнього добробуту. Кінцевим результатом може бути зменшення енергозалежності територіальних громад та збільшення інтенсивності розвитку агропромислового комплексу України.

Тому, вбачаємо, що за підвищення економічної ефективності вирощування сорго цукрового, як однієї з найбільш цукроносною культури цілком реальне. При цьому необхідно враховувати підбір високопродуктивного сорту (наприклад Гулівер). Також при здійсненні агротехнології, відповідно усталених рекомендацій, необхідно значну увагу приділяти удобренню культури. При цьому, цілком ймовірно зростання доходів сільськогосподарських працівників й самих агропідприємств, де вони працюють. Що, в свою чергу стане основою розширення і вдосконалення системи біопаливних агровиробництв. А це, в свою чергу, знизить енергозалежність населення територіальної громади за використання альтернативного рослинного ресурсу із енергокультур.

РОЗДІЛ 6

ЕКОЛОГІЧНА ЕКСПЕРТИЗА

Екологічна експертиза (ЕЕ) в нашій країні регламентується Законами України (ЗУ). Це і ЗУ «Про охорону навколишнього природного середовища», й ЗУ «Про стратегічну екологічну оцінку» № 2354 – VIII від 20.03.2018 р. Для здійснення ЕЕ користуються й іншими правовими актами законодавства. ЕЕ, згідно твердження поєднує: «суспільні відносини для забезпечення екологічної безпеки довкілля, охорони навколишнього природного середовища, раціонального використання і відтворення природних ресурсів, захисту екологічних прав та інтересів громадян і держави» [70].

ЕЕ проводять для нівелювання негативного впливу антроподіяльності. Що пов'язано із моніторингом стану навколишнього природного (СНПС) середовища й впливу на здоров'я людей. Також при цьому передбачається оцінка діяльності господарства. При цьому враховують вплив господарств на довкілля, реалії екологічної ситуації як на окремих територіях, так і певних об'єктах [71]. Як відмічають автори: «Охорона навколишнього середовища – раціональне використання природних ресурсів, забезпечення екологічної безпеки для життєдіяльності людини – невід'ємна умова сталого економічного та соціального розвитку України» [72].

Звіт про стратегічну ЕЕ (оцінку) господарства.

Характеристика об'єкта дослідження – це польові сівозміни агропідприємства під назвою СФГ «Світанок». Воно розташовується в Полтавській області Лубенського району. Центральна садиба господарства розміщена у с. Заріг.

За загальною площею господарство має 5331 га земель. З них майже усі – це сільськогосподарські угіддя (5300 га). В структурі площ снують три

сівозміни – дві польові й одну кормова. Характерним для них є різна ротація польових культур.

I польова восьмипільна сівозміна: Еспарцет, Озима пшениця, Кукурудза на зерно, Горох, Озима пшениця, Цукрові буряки, Кукурудза на силос, Ячмінь з підсівом еспарцету.

II польова восьмипільна сівозміна: Озима пшениця, Гречка, Овес, Кукурудза на зерно, Кукурудза на силос, Озима пшениця, Ячмінь, Соняшник.

Оцінка впливу на довкілля. Культивування сорго цукрового, згідно обґрунтованої технології вирощування може мати екологічні ризики. Що можемо пов'язати із неотриманням сівозміни. Необґрунтоване застосування добрив й пестицидів за вирощування польових культур також може нести небезпеку. Адже міңдобрива сприяють накопиченню важких металів у ґрунті й рослинах. Пестициди можуть залишати шкідливі сполуки й полютанти. Цю групу також відносять до забруднюючих речовин. При цьому відомо, що самоочищення ґрунту відбувається дуже повільно. Це все може призвести до впливу на атмосферне повітря, ґрунтовий профіль та водний режим ґрунтів.

