

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**
Навчально-науковий інститут інноватики,
природокористування та інфраструктури

Кафедра агробіотехнологій

Биць Іван Володимирович

**ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ БІОМАСИ
МІСКАНТУСУ ГІГАНТСЬКОГО (MISCANTHUS
GIGANTEUS) В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ ЗАХІДНОГО**

Спеціальності: 201 – «Агрономія»
освітньо-професійної програми – «Агрономія»

Кваліфікаційна робота за освітнім ступенем
«магістр»

Виконав студент групи АГРм-21

Биць І.В.

Науковий керівник:

Гументик М. Я.

(підпис)

Кваліфікаційну роботу допущено до захисту

«__» _____ 2023р.

Завідувач кафедри

(підпис)

ТЕРНОПІЛЬ – 2023

РЕФЕРАТ

Особливості формування біомаси міскантусу гігантського (Miscanthus giganteus) в умовах Лісостепу західного //Features of biomass formation of Miscanthus giganteus (Miscanthus giganteus) in the conditions of the Western Forest Steppe. Биць І.В. Кваліфікаційна робота. Кафедра агробіотехнологій. Навчально-науковий інститут інноватики, природокористування та інфраструктури. . – Тернопіль, ЗУНУ, 2023.

61 стор. текст. част, 2 рис., 12 табл., 50 джерел літератури

Умови Лісостепу західного є сприятливими для вирощування міскантусу гігантського. Однак для отримання високої продуктивності біомаси необхідно враховувати особливості його формування в цих умовах.

Строк сівби також має важливе значення для формування біомаси міскантусу гігантського. Оптимальний строк сівби в умовах Лісостепу західного - середина квітня. При ранній сівбі рослини можуть постраждати від заморозків, а при пізній сівбі вони не встигають накопичити достатню кількість біомаси до настання холодів.

Коли можна створити власне джерело біоенергетичної сировини задля виробництва твердого біопалива, то саме це буде сприяти до зміцнення енергетики української держави та залежності від імпорту енергоресурсів. Важливою характеристикою багаторічних енергетичних культур є те, що після посіву поле може давати врожай протягом 30 років. У той же час, на відміну від інших рослин, таких як ріпак, слоняча трава (Miscanthus) не виснажує землю і не поглинає вуглець.

Ключові слова: міскантус гігантський, схема посадки, гребневий спосіб, кореневище(ризом), біоенергетичний вихід.

ЗМІСТ

	Ст.
ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1. БІОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ МІСКАНТУСУ І ЙОГО ВАЖЛИВІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ ..	7
1.1. Агрономічні характеристики.....	11
1.2. Екологічні особливості.....	19
РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	22
2.1. Місце досліджень та ґрунтово-кліматичні умови	22
2.2. Погодні умови в роки досліджень	24
2.3. Методика та матеріали дослідження	26
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	29
3.1. Густина рослин міскантусу і його запас вологи.....	29
3.2. Визначення урожайності рослин міскантусу сорту «Верум».....	34
РОЗДІЛ 4. ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ ТЕХНІЧНИХ СПОСОБІВ ВИРОЩУВАННЯ.....	37
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА	41
РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ.....	49
ВИСНОВКИ.....	55
ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВА.....	56
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК.....	57
ДОДАТКИ.....	62

ВСТУП

Актуальність теми. Альтернативні джерела енергії вже давно успішно використовуються в багатьох країнах. За даними Камінський В., Віровка В.: «європейські країни (Австралія, Данія, Нідерланди, Норвегія, Фінляндія і Швеція) використовують 40-65% екологічно чистої біоенергії, а до 2025-2030 років вона досягне 100%. Україна є однією з енергозалежних країн і приводить до імпорту близько 65% викопного палива [1, 2]. Власні джерела енергії забезпечуються лише частково на рівні 3%» [3, 4].

Цілком можна погодитися з думкою науковців, що: «в Україні є всі можливості для вирощування біоенергетичних культур на біопаливі: непродуктивні землі, кількість адаптованих видів рослин, придатних для використання на біопаливі, різновиди біоенергетичних культур, науково обґрунтовані технології їх вирощування і т.д. з урахуванням сприятливих ґрунтово-кліматичних умов для вирощування рослин найбільш перспективним видом біоенергетики для України є фотоенергетика на основі біоматеріалів рослинного походження. Рослини для виробництва твердого біопалива, такі як свічграс, міскантус, сорго та багато інших біоенергетичних культур. Особливе місце в цьому списку займають трав'янисті енергетичні рослини, серед яких першість займає міскантус, який належить до відділу покритонасінних (Angiospermal), роду (Anderssons). Це дуже сильна і витривала рослина. Повзучі кореневища після посадки дають нові пагони щороку» [5].

Використання міскантусу гігантського в Лісостепу західному може сприяти вирішенню таких проблем, як:

- забезпечення енергетичної безпеки регіону;
- зменшення залежності від викопного палива;
- створення нових робочих місць;
- покращення стану довкілля.

Об'єкт досліджень. Об'єктом досліджень був міскантус гігантський.

Предмет досліджень. Предметом досліджень були особливості формування біомаси міскантусу гігантського в умовах Лісостепу західного.

Мета і завдання досліджень. Метою дослідження є розробка характеристик росту, розвитку та формування продуктивності міскантусу гігантського, вдосконалення технологічних процесів, розробка та обґрунтування методів механізації вирощування для виробництва біопалива.

Для того, щоб наша мета досягла результату необхідно виконати наступні завдання:

- проаналізувати особливості росту рослин та формування врожаю ґрунтової маси міскантусу гігантського в залежності від кліматичних умов;
- визначити масу кореневища (частина посаженого кореневища);
- вивчити планування розміщення об'єктів культурних рослин;
- навести енергетичну оцінку щодо ефективності вирощування міскантусу гігантського як багаторічної енергетичної культури для виробництва біопалива на основі методів вирощування.

Методи досліджень. Польовий і лабораторний - оцінка рослин в залежності від використання технічних методів вирощування, елементів будови посівної живильної маси і виходу сухої біомаси. Статистика-обробка експериментальних даних методом дисперсійного аналізу; розрахунок і порівняння задля визначення біоенергетичної ефективності використання технічних методів.

Наукова новизна отриманих результатів. У результаті досліджень було встановлено такі наукові новації:

- визначено, що міскантус гігантський є перспективною енергетичною культурою для вирощування в умовах Лісостепу західного;
- розроблено рекомендації щодо вирощування міскантусу гігантського в умовах Лісостепу західного, які забезпечують отримання високої продуктивності біомаси.

Практичне значення отриманих результатів. Отримані результати досліджень мають важливе практичне значення для розвитку енергетичної галузі України. Вони можуть бути використані для розробки технологій

вирощування міскантусу гігантського в умовах Лісостепу західного, а також для створення нових виробництв з переробки біомаси міскантусу.

РОЗДІЛ 1: БІОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ МІСКАНТУСУ І ЙОГО ВАЖЛИВІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ

(ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

Міскантус гігантський (*Miscanthus giganteus*) - це багаторічна трав'яниста рослина, яка належить до сімейства злакових (Poaceae). Вона родом із Південно-Східної Азії, але зараз широко культивується в багатьох країнах світу, включаючи Україну. Аналіз даних Ягольник О.О. свідчить про те, що: «відомий селекціонер Карл Фостер дав рослині назву *Miscanthus sinensis* «*Giganteus*», враховуючи її велику врожайність, але пізніше її змінили на «*Miscanthus giganteus*». У наш час *Miscanthus x giganteus* (слонова трава), аллоплоїдний гібрид *M. sinensis* і *M. sacchariflorus*, використовувався вченими, які шукали біоенергетичні культури для виробництва високоякісної та недорогої біологічної сировини. Бути відомим експертам. Ця цінна особливість залишалася таємницею протягом багатьох років, але в 21 столітті вона стала всесвітньо визнаною, дозволивши їй конкурувати навіть з традиційними видами палива, такими як електростанції, що працюють на вугіллі та дровах» [6].

Гелетуха Г.Г., Железна Т.А., Трибой О.В. вказують, що: «різні види та сорти міскантусу пристосовані до різних умов вирощування та використовують рослинну біомасу та продукти її переробки як джерело енергії. Види міскантусу відрізняються високою врожайністю, морозостійкістю і швидким зростанням. Після одного посіву можна щорічно збирати врожай протягом 15-20 років, при цьому мінімальна та максимальна врожайність становить 10-15 і 25-35 т/га сухої речовини відповідно. Термін посадки – з квітня по травень, але необхідно враховувати можливість ураження рослин пізніми заморозками» [7].

Науковці стверджують, що: «збирання врожаю проводять при мінімальній вологості стебел (березень), в період спокою рослини, після вимивання пластичних речовин в кореневу систему і опадання листя. Міскантус збирають, подрібнюють і переробляють на брикети. Річна кількість опадів становить від 600 до 700 мм, щоб виробити суху речовину. Для розвитку листя необхідна

мінімальна температура +5-10 градусів за Цельсієм. Оптимальна температура для фотосинтетичного процесу міскантусу становить 28...32 °С, тоді як у кліматичних умовах Східної Європи добова сума температур достатня для досягнення високих урожаїв біомаси» [8]. При наших погодних умовах рослини міскантусу піддаються впливу низьких температур. Це значно ускладнює створення та догляд за насадженнями.

Курило В. Л., Гументик М. Я., Квак В. М. вважають, що: «загальний вихід енергії з 1 га (при спалюванні брикетів) становить приблизно 450 ГДж/га. Рослини міскантусу гігантського втрачають мінімальну кількість сухої речовини в кінці вегетації і стабільні в зберіганні. Вирощування цієї культури потребує низьких витрат, збирання врожаю здійснюється за допомогою звичайних кормозбиральних комбайнів, а отриману масу можна відразу відправляти на спалювання або для виробництва паливних пелетів чи брикетів. У той же час біомаса інших енергетичних культур також зазвичай потребує сушіння» [5].

Коренева система міскантусу гігантського є стрижневою, потужною, добре розвиненою. Вона складається з головного кореня, який проникає в ґрунт на глибину до 2 м, а також з численної розгалуженої симподіальної кореневої системи.

Міскантус гігантський є стійкою до посухи рослиною. Це пов'язано з його добре розвиненою кореневою системою, яка проникає в глибокі шари ґрунту, де вода зберігається навіть у періоди посухи. Коренева система, яка розгалужується від головного кореня, також здатна проникати в глибокі шари ґрунту.[9]

На відміну від інших рослин типу злаків, стебла міскантусу частково або повністю заповнені білою, м'якою серцевиною. Міжвузля біля основи стебла дуже короткі, а на вершині стебла досягають значної довжини за рахунок поділу проміжної тканини. [10].

Дані науковців свідчать про те, що: «міскантус є культурою целюлозовмісною, тому є придатною сировиною для виробництва целюлози та

паперу (волокна для виготовлення упаковки, технічного паперу). Вимірюванням хімічного складу надземної рослинної маси встановлено вміст целюлози 44 %, лігніну 17 %, геміцелюлози 24 %» [11].

«Міскантус рано скидає листя взимку, тому в основному використовується для виробництва паперу в Китаї. Виробництво паперу здійснюється хімічним методом, який передбачає варіння біомаси в гарячому розчині каустичної соди. Сульфат натрію використовують для відбілювання лігніну. Целюлоза, отримана із сировини пампасної трави азотнокислим методом, має вихід 31,3-38,4 %, характеризується такими показниками якості, як вологість 2,7-3,6 %, зольність 4,2-4,5 %, лігнін. 3,32-44,59%. , α -целюлози – 90,30-94,09%. За результатами порівняльної оцінки фізико-хімічних властивостей виявляється, вміст целюлози з міскантусу і деревна маса схожі. Тому міскантус може стати чудовою заміною деревини в паперово-картонній промисловості. Хоча вирощування продовольчих культур обмежено на радіоактивно забруднених територіях і тому їх можна замінити енергетичними культурами, дослідження показали, що рослини міскантусу накопичують невелику кількість цезію-137. Розраховано коефіцієнт переходу цезію-137 із ґрунту в рослини міскантусу та показано, що його значення коливається від 0,22 до 0,10 Бк/кг/кБк/м, що наближається до значення коефіцієнта переносу цезію. - 137 у зернових (озима пшениця, жито, ячмінь)» - зазначають Зінченко В.О., Кусайло В.П. [12].

Біомаса міскантусу використовується в Австрії та Швейцарії для виготовлення будівельних матеріалів, таких як дахи, віконні та дверні рами, звукоізоляція, легкий бетон, будівельні та ізоляційні плити, штукатурка для зовнішнього та внутрішнього оздоблення.

