

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ
Агрономічний факультет

Спеціальність – 201 «Агрономія»

«Допускається до захисту»
Зав. кафедри загального
землеробства та ґрунтознавства
професор Ю.І. Ткаліч

«___» _____ 2021 р.

Аналіз урожайності гібридів цукрового сорго в умовах Покровської науково-дослідної станції рекультивації земель Дніпровського державного аграрно-економічного університету

Здобувач вищої освіти: _____ Лященко Юлія Олександрівна

Керівник дипломної роботи: _____ проф. М.М. Харитонов

Консультанти:

з охорони праці

ст. викл

С.П. Дмитрюк

з економіки

проф..

І.П. Приходько

Дніпро 2021

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

Факультет – агрономічний
Кафедра – загального землеробства
та ґрунтознавства

Спеціальність – 201 „Агрономія”

«Затверджую»

Зав. кафедрою Ю.І. Ткаліч

«___» _____” 2019 р.

ЗАВДАННЯ

НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ

Лященко Юлія Олександрівна

1. Тема роботи: Аналіз урожайності гібридів цукрового сорго в умовах Покровської науково-дослідної станції рекультивації земель Дніпровського державного аграрно-економічного університету
2. **Термін здачі студентом закінченої роботи: 28.01.2021р.**
3. **Вихідні дані до роботи: результати обліку урожайності зеленої маси та цукрів сорго цукрового**
4. **Зміст розрахунково - пояснювальної записки (перелік питань, що належить розробити): огляд літератури, умови та методики досліджень, технологія вирощування цукрового сорго**
5. **Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): Табл - 4 Рис. –10.**

6. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи, що стосуються їх

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Економіка	Приходько І.П.		
Охорона праці	Дмитрюк С.П.		

7. Дата видачі завдання: _____

Керівник _____ М.М. Харитонов

Завдання прийняв до виконання _____ Ю.О.Лященко

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Літературний огляд – обґрунтування теми	29.09.2020	
2.	Умови проведення досліджень	15.10.2020	
3.	Експериментальна частина	1.11.2020	
4.	Економічний аналіз	1.12.2020	
5.	Охорона праці в господарстві	15.12.2020	
6.	Оформлення роботи, висновки та рекомендації виробництву	25.01.2021	

Здобувач вищої освіти _____ Ю.О.Лященко

Керівник роботи _____ М.М. Харитонов

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	5
ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	8
РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТ, ПРЕДМЕТ ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	46
2.1 ОБ'ЄКТ І ПРЕДМЕТ ДОСЛІДЖЕНЬ	46
2.2 УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	47
РОЗДІЛ 3. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	50
РОЗДІЛ 4. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	52
РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ	54
РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	57
ВИСНОВКИ І РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	66
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ДЖЕРЕЛ	67

РЕФЕРАТ

на дипломну роботу: «Аналіз урожайності гібридів цукрового сорго в умовах Покровської науково-дослідної станції рекультивації земель Дніпровського державного аграрно-економічного університету

».

Метою дипломної роботи є надати біоенергетичну оцінку виробництва біопаливної сировини на рекультивованих землях на основі біомаси цукрового сорго.

Робота викладена на 71 сторінці друкованого тексту, включає 6 розділів: огляд літератури, об'єкт, предмет та умови проведення досліджень, експериментальну частину, економічну оцінку результатів наукових досліджень, охорону праці, а також висновки та рекомендації виробництву. Кожний розділ роботи викладено відповідно до вимог написання роботи, включаючи таблиці та висновки до них. Робота містить 4 таблиць та 10 рисунків. Список використаної літератури налічує 34 джерела.

В розділі 4 наведені трирічні результати визначення продуктивних і якісних показників двох гібридів цукрового сорго вирощених на насипному шарі чорнозему та фіто меліорованому лесоподібному суглинку.

В розділі 5 наведені порівняльні економічні розрахунки рентабельності вирощування гібриду сорго цукрового Зубр на насипному шарі чорнозему та фіто меліорованому лесоподібному суглинку. Стан охорони праці у господарстві докладно проаналізований в 6-му розділі.

По всій дипломній роботі проведений аналіз і зроблені відповідні висновки та пропозиції.

Об'єктом вивчення є продуктивність гібридів сорго цукрового.

Ключові слова: сорго цукрове, сорт, гібрид, урожайність, якість, рекультивація, економічна ефективність.

Вступ

Постійне підвищення цін на енергоресурси та погіршення екологічного стану довкілля внаслідок варварського споживання викопних палив з кожним роком все більше турбують суспільство усіх країн світу. Майбутній рівень існування людства залежить від вирішення цих проблем. Актуальним напрямком розвитку аграрної сфери є виробництво енергії з біомаси. Біомаса це четверте за значенням паливо у світі, яке дає близько 2 млрд. т умовного палива на рік, що становить близько 14% загального споживання первинних енергоносіїв у світі. При цьому понад 70% поновлюваних джерел енергії походить з неї. Відбувається швидкий перехід до раціонального використання біомаси. Треба зазначити, що у світовій енергетиці відбувається інтенсивний супротивний рух двох процесів. З одного боку, споживання енергії зростає. Скажімо, у порівнянні з сьогоднішнім, у Європі потреба у моторних паливах до 2030 року збільшиться у 8 разів. З іншого боку, запаси викопних енергетичних ресурсів швидко скорочуються. Визначальним є те, що залежно від виду (нафта, газ, вугілля, уранові руди тощо) їх залишилось усього на 40-250 років.

Україні дуже важливо не залишитись осторонь передових світових тенденцій в цьому напрямку, особливо зважаючи на недостатню власну забезпеченість викопними паливами. У забезпеченні енергетичної незалежності України, в тому числі і АПК, важливу роль мають відігравати поновлювані джерела енергії (ПДЕ), яких згідно з вимогами ЄС кожна країна повинна мати в 2010 році в загальному енергетичному балансі не менше 10 %, а 2020 році - 20%. Збільшення вирощування енергетичних культур для вирішення проблеми дефіциту традиційних не поновлюваних видів палива призвело до зменшення площі земель для отримання продуктів харчування.

Отже виникла потреба визначити перспективи зростання потенціалу отримання біопаливної сировини за рахунок переробки біомаси швидкоростучих трав'янистих культур (сорго, міскантус, світчграс) та утилізації

інших рослинних і тваринних залишків та виходів.

Випереджуючи та прогнозуючи проблеми посткіюцьких угод стосовно зменшення викидів парникових газів, важливим стає пошук нових альтернативних технологічних рішень отримання біоконверсної енергії в сільськогосподарському виробництві без зменшення виробництва сільськогосподарської продукції.

Основною метою досліджень було надати біоенергетичну оцінку виробництва біопаливної сировини на рекультивованих землях на основі біомаси цукрового сорго.

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.

В Україні наявні біля 7-8 млн. га земель, які через деградацію та засолення доцільно вивести з інтенсивного обробітку. В умовах енергетичної та екологічної кризи однією з найперспективніших кормових, харчових і енергетичних культур є цукрове сорго, яке є посухостійкою, солетривкою та непримхливою до ґрунтів культурою.

Цукрове сорго - це перспективна, посухостійка рослина, яка відзначається низкою корисних властивостей і великим потенціалом для використання в різних сферах народного господарства України [1]. Сік зі свіжого стебла може бути використаний для виробництва цукру, сиропу і біоетанолу першого покоління. Віджата зелена маса цукрового сорго (мезга або багаса) може бути використана для виробництва комбикормів, паливно-енергетичних брикетів, біоетанолу другого покоління, добрив, картону та паперу. Стебла сорго містять легкодоступні розчинні вуглеводи. Отже ферментативне перетворення крохмалю в цукор не потрібно. Це дає економічну перевагу сорго перед іншими культурами, що містять крохмаль. Високий вміст цукру і легкість екстрагування роблять цукрове сорго однією з провідних сировинних культур для виробництва біодизельного палива [2]. Короткий життєвий цикл (близько 4 місяців), процес фотосинтез типу C_4 , який сприяє більш високій ефективності використання води і поживних речовин, невибагливість і низька вартість вирощування, особливо корисні для прийняття біомаси цукрового сорго в якості сировини. Невибагливість сорго до умов навколишнього середовища визначає перспективу вирощування цієї рослини на непродуктивних і рекультивованих землях, що дозволяє уникнути конфлікту між виробництвом харчових продуктів і біопалива. На цей час отримано доволі багато даних, що засвідчують перспективу вирощування цукрового сорго на маргінальних землях.

Згідно з результатами польових дослідів з цукровим сорго, які були проведені на мулистих, глинистих і супіщаних ґрунтах оптимальна норма внесення азотних добрив знаходилася в межах від 60 до 120 кг/га [3].

Враховуючи специфіку маргінальних земель, відбір енергетичних генотипів сорго в таких умовах повинен ґрунтуватися на наступних критеріях: швидка і однорідна схожість; здатність давати стабільно високий вихід біомаси; високий вміст цукру в стебловому соку, стійкість до хвороб. Між тим питання визначення найбільш продуктивних гібридів і в умовах малопродуктивних земель вивчено ще недостатньо. Ось чому необхідність досліджень в цьому напрямку є актуальною.

Використання різних видів залишків біомаси є важливою складовою майбутньої концепції біоенергетики. Середня врожайністю зеленої маси цукрового сорго, яке вирощується в нашій країні в теперішній час, становить на незрошуваних землях 200-300 ц/га, на зрошуваних – до 1000 ц/га [4]. Внаслідок зростання енергетичної кризи в усьому світі, гостра проблема пошуку альтернативних джерел енергії постала перед людством. В Україні існують сприятливі умови для виробництва біопалива з сільськогосподарської сировини. Багато зернових культур використовується як сировина для відновлювальних джерел енергії. Наприклад, для виробництва теплової та електричної енергії використовується брикетована солома пшениці, жита, вівса, соняшника. Силосна кукурудза, ріпак, гірчиця та льон - сировина для дизельного палива. Для виробництва біоетанолу використовують рослини, що містять велику кількість розчинних цукрів (кукурудза, пшениця, картопля, топінамбур, цукровий буряк, сорго). Однак, для вирощування енергетичних культур, більш доцільним є використання земель, які не підходять для класичного землеробства: непродуктивні, глинисті, солончаки або навіть забруднені економічною діяльністю гірничодобувних та переробних потужностей. У зв'язку з цим, нагальною проблемою є пошук рослин, які можуть успішно розвиватися і виробляти в таких умовах стабільні урожаї. Цукрове сорго - це перспективний урожай для отримання дешевого біоетанолу на маргінальних землях.

Біологічні особливості сорго. Цукрове сорго – високоросле (200–350 см), рунисте, із солодким (близько 18% цукрів) соком у стеблі, добре

відростає [5]. Його використовують для одержання силосу й у системі зеленого конвеєра, а з соку роблять сироп і етанол. Ця рослина дуже чутлива до холодної погоди, мінімальна температура для її вирощування - 7-10° С.

Ставлення до тепла і світла. Культура сорго володіє великою пластичністю, через що легко пристосовується до ґрунтово - кліматичних умов вирощування. Саме тому воно має широкий ареал поширення – від тропічних, пустельних і напівпустельних кліматичних зон до помірних і зволжених широт.

За походженням сорго - рослина тропічна, теплолюбна. Хоча насіння його починає проростати при 10°С, проте оптимальна температура для проростання насіння, росту і розвитку знаходиться в межах 25-30°С, тоді як для кукурудзи 20-23°С. Надмірно високі температури, особливо в період від сходів до куціння, коли ще не сформувалась потужна коренева система, діють на сорго гнітюче. У другій половині зростання високі температури воно переносить безболісно. У фазі викидання волоті температуру в 40-45°С сорго переносить без всяких негативних наслідків. Тому сорго і є жаровитривалою і посухостійкою культурою [6].

Сорго чутливо до знижених температур і заморозків, особливо у фазу цвітіння, коли настає загибель рослин, а сходи гинуть при -2-3°С. Ставлення сорго до низьких температур зумовлює строки посіву. Сорго належить до пізніх ярових культур і висівається тоді, коли середньодобова температура ґрунту на глибині 10 см досягає 14-16°С. В умовах півдня України зазвичай такий термін відповідає першій половині травня.

Посів сорго в непрогрітому ґрунт (7-8°С) призводить до того, що насіння пліснявіють, довго не проростають, сходи бувають зрідженими, а посів заростає бур'янами, що ускладнює і здорожує догляд за сходами і значно знижує врожай. Насіння плівчастих сортів цукрового сорго більш стійкі до несприятливих умов погоди .

Тривалість вегетаційного періоду сорго залежить не тільки від температури, але і від довжини світлового дня. В середньому для повного дозрівання сорго

необхідна сума позитивних температур за вегетаційний період від 3000 до 3500°C в залежності від сорту і умов вирощування.

Залежно від вегетаційного періоду для ранньостиглих сортів і гібридів потрібна сума температур в межах 2000-2400°C, для середньо - і пізньостиглих – 2800-3500°C. Встановлено, що існує пряма залежність між урожаєм сорго і сумою температур за вегетаційний період. З підвищенням суми температур на 100°C врожайність зростає до 1,0 т/га. З підвищенням середньої температури за вегетаційний період прискорюється розвиток рослин, скорочуються міжфазні періоди від посіву до дозрівання і загальна сума температур.

Сорго – типова рослина короткого дня[7]. При короткому 9-10-годинному денному освітленні у нього настільки швидко відбуваються життєві процеси розвитку, що навіть у пізньостиглих форм різко скорочується вегетаційний період і прискорюється викидання волоті, цвітіння і дозрівання на ній зерна. При природному 16-17-годинному денному освітленні пізньостиглі форми можуть взагалі не викинути волоті, а середньопізні сильно подовжує вегетаційний період.

Таким чином, основною причиною нестабільності вегетації у багатьох ліній, сортів і гібридів є їх висока реакція на довжину дня, температуру та інші екологічні фактори середовища сорго.

Ставлення до вологи. Сорго набагато легше переносить повітряну і ґрунтову посухи, суховії і високі температури, ніж інші культурні рослини. Як тропічна рослина, воно в процесі еволюції виробило велику пристосовність до нестачі вологи і економного її витрачання. За ступенем посухостійкості та жаростійкості воно відноситься до числа видатних рослин у зв'язку з особливим анатомічним і фізіологічним його будовою. Ці властивості, не порівнянні ні з якими іншими сільськогосподарськими культурами. Транспіраційний коефіцієнт у сорго в порівнянні з іншими культурами невеликий. Так, на утворення одиниці сухої речовини сорго витрачає 300 частин води, кукурудза – 388, пшениця – 515, соняшник – 895. Не випадково

за високу посухостійкість сорго в народі називають «верблюдом рослинного світу». Перші ознаки економного витрачання води проявляються вже в період проростання. Так, кількість води для набухання насіння сорго становить тільки 35%, кукурудзи-40%, пшениці-60% від власної ваги. Дослідження анатомічної будови, біологічних і фізіологічних особливостей сорго показали його високу ксерофитність – воно легше переносить високі температури повітря, ніж інші рослини, і тому менше випаровує і витрачає води на охолодження, більш продуктивно використовує наявний при посухи запас вологи. Висока ступінь посухостійкості сорго пов'язана з потужністю і виборчою здатністю кореневої системи, особливістю листової поверхні, будовою апарату продихів і щільного епідермісу.

Характерною особливістю сорго є здатність призупиняти своє зростання в період особливо несприятливих умов для росту і розвитку і як би завмирати на час, залишаючись в анабіотичному стані до тих пір, поки не настануть сприятливі умови. Посухостійкість сорго підвищується ще й тому, що в період високих температур, коли воно викидає волоті, на листках і стеблах виділяється білий, восковий наліт, що оберігає рослини від сильного перегріву і випаровування. Рослини сорго споживають воду нерівномірно. Більшу її частину Вони використовують у відносно короткий проміжок часу – 10 днів до початку викидання і 10 днів після цвітіння. Цей період зазвичай становить 25-30 днів, тобто 20-25% всього вегетаційного періоду, а витрата вологи досягає 45-50 % від загального водоспоживання. У США, де врожайність сорго найвища в світі, близько 20% всіх посівних площ його зрошується, врожайність при цьому 4,0, а на богарі 2,4 т/га, або на 65% нижче. Встановлено, що при проведенні тільки одного вегетаційного поливу у фазі викидання врожайність сорго зростає до 6,4 т/га. Запізнювання з поливом в цю фазу викликає значне зниження врожаю. При повному задоволенні потреб сорго у воді за рахунок декількох вегетаційних поливів врожайність зростає до 9,0-10,0 т/га і економно витрачається волога. Тому

така властивість сорго дозволяє широко і ефективно обробляти його в умовах богари і зрошення.