Специфічною особливістю забруднення ґрунтів є зменшення його родючості. Трапляється й засолення ґрунту. Що в подальшому призводить до зниження активності ґрунтових мікробіоценозів. При цьому відмічають й зниження засвоєння елементів живлення рослинами. Що, в свою чергу призводить до зниження схожості насіння й до порушення росту й розвитку рослин. Можливе також уповільнення росту і розвитку рослин й пригнічення розвитку кореневої системи. В комплексі, в кінцевому результаті – отримують недобір врожаю.

Екологічні проблеми за вирощування сорго цукрового на здоров'я населення відсутні. Поряд з цим є загроза від надмірних мің.речовин, з якими ми працювали під час виконання дослідження. Необхідно при цьому – уточнювати дози й балансу NPK. Тобто, обґрунтування норм їхнього внесення. Що досягається балансово-розрахунковим методом, з урахуванням

умісту поживних речовин в добривах. Враховують також тип ґрунту, потреби у поживних речовинах рослин та їхню планову врожайність.

Заходи, що передбачається вжити для запобігання, зменшення та пом'якшення негативних наслідків на НС. Нами передбачено ряд дієвих заходів по зменшенню впливу на НС. Це пов'язано із збереженням повітряного й водного середовищ. Також зниження впливу на ґрунтпрофіль а самі рослини сорго цукровго. При цьому можливо застосувати «фіторе mediaції – очищення ґрунтів з допомогою рослин та ґрунти (рекультивация та відновлення земель здійснюється за допомогою сумісних посівів з бобовими культурами)». Обґрунтовано-розрахунковані дози добрив також враховуємо при цьому. Розрахунок проводимо на планову врожайність сорго. При цьому враховуємо вміст NPK у ґрунті. Це все мінімізує вплив об'єкта на довкілля. При цьому відмічаємо що найбільше ефективність з екологічної й агротехнічної точок зору.

Заходи, передбачені для здійснення екомоніторингу. Ці заходи повинні враховувати методики з вивчення атмосферного повітря, водного середовища, ґрунтового профілю, та інших забруднень. Визначено, що «застосування глобального – який здійснюють відповідно до міжнародних науково-технічних програм; національного – проводиться в умовах території України; регіонального – в окремих регіонах, що мають єдність фізико-географічних, екологічних та економічних умов; локального – це території менше регіонального рівня, до таких належать як то окремі земельні ділянки і їхні структури, які складаються з ландшафтно-екологічних комплексів» дозволить досягти ефективності.

Будь-який із видів моніторингу НС на основі ЕЕ буде досить ефективним. І передбачатиме зниження впливу й напруги природного середовища. Що передбачатиме ефективне управління для безпечного екофункціонування навколишнього середовища.

РОЗДІЛ 7

ОХОРОНА ПРАЦІ

Основні питання з охорони праці (ОП) висвітлені у «Кодексі законів про працю України», регламентуються вони і Законом України «Про охорону праці» [73]. Визначено, що «комфортні й безпечні умови праці – один з основних факторів, який впливає на продуктивність і безпеку праці, здоров'я працівників, що регламентується «Правилами охорони праці у сільськогосподарському виробництві» [74].

Охорони праці (ОП) з погляду Держаної політики полягає у забезпечення здорових і безпечних умов праці працівників. Поряд з цим, не у всіх підприємствах цього дотримуються. Особливо це стосується агрогосподарств. В яких постійно проводяться агрооперації. Що пов'язано із застосуванням машин, механізмів й агрегатів. А за внесення пестицидів необхідно убезпечувати робітників. Що і визначає *актуальність проблеми ОП* на сучасному етапі розвитку науково-технічного прогресу.

Проблематика ОП працівника охоплює правову й організаційні засади. Вона також включає фізіологічні й гігієнічні особливості праці. А це обумовлює, в свою чергу виробничу санітарію. Окрім цього треба удосконалювати виробничу безпеку шляхом профілактичних заходів на агровиробництві. Не менш важливою є пожежна безпека та інші чинники ОП. Визначено, що в нашій країні непередбачувана ситуація в сфері ОП. Що може загрожувати життю й стану здоров'я робітника. Що пояснюється значним відсотком офіційно не працевлаштованих працівників. Це унеможливлення законного захисту їх прав та безпек. За підрахунками експертів, щорічні економічні втрати України в сфері охорони праці становлять близько 60 млрд гривень.