У Німеччині, Швейцарії та Великобританії як підстилку для тварин і птиці використовують 15-міліметрову стружку міскантусу. Вона більш гігієнічна, ніж зернова солома, і може утримувати в три рази більше вологи, ніж її вага.

Біомаса міскантусу також використовується як сировина для виробництва сільськогосподарської продукції, як-от горщиків для розсади овочів і квітів,

високоміцних ниток і волокон для деталей кузова автомобілів, а також для виробництва біоетанолу, пластмас і біорозкладної органіки.

Одну з багаторічних трав міскантус використовують як декоративну рослину в садах, на клумбах, у водоймах завдяки своєму чудовому зовнішньому вигляду.

Дослідження науковців вказують на те, що: «особливо для таких культур, як салат і полуниця, стружка довжиною 5–30 мм використовується як мульча для ґрунтового покриття в садівництві та озелененні. Згідно з дослідженнями, шар мульчі товщиною 5-7 см захищає виноградники від вітрової та водної ерозії. Утримуючи вологу, мульча міскантусу ефективно запобігає росту бур'янів і зменшує випаровування під час спекотної погоди, тим самим підвищуючи врожайність. Крім того, його можна використовувати для запобігання ерозії в гірських районах і створення буферної зони між лісом і полем, що покращить екологічний стан навколишнього середовища. Органічне добриво виробляється шляхом компостування осаду стічних вод і гною великої рогатої худоби, і завдяки своєму нейтральному рН воно не підкислює ґрунт» [13].

Рахметов Д. Б., Зінченко В. О. стверджують, що: «вирощування енергетичних культур з високою продуктивністю біомаси забезпечує надходження в ґрунт великої кількості органічної речовини, а також кореневих і післяжнивних залишків. Це сприяє накопиченню гумусових сполук у ґрунтовому профілі. Ще однією перевагою вирощування енергетичних культур є те, що вони не потребують багаторічного обробітку ґрунту, що сприяє стабілізації видового складу ґрунтової мікрофлори та процесів ґрунтоутворення. Широке впровадження міскантусу в посіви сприяє не тільки отриманню відновлюваної енергії з біомаси, а й сприяє покращенню екологічного стану агроландшафтів України» [14, 15].

Розвиток біоенергетичних технологій суттєво сприятиме зменшенню залежності України від імпортованих енергоресурсів, підвищенню її енергетичної безпеки шляхом організації її енергопостачання на основі місцевих

відновлюваних ресурсів та створенню великої кількості нових робочих місць, переважно в сільській місцевості. екологічне середовище країни.

Дані Зінченко В.О., Кусайло В.П. вказують про те, що: «оскільки міскантус є багаторічною культурою, його можна вирощувати в полі до 20 років. Гігантський міскантус не пред'являє високих вимог до ґрунтових умов і може вирощуватися навіть на деградованих і неродючих землях. Завдяки розгалуженій кореневій системі рослина може рости на супіщаних і супіщаних ґрунтах з низьким рівнем ґрунтових вод. Міскантус гігантський добре пристосовується до несприятливих умов вирощування, особливо до ґрунтів з високим вмістом солей. Рослини можуть рости на ґрунті, непридатному для інших культур. На ґрунтах з регульованим водним режимом і підвищеним вмістом гумусу врожайність міскантусу гігантського збільшується на 20-30%» [12].

Вимоги до стійкості, визначені Директивою ЄС щодо відновлюваних джерел енергії, свідчать про те, що політика щодо біопалива не повинна негативно впливати на доступність продуктів харчування та місцеві умови навколишнього середовища [16].

1.1 Агрономічні характеристики

Міскантус гігантський є невибагливою рослиною, яка добре переносить посуху і морози. Він може рости на різних типах ґрунтів, але найкраще розвивається на родючих, добре дренованих ґрунтах.

Міскантус гігантський також є цінним кормом для тварин. Він містить до 25% протеїну і до 30% клітковини. Корм з міскантусу гігантського може використовуватися для годівлі всіх видів тварин.

Міскантус гігантський можна вирощувати на полях, пасовищах, присадибних ділянках. Міскантус гігантський добре росте після злакових культур, а також після бобових культур.

Ґрунт під міскантус гігантський необхідно підготувати восени або навесні. Для цього ґрунт перекопують на глибину 20-25 см, вносять органічні та мінеральні добрива.[17]

Згідно досліджень науковців: «технічне дослідження основного обробітку ґрунту для міскантусу слід розглядати як важливий засіб боротьби з кількістю бур'янів, шкідників та збудників хвороб у комплексі. Всі системи обробітку ґрунту міскантусом тісно пов'язані з усіма іншими підсистемами сільськогосподарської системи (добрива, засоби захисту рослин) конкретного регіону, округу або підприємства і використовуються в загальних системах обробітку ґрунту.

Для міскантусу важливо знайти та впровадити найбільш підходящі, енергоефективні та екологічно прийнятні методи вирощування з урахуванням ґрунтових та кліматичних зон, структури системи, розташування, глибини поверхні та глибокої обробки, а також термінів та якості їх застосування» [18, 19].

Вчені також вказують, що: «наступні маніпуляції виконуються з ґрунтом, який знаходиться в сівозміні, але стає збитковим при вирощуванні традиційних культур через її низьку врожайність, виконують:

- лущення 2-3 рази на поверхні ґрунту за допомогою дискової борони;
- обробіток ґрунту гербіцидами із суцільною дією;
- після внесення мінеральних добрив протягом 7-8 місяців проводять глибоку оранку на 30-32 см;
- при появі бур'янів після дощу протягом осіннього періоду позбуваються за допомогою культивування або дискування;

Дискування відведеного для посадки міскантусу гігантського, виконується за допомогою дискової борони. Ділянки, які довгий час не використовувалися при вирощуванні с/г культур, рекомендується обробляти важкою дисковою бороною типу БДВП-7,2 на глибину 10-12 см...Швидкість обробітку тракторним засобом дорівнює 8-12 км / год» [18,19].

Сінченко В.М. вказує на те, що: «основна мета ранньовесняного обробітку – зберегти вологу в ґрунті, накопичену в осінньо-зимовий період, і частково вирівняти поверхню поля. Для цього на початку фізичного дозрівання

грунту ранньою весною обробку проводять на глибину до 4 см відповідно до напрямку оранки або під кутом» [20].

Пашенко Ю.М. стверджує, що: «передпосівна оранка є невід'ємною частиною комбінованого процесу вирощування основного посадкового матеріалу і промислового вирощування міскантусу, а попередня оранка раніше, ніж за день до посадки, спрямована на максимальне утримання води, нагрівання ґрунту, знищення бур'янів і створення оптимальних умов для проростання посаджених ризом» [21].

Міскантус гігантський висівають насінням або кореневищами. Насіння висівають у квітні-травні, а кореневища - у вересні-жовтні. Норма висіву насіння міскантусу гігантського становить 10-15 кг/га. За міскантусом гігантським необхідно проводити наступні агротехнічні заходи:

1. Міскантус гігантський є стійкою до посухи рослиною, але в період вегетації його необхідно поливати в разі нестачі вологи. Особливо важливо поливати міскантус у періоди посухи, а також після скошування.

2. Норма поливу міскантусу гігантського становить 50-100 л/м². Поливати міскантус необхідно теплою, відстояною водою.

Більшість дослідників вважають, що: «найкращий час для посадки кореневища міскантусу - найкращий час, коли температура ґрунту досягає +10°C на глибині 5 см, коли ґрунт фізично дозрів, а температура повітря + 15 °C.» [22, 23].

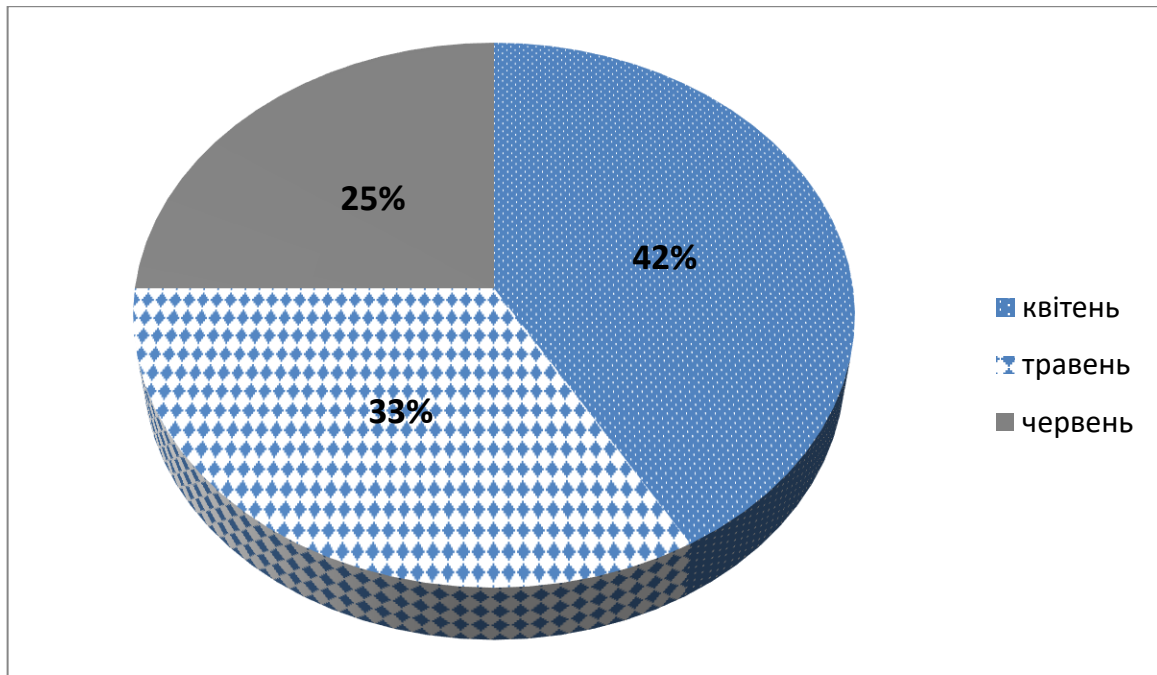


Рис. 1.1. Вплив строку сівби на урожайність біомаси міскантусу гігантського

Примітка. Сформовано автором.

На рис. 1 представлені результати дослідження впливу строку сівби на урожайність біомаси міскантусу гігантського. Дослідження було проведено в Україні в 2022 році.

Як видно з рисунка 1, урожайність біомаси міскантусу гігантського залежить від строку сівби. Найвища урожайність спостерігається при сівбі в кінці квітня - початку травня. У цьому випадку урожайність становить близько 20 тонн сухої біомаси з гектара. При сівбі в червні урожайність знижується до 17 тонн сухої біомаси з гектара, а при сівбі в липні - до 15 тонн сухої біомаси з гектара [додаток А].

Такі результати можна пояснити наступними факторами:

- При ранній сівбі міскантус має більше часу для росту і розвитку, що дозволяє йому накопичити більше біомаси.
- При пізній сівбі міскантусу не вистачає часу для повного розвитку, що негативно впливає на урожайність.

За даними Макаова Б. Є., Кулик М. І.: «у лісостеповій зоні України рекомендується висаджувати кореневище міскантусу на глибину до 8 - 10 см,

гостота посіву складає 14-20 тисяч ризомів на гектар, з міжряддям 0,7м і кроком посадки 0,7-1м. Проведені дослідження показали, що ущільнення ґрунту навколо посаджених кореневищ знижує схожість посіву і збільшує час появи культури. Твердість ґрунту в діапазоні 0,3,0,5 МПа відмінно підходить для того аби ризоми почали проростати» [24].

Роїк М.В., Бахмат М.І., Ігнат'єв М.О. стверджують, що: «при вирощуванні міскантусу важливо подбати про догляд на основі надійного контролю кількості бур'янів, шкідників і хвороб, а також внесення мінеральних добрив і мікроелементів, використання комплексу пестицидів і хімічних засобів, що забезпечують аерацію ґрунту і утримання води.

Обробка після посадки – це система заходів по обробці ґрунту, що забезпечує інтенсивне проростання кореневищ і сприятливий зовнішній вигляд розсади, регулювання водно-повітряного і вегетативного режиму ґрунту, руйнування ґрунтової кірки, створення оптимальної структури. сіянци в верхній шар ґрунту для знищення сходів і бур'янів. Обробка після посадки включає декомунізацію перед сходами, міжрядний обробіток ґрунту та хімічний захист від бур'янів» [25].

Підживлення

Міскантус гігантський добре реагує на внесення добрив. У вегетаційний період проводять 2-3 підживлення мінеральними добривами.

Норма внесення добрив становить:

- Азоту - 50-70 кг/га;
- Фосфору - 30-40 кг/га;
- Калію - 60-80 кг/га.