Ставлення до ґрунтів і засолення. Цукрове сорго невимогливе до ґрунтів. Його можна висівати на чорноземних, каштанових ґрунтах, добре аерованих суглинках, легких піщаних, але обов'язково чистих від бур'янів угіддях. Рослини витримують підвищену концентрацію ґрунтового розчину, тому задовільно відчують себе на засолених і солонцюватих полях. Цукрове сорго переносить близьке залягання ґрунтових вод, але його не можна вирощувати на кислих і заболочених ділянках. Сорго є вибагливо до чистих від бур'янів ґрунтів [8]. Для її вирощування та задовільної вегетації найбільш сприятливі ґрунти з рН = 5 - 8. Крім того, володіючи потужною кореневою системою, воно може давати хороші врожаї протягом ряду років на ґрунті, що стала бідною і виснаженою для інших злаків. Сорго не переносить холодних, заболочених і погано росте на кислих ґрунтах. Низька вимогливість сорго до ґрунтів дозволяє використовувати його в якості першої культури при освоєнні еродованих схилів. Сорго, особливо цукрове, легко переносить близькість ґрунтових вод.

Велика перевага сорго - це його здатність виростати на засолених і солонцюватих ґрунтах. Ця культура є рослиною, що витримує підвищену концентрацію ґрунтового розчину.

Сорго здатне нормально рости і розвиватися при концентрації солей в ґрунті в два рази вище, ніж того вимагає кукурудза. Сорго є хорошою меліоруючою культурою при посіві на солонцях і надійним засобом для боротьби з вторинним засоленням. Так, сортові культури не тільки забезпечують високі врожаї зерна і зеленої маси, але й виносять із ґрунту від 31 до 75 т/га солей, в тому числі шкідливих, таких, як хлориди і сульфати. Соргові культури настільки солевитривалі, що при поливі їх солоною водою, урожай зеленої маси при підтримці порогу вологості ґрунту на рівні 90% НВ склав 52,7, тоді як без зрошення – тільки 4,0 т/га.

Ставлення до мінерального живлення. Сорго позитивно відгукується на поліпшення умов мінерального живлення, особливо на бідних ґрунтах [3]. В літературі існувала думка про те, що сорго, володіючи потужною кореневою системою і високої її засвоює здатністю, не потребує добривах, так як воно потрібні йому поживні речовини в необхідній кількості видобуває з ґрунту. Це помилкове уявлення призводило до того, що під цю культуру не вносилися в достатній кількості добрива. Однак для розкриття його високих потенційних можливостей необхідні заходи щодо внесення порівняно високих доз NPK [9]..

Найбільш дефіцитним живильною речовиною для сорго є азот, який за рахунок природної родючості задовольняє цю культуру лише на 38,7%, фосфор – 53,2%, а калій – 93%. Найбільшого споживання азоту рослинами сорго зазначається у фазі інтенсивного росту та формування генеративних органів, особливо за 10-15 днів до початку викидання і 10-15 днів після цвітіння. Поглинання фосфору корінням починається з перших днів вегетації до фази викидання рослини засвоюють 50% загальної кількості фосфору. Калій поглинається рослинами рівномірно протягом усього вегетаційного періоду.

Однак внесення надлишкових доз азоту може призвести до небажаних наслідків – прояв нітратних і нітритних форм особливо в зеленій масі. Крім того, при високих дозах азотного харчування у сорго послаблюється посухостійкість, збільшується вегетаційний період, воно надмірно кущиться і гілкується, що особливо у зернового сорго небажано.

Велике накопичення надземної маси і коренів буває в тих випадках, коли азот застосовується спільно з фосфором і калієм. При цьому урожай зерна в умовах богари збільшується на 0,8-1,0, зеленої маси – на 9,0-10,0 т/га. Позитивну дію на врожайність впливають також мікроелементи, особливо молібден, кобальт, мідь і йод. Сорго більше, ніж кукурудза, їх поглинає з ґрунту. Ставлення до відростання. Цінною біологічною особливістю сорго як кормової культури є здатність його швидко відростати після скошування і

вегетувати, аж до пізньої осені, тоді як основна кормова культура кукурудза дасть тільки один укіс[10]. Добре засвоївши опади протягом усього теплого періоду часу, сорго при використанні на зелений корм і своєчасному скошуванні може давати два-три укоси (на зрошенні – чотири), забезпечуючи вище збори рослинної маси. Найбільш інтенсивно відростають після укосів сорти і гібриди цукрового сорго і особливо сорго-суданкові гібриди. Однак інтенсивність відростання отави визначаються багатьма факторами, найбільш важливі з яких висота і строки скошування першого та наступних укосів, рівень агротехніки „погодні умови. Відростання отави відбувається головним чином за рахунок розвитку бруньок, що знаходяться у вузлах кущіння і в листкових пазухах нижніх стеблових вузлів, де зосереджена найбільша кількість запасних поживних речовин. Найбільший вихід зеленої маси забезпечують соргові культури при скошуванні за 10-12 днів до викидання. Скошена в такі терміни зелена маса виходить ніжною, соковитою, насиченою багатьма поживними речовинами, в тому числі протеїном, каротином, і охочіше поїдається худобою. Скошена ж в більш пізні терміни, вона стає грубою, погано перетравності, з низьким вмістом протеїну і великим – клітковини. Найбільші врожаї і хороше відростання буває при висоті зрізу 10-12 см від поверхні ґрунту.

Ботанічний опис.

Коренева система. Коренева система дуже розвинена (проникає в ґрунт на глибину 3 м), що дозволяє руйнувати шар ґрунту, ущільненого рушіями сільськогосподарської техніки, на глибині 1,5 м, а також виносити в верхні шари необхідні мінеральні речовини. Поживні і кореневі залишки цукрового сорго складають до 50 т/га, що сприяє надходженню в ґрунт органіки. У сорго коріння не має головного стрижня, корінці розходяться від вузла кущіння тонкими, довгими нитками в усі боки на відстань 60-130 см, проникаючи на глибину до 250-300 див. Проростає сорго, як усі хліба другої групи, одним корінцем, який в перший час, до освіти 3-4-го листка, інтенсивно галузиться, утворюючи безліч бічних корінців, вкритих

волосками, і до появи вторинних коренів служить основним органом ґрунтового живлення рослин [11]. Через 4-8 днів після появи сходів чітко позначається вузол кущіння з виступаючими підрядними корінням безпосередньо від поверхні ґрунту. Вторинні коріння утворюються при появі 3-4-го листочків. Вони відходять від вузла кущіння. Інтенсивність утворення вторинних коренів залежить від багатьох факторів. До моменту виходу рослин у трубку з нижніх вузлів стебла утворюються повітряні (опорні) корені, які, тягнучись у вигляді тяжів, заглиблюються в ґрунт, служать для зміцнення рослин проти вилягання і забезпечують додаткове харчування. Після появи сходів протягом 30-40 днів відбувається інтенсивне зростання кореневої системи. Надземна частина рослини сорго в цей час росте повільно. І тільки після утворення потужної кореневої системи починається інтенсивний розвиток її надземної частини. Встановлено, що коріння сорго в момент фази цвітіння розміщуються в орному горизонті – 43 %, в підорному – 36 % і в материнській породі – 21%. Численні дослідження показують, що у сорго процеси відмирання коренів настають значно пізніше, ніж у кукурудзи та інших однорічних кормових культур. Рослини сорго на півдні країни вегетують до кінця жовтня, тобто до настання заморозків, а коренева система продовжує зростати, хоча в уповільненому темпі. У той же час старі кореневі тяжі відмирають. На відміну від ряду інших кормових культур у сорго після дозрівання насіння, коріння не відмирають. Сильно розвинена і глибоко йде коренева система дає можливість сорго отримувати вологу і поживні речовини з шарів ґрунту, які недоступні для багатьох рослин. Цим пояснюється велика витривалість і виняткова посухостійкість сорго. Анатомічна будова коренів схоже з будовою коренів інших злаків. На коренях сорго і в клітинах виявлено присутність мікоризи. Ця обставина вказує на ймовірність автотрофного і мікотрофного способу харчування рослини. За останні роки вчені виявили на коренях сорго азотофіксуючі бульбочкові бактерії. Характеризуючи кореневу систему сорго, слід зазначити, що вона вивчена недостатньо. Але навіть коротке знайомство

свідчить про її потужності і високої продуктивності рослини, які забезпечують адаптацію до жорстких умов зовнішнього середовища. Стебла сорго прямостоячі, блідо-зелені, гладкі, тонкі, з заповненою серцевиною. У залежності від групи і сорту серцевина стебла сорго буває заповнена соком різного ступеня цукристості (цукрове сорго і деякі зернові сорти). Морфологічною ознакою, що свідчить про соковитість або сухість серцевини стебла, є забарвлення центральної жилки листа, анатомічна будова якої аналогічно будові стебла. Якщо центральна жилка листка біла, то губчаста тканина серцевини стебла, будучи заповненою повітрям, біла, суха; сіро-зелене забарвлення центральної жилки листа свідчить про те, що серцевина стебла соковита, заповнена в основному солодким соком. Стебло сорго складається з окремих міжвузлів, число і довжина яких різна в залежності від виду культури і його вегетаційного періоду. Число міжвузлів на головному стеблі генотипічно обумовлено і є досить стійкою ознакою. Ранньостиглі сорти мають найменшу кількість міжвузлів – 7-10, середньостиглі – 11-15 і пізньостиглі-16-25, довжина яких від 0,5-2 см в нижній частині, до 40 см і більше у верхній частині [12]. Залежно від сорту, густоти посіву, а також від ступеня родючості ґрунту і кліматичних умов висота стебел і кількість їх в одному кущі бувають різними. Високорослі сорти сорго досягають 2-3 м, а в зрошуваних умовах до 4-5 метрів, карликові ж сорти мають висоту 0,6-0,8 м/ Незважаючи на мінливість, висота стебел є стійкою ознакою для багатьох груп, видів і сортів сорго[13]. З вузла кущіння у сорго утворюється кілька стебел. Енергія кущіння його також залежить від сорту і умов вирощування. Кущові форми (цукрові сорти і сорго - суданкові гібриди) утворюють від 2 до 4 і більше цілком розвинених стебел, що відходять з вузла кущіння. При загущених посівах сорго не кущиться або мало кущиться. Є сорти одностеблові, не кущаться (в основному зернові). Крім цього у деяких сортів сорго розвиваються бічні гілки (пасинки).

Кущистість і гіллястість стебел у сортів цукрового і трав'янистого сорго є позитивною ознакою, так як сприяє збільшенню врожайності і якості корму.

При зрізанні стебла він здатний знову відростати (давати отаву). Найбільшою здатністю до утворення отави сорго - суданкові гібриди і цукрове сорго. Цей процес залежить від висоти зрізу і метеорологічних умов. Лист у сорго складається з двох частин-піхви і листової пластинки. Піхвова частина аркуша щільно охоплює частину або всі міжвузля, а у низькорослих сортів навіть інші міжвузля, захищаючи стебло від несприятливих умов, і надає йому міцність.

Лист – найбільш важливий орган, в якому відбуваються головні життєві процеси рослин – фотосинтез, дихання, транспірація. Середня площа листової поверхні однієї рослини дорівнює 290 см з коливаннями від 200 до 390 см. зовнішня сторона листа покрита шкіркою, клітини якої лежать майже паралельними рядами довжиною в 4-5 разів більше ширини. Покривні тканини листа торгового рослини мають чітко виражену ксероморфну структуру. Ряди клітин з продихи чергуються з рядами без продихів, які бувають то більше, то менше відкриті в залежності від зволоження, температури ґрунту і повітря. Дрібні розміри продихів поєднуються з великим їх числом. Число продихів на одиницю площі листа сорго на 50% більше, ніж у кукурудзи, а саме продихи по довжині становить 2/3 довжини продихів кукурудзяного листа. Лист сорго внаслідок ксерофітної структури, своєрідного будови значно менше випаровує вологи в порівнянні з іншими рослинами, тому при наявності високих температур і сухості повітря рослина не страждає від перегріву. Замикаючі клітини устячкового апарату сорго мають щільну оболонку, і в разі дефіциту вологи вони при замиканні довгий час не паралізуються, а зберігають здатність відновлювати життєдіяльність рослини. Ось чому при сильних і довгих посухах, коли у рослини сорго загасають всі життєві процеси, тобто воно переходить в анабіотичний стан, клітини продихів здатні відновлювати тургор навіть після двотижневої посухи. У сильно спекотні дні лист сорго, особливо його вагінальна частина, покривається восковим нальотом, що оберігає від зайвого випаровування. Інтенсивність проходження вегетаційного періоду і характер дозрівання

зерна у сорго в більшій мірі залежать від кліматичних умов вирощування і сортових особливостей. У роки з підвищеною кількістю опадів і прохолодним літом, а також в більш північних районах вирощування вегетаційний період сорго подовжується і навпаки в посушливі роки у південних районах значно скорочується. Таке скорочення або подовження вегетаційного періоду може бути до 20-35 днів.

Господарське використання сорго

Залежно від цілей господарського використання всі соргові культури діляться на чотири групи, кожна з яких має свої морфологічні ознаки та біологічні властивості, напрямок у використанні, свою технологію обробітку і прибирання. Цукрове сорго характеризується подовженими міжвузлями і високорослістю (до 2,5-3 м). Рослина добре кущиться, стебла його відрізняються соковитістю і цукристістю (до 18-20%), зовні пофарбовані в матово-зелений колір. Зерно плівчасте, важко обрушується. Довжина волоті приблизно така ж, що і у зернового сорго (до 35 см). До групи цукрових сортів відноситься підгрупа сорго подвійного використання з такими ж ознаками, але з голим зерном. Обробляється в основному для отримання зеленої маси і силосу, монокорму, солодких гранул і трав'яного борошна, цукру, патоки і етанолу [14]. Воно легко силосується в чистому вигляді і в суміші з кукурудзою та іншими культурами, а також в суміші з пшеничною і ячмінною соломою.

Трав'янисте сорго (суданська трава, сорго-суданкові гібриди) характеризується кущистістю (до 12-17 стебел на одну рослину), розгалуженням стебел і порівняно великим листям рослин, має високу височину (до 2-2,5 м) і тонке стебло з порівняно вузьким листям[15]. Волоті розлогі, подовжені, зерно плівчасте, довгасте. Серцевина стебла суха, напівсуха і соковита. Використовується для отримання сіна, сінажу, зеленого корму, гранул і трав'янистої борошна. Інтенсивна технологія обробітку сорго

Сортові культури обробляються в районах недостатнього зволоження, мають посухостійкість, високу продуктивність і універсальністю використання.

Однак у початковий період свого росту і розвитку (сходи, кущіння) ця культура вимагає підвищеного вмісту вологи у верхніх шарах ґрунту. Тому одним з основних завдань є боротьба за накопичення, збереження і економне витрачання вологи. Комплекс агротехнічних заходів, пов'язаних з вирощуванням сорго, залежить від біологічних особливостей культури, ґрунтово - кліматичних умов, сортового різноманіття, призначення посівів та інших факторів[16, 17]. Повільний початковий ріст надземної частини рослини протягом 35-40 днів, починаючи від сходів, визначає сорго як культуру, яка потребує чистоти полів, що, в свою чергу, підвищує вимоги до передпосівній обробці ґрунту та вказує на необхідність застосування гербіцидів. На початку свого розвитку сорго мало витрачає вологи та поживних елементів і тільки починаючи з періоду інтенсивного росту (перша половина липня), потреба в них різко зростає. Отже, в технології обробітку необхідно передбачати максимальне збереження вологи і поживних речовин до цього періоду розвитку. Максимальне споживання їх у сорго спостерігається в фазу викидання волоті і наливу зерна.

В отриманні високих і стабільних урожаїв важливе значення мають: вибір поля, застосування раціональної системи обробітку ґрунту та удобрення, оптимальні строки сівби, ефективні прийоми догляду за рослинами і збирання врожаю.

Сортове різноманіття цукрового сорго

Цукрове сорго - малопоширена культура, розширення посівів якої стримує неповний облік сільгоспвиробниками біологічних особливостей і вимог агротехніки. Для вирішення цих питань селекціонерами регулярно створюються і допускаються до використання нові сорти і гібриди з господарсько цінними ознаками, гарантованими насінництвом і відпрацьованої сортової технологією вирощування. Наразі на українському ринку домінують 12 гібридів сорго американської селекції, а саме: чотири гібриди цукрового сорго (SS506, Sioux, Mohawk, G1990), шість гібридів зернового сорго (Kato, Ponki, Tzuni, Yuki, Milo W, Yutami) та два сорго-

суданкових гібриди (Koso, Ute BMR). Міжтим в Україні активно виводяться середньостиглі, особливо холодостійкі гібриди з хорошим початковим темпом зростання і слабким пошкодженням попелиць. Такими, наприклад, є сорт «Силосне 42» Інституту зернових культур УААН і гібриди «Зубр», «Покров» та «Медове» у виведені в Одеському селекційному Центрі УААН. Вони характеризуються високим ступенем адаптації до ґрунтово-кліматичних умов, підходять для вирощування на силос і зелений корм в чистому вигляді і сумісних посівах з кукурудзою. Потенційна врожайність зеленої маси гібридів досягає 60-70 т / га, стиглого зерна - 5 т / га, а другого - 50-55 і 3,5 т / га відповідно. Серед пізньостиглих різновидів популярні рослини з соковитим цукристим стеблом, стійкістю до вилягання та посухи, слабкою пошкоджуваності попелиць і низькою пораженістю листя бактеріозом, а волоті - сажкою. Нерідко такі гібриди можна обробляти на силос і зелений корм як в чистому вигляді, так і в сумісних посівах з кукурудзою. Урожайність зеленої маси може досягати 80-100 т / га, а сухий - 20-21 т / га.