На перший план виступає проблематика виробничого травматизму. А динаміка профзахворюваності працівників вказує на системні порушення у питаннях ОП. Тобто, недотримання агропідприємством організаційних заходів ефективної ОП. Власники й керівники підприємств часто ігнорують заходи забезпечення нормальних умов праці. Не завжди дотримуються попередження професійних захворювань. У зв'язку з чим, працівники на робочих місцях стають змушені перебувати в незадовільному виробничому середовищі [75].

Вирішення окреслених проблем можна уникнути за оформлення трудових відносин з працівником. Це регламентується існуючим законодавством. При цьому забезпечує державний захист від шкідливих чинників й створює оптимальні умови праці.

Організація безпечного виконання робіт і технологічних процесів.

Заходи щодо організації безпечного виконання робіт і технологічних процесів розроблено відповідно до «Правил охорони праці». Безпосередньо це стосується сільськогосподарського виробництва. При цьому враховано і «Інструкції з охорони праці» на всіх етапах трудових, виробничих і технологічних процесів. Що поєднує ОП до початку, протягом й після виконуваних робіт. А також особливості поводження в умовах аварійних ситуацій.

Заходи щодо виробничої санітарії:

- робочої зони повинна бути убезпечена від шкідливих речовин у повітрі (мікроклімат);
- освітлення роб. місця - найоптимальніше (природне й штучне);
- захист персоналу від шумових, вібраційних впливів й різних видів випромінювання;
- застосування працівниками ЗІЗ (засобів індивідуального захисту).

Заходи з безпеки технологічного обладнання з точки зору безпеки, враховуючи різні режими його роботи. Що передбачає профілактику, усунення та недопущення. Окрім цього розробляють логістику переміщення

механізмів й персоналу. Ефективним є застосування спеціальних пристроїв з дистанційним управлінням, та ін.

Заходи щодо попередження та усунення причин виробничого травматизму. При цьому враховують унеможливлення професійних захворювань. Вони передбачають застосування організаційних і технічних заходів. Також: заходи з виробничої санітарії й виробничої і пожежної безпеки, тощо.

Отже, дотримання регламентованих правил й заходів з ОП дозволить убезпечити працівників. Що сприятиме зменшенню травматизму, погіршення стану їх здоров'я. А це, в свою чергу, підвищить працездатність робітників і в перспективі дозволить збільшити економоефективність агровиробництва.

ВИСНОВКИ

1. У середньому роки дослідження довжина стебел сорго цукрового сягала найбільшого значення (280,0 см) на варіантах максимальної дози добрив (варіант 5). На інших варіантах удобрення сорго цукрового перевищення порівняно із контролем було незначним.

2. Вага стебел сорго цукрового сягала найбільшого значення (439,8 г) на варіантах дози добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ (варіант 4). На інших варіантах перевищення порівняно із контролем варіювало у межах – від 15,6 до 71,4 г.

3. Найбільшого значення за ПФПЛ ($2468,2 \text{ см}^2$) зафіксовано на варіантах за внесення $N_{90}P_{90}K_{90}$ (варіант 4). Що максимально перевищувало контроль на $157,7 \text{ см}^2$. На інших варіантах досліду збільшення за даним показником, порівняно із контролем змінювалося у межах – від 30,8 до $143,5 \text{ см}^2$.

4. Найбільшу врожайність зеленої маси сорго цукрового забезпечило за внесення $N_{60}P_{60}K_{60}$, $N_{90}P_{90}K_{90}$, $N_{120}P_{120}K_{120}$ й суттєво перевищувало контрольні варіанти (без застосування добрив).