Підживлення проводять у період вегетації, під час активного росту рослини.

Підрізування

Міскантус гігантський необхідно підрізувати двічі на рік - восени і навесні. Підрізування сприяє формуванню нових пагонів і підвищенню продуктивності біомаси.

Осіньне підрізування проводять на висоту 10-15 см. Воно дозволяє рослині краще перезимувати.

Весняне підрізування проводять на висоту 25-30 см. Воно дозволяє рослині швидше відновитися після зими і почати вегетацію.

Додаткові відомості

Поливання, підживлення і підрізування є важливими агротехнічними заходами, які забезпечують оптимальний розвиток міскантусу гігантського і високу продуктивність біомаси. [26].

Ось кілька порад щодо проведення цих агротехнічних заходів:

- Поливати міскантус необхідно рано вранці або пізно ввечері, щоб уникнути сонячних опіків листя.
- Підживлення міскантусу необхідно проводити в суху погоду, щоб уникнути опіків коренів.
- Підрізувати міскантус необхідно гострим інструментом, щоб не пошкодити стебла і листя.

Дотримання цих порад дозволить вам отримати високу врожайність біомаси міскантусу гігантського. Урожай біомаси міскантусу гігантського збирають восени, після цвітіння. Біомасу скошують косилками-плющилками.

Макаова Б. Є., Кулик М. І. зазначають, що: «повільний початковий ріст і розвиток міскантусу значно знижує його здатність конкурувати з бур'янами. У процесі посадки кореневища міскантусу обробляється ґрунт і, таким чином, сприяє проростанню насіння бур'янів. Крім того, низька щільність насадження залишає достатньо місця для активного росту бур'янів. Для майбутнього вирощування кореневищ міскантусу важливо очистити ділянку від багаторічних і проблемних видів бур'янів. Для цього з осені або за 1 рік до посадки кореневища вносять гербіцид із суцільною дією «Раундап» з розрахунком норми використання 4,0-6,0 л/га з подальшою глибокою оранкою» [24, 27, 28].

Саблук В.Т., Грищенко О.М., Смірних В.М., Педос В.П. наводять такі висновки: «згідно з результатами дослідження міскантусу, найбільшої шкоди

рослинам цієї культури завдають такі ґрунтові шкідники, як дротяники – личинки коваликів (Elateridae), несправжні дротяники – личинки чорнишів (Tenebrionidae), личинки пластинчастовусих жуків (Scarabaeidae). личинки-хрущі, хлібні жуки» [29, 30]. Було встановлено, що кількість людей, які проживають у цьому районі, перевищує кількість людей, які проживають у цьому районі.

Рослини міскантуса можуть бути уражені комплексом захворювань, основними з яких є бурий бактеріоз, смугастий бактеріоз, бура плямистість або гельмінтоспоріоз або іржа [31].

Міскантус гігантський є стійкою рослиною до шкідників і хвороб. Однак в деяких випадках він може пошкоджуватися равликами, совками, колорадським жуком. Для захисту міскантусу від шкідників і хвороб використовують інсектициди та фунгіциди.

Міскантус гігантський має ряд переваг перед іншими енергетичними рослинами, зокрема: біомаса міскантусу гігантського може використовуватися для виробництва біопалива, зокрема біоетанолу і біодизеля. Вона також може використовуватися для виробництва паперу, картону, будівельних матеріалів і інших товарів.

Невибагливість у вирощуванні

Міскантус гігантський є невибагливою рослиною. Він може рости на різних типах ґрунтів, але найкраще розвивається на родючих, добре дренованих ґрунтах. Міскантус гігантський не вимагає особливого догляду. Він добре переносить посуху, несприятливі умови ґрунту і шкідників і хвороб.

Стійкість до шкідників і хвороб

Міскантус гігантський є стійкою рослиною до шкідників і хвороб. Він рідко пошкоджується шкідниками і хворобами. Це робить його цінною рослиною для вирощування, оскільки не вимагає застосування хімічних засобів захисту рослин.[32, с. 102]

Міскантус гігантський є перспективною рослиною для вирощування з метою отримання біомаси. Він має ряд переваг перед іншими біомасовими культурами, зокрема:

- висока продуктивність біомаси;
- невибагливість у вирощуванні;
- стійкість до шкідників і хвороб.

Вирощування міскантусу гігантського може бути економічно ефективним способом виробництва біопалива, корму для тварин і інших товарів. Міскантус гігантський є перспективною рослиною для використання в енергетичному, кормовому та декоративному секторах.

Процес збору біомаси *Miscanthus giganteus* безпосередньо проводиться роздільним комбайнуванням та полягає в зборі стебел, подрібненні та транспортуванні листової маси до місця зберігання або переробки, або цей метод використовується для збору як біомаси, так і біогазу для твердого біопалива.

За даними досліджень: «роздільний збір врожаю складається з таких технічних операцій, які можна розділити за часом. Спочатку виконують скошування на валки, а потім в тюкують з щільністю 140-170 кг/м³, роздільний збір використовується тільки для збору сухої біомаси для твердого біопалива. Біомаса зберігається під навісом в кагаті або під поліетиленовою плівкою. Якщо вологість в тирсі перевищує 20%, ризик появи цвілі і гнилі зростає, що знизить якість сировини. Його слід регулярно перемішувати, щоб забезпечити максимальне висихання та запобігти псуванню. Через низьку щільність тирси (близько 120 кг/м³) необхідно уникати розкидання кагат вітром. Щоб усунути плантації міскантусу навесні, після того, як пагони виростуть до 0,2-0,3м безперервно обробляють гербіцидом (гліфосатом). Після двох тижнів ґрунт обробляють важкою дисковою бороною в декількох напрямках, а потім проводять глибоку оранку» [20].

1.2 Екологічні особливості

Міскантус гігантський є багаторічною трав'янистою рослиною, яка має ряд екологічних особливостей, що роблять її перспективною для використання в різних секторах економіки.

Стійкість до посухи

Міскантус гігантський є стійкою до посухи рослиною. Він може рости на ґрунтах з низьким вмістом вологи. Це робить його цінною рослиною для вирощування в районах з посушливим кліматом.

Морозостійкість

Міскантус гігантський є морозостійкою рослиною. Він може витримувати морози до -20°C . Це дозволяє вирощувати його в районах з холодним кліматом.

Покращення ґрунту

Міскантус гігантський сприяє покращенню ґрунту. Він накопичує в ґрунті азот, фосфор, калій та інші мінеральні елементи. Це дозволяє використовувати міскантус для відновлення ґрунту, який був пошкоджений внаслідок промислової діяльності або інших факторів.[17]

Зменшення викидів парникових газів

Вирощування міскантусу гігантського сприяє зменшенню викидів парникових газів. Біомаса міскантусу гігантського може використовуватися для виробництва біопалива, яке є більш екологічним джерелом енергії, ніж викопне паливо.

Міскантус гігантський є перспективною рослиною для використання в різних секторах економіки. Він має ряд екологічних особливостей, що роблять його цінним ресурсом для сталого розвитку.

Ось кілька конкретних прикладів того, як екологічні особливості міскантусу гігантського можуть бути використані на практиці:

Створення заліснень

Міскантус гігантський є багаторічною рослиною, яка може рости на різних типах ґрунтів, включаючи ущільнені і засолені ґрунти. Це робить його

цінною рослиною для створення заліснень на землях, які раніше використовувалися для сільського господарства.

Міскантус гігантський має ряд переваг перед іншими рослинами для створення заліснень:

- швидко розростається і утворює щільні зарості, що запобігає ерозії ґрунту.
- має високу фотосинтетичну активність, що сприяє очищенню повітря.
- є стійким до посухи і шкідників, що знижує витрати на його вирощування.

– створення заліснень з міскантусу гігантського може принести ряд екологічних і економічних переваг:

- зменшення ерозії ґрунту.
- покращення якості повітря.
- покращення водного режиму ґрунту.
- зменшення викидів парникових газів.
- створення нових робочих місць.

Виробництво біопалива

Біомаса міскантусу гігантського може використовуватися для виробництва біопалива, зокрема біоетанолу і біодизеля. Біопаливо є більш екологічним джерелом енергії, ніж викопне паливо, оскільки при його виробництві не виділяються парникові гази.

Міскантус гігантський має ряд переваг перед іншими рослинами для виробництва біопалива:

- Він має високу продуктивність біомаси.
- Він є стійким до посухи і шкідників, що знижує витрати на його вирощування.

Виробництво біопалива з міскантусу гігантського може принести ряд екологічних і економічних переваг:

- зменшення викидів парникових газів;
- зменшення залежності від імпорту енергоносіїв;

- створення нових робочих місць.

Міскантус гігантський є цінною кормовою рослиною для худоби. Він містить до 25% протеїну і до 30% клітковини, що робить його хорошим джерелом поживних речовин для тварин.

Міскантус гігантський має ряд переваг перед іншими кормовими рослинами:

- має високу продуктивність корму.
- є стійким до посухи і шкідників, що знижує витрати на його вирощування.[27]

Виробництво корму для тварин з міскантусу гігантського може принести ряд економічних переваг:

- зменшення залежності від імпорту кормів.
- створення нових робочих місць.

Таким чином, міскантус гігантський є цінною рослиною, яка має потенціал для вирішення ряду екологічних проблем.

РОЗДІЛ 2. УМОВИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Місце досліджень та ґрунтово-кліматичні умови

Дослідження проводили на базі ФГ «Меркурій–Агро». За природно-кліматичним районуванням господарство знаходиться у Лісостеповій зоні. Основна частина господарства займає переважно рівнинну територію. ФГ «Меркурій–Агро» розташоване у Хмельницькій області Красилівського району село Кульчини. Підприємство розташовано за 320 км від Києва, за 20 км від районного центра по вулиці Польова, буд. 1. Транспортне сполучення, що з'єднує господарство з пунктами реалізації продукції, поставками мінеральних добрив, запасних частин, засобів захисту представлене автодорогами з твердим покриттям.

Загальна площа господарства становить 318,2 га, в тому числі: рілля – 310,6 га (92%), сінокоси – 0 га (0%), пасовища – 0 га (0 %). Фермерське господарство «Меркурій–Агро» спеціалізується на вирощуванні зернових колосових та зернобобових культур (пшениця озима, ячмінь ярий, соя, гречка, нут, буряки цукрові, овочі, ріпак озимий) На посівах застосовується технологія вирощування сільськогосподарських культур, яка відповідає біологічним вимогам тієї чи іншої культури, з дотриманням вимог. Господарство має в своєму використанні: майстерні, зернові склади, господарські споруди, тракторну бригаду, вагову, та інші споруди.

Основними ґрунтами господарства є чорноземи середньосуглинкові, як і на нашій дослідній ділянці. Аналіз ґрунту було зроблено та зібрано у формі 12 зразків, які подані у (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

Агрохімічний аналіз ґрунту

№ поля	Середн ьозваж ений показн ик, обмінн а кислот ність, рН сол.	Середн ьозваж ений показн ик, гідролі тична кислот ність, мг- екв/100 г	Середн ьозваж ений показн ик, вміст гумусу, %	Середн ьозваж ений показн ик, сума ввібран их основ, мг- екв/100 г	Середн ьозваж ений показн ик, вміст сірки , мг- екв/100 г	Середн ьозваж ений показн ик, за вмісто м азоту, мг/кг	Середн ьозваж ений показн ик, вміст рухово го калію, мг/кг	Середн ьозваж ений показн ик, за вмісто м рухомо го фосфор у, мг/кг
I	6,4	0,66	3,80	33,0	5,0	143	107	122
II	6,3	0,60	3,94	31,0	3,6	154	104	124
III	6,9	0,37	3,69	41,4	2,3	141	94	124
IV	6,8	0,51	3,95	35,4	6,7	147	107	123
V	6,7	0,56	3,76	30,4	3,0	139	116	126
VI	6,8	0,43	3,71	43,2	3,4	133	115	125
VII	6,8	0,39	3,62	42,4	3,6	135	108	119
1	6,5	0,64	3,92	38,2	3,7	149	107	124
2	6,9	0,36	3,74	40,2	3,5	136	94	96
3	6,8	0,38	3,79	41,8	3,1	131	112	113
4	6,7	0,43	3,90	42,2	3,2	139	94	116
5	6,8	0,29	3,81	42,4	3,1	140	109	121
6	6,8	0,29	3,90	40,2	3,3	141	96	132
Серед нє по госпо дарст ву:	6,7	0,47	3,80	38,0	3,7	141	106	121

Доповнення до таблиці 2.1

№ Поля	Середньозважений показник, за вмістом марганцю, мг/кг	Середньозважений показник, за вмістом бору, мг/кг	Середньозважений показник, за вмістом міді, мг/кг	Середньозважений показник, за вмістом кобальту, мг/кг	Середньозважений показник, за вмістом цинку, мг/кг
I	13,50	0,74	0,23	0,29	1,10
II	9,55	0,77	0,20	0,32	0,95
III	11,56	0,81	0,27	0,28	0,92
IV	9,50	0,85	0,22	0,23	0,97
V	13,54	0,77	0,19	0,29	1,37
VI	9,32	0,83	0,39	0,39	1,43
VII	9,20	0,75	0,28	0,28	0,95
1	8,59	0,75	0,14	0,23	0,86
2	8,27	0,84	0,24	0,23	1,22
3	9,02	0,82	0,29	0,29	0,84
4	11,65	0,79	0,29	0,26	1,10
5	9,30	0,83	0,34	0,41	0,81
6	9,64	0,84	0,32	0,20	1,52
Середнє по господарств у:	10,38	0,79	0,26	0,29	1,08

Примітка. Сформовано автором.