Місце сорго в сівозміні. У зв'язку з інтенсифікацією землеробства зараз відбувається перехід до спрощених сівозмін, чергування і склад культур яких залежать від вимог ринку. Кращим попередником для сорго є озима пшениця. Його можна розміщувати також після ярих зернових, зернобобових, картоплі та кукурудзи на силос. Слід уникати висіву сорго після суданської трави, кукурудзи на зерно, соняшнику та інших пізно збираних культур, а також на сильно засмічених полях. Його можна використовувати в монокультурі протягом 2-3 років за умов достатнього забезпечення вологою, внесення мінеральних добрив і застосування гербіцидів. Сівозміна відіграє важливу роль у поліпшенні водного і поживного режимів ґрунту, забезпечуючи значне підвищення врожайності та якості сільськогосподарських культур [18]. Цукрове сорго може вирощуватися після будь-яких попередників, однак рекомендованими для нього є ранньостиглі культури, після яких поля не забур'янені та мають

значний запас ґрунтової вологи. Найкращими попередниками для цукрового сорго є зернобобові та озимі культури. Не рекомендується висівати цукрове сорго після проса, оскільки ці культури мають багато спільних хвороб та шкідників. Цукрове сорго формує високі врожаї зеленої маси, а отже виносить з ґрунту велику кількість поживних речовин і вологи. Крім того, воно відноситься до пізніх культур, після збирання яких залишаються поживні рештки, що ускладнюють проведення наступних обробітків ґрунту. Тому цукрове сорго є не найкращим попередником для інших сільськогосподарських культур [19]. Разом з тим, дотримання рекомендованої технології вирощування (своєчасне проведення комплексу польових робіт, щорічне внесення розрахункових норм органічних і мінеральних добрив та пестицидів) дозволяє вирощувати цукрове сорго впродовж 5 років як беззмінну культуру [20].

Сорго можна висівати після будь-яких культур польової сівозміни, але на полях, чистих від бур'янів. Бажаними попередниками для нього є ті, після яких поля бувають не засміченими і з великим запасом невикористаної вологи. Це ранньоспілі культури. Після їх прибирання шляхом обробки ґрунту можна накопичити вологу і позбутися від бур'янів. Кращими попередниками для сорго є: озима пшениця, горох, а також кукурудза, прибирається на силос. Якщо вирішувати питання про місце сорго в сівозміні, то необхідно виходити з того, що цукрове сорго має схожість з кукурудзою, і воно повинно зайняти місце поряд з нею в польовій сівозміні. Сорти цукрового сорго, сорго - суданкові гібриди і суданську траву, прибрані з багаторазовим скошуванням (2-3 укоси) на зелений корм, сінаж і сіно до глибокої осені, і беззмінні посіви доцільно розміщувати в кормовому сівозміні. Численні дослідження підтверджують, що сорго є таким же попередником, як і кукурудза. Після сорго, як і після кукурудзи, вирощуваних широкорядним способом, дають високий урожай всі ярі. Це пояснюється тим, що потужно розвинена коренева система сорго, сильно розпушуючи ґрунт на велику глибину, робить її добре проникною для

вологи, тепла і повітря. Численними дослідженнями протягом ряду років виявлено важливу біологічну властивість у сорго – воно добре переносить незмінні посіви протягом багатьох років без зниження врожайності. Впровадження беззмінних посівів сорго має певні переваги порівняно із вирощуванням у сівозміні. Це, насамперед, стосується розміщення посівів соргових культур на схилах, еродованих і засолених землях, що часто зустрічаються на півдні України, де інші культури різко знижують продуктивність.

Основний обробіток ґрунту.

У комплексі агротехнічних заходів, що забезпечують одержання високого врожаю сорго, важливе місце належить правильному основному обробітку ґрунту, завдяки якому створюються сприятливі умови для росту й розвитку рослин [21]. Завдяки основному обробітку ґрунту контролюється забур'яненість поля, накопичується волога в осінньо-зимовий період, поліпшується аерація ґрунту, покращуються його агрофізичні і біохімічні властивості, створюються умови для активної життєдіяльності мікроорганізмів. У роки з порівняно вологим літньо-осіннім періодом прийнятною для цукрового сорго слід вважати обробку ґрунту за типом напівпару. При розміщенні на схилах оранку зябу потрібно проводити тільки поперек поверхні. Весняна допосівна підготовка під сорго вирівняних з осені полів включає ранньовесняне боронування і 1-2 культивації з внесенням і заробкою мінеральних добрив. Для створення однієї тонни сухої надземної маси цукрового сорго необхідно вісім кілограм азоту, 3,5 кг фосфору і 5,7 кг калію. В умовах Дніпропетровської області на звичайних чорноземах під нього слід вносити по 60 кг / га діючої речовини азоту і фосфору, а також 40 кг / га калію. Така доза забезпечує прибавку врожаю зеленої маси сорго в 20-25 відсотків. Система основного обробітку ґрунту під цукрове сорго включає лушення дисковими робочими органами на глибину 6...8 см, внесення гербіциду суцільної дії для знищення сходів бур'янів та

падалиці, оранку на глибину 25...27 см та вирівнювання поверхні поля. Після збирання попередника у ґрунті залишається волога, витратам якої через випаровування можна запобігти своєчасним і якісним луценням стерні. Обробіток ґрунту луцильниками забезпечує його розпушування та часткове перемішування, а також підрізання бур'янів [22]. Луцення провокує проростання бур'янів, які знищуються наступними обробітками.

Для виконання цього заходу використовують здебільшого дискові луцильники типу ЛДГ-10 (табл. 19). На чистих або забур'янених однорічними бур'янами площах луцення проводять на глибину 6...8 см у два сліди перехресним способом із кутом атаки дисків 30...35°. На полях, засмічених багаторічними коренепаростковими або кореневищними бур'янами, глибину луцення слід збільшити до 12 см. Швидкість руху агрегату - 8... 12 км/год.

Через 2-3 тижні після луцення (в міру відростання бур'янів до 10... 15 см) площу необхідно обробити гербіцидом суцільної дії.

Глибоку осінню оранку проводять через 2-3 тижні після внесення гербіциду оборотними плугами типу ПОН-3-35 на глибину 25...27 см. Швидкість агрегату на оранці - 5.. .6 км/год.

Для вирівнювання поверхні поля, знищення сходів бур'янів та створення сприятливих умов для накопичення ґрунтової вологи у осінньо-зимовий період після оранки необхідно провести суцільну культивуацію на глибину 5...7 см культиваторами типу КПС-4 за швидкості руху агрегату 10... 12 км/год.

В якості основного обробітку пропонується проводити глибоку зяблеву оранку в залежності від потужності орного шару на глибину від 25 до 30 см. Слід зазначити, що традиційна система підготовки ґрунту під сорго цілком виправдовує себе. Всі заходи, що проводяться на полях, призначених під посів сорго, повинні бути спрямовані на знищення бур'янів, нагромадження вологи і вирівнювання ґрунту. Найбільш поширеною системою обробітку ґрунту під сорго є рання зяб, яка передбачає ще ранньої осені провести

оранку, потім знищити бур'яни і падалицю, вирівняти ґрунт з тим, щоб навесні до посіву сорго на підготовленому ґрунті зберегти у верхніх шарах се достатньо вологи. Напівпаровий обробіток ґрунту складається з декількох етапів: Перший етап - пожнивне лушення одночасно з прибиранням колосового попередника або слідом за ним. Глибину обробки визначають засміченістю ґрунту. На полях, чистих від бур'янів або засмічених однорічними бур'янами, пожнивне лушення проводять дисковими знаряддями на глибину 6-8 см. Якщо на полі є багаторічні або дворічні бур'яни – лемішними луцильниками без відвалів на глибину 10-12 см. Другий етап – оранка з передплужниками. Проводять РС, не допускаючи переростання бур'янів, на глибину 25-27 см з боронуванням або прикочуванням в агрегаті. Третій етап – догляд за зябью; він приблизно такий же, як за чистим паром культивація і вирівнювання після появи бур'янів і падалиці озимих, боронування після дощів. При полупаровій обробці використовують комбінований орний агрегат. На ділянках, засмічених корнеотприсковими і кореневищними бур'янами, чергування обробок полупара інше. При появі після лушення на глибину 6-8 см розеток бур'янів ґрунт повторно лушать лемішними луцильниками на глибину 10-12 см з одночасним боронуванням; при новому появі бур'янів застосовують глибоку оранку (25-27 см). Така обробка виснажує коренепаросткові бур'яни; їх гине в 2-3 рази більше, ніж при звичайній зяблевої обробки.

Весняний обробіток ґрунту складається з комплексу заходів, спрямованих на підтримання поверхні поля в розпушеному вирівняному стані, збереження накопиченої ґрунтової вологи, контролювання чисельності бур'янів та створення сприятливих умов для проростання насіння цукрового сорго і включає ранньовесняне боронування ґрунту та дві культивації комбінованими агрегатами. Для цього, за настання фізичної стиглості ґрунту, проводять ранньовесняне боронування на глибину до 5 см впоперек або під кутом до напрямку оранки в один-два сліди важкими та середніми зубовими (типу БЗТС- 1,0 та БЗСС-1) чи пружинними (типу БПВ-9) боронами.

Пізню оранку зябу проводять тоді, коли поле сильно засмічено корнеотприсковими або кореневищними бур'янами (осот, будяк, гірчак, молочай, берізка), після одного дискового на глибину 8-10 см і одного лемішного луцення на глибину 12-14 див. В період появи розеток бур'янів, в середині вересня, проводять обприскування гербіцидом 2,4 Д з розрахунку 5-6 кг/га препарату, потім через 10-12 днів – глибоку зяблеву

оранку (25-27 см) в агрегаті з катком. У середині жовтня проводять глибоку культивуацію зябу КПЕ-3,8 в агрегаті зі шлейфами з метою вирівнювання ґрунту, знищення бур'янів і падалиці озимих. Зазначений вище спосіб пізньої оранки зябі є запасним. Його можна застосовувати тоді, коли посушлива осінь і відсутні такі високоефективні гербіциди, як раундап або його аналоги. Якщо господарство придбало раундап, підготовка проводиться наступним чином: луцення (на глибину 8-10 см) проводиться слідом за збиранням попередника. По мірі відростання бур'янів мінімум до стадії розетки проводиться обробка гербіцидом раундап в дозі 4-5 кг/га з витратою робочої рідини 200-300 л/га; через 21-25 днів – оранка на глибину 25-27 см в агрегаті з котком. Для вирівнювання зябу достатньо провести восени (після випадання опадів) глибоку культивуацію КПЕ-3,8 в агрегаті зі шлейфами. Така підготовка ґрунту гарантує загибель 85-100% кореневищних і корнеотприскових бур'янів і 100% зійшли однорічних.

Результати досліджень показують, що в початковий період вегетації безвідвальні обробки сприятливо впливають на водний і харчовий режим ґрунту. При цьому підвищується польова схожість і активізується ріст рослин сорго. Проте надалі відбувається вирівнювання і до фази викидання перевага за багатьма ознаками, в тому числі і врожайності, було вже за відвальної оранкою. Це пов'язано з тим, що засміченість посівів сорго на варіантах з поверхневою обробкою ґрунту була значно вище (в 2-3 рази), ніж при відвальній оранці. Особливо варіанти істотно розрізнялися по кількості багаторічних бур'янів.

Удобрення сорго. Сорго, незважаючи на відносну невимогливість до родючості ґрунтів і здатність добувати елементи живлення, чуйно на внесення органічних і мінеральних добрив. Володіючи потужно розвиненою з високою засвоює здатністю кореневої системою, сорго забезпечує врожаї зерна навіть без внесення в ґрунт додаткового мінерального живлення [23]. Тому сформувалася думка про слабку чуйність сорго на підвищення рівня мінерального живлення і відносно невеликому, в порівнянні з кукурудзою, виносі поживних речовин з ґрунту, необхідних для отримання врожаю [18]. Сорго на освіту одного центнера зерна дійсно економно витрачає поживні речовини: 75% азоту, 60% фосфору і 90% калію від тієї кількості, яка витрачає кукурудза. Багаторічними дослідженнями, проведеними в різних зонах країни, переконливо доведена високий ступінь чуйності сорго на органічні і мінеральні добрива. Азот сприяє інтенсивному росту рослин, збільшенню площі листової поверхні і всієї вегетативної маси у сорго. Найвищі врожаї в умовах зрошення отримують при внесенні високих доз азоту. Фосфор також відіграє важливу роль у житті рослин. Дози фосфору, внесеного під сорго, зазвичай нижче, ніж азоту, 1,5-2 рази і становлять для богарних ґрунтів 45-60, для зрошуваних - 90-100 кг/га. Фосфор впливає на гідроліз крохмалю, тим самим прискорює проростання насіння. Тому частина загальної дози фосфору (10-15 кг/га) доцільно вносити при посіві локально. Калій позитивно впливає на накопичення в зерні сорго крохмалю і цукру. Сорго при врожаї зерна 5,0 т/га повністю забезпечує себе калієм за рахунок виносу його з ґрунту. При більш високих урожаях (8,0-10,0 т/га) виникає певний дефіцит, тому в комплексі з іншими добривами необхідно внести 40-60 кг/га калію. Однак фосфорні та азотні добрива при спільному внесенні з насінням негативно впливають на польову схожість насіння. Тому добрива доцільно вносити осторонь від насіння і глибше їх посіву, а також локально. Кожен центнер внесених таким чином добрив оплачується приростом урожаю в 3-3,6 рази більшим, ніж при внесенні повного мінерального добрива в розкид під культивуацію. Сорго добре реагує

на органічні добрива, а також поєднання їх з мінеральними. Як показують дослідження, при внесенні восени під оранку 10-20 т/га гною і навесні при сівбі, розміщуючи їх глибше і в стороні від насіння, прибавки врожаю зерна сорго склали 0,4 , а в окремі роки до 1,0 т/га. Встановлено позитивний вплив мікроелементів на продуктивність сорго при замочуванні насіння в 0,5%-му розчині. Найбільш ефективними виявилися марганець, цинк і бор. Вони сприяють кращому визріванню насіння, що призводить до підвищення їх схожості і врожайності. Під цукрове сорго, як біоенергетичну культуру, рекомендується вносити мінеральні добрива у нормі 0...80P60...80K30.