5. За роками дослідження врожайність сорго цукрового за сухою біомасою змінювалася у досить широких межах – від 14,7 до 25,1 т/га. за два роки врожайність сухої біомаси сорго цукрового сягала найбільшого значення (24,1 т/га) на варіантах застосування добрив у дозі $N_{90}P_{90}K_{90}$. На високому рівні, але суттєво менше варіанту 4 врожай отримали за внесення $N_{120}P_{120}K_{120}$ (22,7 т/га) та при застосуванні $N_{60}P_{60}K_{60}$ (21,1 т/га).

6. Встановлено за рівнем апроксимації ознак істотний вплив на врожайність сорго цукрового (за сухою біомасою) довжини стебла ($R = 0,76 \dots 0,82$), ваги стебла ($R = 0,81 \dots 0,98$), площі листків ($R = 0,98 \dots 0,99$) й вмісту вологи у фітомасі ($R = 0,76 \dots 0,83$).

ПРОПОЗИЦІЇ

В умовах агровиробництва, а саме – сільськогосподарським формуванням для отримання високоврожайної та цукроносної сировини, рекомендується розширити площі під посівами сорго цукрового сорту Гулівер. Даний сорт сорго цукрового, з урахуванням нестабільних погодних умов під час вегетаційного періоду, та беручи до уваги систему удобрення ($N_{90}P_{90}K_{90}$) здатен формувати сталу врожайність сухої біомаси. Яку можливо використати для переробки на біопаливо. Що, в свою чергу дозволить знизити енергозалежність територіальних громад, та підвищити добробут їхнього населення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Григоренко Н. О. Цукрове сорго дає високі й стабільні врожаї зерна та зеленої маси за складних кліматичних умов. *Зерно і хліб*. 2011. № 3. С. 48–49.
2. Закон України «Про альтернативні види палива» зі змінами від 19.06.2012 р.
3. Гелетуша Г. Г., Железная Т. А., Трибой А. В. Перспективы выращивания и использования энергетических культур в Украине. Часть 2. Журнал «Промышленная теплотехника». 2015. т. 37. № 5. С. 58–67.
4. Sustainability Indicators for Bioenergy [Electronic resource] / [Ericson S.-O., Clini C., Rebuta M.]. FAO, 2011. First edition. 223 p. URL: <http://www.fao.org/docrep/016/i2668e/i2668e.pdf>
5. Роїк М. В., Курило В. Л., Ганженко О. М. та ін. Стан та перспективи розвитку біоенергетики в Україні. Збірник наукових праць ІБКЦБ. 2012. Вип. 14. С. 115–125.
6. Мазур В. А., Мазур К. В. Розвиток біоенергетики в Україні та світі. Зб. наук. праць Вінн. держ. аграр. ун-ту. 2010. Вип. 42. С. 65–70.
7. Калетнік Г. М., Пришляк В. М.. Біопаливо: ефективність його виробництва та споживання в АПК України : навч. посіб. К. : Хай-Тек Прес, 2011. 310 с.
8. Губенко В. І. Стан і проблеми забезпечення розвитку виробництва та експорту продукції АПК в умовах СОТ. Економіка АПК. 2008. № 5. С. 70–73.
9. Енергетична стратегія України на період до 2030 року. Схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 15 березня 2006 р. № 145-р.
10. Report on Promotion of the Use of Energy from Renewable Sources and Consumption in Ukraine in 2014-2015 [Electronic resource]. P. 20. URL: https://www.energy-community.org/dam/jcr:38625929-3c80-4a80-878e-0b3791e143e2/UA_RE_progress_2016.pdf (viewed on March 16, 2018).