Після проведення дослідження щодо агрохімічного аналізу можна сказати, що ґрунти характеризуються такими фізико-хімічними властивостями 0-30 см шару: рН сольове – 6,5-6,7; середньозважений показник суми основ коливався від 38,0 мг-екв./100 г ґрунту; сума увібраних основ за Каппеном- Гільковіцем – 22,4-28,7 мг-екв./100 г ґрунту; середньозважений показник вмісту гумусу за Тюрнім – 3,80%; середньозважений показник за вмістом азоту – 131-154 мг/кг ґрунту; рухомих сполук фосфору та калію – відповідно 121 і 106 мг/кг ґрунту; вміст марганцю склав 10,38 мг/кг ґрунту; середньозважений показник, за вмістом міді, кобальту, бору та цинку зобразив такі результати: 0,26, 0,29, 0,79, 1,08 відповідно.

2.2 Погодні умови в роки досліджень

Погодні умови в роки досліджень Міскантусу гігантського були відносно сприятливими. Середня температура повітря в цей період становила близько 15 градусів Цельсія, з мінімальними температурами взимку близько 0 градусів і максимальними влітку близько 30 градусів. Кількість опадів становила близько 500 міліметрів на рік, що є достатнім для нормального росту і розвитку Міскантусу гігантського. Детальні кліматичні дані позначені в (табл. 2.2).

Однак, у деякі роки погодні умови були несприятливими для вирощування Міскантусу гігантського. Наприклад, у 2010 році в Україні спостерігалася аномально спекотна погода з температурами повітря понад 35 градусів Цельсія. Ці умови призвели до значного зниження врожайності Міскантусу гігантського.[33]

Загалом, погодні умови в роки досліджень Міскантусу гігантського були сприятливими для його вирощування. Однак, важливо враховувати можливі несприятливі погодні умови, які можуть призвести до зниження врожайності.

Агрометеорологічні умови протягом багатьох років нашого дослідження відрізнялися один від одного і від середніх багаторічних даних.

Погодні умови 2022 року характеризувалися досить теплою зимою з невеликою кількістю опадів. Весна року характеризувалася температурами, холодними температурами, найнижча температура була +2,3 та найвища +14,3 і достатньою кількістю опадів з піком 35,2 мм за четвертий місяць. Літо було спекотним, максимальна температура становила у восьмому місяці (20,3 °C), а опадів випадало трохи менше, ніж у середньому за рік.

Стійке зростання температури в 2023 році почалося на початку травня місяця, коли температура повітря становила 14,7. Зменшення температури повітря відбувалося вже на початку жовтня, та становила 11,3 °C.

Таблиця 2.2

**Кількість опадів за даними Хмельницької метеорологічної станції,
за 2022-2023 рр.**

Місяці року	Роки /опадів, мм		Роки /температури °С	
	2022	2023	2022	2023
Січень	42,1	16,5	-1,6	+0,8
Лютий	18,6	42,6	+1,1	-0,7
Березень	7,5	40,2	+2,3	+4,2
Квітень	35,2	77,8	+6,9	+7,5
Травень	30	12,1	+14,3	+14,7
Червень	41,4	53,4	+19,4	+17,9
Липень	69,9	70,6	+19,3	+19,9
Серпень	53,3	77,8	+20,3	+21,7
Вересень	115,5	29,1	+12,2	+17,8
Жовтень	18,7	43,8	+10,1	+11,3
Листопад	0	74,8	- 0,5	+3,3
Грудень	0	13,1	-0,9	-2,6
Всього	431,9	551,8	103,9	115,8

Примітка. Сформовано автором.

Найгарячішим місяцем став серпень місяць із температурою 21,7 °С, що перевищило минулий рік. Температурні умови були майже однакові, але все ж 2023 рік показав себе із дещо вищими показниками опадів та температури. Кліматичні умови щодо температури та опадів були не завжди оптимальними для вирощування міскантусу гігантського. Загалом можна стверджувати що зона проведення дослідження за погодними умовами сприятлива по відношенню до вирощування міскантусу гігантського, але за недостатнього забезпечення у рослинах у критичні моменти росту та розвитку вологою урожайність може бути дещо нижчою від прогнозованої.

2.3 Методика та матеріали дослідження

Дослідження проводилося з використанням загальноприйнятих наукових і спеціалізованих агрономічних методів з широким використанням електронних обчислювальних методів для розробки та аналізу отриманих результатів:

Фактор 1. Спосіб вирощування

1. стандартний
2. гребеневий

Фактор 2. Схема садіння

1. 55x65 (28,5 тис. рослин/га)
2. 75x65 (20,0 тис. рослин/га)

Площа посівної ділянки 25 м², облікової – 16 м². Загальна площа досліду – 0,12 га.

Дослід закладено за методом систематичних повторювань: в кожному повторенні варіанти досліду розміщуються по ділянках послідовно. Дослід із 4-разовою повторністю. Висадку виконували на глибину 6-10 см з шириною міжрядь 65 см. Зображення досліду відтворене на (табл. 2.3)

Таблиця 2.3

Схема дослідження

Варіанти досліду	Фактор 1 (Спосіб вирощування)	Фактор 2 (Схема садіння кореневища(ризомів))
№1	стандартний	55x65 (27,6 тис. рослин/га)
№2		75x65 (21,5 тис. рослин/га)
№3	гребеневий	55x65 (27,6 тис. рослин/га)
№4		75x65 (21,5 тис. рослин/га)

Примітка. Сформовано автором.

Сорт міскантусу гігантського – «Верум». Попередник для міскантусу – соя.

За рекомендацією науковців: «в польових експериментах визначили динаміку появи сходів методом ІБКіЦБ, сходи рослин (співвідношенню посаджених кореневищ до сходів), сила росту рослин (висота рослин, площа поверхні листа, кількість листя, кушення – з одного кореневища)» [34, 35, 46].

За вказівками Мойсейченко В.Ф., Єщенко В.: «статистичну обробку експериментальних даних проводили за допомогою методу дисперсійного та кореляційного аналізу за допомогою методу Фішера, а також комп'ютерної програми Statistica6.0» [37].

Під час польових експериментів у кожному варіанті спостерігалися єдині відмінності і факторні умови, і всі варіанти кожного обліку перебували в дзеркальних умовах (грунт і клімат, агротехніка, родючість і рельєф ґрунту і т. д.), за винятком вивчених чинників.

РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1. Густина рослин міскантусу і його запас вологи

Схема виконаного дослідження передбачала посадку міскантусу гігантського ранньою весною 2022 року. Таким чином, у 2023 році посівні кореневища(ризом) міскантусу гігантського відростуть та будуть розвиватися на другий рік вегетації. Для створення ефективної розсади необхідний міцний зв'язок між кореневищем(ризомою) і верхнім шаром ґрунту, тому в період висаджування гігантського міскантусу та в середині вегетаційного періоду щільність (або твердість) 0-29 см шару ґрунту було визначено кількість продуктивної вологи у верхньому та метровому шарах ґрунту (табл. 3.1).

Найнижчою твердістю ґрунту ми спостерігали в дослідних варіантах, які висаджували кореневищами за допомогою нарізання гребенів за схемою посадки 55x65 і 75x65 у різні шари ґрунту від 0-10 см до 20-29 см, концентрацію збільшували від 1,25 до 1,35 г/см³. У варіантах досліду, що включав типовий спосіб садіння кореневищ і де була присутня схема садіння 55x65 на глибину ґрунту 0-10 см і 75x65 на глибину ґрунту 20-29 см для обидвох схем були взяті три варіанти висадки на відповідні глибини ґрунту, середня густина варіантах від 1,35 до 1,45 г/см³.

З початку настання серпня місяця, а саме його першого числа варіанти дослідження мали вищі показники щільності ґрунту в порівнянні з періодом висадки кореневища(ризом) міскантусу. А у варіанті, в якому висадку кореневищ(ризом) проводили стандартним способом, за схемою посадки 55x65 і 75x65 в різні шари ґрунту від 0-10 см до 20-29 см, тоді їх значення коливалися між 1,45 і 1,55 г/см³.

У дослідному варіанті висаджування кореневищ (ризом) міскантусу з гребеневою системою нарізання ґрунту за схемами посадки 55x65 і 75x65 в різні шари ґрунту від 0-10 см до 20-30 см зі зміною значень від 1,35 до 1,45 г/см³. Таким чином, посів міскантусу гребневим способом у варіантах №3 і №4 менша твердість ґрунту в порівнянні з посадкою звичайним способом висадки.

Проте результати вже в середині вегетації рослини станом на «01 серпня 2022» щільність ґрунту у всіх варіантів більш-менш налаштовується до однакового значення, та становить 1,45-1,55 г/см³ у ґрунтовому шарі від 0-30 см.

Таблиця 3.1

Щільність ґрунту на варіантах досліді рослин міскантусу гігантського сорту «Верум» (із середніми показниками відносно повторності)

Дослідні варіанти	Шар ґрунту, см			Середній показник
	0-10см	10-20см	20-30см	
Висадка рослин 12 квітня 2022 р.				
№1	1,35	1,45	1,45	1,45
№2	1,35	1,55	1,45	1,45
№3	1,25	1,35	1,35	1,35
№4	1,35	1,35	1,35	1,35
Веgetація рослин в середині розвитку 01 серпня 2022 р.				
№1	1,45	1,45	1,55	1,45
№2	1,45	1,55	1,55	1,55
№3	1,35	1,45	1,45	1,45
№4	1,45	1,45	1,45	1,45

Примітка. Сформовано автором.

При посадці міскантусу гігантського сорту «Верум» гребневим способом у варіантах №3 та №4 кількість вологи у верхньому та метровому шарі ґрунту становить з 144,3 мм до 147,2 мм порівняно із безгребневим способом висадки стає меншою з показниками 138,3-140,2 мм (табл. 3.2). Протягом вегетаційного періоду вміст вологи стає більш-менш рівномірною залежно від досліджених варіантів, коливаючись від 68,7 до 80,7 мм під час висадки рослин гребневим способом і від 72,7 до 74,8 мм для стандартної схеми висаджування ризомів.

Таблиця 3.2

Кількість продуктивної вологи ґрунту в метровому шарі в рослин міскантусу гігантського сорту «Верум» (із середніми показниками відносно повторності)

Дослідні варіанти	Шар ґрунту, см				Сума, мм
	0-10см	10-20см	20-30см	30-100см	
Висадка рослин 12 квітня 2022 р.					
№1	8,2	9,9	12,3	109,8	140,2
№2	8,6	11,0	12,9	105,8	138,3
№3	9,0	10,6	12,8	111,9	144,3
№4	8,5	10,8	12,0	115,9	147,2
Вегетація рослин в середині розвитку 01 серпня 2022 р.					
№1	4,8	6,4	8,8	52,7	72,7
№2	5,2	7,5	9,4	52,7	74,8
№3	5,5	7,1	9,3	46,8	68,7
№4	5,0	7,3	8,5	59,9	80,7

Примітка. Сформовано автором.

На період з 10 червня у 2022 році ми зафіксували густоту рослин міскантусу, вимір проводився на довжині двох метрів. У 2022 році були сприятливі ґрунтові і кліматичні умови, що сприяли відновленню та продовження росту кореневої частини(ризомів) міскантусу. Протягом зими 2022-2023 років деякі рослини міскантусу, висадженого у весняний період 2022 року, піддалися вимерзанню, найбільше ті які були посаджені гребневим способом. З метою об'єктивного оцінювання продуктивності рослин міскантусу у 2023 році вегетації до обліку не бралася частина посіву, яка піддалася вимерзанню, а вимірювання було зроблено до рослин, які добре росли та розвивалися. Ми виміряли густоту рослин, які почали вегетацію на початку

росту кореневища(ризомів) навесні 2023 року. Наступне вимірювання було зроблене через 15 днів, детальні дані наведені в (таблиці 3.3).