Посів сорго. Для отримання дружних сходів посів цукрового сорго повинен проводитися кондиційним насінням першого покоління у гібридів або не нижче третьої репродукції у сортів. Оптимальним строком сівби є період, коли середньодобова температура на глибині 10 см досягає для зернового сорго 14-16°C, для цукрового сорго і сорго - суданкових гібридів – 13 - 15°C. Такі температури на півдні України зазвичай бувають в останній п'ятиденці квітня – першій половині травня [24]. При ранніх термінах посіву сходи виходять сильно зрідженими і заростають бур'янами. Тому більш ранній посів сорго неприйнятний. При температурі ґрунту 14-16°C сходи з'являються на 10-12-й день, а коли температура підвищується до 25-28°C – на 5-6-й день після посіву. Для вирощування цукрового сорго за інтенсивною технологією слід особливу увагу приділяти якості посівного матеріалу, а саме використовувати насіння зі схожістю не менше 90%, а також використовувати насіння, оброблене захисно-стимулюючими препаратами. Для захисту від цвілі, білої гнилі, твердої і летючої сажки насінневий матеріал можна протравлювати фунгіцидами контактної дії в дозі 3-4 л / т. У цьому випадку розчин біологічно активних речовин, тобто прилипачів разом з протравлювачем, біологічними препаратами, мікроелементами і стимуляторами, закріплюється на оболонці в пленчатая покритті з проникненням в місця мікротравм, надійно ізолюючи насіння від проникнення патогенної мікрофлори і пошкодження мешкають в ґрунті

шкідниками. Збільшенню польової схожості на 2-8 відсотків сприяє обробка насіння біологічними препаратами «Нітрагін», «Флавобактерін», «Різоагрін», «Фосфобактерін» та іншими подібними, а стресостійкість рослин в умовах високих літніх температур повітря підвищують стимулятори росту і кріопротектори. Для ефективного хімічного контролювання чисельності бур'янів на ранніх етапах розвитку рослин слід використовувати насіння, оброблене антидотом. Для забезпечення появи повних дружних сходів для сівби слід підбирати насіння крупної або середньої фракцій, маса 1000 насінин яких становить 25...30 та 20...24г відповідно. Особливо негативно на схожість насіння цукрового сорго впливає термін його зберігання. Тому доцільно використовувати насіння, яке зберігалось не більше двох років. Щоб отримати ранні та дружні сходи, насіння цукрового сорго під час сівби має потрапити на тверде вологе насіннєве ложе та на оптимальну глибину. Для проростання насіння цукрового сорго необхідна менша кількість вологи порівняно з іншими культурами. Так, для набухання насіння цукрового сорго достатньо лише 35% води від маси самого насіння, тоді як для кукурудзи - 40%, пшениці - 60%. Однак за мілкої сівби та посушливих весняних умов насіння цукрового сорго, потрапляючи в суху землю, не дає сходів. Тому оптимальною для більшості регіонів України є глибина загортання насіння 4...6 см. Строки сівби мають важливе значення у водозабезпеченні рослин, а також в оптимізації світлового режиму. Вибір строку сівби залежить від кліматичних умов, стану ґрунту, біологічних особливостей сортів і гібридів. Розпочинати сівбу цукрового сорго слід за середньодобової температури ґрунту на глибині 10 см - 12...14°C. За такої температури сходи цукрового сорго з'являються на 10-12-ту добу. Для півдня України такі температури спостерігаються в період III декади квітня — II декади травня. За ранніх строків сівби у недостатньо прогрітій ґрунт (7...8°C) сходи з'являються на 30-35-ту добу, а польова схожість насіння знижується до 30%. Незначні заморозки до -2°C впродовж доби знищують сходи цукрового сорго. Сівбу насіння рекомендується проводити сівалками точного

висіву типу УПС-12 з шириною міжрядь 45 см або типу СУПН-8 з шириною міжрядь 70 см. Оптимальна густота стояння рослин цукрового сорго для зони достатнього зволоження України становить 220...270 тис.шт./га, нестійкого зволоження - 180...220 тис.шт./га, недостатнього зволоження — 140... 180 тис.шт./га. Під час встановлення норми висіву слід враховувати, що польова схожість насіння на 20...25% менша за лабораторну [5, 9].

Після інтенсивних опадів за настання сонячної погоди може утворюватися ґрунтова кірка, яка перешкоджає появі та нормальному розвитку сходів. Якщо ґрунтова кірка утворилась до появи сходів, її руйнують середніми та легкими боронами або культиваторами типу УСМК-5,4 з ротаційними робочими органами.

Глибина загортання насіння. Глибина загортання насінневого матеріалу при посіві залежить від його термінів, механічного складу, вологості і температури ґрунту, а також сортових особливостей насіння. На важких ґрунтах при ранньому висіві глибина повинна бути мінімальною - 4-5 см. На легких піщаних ґрунтах при посіві пізніше оптимальних термінів, особливо насіння великої фракції, а також в умовах швидкого висихання верхнього шару землі, глибина закладення може становити 6-7 см. при збільшенні цього показника до максимальних значень польова схожість знижується, тому норму висіву слід підвищити на 10-15 відсотків. Для поліпшення контакту сировини з ґрунтом поле необхідно прикатати. Вибір способу посіву визначається ґрунтово-кліматичними умовами і ступенем засміченості ділянки. При широкорядній варіанті сівби бур'яни знищуються міжрядної культивації на 60-66 відсотках посівної площі. Сьогодні даний метод з міжряддями 70 см найбільш поширений в посушливих умовах. З урахуванням кращого затінення ґрунту, пригнічення бур'янів, зниження витрат на догляд за посівами на чистих від бур'янів полях в районах достатнього зволоження доцільно застосовувати суцільний рядовий варіант висіву з нормою 600-750 тис. Схожих насінин на один гектар, особливо при

використанні сорго на зелену масу. Звичайний обсяг посіву насіння повинен бути таким, щоб до збирання врожаю густота стояння рослин при широкорядних способі для середньостиглих гібридів становила 150-170 тис / га, середньопізніх - 140-160 тис / га. З урахуванням пробуксовки опорно-приводних ковзанок, польової схожості, изреживання при післясходовому боронованні і міжрядних обробках, пошкодження шкідниками і хворобами надбавка становить 30-40 відсотків. Кількісна норма висіву сорго повинна знаходитися в межах 280-330 тис / га, а вагова - на рівні 8-10 кг / га. При посіві насіння повинні бути покладені на тверде вологе посівне ложе і на найбільш оптимальну глибину з тим, щоб порівняно швидко отримати дружні сходи і високі врожаї зерна і зеленої маси з одиниці площі [25]. Сорго є дрібно насінневою культурою, тому закладати насіння глибоко не можна, тому що збільшується тривалість періоду посів-сходи, знижується польова схожість, рослини після сходів з'являються ослабленими і нестійкими до несприятливих погодних умов. Однак при дуже дрібному закладенні, особливо в умовах посушливих весен, насіння, потрапляючи в сухий ґрунт, не дають сходів. Проведені в різних зонах країни дослідження з цього питання показали, що в залежності від призначення посівів і біологічних властивостей сортів глибина загортання насіння буває різна.

Таким чином, оптимальною і надійною глибиною закладення насіння для зернового, силосного і трав'янистого сорго слід вважати глибину 5-7 см. При пересиханні верхнього шару ґрунту можна допустити посів сорго до 10-12 см, але з обов'язковим допосівним і особливо післяпосівним прикочуванням кільчастими котками. Посів сорго на глибину 4-5 см можна допустити в тому випадку, коли перед самим посівом випав рясний (до 25-30 мм) дощ і є надійний запас вологи. На зрошуваних землях така глибина загортання насіння найбільш прийнятна.

Сорго, будучи високопластичною культурою, забезпечує досить високі врожаї зерна і зеленої маси у великому діапазоні площ та їх конфігурацій [6]. При розміщенні на одиниці площі малої кількості рослин сорго інтенсивно

кущиться, формує великі волоті, і за рахунок цього виходить хороший урожай. Якщо посіви загущені, кущіння різко послаблюється, зменшується маса зерна з одного волоті, але врожайність не знижується за рахунок збільшення продуктивних волотів на одиниці площі. Така реакція сорго на зміну величини і форми площі живлення зумовила велику різноманітність рекомендованих способів сівби і густоти стояння рослин. Поширеним способом сівби є широкорядний пунктирний з міжряддями 70 див. Проте численні дослідження показали, що високі врожаї зерна і зеленої маси сорго отримують при ширині міжрядь 60 і особливо 45 див. Це пов'язано з тим, що зменшення ширини міжрядь з 70 до 45 см при однаковій густоті стояння рослин змінює форму площі живлення в бік звуження співвідношення довжини до ширини. Тому в посівах з міжряддями 45 см можна при однаковій площі більш рівномірно розподілити рослини в рядках, які краще забезпечуються харчуванням, а, отже, збільшується врожайність.

В умовах півдня України з різноманітними зонами способів посіву сорго залежить від засміченості поля. На засмічених полях доцільніше використовувати широкорядний спосіб, оскільки він дозволяє проводити міжрядні обробки. Тільки в тому випадку, коли зимово-весняні запаси продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту перевищують 150 мм, можна сорго на зерно і силос сіяти з міжряддям 45 см з густотою 180-200 тис/га. При використанні на зелений корм слід сорго висівати широкорядним способом з міжряддям 45-70 см і нормою висіву до 300 тис/га. Звичайний рядовий посів забезпечує більш низький урожай не тільки зерна, але і зеленої маси. При вирощуванні на монокорм сорго висівають тими ж способами і нормою висіву, що і на зерно. Оптимальна густина стояння рослин гібридів сорго-суданки 300-400 тис. рослин на гектар широкорядним способом 70 і 45 см. При такій густоті стояння рослин після скошування в умовах богары створюються сприятливі умови для утворення продуктивних пагонів та інтенсивного відростання отави, де можна отримати ще один-два укусу. При

суцільному способі посіву відростання отави майже не відбувається, а, отже, втрачається урожай зеленої маси.

Для пневматичних сівалок норма висіву насіння встановлюється за кількістю зерен на пог. м або на 1 га. Налаштування сівалки на задану норму висіву здійснюється шляхом підбору дисків з певною кількістю отворів і робочих зірочок з різним числом зубів. Кожен отвір диска має бути діаметром не більше 1,5-1,8 мм.

Представлені розрахункові величини є теоретичними, і у виробничих умовах слід вносити поправки на пробуксовку опорно - приводних ковзанок. Залежно від фізичного стану ґрунту і швидкості руху агрегату поправку на прослизання приймають в межах 10-15%. Друга поправка – на різницю між лабораторною і польовою схожістю насіння. Вона складає в залежності від складних погодних умов від 15 до 35%, тобто польова схожість нижче лабораторної на зазначені величини. Третя поправка – загибель рослин за період вегетації (при боронуванні, міжрядних обробках, від пошкодження шкідниками, хворобами та інші) досягає в середньому 25-30%. Слід сказати про доцільність впровадження широкорядних пунктирних способів посіву при інтенсивній технології вирощування, використовуючи для цього наявні сівалки пунктирного посіву, що застосовуються при вирощуванні кукурудзи. Тим більше, що всі машини і знаряддя з передпосівної підготовки ґрунту, посіву, догляду за посівами та збирання кукурудзи можна з успіхом застосовувати і для соргових культур. У південній посушливій зоні України основною кормовою культурою є кукурудза. Проте в цих умовах вона дає низький (7,0-15,0 т/га) урожай зеленої маси. Щоб збільшити урожай кормів у перехідний період, коли в господарстві ще як слід, не вивчили культуру сорго, необхідно сіяти спільні посіви сорго і кукурудзи широкорядним способом з міжряддям 70 см чергуються рядами. Це важливий і поки не використаний резерв виробництва кормів. Дослідження показали, що найкращим співвідношенням рядів з метою одержання високого врожаю зеленої маси, сухої речовини і більшого виходу кормових одиниць і

перетравного протеїну є два ряди сорго і один ряд кукурудзи[26]. Засипка банок сівалки СПЧ-6 сорго і кукурудзи, а отже, і схема посіву буде виглядати так: СКССКС (с – рядки сорго, к – рядки кукурудзи). Для кожної культури підбирають висіваючі диски і зірочки, а також встановлюють глибину посіву. Великий інтерес представляють спільні посіви сорго, особливо зернового, з соєю, в результаті виходить напівконцентрований корм, збалансований по білку. Прийнятні співвідношення рядів 2:1 або 2:2.

Догляд за посівами цукрового сорго

Головна мета догляду за посівами цукрового сорго полягає в підтриманні посівів у чистому від бур'янів стані, а також у створенні сприятливих ґрунтових умов для розвитку рослин[5]. Цукрове сорго повільно росте на початку вегетаційного періоду, тому сходи бур'янів, які в цей період ростуть швидше, пригнічують сходи рослин сорго. Рихлення ґрунту в міжряддях у посівах цукрового сорго має не менше значення, ніж знищення бур'янів, оскільки рослини сорго погано переносять переущільнення ґрунту. Агротехнічними заходами догляду за посівами цукрового сорго є: післяпосівне прикочування, досходове боронування, міжрядні культивації, підживлення добривами, захист посівів від бур'янів, хвороб і шкідників.

Післяпосівне прикочування збільшує контакт насіння з ґрунтом, підтягує капілярну вологу із нижніх більш вологих шарів ґрунту і вирівнює його поверхню. Прикочування також сприяє швидкому і дружному проростанню насіння бур'янів, які потім можуть бути знищені досходовим боронуванням впоперек рядків. Прикочування виконують кільчасто-шпоровими котками, які утворюють ребристу поверхню ґрунту, що перешкоджає утворенню ґрунтової кірки. Досходове боронування проводять на 3-5 день після посіву, коли проростки сорго ще на глибині 3-4 см від поверхні. Для знищення паростків корнеотприскових бур'янів в цей період слід застосовувати середні зубові борони з навареними сегментами, лапаті робочі органи або борони з дротяної діагоналлю. Найбільш висока ефективність боронування досягається тоді, коли бур'яни знаходяться в фазі проростків - білої ниточки.

Досходове боронування, яке проводиться на 4-6-й день після сівби, дозволяє знищити до 80 % бур'янів. Важливо своєчасно проводити цей агрозахід, так як запізнення може призвести до пошкодження проростків, а як наслідок — до зрідження посівів цукрового сорго. Для знищення бур'янів і розпушування ґрунту проводять 1-2 міжрядні обробітки. Перший міжрядний обробіток ґрунту здійснюють на глибину 3...5 см культиваторами типу УСМК-5,4, що оснащені лапами-бритвами та ротаційними голчастими батареями[22]. В міру відростання бур'янів здійснюють другий міжрядний обробіток ґрунту у фазі 5-7 листків у рослин цукрового сорго. Для цього використовують лапи-бритви та стрілчаті лапи, які встановлюють на глибину 7...9 см для більш ефективного знищення бур'янів у міжряддях. За необхідності через 14 днів після другого проводиться третій міжрядний обробіток ґрунту з присипанням бур'янів у рядках та підживленням. Третій обробіток здійснюють за висоти рослин цукрового сорго 35...40 см (8-10 листків). Для цього культиватор комплектують спеціальними підгортачами. Ширина захисної зони, до появи вузлових коренів другого і третього ярусу, може становити 16...20см, у наступних міжрядних обробітках ґрунту захисну зону слід збільшити до 20.. 24 см. Повсходове ґрунтове обробку при необхідності можна проводити двічі - в фазах 2-3 і 3-4 листи у сорго, поперек до напрямку посіву легкими посівними або сітчастими боронами зі швидкістю не більше 4,5 км / год. Це боронування слід здійснювати в другій половині дня, коли рослини частково втрачають тургор і менше травмується ґрунтообробними знаряддями. При сильній засміченості проти однорічних дводольних бур'янів у фазі 3-5 листків у сорго потрібно вносити один з гербіцидів: «Лінтаплант» - 0,7-1,2 л / га; «Гербітокс» - 0,7-1,2 л / га; «Амінопелік» - 1-1,3 л / га. Проти однорічних і багаторічних дводольних, в тому числі стійких до 2,4-Д аміної солі, доцільно застосовувати препарат «Балерина» в дозуванні 0,3-0,5 л / га. Першу міжрядний культивацію посівів сорго проводять на глибину 5-6 см у фазі 4-5 листків, а другу - в період 6-7 листків на глибину 6-8 см. При значній засміченості останню обробку можна

поєднувати з підгортанням. Цукрове сорго - світлолюбна рослина, яка у перший період свого розвитку росте досить повільно, тому поступається бур'янам у конкурентній боротьбі за сонячне світло. У зв'язку з цим контролювання забур'яненості повинно здійснюватися на ранніх етапах розвитку рослин з використанням ґрунтових гербіцидів. Щоб уникнути пригнічення рослин цукрового сорго гербіцидами, його насіння обов'язково має бути оброблене антидотом типу Концеп III 960 ЕС, що забезпечує стійкість рослин сорго до дії 8- метолахлору, який входить до складу таких гербіцидів, як Дуал Голд 960 ЕС та Примекстра Голд 720 БС. Ґрунтовий гербіцид Дуал Голд 960 ЕС у нормі 1,6 л/га забезпечує захист рослин сорго впродовж 8-10 тижнів від однорічних злакових бур'янів (мишій, просоподібні) та деяких, однорічних дводольних (щиреця, грицики та ін.). Його можна вносити під передпосівну культивуацію або під час сівби.

Значно ширший спектр дводольних бур'янів контролюють гербіциди комбінованої дії Примекстра Голд 720 БС в нормі 3,0...3,5 л/га та Примекстра *ТТ* Голд 500 БС в нормі 4,0...4,5 л/га. Ці препарати можна вносити як до сівби, так і після появи сходів. У 2015 році компанія Монсанто зареєструвала новий гербіцид Гвардіан-Тетра, який використовується у посівах кукурудзи та сорго. Гвардіан-Тетра це препарат, що забезпечує високу ефективність контролювання однорічних однодольних та дводольних бур'янів і може застосовуватись як на досходовій, так і на ранній післясходовій стадіях.

За застосування хімічних способів контролювання забур'яненості механічні рихлення ґрунту в міжряддях проводяться тільки за потреби для забезпечення оптимальної структури ґрунту (руйнування ґрунтової кірки).