11. Кулик М. І. Енергетичні культури: навчальний посібник. Полтава : Астроя, 2016. 154 с.
12. Роїк М. В., Курило В. Л., Гументик М. Я., та ін. Біоенергетика в Україні: стан та перспективи розвитку. Біоенергетика. 2013. №1. С. 5–10.
13. Заїменко Н. В., Рахметов Д. Б., Рахметова С. Д. Перспективи використання нових та малопоширених енергетичних рослин як сировини для твердого біопалива в Україні. Журнал Біоенергетика. 2016. №1(7). С. 4–10.
14. Роїк М. В., Курило В. Л., Гументик М. Я., та ін. Енергетичні культури для виробництва біопалива. Наукові праці Полтавської державної аграрної академії. 2010. Т.7(26). С. 12–15.
15. Реєстр сортів рослин України [Електронний ресурс]. Київ: Міністерство аграрної політики та продовольства України, 2018. URL: <http://sops.gov.ua/reestratsiya-prav/reiestry/reiestr-sortiv-roslyn-ukrainy>
16. Сиплива Н. О., Кулик М. І. Сортівий склад енергетичних культур в Україні. Збірник матеріалів Всеукраїнської науково-практичної конференції «Селекційні досягнення в Україні: проблеми правової охорони та перспективи вдосконалення захисту». Полтава: ПДАА, 2018. Вип. 1. С. 77–80.
17. Oleg Gorb, Olena Kostenko, Maksym Kulyk, Ilona Yasnolob, Antonina Kalinichenko. Energy crops: the link between education and science. *Odnawialne Źródła Energii – teoria i praktyka* : Monograph / Edited by Izabela Pietkun-Greber and Dariusz Suszanowicz. Uniwersytet Opolski, Opole. Tom 3, 2018 : 9–36.
18. Біопалива (технології, машини і обладнання) / [В. О. Дубровін, М. О. Корчемний, І. П. Масло та ін.]. К.: ЦТІ «Енергетика та електрифікація», 2004. 256 с.
19. Шекун Г. Культура сорго в СССР и его биологические особенности: автореф. дис. на соискание науч. степени доктора с.-х. наук: Г. Шекун. Ленинград, 1964. 20с.

20. Гументик М. Я., Бондар В. С. Цукроносні культури як сировина для виробництва етанолу. Журнал Цукрові буряки. 2006. № 6. С. 20–21.
21. Дремлюк Г. К. Сорго на изломе эпох. Приёмы и методы селекции. Одесса: СГИ – НЦСС, 2008. 236 с.
22. Калашник Н. С. Селекция сорго: итоги, проблемы. Селекция, семеноводство и технология возделывания сорго в основных зонах страны: [сборник]. Днепропетровск: Обл. кн. типография, 1984. 123 с.
23. Шепель Н. А. Сорго – интенсивная культура. Симферополь: Таврия, 1989. 187 с.
24. Kalenska Svitlana, Rakhmetov Jamal, Kalenskiy Victor, et al. Prospects of Sorghum (*Sorghum Moench*) Bioenergetic Potential in Ukraine. Rural Development 2013: 60-63.
25. Stevens, G.; Holou, R.; Dunn, D.; Wrather, A. 2009. Switchgrass and sweet sorghum fertilization for bioenergy feedstocks. Proc. Southern Plant Nutrition Management Conf. P. 38-45.
26. Черенков А. В., Черчель В. Ю., Шевченко М. С. та ін. Каталог сортів та гібридів Інституту сільського господарства степової зони НААН України. Дніпропетровськ, 2013. 104 с.
27. Рудник-Іващенко О. І., Сторожик Л. І. Стан і перспективи соргових культур в Україні. Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області. 2011. Вип. 10. С. 198–206.
28. Яланський О. В. Селекція сорго цукрового на Синельниківській селекційно- дослідній станції. Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. Вип. № 3, 2012. С. 17-19.
29. Курило В. Л., Марчук А. О. Урожайность зеленой массы и содержание общих сахаров разных сортов и гибридов сорго сахарного в зависимости от агротехники выращивания. Земляробство і ахова раслін. Минск. 2015. № 3 (100). С. 22–24.
30. Большаков А. З., Коломиец Н. Я. Сорго: от селекции к технологии. Ростов-на-Дону : Ростиздат, 2003. 112 с.