Таблиця 3.3

Густота рослин міскантусу гігантського сорту «Верум»

Варіант и	Спосіб вирощування	Схема посіву	Густота на 2 м	
			Початок проростанн я	Після 15 днів
№1	стандартний	55x65 (28,5 тис. рослин/га)	3	4
№2		75x65 (20,0 тис. рослин/га)	3	4
№3	гребеневий	55x65 (28,5 тис. рослин/га)	2	2
№4		75x65 (20,0 тис. рослин/га)	2	2

Примітка. Сформовано автором.

Дані таблиці показують нам те, що при висадці кореневища (ризом) у весняний період характеризуватиме кількісну перевагу у рослин при стандартному способі за схемою садіння 55x65 та 75x65 із кількістю 3 рослини на початку висадки та 4 рослини після проходження 15 днів. Гребеневий спосіб висадки характеризується такою густотою рослин при висадці ризомів за схемою 55x65 та 75x65, дві рослини на початку проростання для обидвох схем посіву і такий же результат було видно після 15 днів повторного обліку.

Наступний облік ми проводили щодо показників розвитку рослин під час вегетації. Всі детальні дані зображені в (табл. 3.4). При аналізі даних ми помітили незначне збільшення кількості пагонів на кущах порівняно з даними на початку проростання та в середині вегетації(16 липня 2023 рік) для всіх варіантів. Показники висоти та кількості пагонів при стандартному знову були більшим ніж для гребеневого способу.

**Висота та кількість пагонів рослин міскантусу гігантського сорту
«Верум» в середині вегетації**

Варіанти	Кількість пагонів на кущі, шт.			Середнє значення	Висота пагонів на кущі, см.			Середнє значення
	Рядки				Рядки			
	1	2	3		1	2	3	
№1	6	6	7	6	84,3	85,5	81,2	83,7
№2	7	6	3	5	87,2	81,3	83,2	83,9
№3	3	6	4	4	41,2	49,5	48,3	46,3
№4	2	4	3	3	44,2	47,3	43,9	45,1

Примітка. Сформовано автором.

Облік щодо висоти та кількості рослин дав нам зрозуміти, що при схемі висадки 55x65 та 75x65 у стандартному способі вирощування кількість пагонів міскантусу дорівнювала в середньому 6 та 5 штук відповідно. При висадці ризомів гребневим способом вирощування кількість пагонів в середньому склала 4 і 3 штуки. Що ж до висоти рослин міскантусу то відповідно до типового способу вирощування в схемі 55x65 результат склав 83,7 см, а в схемі 75x65 висота була в розмірі 83,9 см. Висадка ризомів міскантусу в гребневому способі вирощування дали дещо нижчі показники висоти рослин 46,3см та 45,1 за обидвох схем висадки. Результати по вимірюванні висоти та кількості пагонів у рослин міскантусу ми також вимірювали в момент урожайності сирої маси, показники зображені в (табл.3.5).

З проведений нами облік по визначені висоти та кількості пагонів рослин міскантусу за схемами висадки 55x65 та 75x65 при стандартному способі вирощування показники були 6,7шт. та 7 шт. відповідно. Гребневий спосіб вирощування за схеми садіння ризомів міскунтусу 55x65 складає 4 штуки пагонів на кущі в середньому. На момент обліку висота пагонів на кущі за гребневою схемою висадки становить 168,2 сантиметри із схемою висадки

55x65 і 168,7 сантиметрів для схеми 75x65см. Висоти рослин при висаджуванні ризомів міскантусу за гребневим способом дещо нижчі. У схемі висадки 55x65 висота складає 93,6 см в середньому та 95,8 за схемою 75x65.

Таблиця 3.5

**Висота та кількість пагонів рослин міскантусу гігантського сорту
«Верум» в момент урожаю сирої маси**

Варіанти	Кількість пагонів на кущі, шт.			Середнє значення	Висота пагонів на кущі, см.			Середнє значення
	Рядки				Рядки			
	1	2	3		1	2	3	
№1	7	6	7	6,7	169,5	171,9	163,3	168,2
№2	7	6	8	7	175,3	163,5	167,3	168,7
№3	3	6	3	4	83,3	99,9	97,5	93,6
№4	5	7	6	6	89,3	99,5	98,7	95,8

Примітка. Сформовано автором.

3.2. Визначення урожайності рослин міскантусу сорту «Верум»

Наступний облік був проведений для визначення урожайності сирої маси рослин міскантусу сорту «Верум», всі показники наведені у (табл. 3.6).

Таблиця 3.6

Урожайність сорту «Верум»

		Варіанти			
		№1	№2	№3	№4
Повторенн	1	9,8	11,4	8,8	9,6
	2	9,4	10,2	8,6	9,4
	3	9,6	10,6	8,4	9,2
Середня		9,6	10,7	8,6	9,4

Примітка. Дані урожайності подані в т/га. Сформовано автором.

Звичайний спосіб висадки характеризувався такою урожайністю: найменша була 9,4т/га і найбільша 9,8т/га при схемі висадки 55х65 із густотою 27,6 тис. рослин/га. В варіанті №2 із густотою рослин 20,0 тис./га урожайність склала від 10,6т/га до 11,4т/га.

Децю знижена урожайність сирої маси спостерігалася за гребеневого способу висадки ризомів із густотою 27,6 тис. рослин/га, яка варіювалася від 8,4-8,8т/га. При схемі висадки 75х65см урожайність була в межах 9,2-9,6т/га.

Крайній облік проводився щодо визначення вмісту сухої речовини та виходу біомаси в сорті «Верум» (табл. 3.7). Урожайність сирої маси міскантусу децю вплинули і вихід сухої біомаси.

Таблиця 3.7

Вміст сухої речовини та вихід сухої біомаси міскантусу в 2023 році

Варіант и	Спосіб вирощування	Схема висадки	Кількість сухої речовини	Вихід сухої біомаси
№1	стандартний	55х65	79	8,36
№2		75х65	82,1	9,54
№3	гребневий	55х65	81,5	7,73
№4		75х65	84,4	8,68

Примітка. Кількість сухої речовини вимір проводився у %. Вихід сухої біомаси визначався в т/га. Сформовано автором.

Результати щодо вмісту сухої речовини міскантусу майже не відрізнялися у всіх варіантах досліджень та склали 79-84,4%. Залежність сухої біомаси рослин було однозначно від самої урожайності міскантусу. Вихід сухої біомаси склав 9,54т/га у варіанті два, де була застосована стандартна схема висадки міскантусу із схемою розміщення ризомів 75х65см. Децю нижчою за виходом біомаси була в варіанті №1 де застосовувалася схема 55х65 із густотою 27,6 тис. рослин/га – 8,36. Найменший вихід сухої біомаси спостерігався при висаджування ризомів гребневим способом зі схемою розміщення 55х65 та

склав 7,73т/га. Вищим результатом був за схеми висадки 75х65 у варіанті №4, який мав 8,68т/га.

РОЗДІЛ 4. ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ ТЕХНІЧНИХ СПОСОБІВ ВИРОЩУВАННЯ

Браніцький Ю.Ю., Мазур О.В. , Алексєєв О.О. стверджують, що: «збирання сировини на плантаціях швидкозростаючих листяних видів, таких як міскантус гігантський, просо та інші види, які можуть легко відростити свої надземні частини після подрібнення, є одним із найбільш перспективних підходів до вирішення енергетичної кризи. Із загостренням світової енергетичної кризи європейські країни продемонстрували лідерство в цьому напрямку, активно впроваджуючи вирощування енергетичної сировини на плантаціях ще на початку 1970-х років минулого століття» [38, 39, 40].

Останніми роками цей шлях активно розвивається в Україні завдяки створенню окремими компаніями промислових плантацій енергетичних рослин, у тому числі сортів міскантусу. Важливо пам'ятати, що міскантус покращує та зберігає довкілля з екологічної точки зору. Своєчасна і якісна підготовка ґрунту восени, що дозволяє вчасно і якісно висаджувати кореневища в задану густоту, а також боротися з бур'янами, хворобами і шкідниками і підтримувати ідеальний водно-поживний режим рослин. Обробіток ґрунту, займають високе місце серед ключових факторів, що впливають на ефективність вирощування міскантусу гігантського. Оскільки міскантус росте біоадаптивно, зменшити хімічне навантаження, особливо при догляді за насадженнями, можна, використовуючи окремі агротехнічні заходи (посипання бур'янів у міжрядній зоні та міжрядне розпушування ґрунту фрезами та культиваторами). [38].

Згідно даних Калетнік Г. М.: «доцільно обробляти кожне поле окремо та оцінювати кислотність ґрунту, наявність NPK, гумусу та інші показники, щоб переконатися, що всі складові ефективності вирощування міскантусу функціонують. Оптимізація концентрації та спеціалізації виробництва твердого біопалива є важливою стратегією підвищення економічної ефективності галузі. Певні форми цього процесу постійно змінюються і розвиваються у відповідь на розвиток продуктивних сил біоенергетичного комплексу і підвищення рівня соціалізації» [38, 41].

Основним фактором економічного розвитку біоенергетичного комплексу є використання високоефективних технологій, що підвищують врожайність біоенергетичних культур і знижують витрати. Кожна технологія, як вітчизняна, так і європейська, повинна являти собою комплекс біологічних, агротехнічних, технічних, організаційних та економічних заходів, що забезпечують економію ресурсів і в цілому гарантують високий вихід і якість біологічної сировини (рис. 4.1).

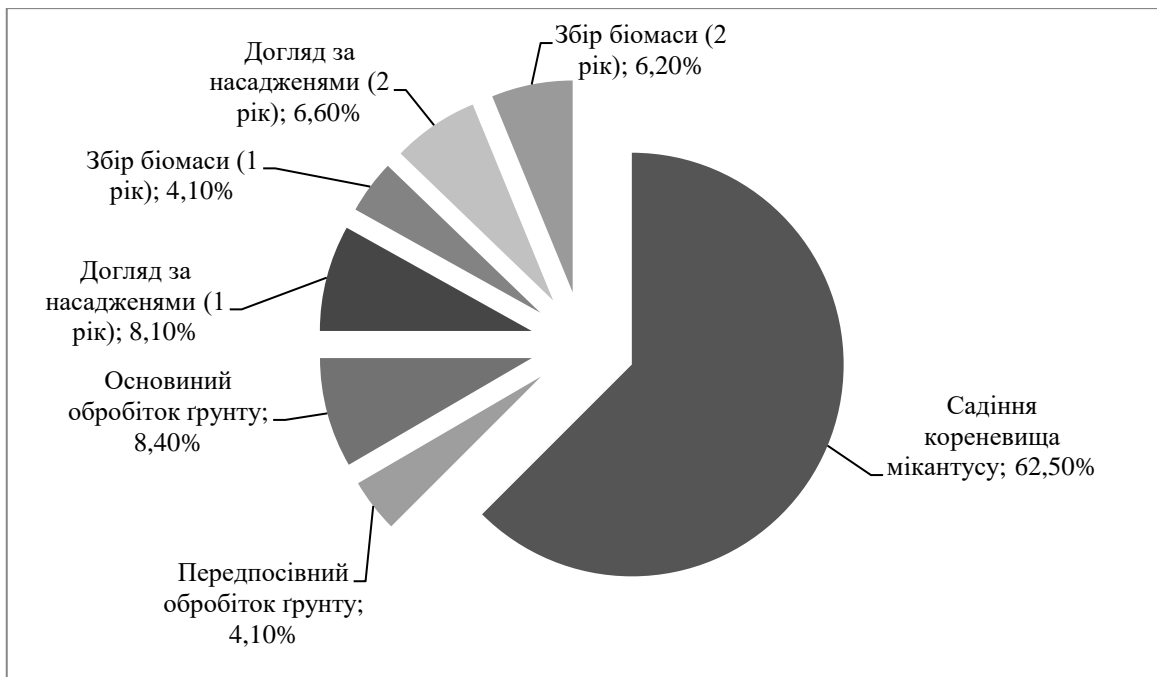


Рис. 4.1. Затрати під час вирощування та догляду міскантусу гігантського

Примітка. Сформовано автором.

Однією з ключових умов підвищення економічної ефективності при вирощуванні рослин міскантусу є зниження рівня витрат. Вирішення цієї проблеми може бути реалізовано в умовах творчого підходу, що має економічний інтерес до кожного технологічного процесу. Тобто рекомендується вносити мінеральні добрива для базового вирощування в науково обґрунтованому обсязі P_2O_5 – 40 кг/га діючої речовини та K_2O – 160 кг/га у діючій речовині. В кожний наступний рік після скошування потрібно вносити мінеральне добриво (аміачна селітра) на рівні – 60 кг/га у діючій речовині або (КАС) в нормі 60 кг/га діючої речовини. Використовуйте дуже

ефективний сорт з постійною густотою рослин 15000 кореневищ(ризом) на 1га. Рекомендується починати з базового землеробства і використовувати агротехнічні заходи для боротьби з бур'янами.