Хімічний обробіток посівів цукрового сорго передбачає використання ряду технічних засобів для приготування та внесення робочих розчинів пестицидів. Цукрове сорго краще ніж інші сільськогосподарські культури протистоїть впливу шкідників та хвороб, проте і воно уражується патогенами, чисельність яких слід контролювати старанним виконанням основних агротехнічних заходів та хімічними засобами. Щоб запобігти

ураженню сорго сажкою, а також червоним бактеріозом та гельмінтоспориозом, його насіння протруюють гранозаном (1,0...1,5 кг/т) або меркураном (1,5...2,0 кг/т) в розрахунку на гонну посівного матеріалу. Протруювання здійснюють у день сівби, оскільки оброблене насіння під впливом діючої речовини втрачає схожість. Проти плямистостей у період вегетації застосовують Бірекс КС (за умови прояву) - 0,5 л/га та Титул Дуо - 0,25 л/га. Найпоширеніший шкідник цукрового сорго — попелиця, яка уражує в основному молоді рослини, висмоктуючи з їх листя й стебел сік, у результаті чого ріст рослин уповільнюється, а іноді молоді рослини сорго у фазі до 4-5 листочків навіть гинуть. Для захисту посівів цукрового сорго в період вегетації від попелиці застосовують Енжіо 247 SC (0,18 л/га).

У період викидання волотей рослини цукрового сорго іноді пошкоджує кукурудзяний метелик. Для контролювання чисельності цього шкідника застосовують Децис, 2,5% к.е. (0,5...0,7 л/га), Децис Форте, 12,5% к.е. (0,05...0,08 л/га), Карате 050 ЕС, к.е. (0,2 л/га), Карате Зеон 050 CS, м.к.с. (0,2 л/га), Штефесін, 2,5% к.е. (0,5-0,7 л/га). Але ефект від використання інсектицидів залежить від точності визначення строків обробок. Найвища ефективність досягається за внесення препаратів під час проникнення перших гусениць шкідника у стебла, тобто через 2-3 тижні після початку льоту метелика або під час масового льоту. При вирощуванні на зелений корм або сіно прибирання цукрового сорго слід проводити на початку викидання волоті, тому що при більш пізньому скошуванні зелена маса починає грубеть. Оптимальним терміном збору на силос вважається фаза молочно-воскової стиглості зерна. У ці періоди забезпечується найкраще поєднання врожайності і високої якості корму. У посушливій зоні при безперечну перевагу обробітку цукрового сорго на силос і зелений корм великого поширення повинні отримати спільні посіви з кукурудзою. Агротехніка цих двох культур практично однакова - вони не розрізняються при виборі попередника, системи основної та передпосівної обробки ґрунту, добрив і способів боротьби з бур'янами. Особливість технології сумісних

посівів полягає в тому, що при визначенні строків сівби і прийомів догляду потрібно орієнтуватися на біологічні характеристики сорго, зокрема при використанні гербіцидів. Дану культуру в суміші з кукурудзою висівають чергуються рядами в залежності від ґрунтово-кліматичних факторів в різних співвідношеннях. У вкрай посушливих регіонах, де існує небезпека вигорання кукурудзи, потрібно чергувати ряд цієї рослини з 1-2 рядами сорго, а при нестійкому зволоженні, коли складаються сприятливі умови для кукурудзи, - два ряди з нею і один з сорго. Таким чином, проведені дослідження дозволили підтвердити, що цукрове сорго відрізняється комплексом цінних господарсько - біологічних ознак і володіє хорошим генетичним потенціалом. При дотриманні сортової технології обробітку він дає можливість отримати стабільно високий урожай зеленої маси - 60-100 т / га, що використовується для годування всіх груп сільськогосподарських тварин, заготівлі силосу, сінажу та сіна.

Збирання біомаси цукрового сорго

Проблема механізації збирання цукрового сорго не стоїть осторонь досліджень науковців країн, які займаються виробництвом та збиранням цукрового сорго. Про це свідчить інформація з науково - дослідницьких центрів сільськогосподарських досліджень Ірану (місто Ісфахен), Бразилії (м. Петотас), США (коледжі штатів Кентуккі та Флорида) та з Департаменту сільського господарства Малайзії (жовтень 2008 року). У програмі отримання сиропу із стебел цукрового сорго (штат Міссісіпі, південь США), використовується причіпний снопов'язальний комбайн для механізованого збирання цукрового сорго - так званий *Pull-tin* комбайна (штат Міссісіпі, південь США). Комбайн - причіпна машина. Його агрегування і привод робочих органів здійснюється від валу відбору потужності трактора. Комбайн формує порцію - сніп, - в U- подібній рамці, і коли сніп готовий - комбайн зупиняється і зрізає його. Продуктивність такого комбайна, за даними технічної бібліотеки Університету штату Вірджинія від 20.04. 2005 року, - 4 акри в день (1 акр = 100 м²). Оскільки,

основна робота в технології збирання цукрового сорго традиційно виконується із використанням ручної праці. Тому, роботи по створенню комбайна Pull-типу було першочергово направлені на інтенсифікацію робіт при заготівлі стебел цукрового сорго, за рахунок впровадження засобів механізації на етапі польових збиральних робіт, подальший переробіток отриманих стебел і отримання етанолу. В залежності від використання сорго для збирання застосовують ротаційні косарки, валкоутворювачі, прес-підбирачі та кормозбиральні комбайни. Строки та спосіб збирання біомаси цукрового сорго залежать від подальшого її використання: для виробництва біогазу, біоетанолу та твердого біопалива. Якщо біомаса використовується як сировина для виробництва біогазу, то цукрове сорго слід збирати у період максимальної врожайності зеленої маси, яка досягається у фазі формування і наливу зернівки [14]. У цей період суха речовина біомаси становить 20...25%, що є оптимальним для виробництва біогазу. У зоні достатнього зволоження з метою отримання більшої кількості біомаси для біогазу з одиниці площі цукрове сорго можна збирати двічі: наприкінці липня (у період інтенсивного росту) та на початку жовтня. У цьому випадку загальна кількість отриманої зеленої біомаси цукрового сорго сягатиме 150 т/га[27]. При використанні біомаси сорго для отримання біогазу повинна бути забезпечена довжина січки до 5 мм. З цією метою деякі фірми (Krone, ФРГ) комплектують комбайни змінними подрібнюючими барабанами з більшою кількістю ножів (40 ножів проти 28 ножів у стандартному оснащенні). Сучасний рівень розвитку технологічного обладнання для комбайнового збирання кормових культур в сільськогосподарському виробництві, видалення соку пресами і кантаторами, його очищення і фільтрування в харчовій промисловості, на наш погляд, забезпечує всі необхідні технічні передумови для створення ефективної індустріальної технології збирання і переробки біомаси цукрового сорго на основі застосування комбайнового збирання без виконання додаткових технологічних операцій (збирання в снопи, відділення волоті та листя, мийка та сушіння стебел тощо). Для виробництва біогазу

можна використовувати всю біомасу цукрового сорго (стебла, листя та волоті), тому збирання цукрового сорго здійснюється звичайними силосозбиральними комбайнами КСК- 100А, КСК-250, Дон-750, Jaguar 900, Jaguar 870, Mammut 8790, John Deere 7200, John Deere 7300 і інші [28]. У випадку використання біомаси цукрового сорго в якості сировини для виробництва біоетанолу та твердого біопалива збирання врожаю слід розпочинати у період максимального накопичення цукрів у соці стебел [29]. Як правило це відбувається наприкінці вересня у фазі повної стиглості зерна. Під час збирання біомаси на біоетанол відокремлюють стебла від листя та волотей, оскільки їх наявність негативно впливатиме на вихід біоетанолу. При цьому стебла цукрового сорго не слід інтенсивно подрібнювати, так як це призводитиме до втрат цукромісткого соку під час транспортування та зберігання біомаси. Розмір подрібнених частин стебла не повинен бути меншим 15...25 см. Збирання стебел цукрового сорго на біоетанол здійснюють комбайнами для збирання цукрової тростини, такими як Сатесо СН 3500, Case А8000, Claas Ventor та іншими. Комбайн для збирання цукрового сорго на біоетанол працює таким чином: волоті рослин відокремлюються різальним апаратом та залишаються на полі, стебла за допомогою стеблорідів подаються на різучий апарат. Зрізані стебла транспортуються до двоножового барабанного подрібнювача, після чого подрібнені стебла разом з листям потрапляють у перший пневмосепаратор, на якому відбувається попередній етап очистки маси від листя. У кінцевій частині елеватора для навантаження біомаси встановлено другий пневмосепаратор, за допомогою якого відбувається остаточний етап відокремлення листя від стеблової біомаси. Відокремлене на першому та другому етапах листя залишається на поверхні поля, а очищена стеблова біомаса цукрового сорго подається до транспортного засобу, яким вона доставляється до місця перероблення. Зібрану в такий спосіб біомасу цукрового сорго можна зберігати не більше 2-3 діб.

Проміжні посіви сорго. Проміжні посіви сорго – це пожнивні і поукісні посіви, які можливо розглядати як додаткове джерело отримання зелених кормів [26]. Вони сприяють зниженню засмічення полів, захисту ґрунту від водної і вітрової ерозії. Особливо ефективні пожнивні і поукісні посіви в умовах зрошення. На богарі такі посіви дають врожаї лише в роки, коли у другій половині літа немає тривалих суховіїв і випадає достатня кількість опадів. Виключно важливе місце в кормовому балансі займають зелені і соковиті корми, додатковим джерелом яких можуть служити посіви поукоєних і пожнивних культур, що дають значну кількість кормової продукції. Доцільність таких посівів-в можливості використовувати їх врожаї в другій половині літа і на початку осені, коли надходження зелених кормів з весняних посівів різко скорочується. Проміжні посіви ефективні в тих випадках, коли на кожну 1000 суми температур за пожнивних посівів період випадає не менше 60 мм опадів. Це відповідає багатьом південним районам країни. Сорго здатне економно витратити вологу і як не можна краще підходить для таких посівів. Найчастіше в якості поукоєної культури сорго висівають після різних бобово - злакових та інших рано збираних сумішей на сіно, зелений корм і силос. Для пожнивної культури необхідні відповідні метеорологічні умови пожнивного періоду. У південних районах країни вони цілком задовільні. Основні культури прибирають тут в кінці червня – початку липня. Тому можливий вегетаційний період становить понад 100-120 днів із сумою позитивних температур близько 2200° С. Безморозний період і сума позитивних температур на півдні України цілком достатні для обробітку при повторних посівах цукрового сорго і сорго-суданкових гібридів. Це культури пізнього терміну посіву і вимагають більш високих температур для свого проростання. Проміжні посіви в умовах наростаючої температури і укороченого світлового дня другої половини літа набагато скорочують вегетаційний період; розвиток рослин проходить значно швидше. Період від посіву до дозрівання у цукрового сорго становить 80-85 днів, у сорго-суданкових гібридів – близько 70 днів, тоді як при весняному посіві він

дорівнює 120-140 днів. У проміжних посівах соргові культури дають хороший урожай зеленої маси навіть у вкрай посушливі роки. Так, у цукрового сорго при сівбі 10 червня він становить 12,9, у сорго - суданкових гібридів -19,0-21,0 т/га, а при сівбі 10 липня – відповідно 7,0 і 11,0 т/га. При проміжних посівах скоростиглих сортів і гібридів можна одержувати врожаї зеленої маси. Проміжні посіви за кормовими якостями перевершують весняні посіви. Рослини при однакових фазах розвитку містять значно більше азоту та інших поживних речовин. У них протеїну на 1-1,5% більше, ніж в рослинах весняного посіву. Висока пластичність сорго до строків сівби дозволяє обробляти його як в основних, так і в проміжних посівах. Причому в поукосних посівах після ранозбираємих культур (озимих – ріпаку, жита, пшениці з викою на зелений корм) на зрошенні врожайність сорго не нижче, ніж в основних прибирання сорго на силос. На силос прибираються сорти сорго цукрового і гібриди силосного сорго. До збирання слід приступати в період воскової стиглості зерна, коли кормова маса містить найбільшу кількість сухих речовин, високий вихід кормових одиниць і оптимальну кількість води (близько 70%). Цукрове сорго має високий вміст цукрів і добре силосується практично до повної стиглості зерна. При цьому виходить сорговий силос, за якістю не поступається кукурудзяному. Тому прибирання пізніше фази воскової стиглості в меншій мірі погіршує якість силосу, ніж рання. При прибиранні сорго в молочно-воскової стиглості зерна або раніше, до викидання, внаслідок низького вмісту сухих речовин і високого – цукрів і води в кормовій масі, при силосуванні відбувається бурхливе бродіння з утворенням великої кількості кислот, спиртів та інших летких сполук. У цьому випадку силос виходить кислим, погано поїдається тваринами і спостерігаються великі втрати сухої речовини. Силосна маса цукрового сорго має високий вміст цукрів (до 15 - 18%) і є поліпшує компонентом для трудносилосуваних культур. У багатьох господарствах пізньостиглі гібриди цукрового сорго прибирають одночасно з кукурудзою на зерно і суху листостеблову масу зернової кукурудзи консервують з соковитою масою

цукрового сорго[4]. Масу кукурудзи і сорго укладають в траншеї пошарово в лінійному співвідношенні 1:2, ущільнюють, завершують закладку шаром соковитого цукрового сорго завтовшки не менше 80 см; вкривають синтетичною плівкою і землею. Таким чином, господарства отримують сухе зерно кукурудзи і закладають додатковий корм для тваринництва – пізній сорго-кукурудзяний силос. Для збагачення листостеблової маси кукурудзи каротином, білком, цукром і для кращого консервування додають отаву або зелену масу сорго пізніх строків посіву у співвідношенні 1:1.

При заготівлі силосу з цукрового сорго, особливо в ранні строки збирання, залежно від вологості маси в середньому втрачається 25% поживних речовин. Це так званий чад, який утворюється в результаті того, що при ущільненні впливає частина соку. Для попередження втрат рекомендують різні консерванти, але їх застосування поки обмежена, так як змішувати з зеленою масою їх доводиться вручну. Проте ці втрати можна повністю виключити, якщо при силосуванні використовувати соломку. Пропонована технологія, крім того, дозволяє господарствам значно збільшити кормові ресурси. Вона, по суті, безвідходна. Основні її переваги: виключаються втрати поживних речовин зеленої маси, покращуються смакові якості і поживність соломи, спрощується технологія заготівлі соломи, відпадає необхідність скиртування, її можна закладати в силосну траншею в будь-яку погоду, при силосуванні сорго не потрібні консерванти.

Переробка біомаси цукрового сорго. Цукрове сорго - універсальна культура, сировина якої може використовуватись як у кормовиробництві та харчовій промисловості, так і для виробництва біопалива. Сік зі стебел цукрового сорго за загальним вмістом цукрів не поступається цукровій тростині, але на відміну від останньої, окрім сахарози, містить значну частку глюкози, фруктози та розчинного крохмалю, який перешкоджає кристалізації. Тому із соку цукрового сорго виготовляють не кристалізований, а рідкий цукор - сироп. Завдяки високому вмісту цукрів сік цукрового сорго використовується для виробництва біоетанолу. Сучасні

вітчизняні високопродуктивні гібриди цукрового сорго дозволяють отримати до 4,5 т/га біоетанолу, що еквівалентно 112,5ГДж/га (26,9 Гкал/га) енергії [2]. Після видалення соку вологість стебел цукрового сорго не перевищує 40%, тому вони можуть бути сировиною для виробництва твердого біопалива (паливних гранул або брикетів). Сухої біомаси цукрового сорго, зібраної з 1 га достатньо для виробництва 25 т твердого біопалива, під час згоряння якого виділяється 400 ГДж (95,3 Гкал) теплової енергії. Таким чином, загальний вихід енергії, яку можна отримати з 1 га посівів цукрового сорго, перевищує 500 ГДж, що свідчить про перспективність використання цієї культури для біоенергетики [30]. Біомаса цукрового сорго може використовуватись для виробництва біогазу. Завдяки високій продуктивності цукрове сорго забезпечує найбільший серед інших сільськогосподарських рослин вихід біогазу з одиниці площі - до 17,6 тис.м³/га з вмістом метану 60%. Залишки біогазової ферментації містять значну кількість легкодоступного для рослин азоту, фосфору, калію та мікроелементів і можуть використовуватись в якості добрив, які за своєю дією схожі на мінеральні добрива. Для більш ефективного використання біогазових установок зібрану біомасу цукрового сорго силосують. Збирання цукрового сорго на біогаз відбувається у фазу формування і наливу зернівки, для якої характерний низький вміст сухої речовини. Внаслідок цього під час силосування відбувається витікання частини соку та активне бродіння з утворенням великої кількості кислот і спиртів, що негативно впливає на якість силосу та веде до зменшення кількості отриманого з нього біогазу. Щоб цього уникнути, під час силосування до цукрового сорго слід додавати інші, більш сухі компоненти, наприклад соломку. Перед подачею зеленої маси чи силосу цукрового сорго до біогазового реактора (метантенка) її слід подрібнити, щоб інтенсифікувати процес метанового зброджування та уникнути забивання рухомих елементів біогазового заводу рослинними залишками [31]. Для виробництва біоетанолу використовують стебла цукрового сорго, порізані на частини завдовжки 15...25 см і очищені від

листіків. Це досягається за рахунок використання комбайнів для збирання цукрової тростини. Зібрана в такий спосіб біомаса доставляється до місця перероблення або безпосередньо від збирального комбайна, або з місця тимчасового зберігання. Свіжий, не пастеризований сік цукрового сорго може зберігатись не більше 2...3 годин, тому розрив у часі між видавлюванням соку і його подальшою переробкою на біоетанол повинен бути мінімальним. Враховуючи стабільний попит на цукрове сорго в світі та Україні, економічні результати вирощування цієї культури в перспективі не будуть нижчими за показники попередніх років [32].