31. Мотрук Б. Н. Рослинництво. К.: Урожай, 1999. 464 с.
32. Доронін В. А., Бусол М. В., Бідуля К. Г., Дігтяр Н. Г. Сортуння насіння за аеродинамічними властивостями. Цукрові буряки, 2000. Вип. 6. С. 10-11.
33. Шепель Н. А. Сорго. Волгоград : Комитет по печати, 1994. 448 с.
34. Биология развития культурных растений / под ред. Ф. М. Куперман. Москва : Высшая шк., 1982. 343 с.
35. Герасименко Л. А. Вплив густоти стояння рослин на ріст, розвиток та врожайність сорго цукрового. Агробіологія. 2011. Вип. 6. С. 48–50.
36. Лунгу В. Рекомендации по оптимизации питательных режимов почв при возделывании сахарного сорго, предназначенного для производства возобновляемых энергоресурсов. Chisinau : Pontos, 2009. 36 с.
37. Безручко О. І., Джулай Н. П. Поповнення ринку сортів рослин України: сорго звичайне (двокольорове) (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.). Plant Varieties Studying and Protection. 2012. № 3. С. 45–51. doi: 10.21498/2518-1017.3(17).2012.58830
38. Сторожик Л. І., Близнюк А. Ю., Кулик Г. А. Структурно-морфологічні показники врожаю сорго зернового в умовах Лісостепу України. Наукові доповіді НУБіП України. № 6 (76), 2018. <https://doi.org/10.31548/dopovidi2018.06.011>
39. Ясенецький В., Таргоня В., Погоріла В. та ін. Ефективність використання цукрового сорго на енергетичні та харчові потреби. Інтернет ресурс: file:///C:/Documents%20and%20Settings/D1%8B/Downloads/Titapk_2017_2_14.pdf
40. Економічна і енергетична ефективність технологічних заходів при вирощуванні кукурудзи та сорго цукрового для виробництва біогазу. Енергоефективність та енергозбереження: економічний, техніко-технологічний та екологічний аспекти : колективна монографія / Кол. авторів; за заг. ред. П. М. Макаренка, О. В. Калініченка, В. І. Аранчій. Полтава : ПП «Астроя», 2019. С. 380–385.

41. Гунчак Т. І. Особливості вирощування сорго цукрового в якості сировини для виробництва біопалива в умовах Південно-західного Лісостепу України. Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. 2014. Вип. 21. С. 240-244.

42. Осадчук В. Д. Вирощування енергетичних багаторічних злакових трав та сорго цукрового в умовах Буковини / [В. Д. Осадчук, Т. І. Гунчак, Л. І. Мікус, О. М. Крижанівський] // Екологічні проблеми традиційних і альтернативних видів енергії. Горбуновські читання. Чернівці: ЧФ НТУ «ХП», 2014. С. 93-95.

43. Курило В. Л., Григоренко Н.О., Марчук О.О., та ін. Продуктивність сорго цукрового (*Sorghum saccharatum* (L.) Pers.) залежно від сортових особливостей та різної густоти стояння рослин. Сортовивчення та сортознавство. №3, 2013. С. 8-12.

44. Систематика судинних рослин [Текст]: курс лекцій / С. С. Морозюк, Н. М. Журавель, А. В. Кустовська, Н. В. Мельниченко. Київ : НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2009. 250 с.

45. Курило В. Л., Рахметов Д. Б., Кулик М. І. Біологічні особливості та потенціал урожайності енергетичних культур родини тонконогових в умовах України. Вісник Полтавської державної аграрної академії. Вип. 1 (88), 2018. С. 11–17.

46. Турлай, О. І. Анатомія і морфологія рослин [Текст] : роб. зошит для лаб. занять та самост. роботи студентів / О. І. Турлай ; М-во освіти і науки України, Чернів. нац. ун-т ім. Ю. Федьковича. Чернівці : Чернів. нац. ун-т, 2013. 70 с.

47. Рослинництво з основами технології переробки. Практикум [Текст] : навч. посіб. для студ. вищих навч. закл. / А. В. Мельник, В. І. Троценко, О. Г. Жатов [та ін] ; за ред. А. В. Мельника, В. І. Троценка. Суми: Університетська книга, 2008. 384 с.