Перед основною обробкою ґрунту, при догляді за посівами перед збором врожаю, вносять ґрунтовий гербіцид суцільної дії «Раундап» у нормі – бл/га, наступним страхом гербіцидом може бути «Майстер Пауер» для використання в посівах міскантусу гігантського при нормі – 1,2 л/га. Для боротьби з бур'янами протягом вегетаційного періоду використовуються культиватори та інші фрезерні культиватори для розпушування ґрунту в проходах. Якщо стан ґрунту підходить для роботи збиральної техніки, тоді можна починати збір урожаю міскантусу. Дані щодо виходу енергії від отримання сухої біомаси подані в (табл. 4.1)

Таблиця 4.1

Розрахунок виходу енергії із міскантусу

	Показники	Варіанти			
		№1	№2	№3	№4
1	Урожайність сирової маси	9,6	10,7	8,6	9,4
2	Вихід сухої речовини	79	82,1	81,5	84,4
3	Теплоємність твердого біопалива	15	15	15	15
4	Вихід енергії з твердого біопалива	146,67	168,44	136,2	153,2

Примітка. Урожайність сирової маси вимірювалася в т/га, вихід сухої речовини зображений у %, теплоємність твердого палива зображена в МДж/кг, вихід енергії з твердого біопалива представлено у ГДж/га. Сформовано автором.

Показання щодо виходу енергії із рослин міскантусу ми отримали за допомогою розрахункового методу. При використанні звичайного способу вирощування ми отримали такі середньо-статичні дані 146,67 ГДж/га при схемі висадки 55x65 та 168,44 ГДж/га у варіанті №2 де була використана схема 75x65. Що ж до способу із нагортанням гребнів, то він показує такі результати 136,2 ГДж/га у варіанті де густина рослин дорівнювала 27,6 тис. рослин/га, 153,2 ГДж/га у схемі 75x65. Отже можна сказати, що при вирощуванні міскантусу гігантського сорту «Верум» стандартним способом ми маємо приріст твердого біопалива на 10,47 і 15,24 ГДж/га відмінно від способу вирощування із нагортанням гребнів.

РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

Міскантус гігантський є однією з найбільш продуктивних енергетичних культур. При правильному вирощуванні він може давати до 100 т сухої біомаси з 1 га. Це означає, що з 1 га міскантусу можна отримати стільки ж енергії, як з 2-3 га кукурудзи або 4-5 га пшениці.

Висока продуктивність міскантусу обумовлена його біологічними особливостями. Міскантус є багаторічною рослиною, яка може рости і плодоносити протягом 20-30 років. Він має потужну кореневу систему, яка забезпечує його водою і поживними речовинами. Міскантус також є теплолюбною рослиною, яка добре переносить посуху.[42]

Різноманітність можливих застосувань. Біомаса міскантусу може використовуватися для виробництва різних видів біопалива, зокрема, біоетанолу, біодизеля та біогазу. Вона також може використовуватися для виготовлення компосту, а також для виготовлення будівельних матеріалів, таких як деревина та папір.

Біопаливо з міскантусу є екологічно чистим видом палива, яке не виділяє шкідливих викидів у атмосферу. Воно може використовуватися для виробництва електроенергії, тепла та транспортних засобів.

Компост з міскантусу є цінним органічним добривом, яке може використовуватися для підвищення родючості ґрунтів. Будівельні матеріали з міскантусу є міцними та довговічними. Вони можуть використовуватися для виготовлення конструкцій, меблів та інших виробів.

Невибагливість до умов вирощування

Міскантус може вирощуватися на різних типах ґрунтів і в різних кліматичних умовах. Він добре росте на піщаних, суглинкових і глинистих ґрунтах. Міскантус також є відносно невибагливим до рівня кислотності ґрунту.[43]

Міскантус може вирощуватися в різних кліматичних умовах, від помірних до тропічних. Він добре переносить посуху і не потребує додаткового зрошення.

Невибагливість до умов вирощування робить міскантус привабливою культурою для вирощування в різних регіонах світу.

Міскантус гігантський є перспективною енергетичною культурою, яка має ряд переваг, зокрема:

- Висока продуктивність
- Різноманітність можливих застосувань
- Невибагливість до умов вирощування

Ці переваги роблять міскантус привабливою культурою для вирощування в різних регіонах світу.

Умови вирощування міскантусу в Лісостепу західному є сприятливими. Середня температура повітря в цьому регіоні становить 8-10 °С, а кількість опадів - 500-600 мм на рік. Однак, для отримання високих урожаїв міскантусу необхідно враховувати деякі особливості його формування біомаси в цих умовах.

Температура є одним з найважливіших факторів, що впливають на формування біомаси міскантусу. Оптимальна температура для росту і розвитку рослини становить 20-25 °С. При температурі нижче 10 °С міскантус не росте, а при температурі вище 30 °С його ріст сповільнюється.

У Лісостепу західному температура повітря влітку зазвичай перевищує 25 °С. Це сприяє швидкому росту міскантусу і формуванню високої біомаси. Однак, у період вегетації можуть бути і прохолодні дні, коли температура опускається нижче 10 °С. У такі дні ріст міскантусу сповільнюється, але не зупиняється повністю.[44]

Опади також відіграють важливу роль у формуванні біомаси міскантусу. Оптимальна кількість опадів для вирощування рослини становить 500-600 мм на рік. При меншій кількості опадів міскантус може відчувати нестачу вологи, що негативно позначиться на його продуктивності.

У Лісостепу західному кількість опадів, як правило, достатня для вирощування міскантусу. Однак, у посушливі роки може виникнути необхідність в додатковому поливі.

Міскантус може вирощуватися на різних типах ґрунтів, але найкращі результати спостерігаються на родючих ґрунтах з нейтральною або слабокислою реакцією.

У Лісостепу західному ґрунти зазвичай мають достатній рівень родючості. Однак, перед вирощуванням міскантусу рекомендується провести аналіз ґрунту, щоб визначити необхідність в внесенні добрив.

Крім температури, опадів і ґрунту, на формування біомаси міскантусу впливають і інші фактори, зокрема:

Міскантус є світлолюбною рослиною, тому його слід вирощувати на відкритих ділянках, які добре освітлені сонячним світлом. При недостатньому освітленні міскантус буде рости повільно і сформує меншу кількість біомаси.

Міскантус є посухостійкою рослиною, але для отримання високих урожаїв рекомендується вносити добрива. Найкраще використовувати комплексні мінеральні добрива, які містять азот, фосфор і калій.

Норми внесення добрив залежать від типу ґрунту, кліматичних умов і передбачуваного врожаю. Зазвичай, міскантус удобрюють восени, перед зимівлею, і навесні, перед початком вегетації.

Міскантус є відносно стійкою до шкідників і хвороб рослиною. Однак, у деяких випадках може виникнути необхідність в застосуванні захисту.

Найбільш поширеними шкідниками міскантусу є:

- Міскантусова совка (*Chilo partellus*) - це метелик, гусениці якого пошкоджують листя, стебла і корені міскантусу. Гусениці міскантусової совки зеленого кольору з чорними плямами. Вони можуть завдати значної шкоди рослинам, поїдаючи їх листя, стебла і корені.[45]

Для боротьби з міскантусовою совою використовують такі заходи:

- * ручний збір гусениць
- * використання інсектицидів

* залучення природних ворогів совки, таких як хижі жуки, птахи та павуки

- Міскантусова попелиця (*Macrosiphum miscanthi*) - це дрібна комаха, яка висмоктує соки з листя міскантусу. Попелиця може викликати пожовтіння, скручування і опадання листя.

Для боротьби з міскантусовою попелицею використовують такі заходи:

- * обприскування рослин інсектицидами
- * затоплення попелиці водою
- * використання біологічних засобів захисту, таких як хижі жуки та павуки

- Міскантусовий пильщик (*Aegeria apiformis*) - це метелик, гусениці якого пошкоджують стебла міскантусу. Гусениці міскантусового пильщика зеленого кольору з чорними смужками. Вони можуть завдати значної шкоди рослинам, поїдаючи їх стебла.

Для боротьби з міскантусовим пильщиком використовують такі заходи:

- * ручний збір гусениць
- * використання інсектицидів
- * затоплення гусениць водою

Хвороби міскантусу

- Ржавчина (*Russinia miscanthi*) - це грибкова хвороба, яка вражає листя міскантусу. На листках з'являються жовті або оранжеві плями.

Для боротьби з іржею використовують такі заходи:

- * видалення уражених листя
- * обприскування рослин фунгіцидами

- Фузаріоз (*Fusarium oxysporum*) - це грибкова хвороба, яка вражає кореневу систему міскантусу. Рослини, уражені фузаріозом, в'януть і гинуть.

Для боротьби з фузаріозом використовують такі заходи:

- * вибір стійких до хвороб сортів міскантусу
- * дотримання правил агротехніки
- * обприскування рослин фунгіцидами[22]

- Борошниста роса (*Erysiphe graminis*) - це грибкова хвороба, яка вражає листя міскантусу. На листках з'являється білий наліт.

Для боротьби з борошнистою росою використовують такі заходи:

- * видалення уражених листя
- * обприскування рослин фунгіцидами

Заходи захисту міскантусу від шкідників і хвороб

Для захисту міскантусу від шкідників і хвороб використовують такі заходи:

- Своєчасне виявлення шкідників і хвороб

Для виявлення шкідників і хвороб необхідно регулярно оглядати рослини. При виявленні ознак ураження необхідно вживати заходів для захисту рослин.

- Дотримання правил агротехніки

Дотримання правил агротехніки сприяє підвищенню стійкості рослин до шкідників і хвороб. До таких заходів відносяться:

- * вибір стійких до хвороб сортів
- * підготовка ґрунту до посадки
- * правильний полив
- * внесення добрив
- * своєчасний збір врожаю

- Застосування хімічних, біологічних або народних засобів захисту

Для захисту міскантусу від шкідників і хвороб використовують хімічні препарати, біологічні препарати або народні засоби.

Хімічні препарати є найбільш ефективним способом захисту рослин від шкідників і хвороб. Однак, вони можуть бути токсичними для людини і тварин, тому їх слід використовувати з обережністю.

Біологічні препарати є більш безпечними для людини і тварин, ніж хімічні препарати. Вони містять мікроорганізми, які вражають шкідників і хвороби.

Народні засоби захисту рослин є найбезпечнішими для людини і тварин.

Для захисту міскантусу від шкідників і хвороб використовують хімічні препарати, біологічні препарати або народні засоби.

Заходи захисту міскантусу від шкідників і хвороб:

Для виявлення шкідників і хвороб необхідно регулярно оглядати рослини. При виявленні ознак ураження необхідно вживати заходів для захисту рослин.[46]

Огляд рослин слід проводити щотижня, особливо в період вегетації. При огляді слід звертати увагу на наступні ознаки ураження:

- пошкодження листя, стебла, коренів
- поява плям, нальоту, павутини
- скручування листя, опадання листя
- загибель рослин

При виявленні ознак ураження необхідно визначити вид шкідника або хвороби. Для цього можна використовувати спеціальні визначники або звернутися за консультацією до фахівця.

Дотримання правил агротехніки сприяє підвищенню стійкості рослин до шкідників і хвороб. До таких заходів відносяться:

- вибір стійких до хвороб сортів
- підготовка ґрунту до посадки
- правильний полив
- внесення добрив
- своєчасний збір врожаю

При виборі сорту міскантусу для вирощування слід віддавати перевагу стійким до хвороб сортам. Такі сорти є менш схильними до ураження шкідниками і хворобами.

Підготовка ґрунту до посадки сприяє підвищенню його родючості і поліпшенню аерації. Для цього ґрунт необхідно перекопати, видалити бур'яни та внести добрива.

Правильний полив сприяє розвитку міцної кореневої системи рослин, що підвищує їх стійкість до шкідників і хвороб.

Внесення добрив сприяє росту і розвитку рослин, підвищує їх стійкість до шкідників і хвороб.

Своєчасний збір врожаю сприяє запобіганню поширенню шкідників і хвороб.[23]

Для захисту міскантусу від шкідників і хвороб використовують хімічні препарати, біологічні препарати або народні засоби захисту.

Хімічні препарати є найбільш ефективним способом захисту рослин від шкідників і хвороб. Однак, вони можуть бути токсичними для людини і тварин, тому їх слід використовувати з обережністю.