За звітними даними витрати на переробку біомаси цукрового сорго для виробництва біоетанолу становлять 4,2 тис. грн, а для виробництва біогазу – 3,9 тис. грн. Проведений попередній розрахунок доходу від переробки біомаси цукрового сорго отриманого з 1 га посівів свідчить, що в результаті переробки біомаси на біоетанол отримаємо 3600 - 4300л біоетанолу і 15,0-20,0 т паливних брикетів. За умов ціни на біоетанол 5 грн/л очікуваний дохід складе 18,0-21,5 тис. грн. , а якщо урахувати дохід від виробництва брикетів з багаси то сумарний дохід може скласти 26 тис. грн. Якщо завдатись до переробки біомаси на біогаз то можна отримати отримаємо 6,4 тис. м³ біогазу, що еквівалентно 4,48 тис. м³ природного газу, і 59 т високоякісного гуміномісткого компосту (біогумусу). За умов ціни на природний газ 1,5 тис. грн за 1 тис. м³ і вартості біогумусу 250 грн/т очікуваний дохід складе 13,3-13,8 тис. грн.

Випаровування в середньому за рік дорівнює 732 мм. На території Нікопольського району сніговий покрив вперше з'являється в кінці листопада, але зазвичай тримається недовго і швидко тоне. Стійкий сніговий покрив з'являється тільки в кінці грудня. В середньому на території району сніговий покрив становить 12-13 см. Середнє число днів зі сніговим покривом дорівнює 50-55. Необхідно відмітити, що випадання опадів в різні роки дуже нерівномірне, часто зими бувають малосніжні. В такі зими відбувається посилення вітрової ерозії, в результаті виникають пилові бурі і здувається верхній родючий шар ґрунту. Середня довжина вегетаційного періоду складає 207 днів (з квітня до листопада). В квітні відносна вологість повітря складає 75%. З травня по серпень вона зменшується, а потім збільшується і в листопаді досягає 92%. На період з квітня по вересень приходить найбільша кількість днів з відносною вологістю повітря менше 30%. Вітри північно-східного напрямку переносять пересушені маси повітря (суховії), що призводить до весняних посух. Середньорічний ГТК – 0,6...0,8. Ґрунтовий покрив представлений в основному чорноземами звичайними та південними повнопрофільними і в різній мірі еродованими. Перехід температур через 0⁰С навесні відбувається в першій половині квітня, восени - в другій половині жовтня. Погодні умови за роки досліджень характеризувалися підвищеною середньомісячною температурою повітря на 1-2⁰С порівняно із середньобагаторічними даними (рис.2.2).

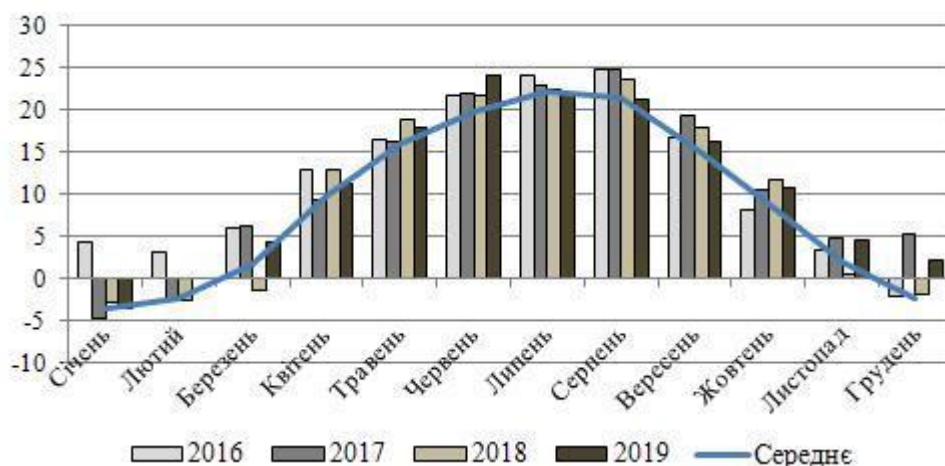


Рис. 2.2. Динаміка середньомісячної температури у 2016-2019 рр.

Середньорічна кількість опадів звичайно не перевищує 550-560 мм (рис. 2.3.).

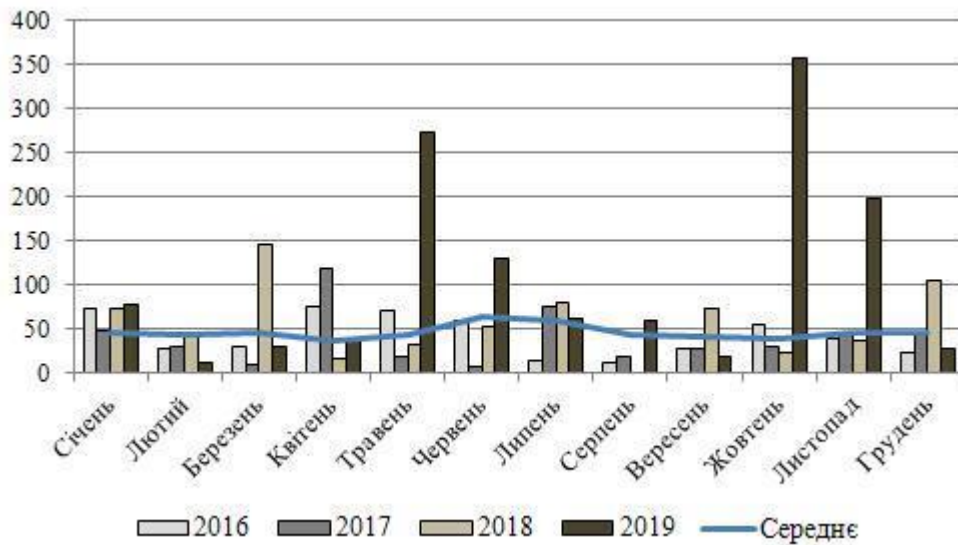


Рис. 2.3. Динаміка середньомісячних опадів у 2016-2019 рр.

У 2018р. температура у травні майже відповідала середньобогаторічній, а в 2019-2020 рр. була вище на 1,9-2,8°C. Червень також характеризувався підвищеною температурою повітря. Температура липня за усі роки досліджень значно не відрізнялась від багаторічних даних. В цей же час серпень та вересень були більш спекотнішими.

Взагалі Степова зона України характеризується досить посушливими умовами. Середньорічна кількість опадів звичайно не перевищує 550-560 мм. 2018 рік виявився доволі посушливим: кількість опадів протягом вегетаційного сезону була нижче кліматичної норми на 35%. Напроти, 2019 рік виявився аномально вологим, кількість опадів перевищувала кліматичну норму у два рази. Опади мали переважно зливовий характер та найбільша їх кількість припадала на травень та червень. 2020 рік зайняв проміжну сходинку між двома зазначеними роками.

. Територія Нікопольського району Дніпропетровської області розташована на межі північного та південного Степу України. Особливість такого розташування району позначилося на характері утворення ґрунтового покриву, який цікавий тим, що в ньому поєднуються одночасно властивості ґрунтів підзони звичайних і південних чорноземів.

У геологічній будівлі Нікопольського марганцеворудного басейну беруть участь докембрійські кристалічні породи, осадові відкладення неогенового, палеогенового та четвертинного віків (табл.2.1).

Марганцеворудний шар пов'язаний з палеогеновими відкладеннями. Нижній сармат, що залягає в покрівлі палеогену, має повсюдне поширення і складається з суглинків, що переходять донизу в середньо- і грубозернисті піски. Середній сармат утвориться двома горизонтами: горизонтом темно-сірих і чорних глин і горизонтом вапняків-черепашників.

На підставі описаних кліматичних умов, ґрунтів і рослинності, можна зробити висновок про те, що, по-перше на території Нікопольського марганцеворудного басейну сформувалися порівняно родючі ґрунти з запасами гумусу 170-210 т/га; по-друге, умовою, що обмежує можливість вегетації рослин, є нестача води. Тому добір сільськогосподарських культур для рекультивованих земель повинний проводитися з урахуванням відношення їх до вологи.

Рослини повинні, як правило, розташовуватися в інтервалі між ксерофітами і мезофітами, тобто, включати ксерофіти, ксеромезофіти, мезоксерофіти і мезофіти.

Таблиця 2.1

Залягання гірських порід в надрудній товщі марганцеворудного кар'єру
Покровського ГЗКа

Назва ґрунту, породи	Глибина залягання, м
1. Чорнозем південний	0 – 0,7
2. Лесоподібні суглинки	0,7 – 7,0
3. Червоно-бурі глини	7,0 – 12,0
4. Сіро-зелена мергеляста глина	12,0 – 47,0
5. Вапняк	47,0 – 63,0
6. Пісок давньоалювіальний	63,0 – 65,0
7. Темно-сіра глина	65,0 – 70,0
8. Яблучно-зелена глина	70,0 – 75,0
9. Марганцева руда	75,0 – 76,0

РОЗДІЛ 3. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

У 2018-2020 рр. був проведений двофакторний польовий дослід.(рис.3.1).



Рис.3.1. Польові дослідження з вирощування гібридів цукрового сорго в умовах Покровської навчально дослідної станції рекультивациі ДДАЕУ.

Фактор А – гібриди цукрового сорго вітчизняного походження: ‘Медове’ і ‘Зубр’; фактор В – різні типи субстратів: насипний шар чорнозему (НШЧ) та лесоподібний суглинок (ЛС).

Значення кислотності досліджуваних субстратів варіюють від 7,3 до 7,9. Вміст гумусу в фіто меліорованому суглинкові становить близько 1,5%, а в чорноземі – 3,3%. Було встановлено, що вміст азоту в гірничих породах після 20-річної фітомеліорації підвищився у 6 разів і сягав 60-70% від показнику насипного шару чорнозему. Зростання рівня загального фосфору у техноземах підвищилось на 50%. Найбільша кількість водорозчинних і крихкозв’язаних фосфатів кальцію знаходиться в чорноземі південному. Вміст доступних форм фосфору у лесоподібному суглинку у 3 рази менше. Разом з тим, в цьому субстраті гірничих порід більш виражена відсоткова частка ближнього резерву фосфатів. Отже, розраховувати на перехід фосфорних сполук із крихкозв’язаної до легкодоступної форми можна завдяки процесам вивітрювання гірничих порід і зокрема дії біологічного фактору: фітомеліорація, внесення фосформобілізуючих біопрепаратів, тощо.

Калій за його вмістом не обмежує ріст рослин. Було встановлено, що за вмістом мікроелементів усі три гірничі субстрати дещо поступаються показникам чорноземної маси. Тобто за таких умов є можливість вирощування цукрового сорго на фітомеліорованих гірничих породах Нікопольського марганцеворудного родовища в декількох напрямках: переробка на біоетанол, соргомед, пеллети з багаси тощо. Насіння сорго висівали на початку травня. Досліджено біометричні показники, продуктивність, вихід цукру та теоретичний вихід етанолу. Висоту рослини вимірювали за допомогою вимірювальної лінійки. Для визначення врожаю надземної біомаси рослини у фазі молочно-воскової стиглості зрізали на висоті 10 см від рівня ґрунту та зважували. Після цього біомасу сушили до постійної ваги, а потім знову зважували. Врожай зерна визначали ваговим методом у фазі повної стиглості. Концентрація цукру в стеблах цукрового сорго вимірюється в одиницях Брікс, які представляють собою відсоток розчинних цукрів. Один градус Брікс дорівнює 1 г цукру на 100 г соку. Вміст цукру визначали за допомогою ручного рефрактометра “RHVO-50ATC”. Консервативна врожайність цукру (т/га) розраховувалася на основі підходу, який передбачає, що концентрація цукру становить 75% Брікс, вираженого в г/кг цукрового соку. Було використано рівняння: $KBЦ = (BЗМ - BСМ) * Brix * 0.75$, де KBЦ є консервативний вихід цукру (т/га), BЗМ – врожайність зеленої маси стебел (т/га), BСМ – врожайність сухої маси стебел (т/га). Теоретичний вихід етанолу розраховували як вихід цукру, помножений на коефіцієнт перерахунку (0,58 л етанолу на кг цукру): $TBE = KBЦ * 0,58$ де TBE – теоретичний вихід етанолу (л/га), KBЦ – консервативний вихід цукру (кг/га).

РОЗДІЛ 4. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

У 2018–2020 роках на різних фітомеліорованих гірничих субстратах висота травостою українських гібридів становила 255–300 см (рис.4.1-4.2).

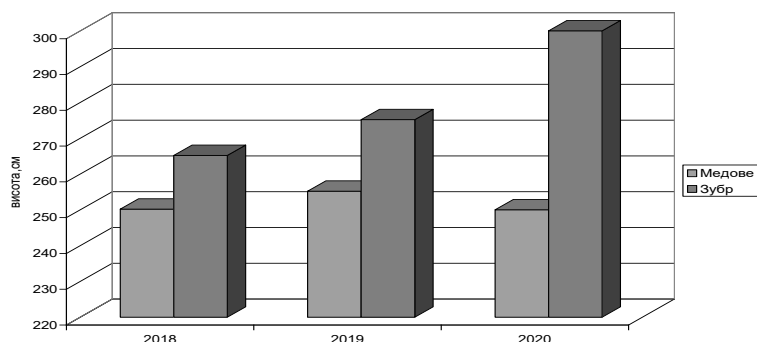


Рис.4.1. Висота рослин цукрового сорго на насипному шарі у 2018–2020 рр., см

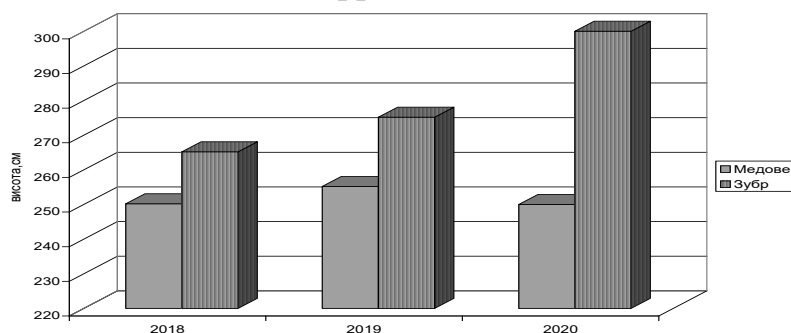


Рис.4.2. Висота рослин цукрового сорго на лесоподібному суглинкові у 2018–2020 рр., см

Облікові дані середньої врожайності зеленої біомаси цукрового сорго на різних гірничих субстратах Покровської НДС рекультивації земель наведені на рис.4.3-4.4.

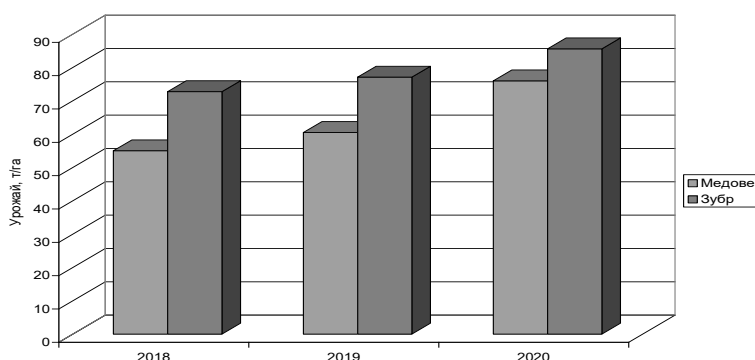


Рис. 4.3. Середня врожайність зеленої біомаси цукрового сорго на насипному шарі у 2018–2020 рр., т/га

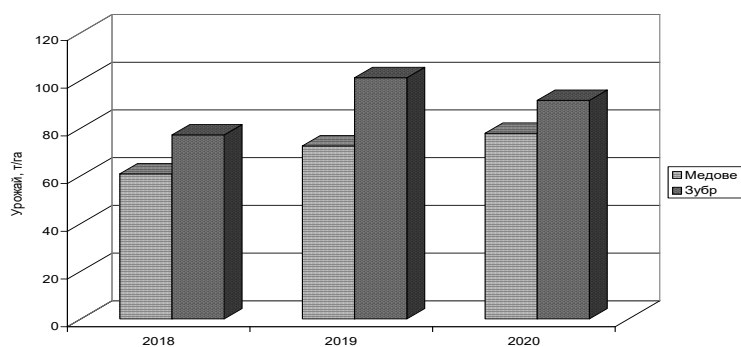


Рис. 4.4. Середня врожайність зеленої біомаси цукрового сорго на лесоподібному суглинкові у 2018–2020 рр., т/га
Облікові дані продукції теоретичного етанолу з цукрового сорго на різних гірничих субстратах Покровської НДС рекультивації земель наведені на рис. 4.5-4.6.