48. Фурсова Г. К. Рослинництво: лабораторно-практичні заняття [Текст]: навч.-посіб. для вищих навч. закл. освіти II-IV рівнів акредитації з

напрямку «Агрономія». Ч.1. Зернові культури / Г. К. Фурсова, Д. І. Фурсов, В. В. Сергєєв; за ред.: Г. К. Фурсової; М-во аграр. політики України, Харківський нац. аграр. ун.-т. ім. В. В. Докучаєва. Х. : ТО Ексклюзив, 2004. 384 с.

49. Рослинництво: навч. посіб. Ч.1 / М-во освіти і науки України, Чернівецький нац. ун-т ім. Юрія Федьковича; уклад. І. С. Смага, Р. І. Беспалько, І. І. Казімір. Чернівці : Рута, 2006. 152 с.

50. Зінченко О. І., Салатенко В. Н., Білоножко М. А. К.: Аграрна освіта, 2001. 591 с.

51. Рослинництво: підручник для підгот. бакалаврів у аграр. вищих навч. закл. 3-4 рівнів акредит. / С. М. Каленська, О. Я. Шевчук, М. Я. Дмитришак; ред. О. Я. Шевчук. К. : НАУУ, 2005. 502 с.

52. Біологія: рослини, гриби, лишайники, тварини [Текст] : навч. посіб. / М-во освіти і науки, молоді та спорту України, Черкас. нац. ун-т ім. Б. Хмельницького, ННІ природн. наук; уклад.: І. А. Ігнатенко, Н. Ю. Бавикіна. Черкаси : ЧНУ ім. Б. Хмельницького, 2012. 176 с

53. Макаров Л. Х. Соргові культури: Монографія. Херсон: Айлант, 2006. 264 с.

54. Роїк М. В., Курило В. Л, Гументик М. Я. Енергетичні культури для виробництва біопалива. Наукові праці Полтавської державної аграрної академії. 2010. Т. 7 (26). С. 12–15

55. Мойсейченко В. Ф., Єщенко В. О. Основи наукових досліджень в агрономії. Київ: Вища школа, 1994. 334 с.

56. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М. : Колос, 1985. 336 с.

57. Єщенко В. О., Копитко П. Г., В. П. Опришко [та ін.]. Основи наукових досліджень в агрономії. К. : Дія, 2005. 288 с.

58. Ганженко Олександр, Курило Василь, Герасименко Людмила, та ін. Методичні рекомендації з технології вирощування і переробляння цукрового сорго як сировини для виробництва біопалива. К.: ЦП «Компринт, 2017. 24 с.

59. Писаренко П. В., Горб О. О., Кулик М. І., та ін. Науково-практичні рекомендації до вирощування енергетичних культур та використання фітомаси. Полтава, 2017. 34 с.
60. Кулик М. І. Менеджмент вирощування енергетичних культур для виробництва біопалива: науково-практичні рекомендації. Полтава: Полтавська ДАА, 2015. 24 с
61. Кулик М. І., Галицька М. А. Алгоритм обрахунку доступного потенціалу агробіомаси та фітомаси енергетичних культур для виробництва біопалива : науково-методичні рекомендації. Полтава, 2018. 32 с.
62. Кулик М. І., Галицька М. А., Дьомін Д. Г. Агробіомаса та енергетичні культури для виробництва біопалива: науково-практичні рекомендації. Дніпро, 2018. 36 с.
63. Боровиков В. П. Statistica. Искусство анализа данных на компьютере: для профессионалов. СПб. : Питер, 2003. 688 с.
64. Ермантраут Е. Р., Присяжнюк О. І., Шевченко І. Л. Статистичний аналіз агрономічних дослідних даних в пакеті Statistica – 6: Методичні вказівки. Київ, 2007. 55 с.
65. Ничипорович А. А. Фотосинтетическая деятельность растений как основа их продуктивности в биосфере и земледелии. Фотосинтез и продуктивный процесс. Москва, 1980. С. 5–28.
66. Эдвардс Дж., Уокер Д. Фотосинтез С3 и С4 растений: механизмы и регуляция. Москва : Мир, 1986. 590 с.
67. Оконов М. М. Рост и фотосинтетическая активность кормовых культур в зависимости от уровня питания. Биология и технология возделывания сельскохозяйственных культур в интенсивном земледелии Калмыкии. Элиста, 1994. С. 4–9.
68. Ковбаса О. О., Михайлова О. С., Русанова Г. М., та ін. Організація виробництва в аграрних підприємствах: навчальний посібник для студентів економічних спеціальностей вищих аграрних закладів II-IV рівнів