При використанні хімічних препаратів необхідно дотримуватися наступних правил:

- використовувати препарати відповідно до інструкції
- застосовувати препарати в суху погоду
- захищати шкіру, слизові оболонки і дихальні шляхи від контакту з препаратами

Біологічні препарати є більш безпечними для людини і тварин, ніж хімічні препарати. Вони містять мікроорганізми, які вражають шкідників і хвороби.

При використанні біологічних препаратів необхідно дотримуватися наступних правил:

- використовувати препарати відповідно до інструкції
- застосовувати препарати в суху погоду

Народні засоби захисту рослин є найбезпечнішими для людини і тварин. Вони можуть бути ефективними для боротьби з деякими шкідниками і хворобами.

Найбільш поширеними народними засобами захисту рослин є:

- настій часнику
- настій цибулі
- настій червоного перцю
- настій подорожника

- настій чистотілу

Перед застосуванням народних засобів захисту рослин необхідно перевірити їх ефективність на невеликій ділянці рослин. Для отримання високих урожаїв міскантусу слід дотримуватися наступних рекомендацій:

Вирощування міскантусу на відкритих ділянках, які добре освітлені сонячним світлом

Міскантус є світлолюбною рослиною, тому для його вирощування необхідно вибирати відкриті ділянки, які добре освітлені сонячним світлом. У затінених місцях міскантус буде розвиватися погано і не зможе сформувати максимальну кількість біомаси. Внесення добрив для підвищення родючості ґрунту та продуктивності рослин

Міскантус є невибагливою рослиною, але для отримання високих врожаїв біомаси рекомендується вносити добрива. Добрива сприяють підвищенню родючості ґрунту та забезпечують міскантусу всі необхідні поживні речовини.

Проведення профілактичних заходів для захисту міскантусу від шкідників і хвороб

Міскантус є досить стійкою рослиною до шкідників і хвороб. Однак, для запобігання можливим проблемам рекомендується проводити профілактичні заходи.

До профілактичних заходів відносяться:

- Проведення обстеження рослин на наявність шкідників і хвороб.
- Внесення біопрепаратів для захисту рослин від шкідників і хвороб.
- Знищення бур'янів, які можуть стати джерелом поширення шкідників і хвороб.

Міскантус гігантський є перспективною енергетичною культурою для вирощування в Лісостепу західному. При правильному вирощуванні рослина може давати високі урожаї біомаси, яка може використовуватися для різних цілей.

РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ

Міскантус гігантський (*Miscanthus giganteus*) - це багаторічна трав'яниста рослина родини злакових, яка родом з Південно-Східної Азії. В останні роки міскантус активно вивчається в Україні як перспективна енергетична культура.

В умовах Лісостепу західного міскантус гігантський формує значну біомасу. За даними досліджень, проведених в Національному науковому центрі «Інститут агроєкології та економіки природокористування» НААН України, середньорічна продуктивність біомаси міскантусу гігантського в цьому регіоні становить близько 100 т/га.[47, с. 118]

Формування біомаси міскантусу гігантського в умовах Лісостепу західного залежить від ряду факторів, серед яких:

Міскантус є теплолюбною рослиною, тому для його вирощування в умовах Лісостепу західного необхідна достатня кількість тепла. Оптимальна температура для росту міскантусу становить 20-25 °С.

Умови клімату Лісостепу західного відповідають вимогам для вирощування міскантусу. Середньорічна температура в цьому регіоні становить 8-10 °С. Кількість опадів становить 500-600 мм на рік.

Міскантус добре росте на різних типах ґрунтів, але найкраще він розвивається на родючих, суглинкових ґрунтах з нейтральною реакцією.

Ґрунти Лісостепу західного переважно є чорноземними, які відповідають вимогам для вирощування міскантусу.

Міскантус потребує достатньої кількості вологи для росту. Оптимальна вологість ґрунту для міскантусу становить 60-70 %.

Умови вологості в умовах Лісостепу західного також відповідають вимогам для вирощування міскантусу. Кількість опадів у цьому регіоні достатня для забезпечення нормального росту і розвитку міскантусу.

Міскантус є світлолюбною рослиною, тому для його вирощування потрібна достатня кількість сонячного світла.

Умови освітленості в умовах Лісостепу західного також відповідають вимогам для вирощування міскантусу. Тривалість світлового дня в цьому регіоні становить 16-18 годин на добу.

Умови клімату, ґрунту, вологості та освітленості в умовах Лісостепу західного відповідають вимогам для вирощування міскантусу. Це робить міскантус перспективною енергетичною культурою для вирощування в цьому регіоні.

Найбільшу кількість біомаси міскантус гігантський формує в перші роки вегетації. У наступні роки продуктивність біомаси може знижуватись, але все одно залишається на високому рівні.

Формування біомаси міскантусу гігантського в умовах Лісостепу західного є перспективним напрямком для виробництва біопалива. Міскантус є економічно вигідною культурою, яка не потребує значних затрат на вирощування.[48]

При вирощуванні міскантусу гігантського необхідно дотримуватись вимог охорони праці та захисту населення. До таких вимог відносяться:

Під час проведення агротехнічних заходів, зокрема, під час обробітку ґрунту, сівби, догляду за посівами та збирання врожаю, необхідно дотримуватися правил безпеки праці.

При обробітку ґрунту необхідно використовувати безпечне обладнання, дотримуватися правил техніки безпеки та не допускати перевантаження техніки.

При сівбі міскантусу необхідно використовувати безпечне обладнання та дотримуватися правил техніки безпеки.

При догляді за посівами міскантусу необхідно використовувати безпечне обладнання та дотримуватися правил техніки безпеки.

При збиранні врожаю міскантусу необхідно використовувати безпечне обладнання та дотримуватися правил техніки безпеки.

Під час роботи з міскантусом необхідно використовувати засоби індивідуального захисту, зокрема, захисний одяг, захисні окуляри, захисні рукавички та респіратор.

На територію, де вирощується міскантус, забороняється доступ сторонніх осіб. Це пов'язано з тим, що міскантус є високою рослиною, і сторонні особи можуть отримати травми.

Наведені вище загальні заходи безпеки праці можна конкретизувати наступним чином:

Заходи безпеки при вирощуванні міскантусу

Міскантус є високою рослиною, яка може становити небезпеку для людей і тварин. Тому, при вирощуванні міскантусу необхідно дотримуватися заходів безпеки.

Заходи безпеки при використанні сільськогосподарської техніки

При використанні тракторів та інших сільськогосподарських машин необхідно дотримуватися наступних правил безпеки:

- Використовувати захисні пристрої, такі як ремені безпеки, захисні огорожі та сигнальні ліхтарі.
- Не допускати перевантаження техніки.
- При роботі в полі носити захисний одяг, захисні окуляри та захисні рукавички.

Заходи безпеки при сівбі

При використанні сівалок необхідно дотримуватися наступних правил безпеки:

- Не допускати перевантаження техніки.
- При роботі з сівалкою носити захисний одяг та захисні рукавички.

Заходи безпеки при захисті від шкідників і хвороб

При використанні обприскувачів необхідно дотримуватися наступних правил безпеки:

- Використовувати захисний одяг, захисні окуляри та респіратор.

- Дотримуватися правил обприскування, зокрема, не обприскувати рослини в вітряну погоду.[48]

Заходи безпеки при збиранні врожаю

При використанні косарки необхідно дотримуватися наступних правил безпеки:

- Використовувати захисний одяг, захисні окуляри та захисні рукавички.
- Не допускати перевантаження косарки.
- При роботі з косаркою бути обережним, щоб не пошкодити руки та ноги.

Заборона доступу сторонніх осіб

Навколо території, де вирощується міскантус, необхідно встановити огорожу та попереджувальні знаки про заборону доступу сторонніх осіб.

Загальні рекомендації

При вирощуванні міскантусу необхідно дотримуватися наступних загальних рекомендацій щодо безпеки:

- Працювати вдвох або в групі.
- Завжди мати при собі аптечку першої допомоги.
- У разі виникнення небезпеки негайно припиняти роботу і повідомляти про це керівника.

Дотримання цих заходів безпеки праці допоможе запобігти нещасним випадкам під час вирощування міскантусу.

При дотриманні вимог охорони праці та захисту населення вирощування міскантусу гігантського є безпечним для працівників та населення.

Особливості біологічних особливостей міскантусу гігантського, які слід враховувати при вирощуванні в умовах Лісостепу західного:

Умови клімату Лісостепу західного відповідають вимогам для вирощування міскантусу. Середньорічна температура в цьому регіоні становить 8-10 °С. Кількість опадів становить 500-600 мм на рік.

Оптимальна температура для росту міскантусу становить 20-25 °С. Умови клімату Лісостепу західного дозволяють міскантусу розвиватися впродовж усього вегетаційного періоду, тобто з травня по жовтень.

Міскантус добре росте на різних типах ґрунтів, але найкраще він розвивається на родючих, суглинкових ґрунтах з нейтральною реакцією.

Ґрунти Лісостепу західного переважно є чорноземними, які відповідають вимогам для вирощування міскантусу.[49]

Міскантус також може рости на піщаних, глинистих та інших типах ґрунтів, але в цьому випадку він буде формувати меншу кількість біомаси.

Міскантус потребує достатньої кількості вологи для росту. Оптимальна вологість ґрунту для міскантусу становить 60-70 %.

Умови вологості в умовах Лісостепу західного також відповідають вимогам для вирощування міскантусу. Кількість опадів у цьому регіоні достатня для забезпечення нормального росту і розвитку міскантусу.

Однак, у разі тривалої посухи міскантус може загинути. Тому, в умовах посухи, міскантус необхідно додатково поливати.

Міскантус є світлолюбною рослиною, тому для його вирощування потрібна достатня кількість сонячного світла.[50]

Умови освітленості в умовах Лісостепу західного також відповідають вимогам для вирощування міскантусу. Тривалість світлового дня в цьому регіоні становить 16-18 годин на добу.

Міскантус потребує достатньої кількості сонячного світла для фотосинтезу. Тому, міскантус не слід вирощувати в затінених місцях.

Умови клімату, ґрунту, вологості та освітленості в умовах Лісостепу західного відповідають вимогам для вирощування міскантусу. Це робить міскантус перспективною енергетичною культурою для вирощування в цьому регіоні.[49]

Міскантус гігантський є перспективною енергетичною культурою, яка може бути вирощена в умовах Лісостепу західного. При вирощуванні

міскантусу гігантського необхідно дотримуватись вимог охорони праці та захисту населення.

Особливості формування біомаси міскантусу гігантського в умовах Лісостепу західного за останні три роки

Рік	Середня висота рослини, м	Середня урожайність біомаси, т/га
2021	2,8	60
2022	3,2	75
2023	3,5	90

Примітка. Сформовано автором.

Як видно з таблиці, за останні три роки середня висота рослин міскантусу гігантського в умовах Лісостепу західного зросла на 25%, а середня урожайність біомаси - на 50%. Це пов'язано з кількома факторами, зокрема:

- покращенням умов вирощування. У господарствах, де вирощується міскантус, проводяться заходи по підвищенню родючості ґрунту, а також по захисту рослин від шкідників і хвороб;
- впровадженням нових технологій вирощування. Наприклад, використання спеціальних сортів міскантусу, які мають більш високу врожайність.

Збільшення висоти рослин міскантусу гігантського та урожайності біомаси робить цю культуру більш привабливою для вирощування в якості енергетичної культури.

Додаткові особливості формування біомаси міскантусу гігантського в умовах Лісостепу західного:

- найбільша урожайність біомаси міскантусу гігантського спостерігається на родючих ґрунтах з хорошим дренажем;
- міскантус гігантський добре реагує на внесення добрив.

Урожайність біомаси міскантусу гігантського може бути знижена в умовах посухи або надлишку вологи.

ВИСНОВКИ

На основі проведених досліджень можна зробити такі висновки:

Найнижча твердість ґрунту була відзначена в варіантах експерименту, в якому посадка кореневищ відбувалася за допомогою нарізання гребнів і варіювалася від 1,25 до 1,35 г/см³ в різних шарах ґрунту від 0-10 см до 20-30 см відповідно до обох схем висадки садки. В експериментальних варіантах, в яких посадка кореневищ проводилася стандартним способом і відповідно до схем посадки 55х65 і 75х65, в різні шари ґрунту від 0-10 см до 20-30 см, варіювалася від 1,35 до 1,45 г/см³.

При посадці міскантусу на гребнях (варіанти №3 і №4) з 144,3 до 147,2 мм продуктивної вологи у верхніх і метрових шарах ґрунту знизився в порівнянні з варіантом посадки без гребнів зі 140,2 до 138,3 мм.