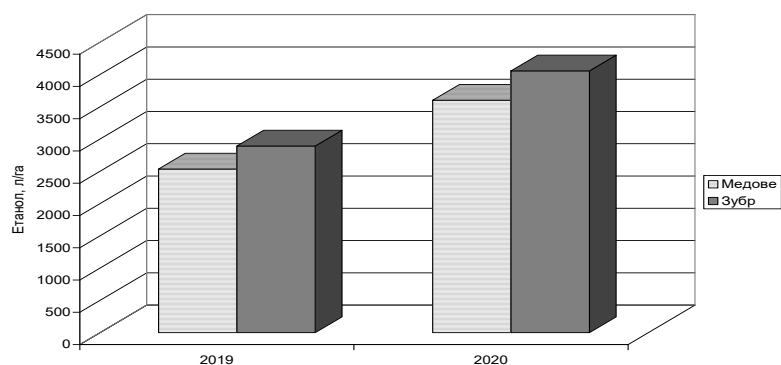


Рис. 4.5. Продукція теоретичного етанолу з цукрового сорго на насипному шарі у 2018–2020 рр., л/га

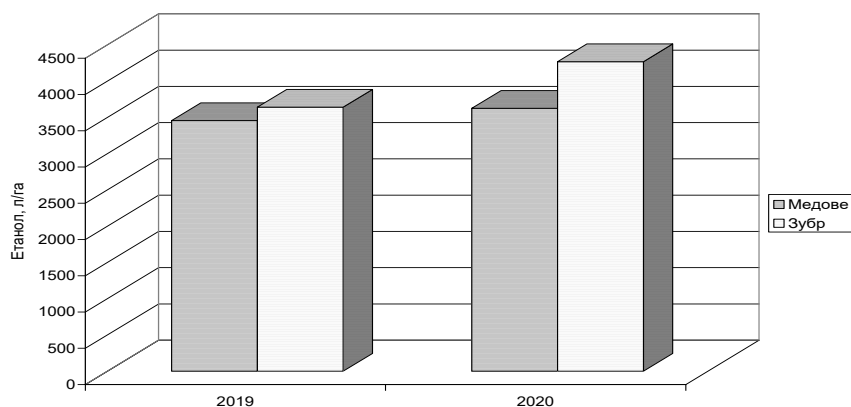


Рис. 4.6. Продукція теоретичного етанолу з цукрового сорго на лесоподібному суглинкові у 2018–2020 рр., л/га
Серед досліджених гібридів врожайність зеленої маси та продукція теоретичного етанолу була найбільша на лесоподібному суглинку для гібриду ‘Зубр’.

РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Практично доведено, що вирощування сорго цукрового є економічно вигідним. Такий рівень ефективності дає змогу повернути витрачені на вирощування культури кошти і отримати додатковий прибуток на кожну гривню, вкладену в її виробництво. Висока стабільна врожайність і якість продукції належать до вирішальних факторів росту економічної ефективності садівництва. Економічна ефективність показує кінцевий корисний ефект від застосування засобів виробництва та живої праці, іншими словами віддачу сукупних вкладів. Сума прибутку від реалізації продукції виступає основним показником економічної ефективності сільськогосподарського виробництва. Остання залежить від розміру виручки, від продажу сільськогосподарської продукції та затрат, які пов'язані з виробництвом і реалізацією продукції. На прибуток підприємства суттєвий вплив справляють ціни реалізації продукції, а також об'єм товарної продукції. В свою чергу ціни продажу сільськогосподарської продукції формуються під впливом попиту та пропозиції і багато в чому залежать від каналів реалізації продукції. Впровадження окремих прийомів підвищення родючості ґрунтів, культури землеробства, нових сортів, технологій, вдосконалення плодозмін повинне забезпечувати зростання врожайності, збільшення валових зборів зернових і кормових культур, підвищення ефективності виробництва. Основними показниками економічної оцінки використання результатів науково-дослідної роботи, нової техніки, агрозаходів служать: приріст виробництва і продукції, економічний ефект на одиницю використання земельних, трудових та матеріальних засобів, рівень рентабельності, окупність додаткових витрат, тощо. При розрахунку економічної ефективності використовують наступні показники: врожайність, виробництво продукції в натуральному і грошовому виразі, виробничі витрати і собівартість продукції, виробництво чистого доходу, рівень рентабельності, а так само окупність витрат[33].

Формули для розрахунку:

Вартість продукції з 1 га, грн: $ВП = В * Ц$, де

ВП – вартість продукції з 1 га, грн;

В – врожайність, ц/га;

Ц – реалізаційна ціна 1 ц, грн;

Затрати праці на 1 ц, люд.-год., розраховують наступним чином:

- затрати праці в розрахунку на 1 га встановлюють виходячи із технологічних карт на вирощування с.-г. культур;

- потім цей показник необхідно розділити на врожайність з 1 га і отримаємо затрати праці в розрахунку на 1 ц.

Собівартість 1 ц плодів, грн. – це відношення виробничих витрат на 1 га (грн.) до врожайності (ц/га).

Умовно чистий дохід з 1 га: $ЧД = ВП - ВВ$, де

ЧД – чистий дохід з 1 га, грн;

ВП – вартість продукції з 1 га, грн;

ВВ – виробничі витрати на 1 га, грн

Рівень рентабельності: $Р = ЧД / ВВ * 100$, де

Р – рівень рентабельності, %;

ЧД – чистий дохід, грн;

ВВ – виробничі витрати, грн.

Нами було здійснено порівняльну оцінку основних економічних показників двох гібридів сорго цукрового, вирощених на насипному шарі чорнозему і фітомеліорованому лесоподібному суглинку (табл. 5.1 та 5.2).

Агротехніка вирощування гібридів ідентична, однак урожайність зеленої маси у них різна. Більші витрати при вирощуванні гібрида Зубр пов'язані зі значними витратами коштів на збирання зеленої маси. При вирощуванні гібрида Медове на насипному шарі чорнозему рівень рентабельності був 357 %. Рівень рентабельності сорту гібриду Зубр становив 444 %.

Більш вигідні показники були отримані при вирощуванні гібрида Зубр на фітомеліорованому лесоподібному суглинку.

Таблиця 5.1.Економічна ефективність вирощування гібридів сорго цукрового на насипному шару чорнозему

Показник	Медове	Зубр
Урожайність зеленої маси, т/га	76,0	85,6
Ціна 1 т продукції, грн.	540	540
Вартість зеленої маси, грн/га	41040	46224
Прямі виробничі затрати, грн/га	7500	8500
Собівартість зеленої маси, грн/га	98,7	99,3
Умовно-чистий дохід, грн/га	26772	37724
Рівень рентабельності, %	357	444

Це пов'язано і з меншою собівартістю продукції і з вищим показником рентабельності (482%). Такий рівень ефективності дає змогу повернути витрачені на вирощування культури кошти і додатково отримати прибуток на кожную гривню, вкладену в її виробництво.

Таблиця 5.2.Економічна ефективність вирощування гібридів сорго цукрового на фітомеліорованому лесоподібному суглинку

Показник	Медове	Зубр
Урожайність зеленої маси, т/га	77,8	91,6
Ціна 1 т продукції, грн.	540	540
Вартість зеленої маси, грн/га	42012	49464
Прямі виробничі затрати, грн/га	7500	8500
Собівартість зеленої маси, грн/га	96,4	92,8
Умовно-чистий дохід, грн/га	34512	40964
Рівень рентабельності, %	460	482

Отже за умов дотримання сівозміни існує реальна можливість рентабельного вирощування цукрового сорго на фітомеліорованих суглинках після відновлювання рекультивованих земель на Покровському гірничо-збагачувальному комбінаті.

6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

6.1. Дослідження стану охорони праці навчально-дослідній станції рекультивації порушених земель м. Покров Дніпропетровської області.

Основним завданням організації охорони праці в господарстві є створення здорових і безпечних умов праці для всіх працівників, відповідно Закону «Про охорону праці». Досліджуючи стан охорони праці на навчально-дослідній станції рекультивації порушених земель м. Покров слід зазначити що чисельність робітників налічує 6 осіб. Отже функції служби охорони праці на навчально-дослідній станції рекультивації порушених земель покладено на її керівника Бабенко М.Г.. Він як завідуючий НДС проводить навчання робітників безпечним методам праці, проводить інструктажі, здійснює контроль за безпекою виробничих процесів та устаткуванням, забезпечує оптимальні режими праці і відпочинку, а також слідкує за професійним добром виконавців для визначених видів робіт. Завідуючий навчально-дослідної станції рекультивації порушених земель проводить вступний інструктаж з охорони праці з усіма працівниками, яких приймають на постійну або тимчасову роботу, незалежно від освіти, стажу роботи на посаді; зі студентами, які прибули на навчально-дослідну станцію рекультивації порушених земель для проходження навчальної або виробничої практики. Первинний, повторний, позаплановий і цільовий інструктажі проводить безпосередній керівник робіт. Первинний інструктаж проводиться до початку роботи безпосередньо на робочому місці з працівником або студентом, що проходить практику. Повторний – проводиться на робочому місці в терміни, визначені відповідними чинними галузевими нормативними актами:

- на роботах з підвищеною небезпекою – 1 раз на 3 місяці;
- для решти робіт – 1 раз на 6 місяців.

Позаплановий – проводиться з окремим працівником або студентом, чи з групою працівників (студентів) одного фаху:

- при порушенні працівниками вимог нормативних актів про ОП, що можуть призвести до травм, аварій;
- при зміні технологічного процесу.

Всі інструктажі записуються до журналу реєстрації інструктажів з питань ОП. Найбільш поширеними професійними хворобами у господарстві є: алергічні захворювання (полліноз та бронхіальна астма), що викликані подразнюючою дією пилок рослин. Найбільший ризик захворіти зустрічається у студентів, які проходять практику на полі :

- гібридизація, ручна прополка насінницьких посівів і т.п.;
- дерматози, що викликані дією на шкіру рослин, хімічних речовин і т. п. Це професійне захворювання зустрічається найчастіше.

Проаналізувавши детально стан охорони праці в господарстві помітили недостатнє забезпечення робочих місць спец одягом та взуттям.

Можна виділити декілька негативних моментів які впливають на стан охорони праці на підприємстві:

- недостатня загальна матеріально-технічна база господарства;
- застарілі стенди, плакати та інший наглядний матеріал з охорони праці в господарстві;

6.2 Аналіз виробничого травматизму та захворювань, причини їх виникнення на навчально-дослідній станції рекультивації порушених земель м. Покров Дніпропетровської області

За допомогою статистичного методу ми проведемо аналіз виробничого травматизму в господарстві. Сучасний облік розглянутих закономірностей охорони праці і вимог безпеки дозволяє уникнути несприятливих наслідків, до яких відносять виробничий травматизм, загальні і професійні захворювання.

$$K_{\text{ч}} = \frac{З}{P} \times 100, \text{ де} \quad (1)$$

З- кількість захворювань;

P- середньосписочна кількість працівників;

1000- перерахування на 1000 працівників

2) Коефіцієнт важкості захворювання (K_v) розраховують за формулою:

$$K_v = \frac{D}{3}, \text{ де} \quad (2)$$

D- кількість днів непрацездатності;

P- середньосписочна кількість працівників.

3) Коефіцієнт втрат робочого часу за захворюванням

$$K_{вт.р.ч.} = K_{ч} \cdot K_{в} \quad (3)$$

Аналіз виробничого травматизму Покровської НДС ДДАЕУ наведений в табл. 6.1

Таблиця 6.1. – Основні показники травматизму за 2018-2020рр.

Показники	Роки		
	2018	2019	2020
1	2	3	4
Кількість працюючих, чол.	6	6	6
Кількість захворювань, од.	1	2	3
Кількість днів непрацездатності:			
- від захворювань	6	14	15
Коефіцієнт частоти захворювань	17	33	50
Коефіцієнт важкості захворювань	6	7	5
Коефіцієнт втрат робочого часу	102	231	250

Для кількісної характеристики захворювань в основному використовують такі показники:

4) Коефіцієнт частоти захворювань ($K_{ч}$) розраховують за формулою:

$$\text{2020 рік } K_{ч} = \frac{3}{P} \times 100 = \frac{3}{6} \times 100 = 50,0 \quad (4)$$

$$\text{2019 рік } K_{ч} = \frac{2}{P} \times 100 = \frac{2}{6} \times 100 = 33,0 \quad (5)$$

$$\text{2018 рік } K_{\text{ч}} = \frac{3}{P} \times 100 = \frac{1}{6} \times 100 = 17,0 \quad (6)$$

5) Коефіцієнт важкості захворювань (Кв) розраховують за формулою:

$$\text{2020 рік } K_{\text{в}} = \frac{D}{3} = \frac{15}{3} = 5 \quad (7)$$

$$\text{2019 рік } K_{\text{в}} = \frac{D}{3} = \frac{14}{2} = 7 \quad (8)$$

$$\text{2018 рік } K_{\text{в}} = \frac{D}{3} = \frac{6}{1} = 6 \quad (9)$$

6) Коефіцієнт втрат робочого часу від захворювань:

$$\text{2020 рік } K_{\text{вт}} = 50 \cdot 5 = 250 \quad (10)$$

$$\text{2019 рік } K_{\text{вт}} = 33 \cdot 7 = 231 \quad (11)$$

$$\text{2018 рік } K_{\text{вт}} = 17 \cdot 6 = 102 \quad (12)$$

Висновок:

Згідно з таблиці 6.1 кількість працівників за три останні роки не змінилась - 6 чоловік. В 2018 році – 1 захворювання пов'язане з ОРЗ, 2019 му році 2 захворювання пов'язані з ОРЗ, 2020 році – 3 захворювання (ОРЗ, ОРВИ).

6.3 Вимоги безпеки при виконанні робіт з рекультивації порушених земель

6.3.1 Загальні вимоги безпеки:

1.) до виконання робіт допускаються особи, які пройшли вступний інструктаж та первинний інструктаж на робочому місці;

2.) виконувати тільки ту роботу, яка вам доручена (крім екстремальних та аварійних ситуацій), не допускати на робоче місце сторонніх осіб і не передоручати свою роботу іншим особам;

3.) до роботи приступати у спецодязі, упевнившись, що він не пошкоджень, елементів, що звисають, не прилягають, а також у необхідних засобах індивідуального захисту, що відповідають виду виконуваних робіт;

- 4.) не приступати до роботи у стані алкогольного, наркотичного або медикаментозного сп'яніння, у хворобливому або стомленому стані;
- 5.) ознайомитися із розташуванням місця для відпочинку й вживання їжі. Переконаватися у наявності в місці відпочинку питної води, мила і медичної аптечки. Перед вживанням їжі вимити руки з мильним засобом, витерти їх рушником або висушити;
- 6.) не торкатися до проводів і кабелів, які лежать, виглядають із землі або звисають;
- 7.) не ховатися від дощу і грози під транспортними засобами, сільськогосподарськими машинами, в копицях, скиртах, під самотніми деревами й іншими предметами, які височіють над навколишньою місцевістю;
- 8.) не знаходитись з боку рухомого агрегату на відстані менше 5 м, а також на шляху його руху. Наближатись до агрегату на меншу відстань тільки після повідомлення про це водія і повної зупинки агрегату;
- 9.) відпочивати в полі тільки в спеціально відведених місцях. Не відпочивати під транспортними засобами і сільськогосподарськими машинами, в копицях, стогах, скиртах, у високій траві і в кущах;
- 10.) дотримуватись гранично допустимих норм піднімання і переміщення вантажів: гранично допустима вага вантажу для жінок при підніманні й перенесенні його при чергуванні з іншою роботою – 10 кг.

6.3.2 Вимоги безпеки перед початком роботи

Перед початком роботи слід глянути засоби індивідуального захисту, переконавшись що вони справні і відповідають розміру.

Під час роботи на ділянці рекультивації не допускається: підтікання палива, мастильних матеріалів, води, іскріння електричної проводки, гідравлічні шланги та електрична проводка не повинні торкатись рухомих деталей. Не допускається підтікання або просипання добрив та інших небезпечних речовин у з'єднаннях, штуцерах, робота обприскувачів з несправними манометрами, розпилувачами або взагалі без них.