акредитації / за ред. М. Г. Тютюнника. Полтава: ФОП Говоров С.В., 2009. 416 с.

69. Калінченко О.В., Кулик М.І. Науковий твір «Експрес-аналіз економічної ефективності вирощування енергетичних культур в умовах Лісостепу України» (Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 93178 від 18.10.2019).

70. Екологічний кодекс України. Електронний ресурс. Режим доступу: zakon.rada.gov.ua (дата звернення 15.10.2020).

71. Екологія: підручник для студентів вищих навчальних закладів / кол. авторів; за загальною ред. О. Є. Пахомова; худож.-оформлювач Г. В. Кісель. Харків: Фоліо, 2014. 666 с.

72. Куценко О. М., Писаренко В. М. Агроекологія. Київ: Урожай, 1995. 121 с.

73. Кодекс законів про працю : Закон України з змінами від 19.09.2019 р. № 113-IX. URL: <http://portal.rada.gov.ua> (дата звернення: 16.10.2020).

74. Правила охорони праці у сільськогосподарському виробництві: Правила охорони праці у сільськогосподарському виробництві від 29.08.2018р. №1240. URL: [sop.zp.ua>norm_npraop_01_0-1_02-18_01_ua](http://sop.zp.ua/norm_npraop_01_0-1_02-18_01_ua)

75. Новак Т.С. Правове регулювання охорони праці у сільському господарстві України: сучасний стан і напрями вдосконалення: монографія. Ніжин: ПП Лисенко М.М., 2013. 196 с.

АНОТАЦІЯ

Лантух Д.А. ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЙНОСТІ СОРГО ЦУКРОВОГО ЗАЛЕЖНО ВІД ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ.

Дипломна робота на здобуття СВО Магістр.

Кваліфікація: магістр з агрономії (за освітньо-професійною програмою Екологічне рослинництво)

Обсяг магістерської роботи: 45 с., 10 рис., 12 табл., 15 додатків, 75 літературних джерел.

Об'єкт досліджень: рослинний матеріал сорго цукрового, дози добрив.

Мета роботи: визначення врожайності біомаси залежно від елементів агротехнології (доз добрив) сорго цукрового як сировини для виробництва біопалив.

Результати та їх новизна: результати досліджень мають актуальність та новизну, що полягають в науковому обґрунтування вивчення особливостей формування врожайності біомаси сорго цукрового, як нової біоенергетичної культури. При обґрунтуванні системи удобрення культури для реалізації її з рівнем врожайності біомаси.

Основні наукові та практичні результати: дослідженнями було вивчено мінливість кількісних показників рослин сорго цукрового, встановлено рівень врожайності зеленої та сухої біомаси та знайдено шляхи підвищення рівня врожаю біомаси на основі розробки систему удобрення культури. Також встановлено вплив біометричних показників рослин на формування продуктивності сорго цукрового.

Галузь застосування: 20 Аграрні науки та продовольство.

Значення роботи та висновки: отримання значного обсягу біомаси сорго цукрового забезпечить сталий розвиток територіальних громад на основі підвищення їх енергонезалежності. Застосування обґрунтованої дози внесення NPK дозволить збільшити врожайність біомаси.

Перелік ключових слів: сорго цукрове, добрива, кількісні показники рослин, врожайність, біомаса.