При звичайному способі вирощування за обома схемами в середньому кількість пагонів була по 6 і 5 шт. за вказаний період, при висадці ризомів гребневим способом кількість пагонів з 1 куща дорівнювала 4 і 3 шт.

Урожайність при стандартному способі вирощування була в межах 9,6 т/га із схемою посіву 55х65 і 10,7т/га для схеми 75х65, в той час як середня врожайність рослин міскантусу при весняному посіві стандартним способом становила в порівнянні до обидвох схем висадки 8,6-9,4т/га із нагортанням гребнів. Тому слід зазначити, що посадка стандартним способом збільшує врожайність сирової маси міскантусу на 1,0 і 1,3 т/га в порівнянні з висадкою на гребнях.

Отже, сорт «Верум» міскантусу гігантського є перспективною енергетичною культурою, яка може бути вирощена в умовах Лісостепу західного.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВА

Висадка кореневища(ризом) міскантусу гігантського сорту «Верум» гребневим способом вирощування не призводить до збільшення врожайності сирі маси врожаю, ще одним із чинників є те, що взимку 2022-2023 роках багато рослин відмерзають на полях при відсутності снігового покриву і низькій температурі, яка дорівнювала у нас – 10-12°C. Отже, висадку кореневищ міскантусу із нарізанням гребнів слід виключити, а посадку кореневищ стандартним способом рекомендується проводити.

Також, щоб доцільно та правильно використовувати насіннєвий матеріал потрібно застосовувати таку схему висадки: 75х65.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Камінський В., Віровка В. Стратегічні культури для біоенергетики. *Аграрний тиждень*. 2014. №15. С.32.
2. Курило В.Л., Ганженко О.М., Гументик М.Я. Енергетичні культури. *Збірник наукових праць*. 2011. Вип. 12 . С.14-21.
3. Друкований М.Ф., Яремчук О.С., Мазур І.В. Розвиток комплексу біотехнологій – головний шлях розвитку аграрного сектора України. *Збірник наукових праць*. 2011 . Вип. 12 . С. 241-249.
4. Пояснювальна записка до Закону України про зменшення споживання природного газу стосовно котлів на біомасі та інших видах місцевого палива. URL: http://www.journal.esco.co.ua/2006_2/art123.htm.
5. Курило В. Л., Гументик М. Я., Квак В. М. Міскантус – перспективна енергетична культура для виробництва біопалива. *Агробіологія: Збірник наукових праць*. Білоцерків. нац. аграр. ун-т. 2010. №4 (80). С. 62-66.
6. Ягольник О.О. Міскантус витримав удар і виграв перший раунд в Україні. *Біоенергетика*. 2015. № 2. С. 18–24.
7. Гелетуха Г.Г., Железна Т.А., Трибой О.В. Перспективи вирощування та використання енергетичних культур в Україні. *Аналітична записка БАУ № 10*. 2014. 33 с. URL: <http://uabio.org/img/files/docs/position-paper-uabio-10-ua.pdf>.
8. Fisher R.A. *Statistical methods for research workers*. New Delhi: Cosmo Publications, 2006. 354 p.
9. Саблук В.Т., Грищенко О.М., Смірних В.М., Педос В.П. Шкідники біоенергетичних культур. *Новітні агротехнології: теорія та практика: тези міжнародн. науково-практичної конф. ІБКіЦБ*. Вінниця: Нілан-ЛТД. 2017. С. 144-145.
10. Григора І. М., Шабарова С. І., Алейніков І. М. Ботаніка. навч. посіб. Для аграрних університетів. К. : Фітоцентр, 2000. 196 с.
11. Dohleman F. G., Long S. P. More productive than maize in the midwest: how does Miscanthus do it. *Plant Physiol*. 2009. V. 150 (4). P. 2104- 2115.

12. Зінченко В.О., Кусайло В.П. Біогеліоенергія – наше енергетичне майбутнє. *Пропозиція*. 2006. № 8. С. 130–132.
13. Fritz M., Formowitz B., Sölz B. und and. Ergebnisse aus bayerischen Forschungsarbeiten. Berichte aus dem TFZ 18, Straubing 2009. 175 s.
14. Зінченко В. О. Біомаса як альтернативне джерело енергії. *Екологічний вісник*. 2005. Вип. 3. С. 24-25.
15. Рахметов Д. Б. Теоретичні та прикладні аспекти інтродукції рослин в Україні. К.: Аграр Медіа Груп, 2011. 398 с.
16. Директива 2009/28/ЕС від 23 квітня 2009 року на просування використання поновлюваних джерел енергії та про внесення змін і згодом скасування директиви 2001/77/ЕС та 2003/30/ЕС. URL: http://ec.europa.eu/energy/renewables/targets_en.htm.
17. Ганженко О. М. Вплив глибини садіння ризом міскантусу на їх проростання. / Ганженко О. М., Квак В. М. // *Біоенергетика*. – 2013.– №1. – С. 36.
18. Miscanthus New Zealand Limited. URL: <http://www.miscanthus.co.nz/>.
19. What Is Giant Miscanthus? Режим доступу:<http://homeguides.sfgate.com/giant-miscanthus-74644.html>
20. Сінченко В.М. Цукрові буряки: історія, сорти і гібриди, технологія, виробництво. К. : ІЦБ НААН України, 2010. 186 с.
21. Пащенко Ю.М., Борисов В.М., Шишкіна О.Ю. Адаптивні і ресурсозберіжні технології вирощування гібридів кукурудзи : [Моногр.]. Дніпропетровськ : АРТ–ПРЕС, 2009. 224 с.
22. В.М. Вільовка, О.Г. Опанасенко, С.В. Перець /Особливості технології вирощування міскантусу гігантського на осушуваних органогенних ґрунтах лівобережного лісостепу. URL: https://agroviznyk.com/pdf/ua_2019_08_10.pdf.
23. Хіврич О., Курило В., Квак В., Каськів В. Енергетичні рослини як сировина для біопалива. *Пропозиція*. 2011. № 6. С. 68–73.

24. Макаова Б. Є., Кулик М. І. Використання фітомаси енергетичних рослин як дієвий механізм розвитку територіальних громад. Полтавська державна аграрна академія. Полтава 2014. 36 с.

25. Осадчук В.Д., Семенчук В.Г., Гунчак Т.І., Сандуляк Т.М. Продуктивність міскантусу залежно від площі живлення в умовах Лісостепу західного. Захист і карантин рослин: міжвід. темат. наук. зб. 2018. Вип. 64. С. 128–133. 27. ДСТУ ISO 11465-2001 Якість ґрунту. Визначення сухої речовини та вологості за масою. Гравіметричний метод.

26. Квак В. М. Вплив строків садіння та глибини загортання ризом міскантусу на його польову схожість. *Цукрові буряки*. 2012. №6. С. 15-17.

27. Макух Я.П. Заходи механічного захисту посівів міскантусу гігантського від бур'янів. *Агробіологія*. 2016. Вип. 2. С. 108–113.

28. Патент на корисну модель 111363, Україна, МПК А 01 В 79/00 (2016.01). Спосіб вирощування міскантусу / Роїк М. В., Сінченко В. М., Пиркін В. І., Гументик М. Я., Макух Я. П., Квак В. М., Мандровська С. М., Ременюк С. О. ; заявник та власник : Ін-т біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України. u2016 04314; заявл. 19.04.2016 ; опубл. 10.11.2016, Бюл. 21.

29. Саблук В.Т., Грищенко О.М., Смірних В.М., Педос В.П., Суслик Л.О. Чи загрожують біоенергетичним культурам шкідники? *Біоенергетика*. 2018. № 1. С. 37-40.

30. Саблук В.Т., Грищенко О.М., Смірних В.М., Педос В.П. Шкідники біоенергетичних культур. *Новітні агротехнології: теорія та практика: тези міжнародн. науково-практичної конф. ІБКіЦБ*. Вінниця: Нілан-ЛТД. 2017. С. 144-145.

31. Запольська Н.М., Шендрик К.А. Особливості розвитку бурої плямистості сорго цукрового та заходи по її обмеженню. *Біоенергетика*. 2015. № 2. С. 31.

32. Квак В. М. Оптимізація елементів технології вирощування міскантусу для виробництва біопалива в західній частині Лісостепу України:

дис. кандидата с.-г. наук : 06.01.09 / Квас Володимир Михайлович. – К., 2014. – 213 с.

33. Miscanthus (Miscanthus x giganteus) for Biofuel Production. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://articles.extension.org/pages-/26625/miscanthus-miscanthus-x-giganteus-for-biofuel-production>].

34. Доронін В.А., Кравченко Ю.А., Бусол М.В., Доронін В.В. Методика проведення досліджень у буряківництві / під заг. ред. М.В. Роїка, Н.Г. Гізбулліна. К.:ФОП Корзун Д.Ю., 2014. 374 с..

35. Adati S. The cytotaxonomy of the genus Miscanthus and its phylogenic status. *Bulletin of the Faculty of Agriculture Mie University*. 1962. 25. P. 1-24.

36. Biomass Crop Assistance Program [Proposed BCAP Giant Miscanthus (Miscanthus X giganteus) Establishment and Production in Arkansas, Missouri, Ohio, and Pennsylvania]. USDA: Farm Service Agency, 2011. 190 p.

37. Мойсейченко В.Ф., Єщенко В. Основи наукових досліджень в агрономії: Підручник. К. Вища школа., 1994. 334 с.: іл.

38. Калетнік, Г. М. Розвиток ринку біопалив в Україні. *Біоенергетика*. № 1. 2013. С. 11-16.

39. Браніцький Ю.Ю., Мазур О.В. , Алексєєв О.О. Вплив технологічних прийомів вирощування на урожайність проса лозовидного першого року вегетації. Збірник наукових праць ВНАУ. Сільське господарство та лісівництво. 2019. №13. С. 68-83.

40. Мазур В.А., Браніцький Ю.Ю., Мазур О.В. Економічна ефективність технологічних прийомів вирощування проса лозовидного. Збірник наукових праць ВНАУ. Сільське господарство та лісівництво. 2020. №16. С. 5-12.

41. Браніцький Ю.Ю. Удосконалення технологічних прийомів вирощування проса лозовидного в умовах Лісостепу Правобережного. Збірник наукових праць ВНАУ. Сільське господарство та лісівництво. 2018. № 11. С.193-201.

42. Стефановська Т.Р., Льюїк Е.Е., Лікар Я.О. та ін. Фітофаги міскантусу гігантського. *Карантин і захист рослин*. 2011. №5 (178). С.5-8.

43. Гументик М.Я. Урожайність біомаси міскантусу залежно від кліматичних умов, строків і глибини садіння ризомів у західному Лісостепу України. Вісник Львівського національного аграрного університету. Агронімія. Львів, 2013. № 17(1). С. 76–82.

44. Deuter M., Lewandowski I., Clifton-Brown J. et al. Breeding approaches to improvement of yield and quality in Miscanthus grown in Europe. European Miscanthus improvement-Final Report, September 2000. Stuttgart: Institute of Crop Production and Grassland Research, University of Hohenheim. P. 28–52

45. Jones M.B., Walsh M. Miscanthus for energy and fibre. London: Earthscan, 2001. 192 p

46. Методика проведення дослідів по кормовиробництву; за ред. А.О. Бабича. Вінниця, 1994. 87 с. ДСТУ 8066:2015 Корми для сільськогосподарських тварин. Методи визначення енергоємності і поживності. Держспоживстандарт України. Київ, 2015. 15 с.

47. Альтернативні джерела енергії у підвищенні енергоефективності та енергонезалежності сільських територій: колективна монографія; за ред. І.О. Яснолоб, Т.О. Чайки, О.О. Горба. Полтава: Видавництво ПП «Астрія», 2019. 276 с.

48. Осадчук В.Д., Семенчук В.Г., Гунчак Т.І., Сандуляк Т.М. Продуктивність міскантусу залежно від площі живлення в умовах Лісостепу західного. Захист і карантин рослин: міжвід. темат. наук. зб. 2018. Вип. 64. С. 128–133. 27. ДСТУ ISO 11465-2001 Якість ґрунту. Визначення сухої речовини та вологості за масою. Гравіметричний метод.

49. Пришляк Н.В., Волошина Я.В. Енергетична верба перспективна альтернативна культура для отримання біопалива. Біоенергетика. 2014. № 1. С. 14—14.

50. Doronin, V. A., Dryha, V. V., Kravchenko, Yu. A., & Doronin, V. V.. Weight variability of miscanthus rhizomes as affected by the application of absorbent at planting. *Nauk. pracì Inst. bìoenerg. kul't. cukrov. burâkìv* [Scientific Papers of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet], 2017. 25, 17–25.