Під час експлуатації машин в господарстві вимоги безпеки передбачають наступне:

- 1.) робітникам, які проводять роботу з мінеральними добривами пестицидами та іншими шкідливими речовинами, необхідно виконувати це в спецодязі, спецвзутті та інших заходах індивідуального захисту;
- 2.) відповідність технічного стану машин та стаціонарного обладнання та порядку їх експлуатації встановленим нормам;
- 3.) використання робіт по змінам, чищення та регулювання робочих органів машин, проводиться лише при непрацюючому двигуні;
- 4.) заборонена експлуатація машин та обладнання без передбачених конструкцією захисних огорожень;
- 5.) комплектація самохідних машин та агрегатів медичними аптечками, термосами з питною водою та вогнегасниками.

6.3.3 Вимоги безпеки під час виконання роботи

Перед початком руху трактора до машини (знаряддя) тракторист повинен дати звуковий сигнал, впевнитися у відсутності людей між трактором і машиною і тільки після цього почати рухатися.

Необхідно слідкувати, щоб у добривах не було зайвих предметів.

Мінеральні добрива повинні бути просіяні через сито з дірками не більше 5x5 мм, мати фракції до 7 мм і бути сухими.

Рух робочих органів необхідно виконувати тільки в прямолінійному напрямку агрегату. Не дозволяється робити крутих поворотів і рух агрегату заднім ходом при заглиблених робочих органах.

Під час роботи агрегату не допускається одночасне обслуговування одним робітником двох і більше сівалок.

Під час роботи розсадо-посадочної машини робітники повинні виконувати наступні вимоги безпеки:

- 1.) постійно знаходитися тільки на підніжній дошці і триматися за поручні;
- 2.) сходити з агрегату при його маневруванні;

- 3.) не пити воду, не приймати їжі, не палити, не торкатися незахищеними руками до протруєного насіння;
- 4.) не використовувати протруєне насіння в їжу та на корм худобі, птиці;
- 5.) не повертати руками і ногами зупинені диски сошників.

Маневрування агрегату необхідно здійснювати в межах позначеної поворотної смуги поля. Перед поворотом, після останньої зупинки агрегату і отримання сигналу від тракториста, слід зійти з агрегату, перевести маркер у транспортне положення і відійти у безпечне місце.

Перед палінням, прийняттям їжі, води, відвідуванням туалету і ін. необхідно зняти засоби індивідуального захисту, ретельно вимити руки та обличчя, прополоскати рот.

6.3.4 Вимоги безпеки після закінчення роботи

Після завершення роботи на ділянці слід виконати наступне:

- 1.) приберіть та очистіть інструмент, здайте на склад.
- 2.) зніміть спецодяг, приведіть його до ладу та здайте на зберігання.
- 3.) по закінченню роботи всі агрегати розміщують на спеціально відведених ділянках на спеціальних підставках, які запобігатимуть мимовільному руху машин та опусканню робочих органів, проводять чищення робочих органів, мащення механізмів та робочих органів агрегатів
- 4.) виконання ручних робіт на ділянках, де насадження були оброблені пестицидами, допускається через два тижні.

6.3.5 Вимоги безпеки праці в аварійних ситуаціях

Ремонт, регулювання та обслуговування в т.ч. мащення робочих органів агрегатів проводять тільки при повній їх зупинці машин, з неробочим двигуном після прийняття заходів, які попереджують їх мимовільне прокручування, опускання тощо.

У виникненні аварійної ситуації чи при поломці та загрозі травмонебезпечних ситуацій проводиться негайна зупинка машин та агрегатів та усунення несправностей.

6.4 Безпека в надзвичайних ситуаціях

Під час робіт на відкритому просторі може статися надзвичайна ситуація, викликана таким стихійним явищем як гроза.

Гроза - атмосферне явище, при якому в потужних купчасто-дощових хмарах і між хмарами і землею виникають сильні електричні розряди - блискавки, що супроводжуються громом. Як правило, при грозі випадають інтенсивні зливові опади, інколи град, і спостерігається посилення вітру, часто до шквалу. Блискавка - гігантський електричний іскровий розряд в атмосфері, що виявляється зазвичай яскравим спалахом світла і супроводжуваним їй громом. Найчастіше блискавка виникає в купчасто-дощових хмарах, тоді вони називаються грозяними; інколи блискавки утворюються в шарувато-дощових хмарах, а також при вулканічних виверженнях, торнадо і пилових бурях. Середня довжина блискавки складає близько 2,5 км., хоча деякі розряди тягнуться в атмосфері на відстань до 20 км. Якщо гроза застала робітників під час роботи необхідно вимкнути мобільні телефони, тому що вони притягують разряди блискавок.

Блискавка як правило б'є у найвищу точку. У полі людина саме і є цією точкою, а особливо на висоті. Тому необхідно знайти яму або канаву та сховатися у ній. Ноги та руки необхідно зібрати в купу та притулити до себе, тим самим зменшуючи площу для удару блискавки.

Ні в якому разі не можна ховатися під поодинокими деревами, тому що вірогідність, що блискавка вдарить в них дуже висока. Якщо поряд немає ям та канав найкраще для схованки слугують кущі.

Під час грози людям не можна скупчуватися, триматися за руки і тд. Тому що так збільшується площа для удару блискавки.

Якщо гроза почалася раптово, ні в якому разі не можна бігти. Чим більше кроки – тим більше ймовірність, що блискавка вдаре в людину. Необхідно повільно йти пригнувшись або навіть навприсядки.

Необхідно остерігатися води. Чим далі від річки, тим краще.

Не можна тікати від блискавки на велосипеді. Його необхідно або

покласти на землю або притулити до стіни і відійти від нього хоча б на декілька метрів. Потрібно також позбутися усіх металевих речей (знаряддя праці, годинники і т.п.). Їх потрібно повільно зняти, покласти на землю та відійти від них. Ні в якому разі не дозволяється переміщувати грозу у металевих будках, будівлях без громовідводу та біля електричних стовпів.

Якщо ж в людину все таки потрапила блискавка і вона втратила свідомість, в першу чергу необхідно розстебнути одяг, укласти на спину, підкласти валик із одягу під шию та перевірити наявність пульсу.

Якщо не знайшли пульсу, необхідно терміново витягнути у потерпілого язик з рота, щоб людина випадково не вдавилася і не задихнулася.

Далі необхідно очистити порожнину рота і зробити штучне дихання «рот в рот» або «рот в ніс».

Звичайно ж, в першу чергу треба негайно викликати швидку допомогу або доставити потерпілого до лікарні самостійно. Кожна секунда може бути на рахунок. У разі зупинки серця негайно почати одночасно робити закритий масаж серця та штучне дихання.

Якщо у нього є пульс і не спостерігається видимих ушкоджень, його все одно потрібно доставити в лікарню. Незважаючи на те, що зовні все гаразд, внутрішні органи потерпілого можуть бути пошкоджені, і тільки після обстеження лікарем можна буде точно сказати, які реальні ушкодження та інші наслідки впливу блискавки на людину.

6.5. Рекомендації щодо забезпечення безпеки та поліпшення умов праці на Покровській станції рекультивації земель ДДАЕУ

Для підвищення стану охорони праці на даному підприємстві необхідно: організувати стенди, плакати та інший наочний агітаційний матеріал; систематично проводити інструктажі з охорони праці; для ремонту механізованих агрегатів запрошувати кваліфікованих робітників; надати усім працівникам засоби індивідуального захисту; встановити біотуалети; організувати медпункт та кабінет із охорони праці.

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ.

Вибір напрямку вирощування на рекультивованих землях силосного сорго має декілька переваг порівняно із напрямком вирощування зернових культур. Оскільки в цьому випадку зменшуються вимоги до харчової якості врожаю, оскільки при зброджуванні цукристої біомаси у біоетанол практично не переходять токсичні домішки. Отже, маловимоглива культура як цукрове сорго є однією з перспективних рослин - кандидатів для вирощування на рекультивованих землях як біодизельна сировина. Вітчизняний гібрид Зубр показав найвищу продуктивність біомаси та продукції теоретичного етанолу на лесоподібному суглинку. Таким чином, родючість ґрунту не є обмежувальним фактором накопичення біомаси сорго. Незважаючи на низький вміст гумусу, лесоподібний суглинок має сприятливі агрофізичні та агрохімічні властивості. Ці властивості були, мабуть, найбільш важливими для процесів росту. При вирощуванні гібриду Медове на насипному шарі чорнозему рівень рентабельності був 357 %. Рівень рентабельності гібриду Зубр становив 444 %. Більш вигідні показники були отримані при вирощуванні гібрида Зубр на фітомеліорованому лесоподібному суглинку. Це пов'язано і з меншою собівартістю продукції і з вищим показником рентабельності (482%). Таким чином, вирощування та переробка цукрового сорго може забезпечити рентабельність виробництва в залежності від обраної технології - до 500%. Впровадження у виробництво вирощування і переробки нових гібридів цукрового сорго дозволить вирішити наступні проблеми: а) значно збільшити сировинну базу виробництва поновлюваних видів енергії (біоетанолу, біогазу, пеллет); б) підвищити біоенергетичну ефективність використання земельних ресурсів; в) збільшити виробництво і використання органічних добрив для відновлення родючості ґрунтів (в теперішній час забезпеченість рільництва органікою складає лише 20% від технологічної потреби); г) частково забезпечити завантаження потужностей харчової галузі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Серета В. Сорго цукрове резервна культура для виробництва цукру і не тільки... / В. Серета // *Зерно*. – 2013– №8. – С. 78-79
2. Рахметов Д.Б., Ревунова Л.Г., Шиманська О.В., Циганков С.П. та ін. *Sorghum saccharatum* L. Moench – перспективне джерело біоетанолу // Матер. наук.конференції «Біологічні ресурси і новітні технології виробництва біопалив». - К.: Фітосоціоцентр, 2014. – С. 70-73.
3. Ганженко О.М., Григоренко Н.О., Хіврич О.Б., Марчук О.О., Герасименко Л.А. Вплив сортових особливостей та мінерального живлення на урожайність у вуглеводний склад цукрового сорго // *Цукрові буряки*. – 2011. – № 5. – С. 14-16.
4. Макаров Л.Х. Соргові культури: монографія / Л.Х. Макаров. – Херсон: Айлант, 2006. – 263 с.
5. Шепель, Н. А. Сорго – интенсивная культура / Н. А. Шепель. – Сімферополь: Таврия, 1989. – 187 с.
6. Жученко А.А. Адаптационный потенциал культурных растений (эколого-генетические основы). – Кишинев: Штиинца, 1999. – 768 с.
7. Смиловенко П.А. Продуктивность соргового поля / П.А. Смиловенко // *Кормопроизводство*. – 1995. – №3. – С. 29-32.
8. Медведев Г.А. Продуктивность зернового сорго в зависимости от предпосевной подготовки почвы и нормы высева / Г.А. Медведев, А.М. Кулешов // *Кукуруза и сорго*. – 1997. – №5. – С. 19-20.
9. Жигулев А.К. Влияние возрастающих доз минеральных удобрений на продуктивность и качество сахарного сорго / А.К. Жигулев В.М. Конов // *Агрохимия*. – 1985. - № 11. - С. 51-58.
10. Свиридов А.М. Скоростиглі гібриди сорго / А.М. Свиридов, В.Т. Барбарук, В.А. Фарафонов // *Пропозиція*. – 2006. – №5. – С. 44-45.
11. Зінченко О.І. Рослинництво / О.І. Зінченко, В.Н. Салатенко, М.А. Білоножко – К.: Аграрна освіта, 2001. – 591 с.

12. Дзюбецький Б.В. Біологічні особливості вихідного матеріалу в селекції сорго ІЗГ УААН /Б.В. Дзюбецький, А.Г. Троценко, Ю.А. Коробко // Вісн. Дніпропетровського держ. аграр.ун-ту. – 2005. – № 1 – С. 39-42.
13. Дремлюк Г.К. Сорго на изломе эпох: приемы и методы селекции. Монография/ Г.К Дрем люк.- СГІ.-НЦ СН, Одесса. – 2008. – 244 с.).
14. Установа О.А. Переробка сорго/ Большаков А.З., Бондаренко С.М., Кадиров С.В., Клепко Ю.Н., Крицький А.Н, Фєдотов В.А., Усатова О.А.// Час вшановувати сорго. – Ростов-на-Дону: ЗАО «Ростіздат», 2008. – С.9-13
15. Крылов А.В. Продуктивность и основные показатели фотосинтетической деятельности зернового сорго в зависимости от нормы высева / А.В. Крылов, В.И. Филатов // Кукуруза и сорго. – 2002. – №3. – С. 21-24. 201
16. Мангуш П.А. Агроклиматическое обоснование возделывания сорго / П.А. Мангуш // Кукуруза и сорго. – 1998. – №2. – С. 20-22.
17. Лапа О.М. Вирощування зернового сорго в умовах України / Лапа О.М., Свиридов А.М., Щербаков В.Я., Барбарук В.Т., Фарафонов В.А., Чикалюк П.Б. – К.: Глобус-Принт, 2008. – С. 52-59. 64.
18. Барвиченко В.М. Вынос питательных веществ зеленой массой / В.М. Барвиченко // Кукуруза и сорго. – 1985. – № 6. – С. 24-25.
19. Еденбаев Д. Выращивание программированных урожаев сорго на силос // Земледелие. – 1987. - № 5. - С.39-40.
- 20.Шепель М.А. Соргові культури просяться на лани України / М.А. Шепель // Пропозиція. – 2004. – №6. – С. 54-55.
21. Алабушев А.В. Способы основной обработки почвы при возделывании зернового сорго / А.В. Алабушев, Н.В. Шишкин, А.И. Стешенко // Кукуруза и сорго. – 1996. – №6. –С. 15-16.
22. Красенков С.В. Вплив способів основного обробітку ґрунту на врожайність зернового сорго / С.В. Красенков // Бюл. Ін-ту зернового господарства. – 1999. – №9. – С. 38-40.

23. Жукова М.П. Выбор и обоснование элементов технологии возделывания сорго / М.П. Жукова, П.П. Гончар-Зайкин // Кормопроизводство.– 2002. – №4. – С. 22-24.
24. Каплуновский С.П. Возделывание и кормовое использование сорго в засушливой степной зоне УССР / С.П. Каплуновский // Сорго. М.: изд. МСХ СССР, 1961. – С. 89-97.
25. Коренев Г.В. Растениеводство / под ред. Коренева Г. В., 2-е изд., доп. и перераб. / Коренев Г.В., Подгорный П.И., Щербак С.Н. – М.: Колос, 1983. - 511 с.
26. Бондаренко В.П. Сорго в зеленом конвейере / В.П. Бондаренко, Ю.Ф. Алексеенко // Кукуруза и сорго. 1985. - № 6. - С. 26-27.
27. Мороз О.М. Сорго цукрове як енергетична культура / О.М.Мороз, В. Смірних, Г.М. Шопіша //Агроном. – 2013– №1. – С.204-205
28. Ковальчук В.П., Григоренко Н.О., Костенко О.І. Цукрове сорго - цукроносна сировина та потенційне джерело енергії // Цукрові буряки. – 2009.– №6. – С. 6-7.
29. Рахметов Д.Б., Ревунова Л.Г., Стаднічук Н.О. Інтродукція та селекція цукроносних енергетичних рослин як сировина для виробництва біоетанолу в Україні. // Матер.міжн. наук.-прак. конф. „Стан і перспективи вирощування та використання енергетичних культур”. – Миколаїв, 2013. – С. 56-57. 204
30. Вирощування біоенергетичних культур:Монографія/ За редакцією к.с.-г.наук, с.н.с. М.Я. Гументика/ М.Я.Гументик, Б.М.Радейко, Я.Д.Фучило, В.М.Сінченко, О.М.Ганженко, В.С.Бондар, А.В.Фурса, В.М.Квак, М.М.Харитонов, В.М.Кателівський]. – К.:ТОВ ЦП Компринт, 2018. - 178с. Розділ 6.Технологія вирощування енергетичних культур на маргінальних землях у степовій зоні України. М.М.Харитонов,, Гументик М.Я., С.136-160.
31. Блюм Я.Б., Григорюк І.П., Рахметов Д.Б. та ін. Система використання біоресурсів у новітніх біотехнологіях отримання альтернативних палив. - К.: Аграр Медіа Групп, 2014. – 360 с.

32. Калетнік Г. М. Розвиток ринку біопалив в Україні: Монографія. – К.: Аграрна нау-ка, 2008. – 464 с.
33. Бузовський Є.А. Нетрадиційні поновлювальні джерела енергії. Навчально-методичний посібник/ Є.А. Бузовський. – К.: ННІ ПО 198 НАУ, 2007. –21с.
34. Поелементні нормативи затрат на виконання технологічних операцій при вирощуванні та збиранні зернових культур в зоні Степу України і методичні рекомендації по їх розробці та застосуванні. / В. С. Рибка та ін. Дніпропетровськ : Інститут сільського господарства степової зони НААН України, 2012. 172 с.

-