

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

06.10 – МКР. 1998 «С». 2023.11.01. 23 ПЗ

ЛИТВИНЕНКО ОЛЕКСАНДР ІГОРОВИЧ

2024

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет захисту рослин, біотехнологій та екології

УДК 606:631.5:620.9:582

ПОГОДЖЕНО

Декан факультету

захисту рослин, біотехнологій та
екології

_____ Коломієць Ю.В.

«___» _____ 2024 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри

фізіології, біохімії рослин та
біоенергетики

_____ Прилуцька С.В.

«___» _____ 2024 р.

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

на тему Реалізація технології вирощування фітоенергетичних рослин в
умовах полісся

Спеціальність 162 «Біотехнологія та біоінженерія»

(код і назва)

Освітня програма «Біотехнологія та біоінженерія»

(назва)

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Керівник магістерської роботи

к.і.н., доцент

(науковий ступінь та вчене звання)

Дрозд П.Ю.

(підпис)

(ПІБ)

Виконав

Литвиненко О.І.

(підпис)

(ПІБ студента)

КИЇВ-2024

**Національний університет біоресурсів
і природокористування України**

**Факультет захисту рослин, біотехнологій та екології
Кафедра фізіології рослин
Освітній ступінь «Магістр»
Спеціальність 162 «Біотехнології та біоінженерія»**

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
_____ р.

**З А В Д А Н Н Я Н А В И П У С К Н У
М А Г І С Т Е Р С Ь К У Р О Б О Т У С Т У Д Е Н Т У**

_____ Литвиненко Олександр Ігорович _____

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Реалізація інноваційної технології вирощування
фітоенергетичних рослин в умовах полісся

керівник роботи к.і.н., доцент кафедри фізіології, біохімії рослин та
біоенергетики Дрозд Петро Юрійович,

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

2. Строк подання студентом роботи 15 листопада 2024 року

3. Вихідні дані до роботи: фітоенергетичні рослини

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):

5. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Дрозд П.Ю.		
2	Дрозд П.Ю.		
3	Дрозд П.Ю.		

6. Дата видачі завдання 1 жовтня 2023 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів випускної бакалаврської роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1		Грудень-Січень	
2		Травень-вересень	

Студент

Керівник роботи

Реферат

Бакалаврська робота складається з вступу, 3 розділів, а саме: огляду літератури, матеріалів і методів досліджень, результатів досліджень; висновків, списку використаних джерел.

Метою досліджень було вивчення особливостей біоенергетичного ринку України, аналіз та розгляд інноваційного проекту виробництва твердого біопалива з фітоенергетичних рослин таких як міскантусу та світчграсу.

Для досягнення вказаної мети були поставлені наступні завдання:

1. Охарактеризувати фізіологічні та виробничі показники біоенергетичних культур, як високоефективної фітопаливної сировини, а також визначити параметри продуктивності світчграсу та міскантусу;

2. Виявити особливості пристосування енергетичних культур до ґрунтово-кліматичних умов України;

3. Визначити технологічне оснащення для виробництва сировини та твердого біопалива..

4. Охарактеризувати науковість та інноваційність продукції, що планується вирощувати(фіто енергетичні культури, як сировина для виробництва біопалива) та виробляти(пелети).

Об'єкт дослідження – *Panicum virgatum* L., *Miscanthus sinensis* форми "Giganteus".

Предмет дослідження – вплив різних чинників на інтенсивність вирощування біомаси, виробництво твердого біопалива та можливість повного циклу забезпечення від сировиної бази та заводу виробника, до безпосередньо споживача готової продукції.

Методи дослідження: в ході виконання бакалаврської роботи було застосовано методи аналітичного, кількісного та якісного порівняння.

Ключові слова: біоенергетика, фітоенергетичні ресурси, міскантусу, світчграсу.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.....	8
1.1. Аналіз останніх досліджень та постановка завдання	9
1.2. Морфологічні характеристики та особливості Miscanthus spp	10
1.3. Морфологічні характеристики та особливості Panicum virgatum L.	15
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ	20
2.1. Обладнання, об'єкти дослідження та їх забезпечення	21
2.2.Опис інноваційного продукту.....	24
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	26
3.1. Сертифікація інноваційної продукції.	26
3.2. Економічна ефективність	27
3.3. Соціальна ефективність	28
3.4. Екологічна ефективність	29
3.5. Інноваційна технологія вирощування фітоенергетичних рослин	30
ВИСНОВКИ.....	33
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	36
ДОДАТКИ.....	42

ВСТУП

Використання альтернативних джерел енергії, особливо для соціальних закладів і сільськогосподарських виробників, а також для зменшення споживання вичерпних енергоресурсів. Проблема стає особливо актуальною для країн з низьким запасом природних, необновлюваних джерел енергії. У зв'язку зі зростанням вартості традиційних джерел енергії, дослідження отримання якісної фітомаси рослин, таких як світчграс та міскантус, як сировини для виробництва альтернативних видів біопалива, є актуальною проблемою сьогодення.

Ураховуючи аграрний напрям розвитку нашої держави, сприятливі ґрунтово-кліматичні умови та наявність вільних земель, важливо підкреслити значення енергоефективності в населених пунктах. З цього погляду, тверде біопаливо у формі гранул (пелет), виготовлене з біомаси нових «енергетичних культур», видається надзвичайно перспективним джерелом відновлювальної енергії. За статистичними даними, в Україні є від 3 до 5 мільйонів гектарів земель, які виведені із сівозмін. Вирощування «енергетичних культур» на цих землях допоможе зберегти гумусовий шар, сприятиме розвитку рослинного та тваринного світу, а загалом покращить екологічний і енергетичний стан країни та її енергозабезпеченість. Необхідність збільшення використання відновлювальних джерел енергії визначається не лише екологічною чистотою біопалива, а й вичерпаністю традиційних вугільних та нафтових запасів.

Аналізи показують, що запаси традиційних паливних ресурсів у світі будуть вичерпані незабаром через зростаючі темпи їх використання: нафти - через 40 років, природного газу - 62 роки, вугілля - 224 роки, урану - 40 років. Ураховуючи це, реалізація політики енергозабезпечення стає питанням енергетичної безпеки держави та стабільності національної економіки.

Мета роботи – здійснити дослідження реалізації інноваційної технології вирощування фіто енергетичних рослин в умовах полісся.

РОЗДІЛ 1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Аналіз останніх досліджень та постановка завдання

Недавні дослідження та публікації вказують на те, що в основному передбачення віддають перевагу використанню рослинних відновлювальних біопалив. Для порівняння, уявімо вугільний шар товщиною в 1 метр (насправді, це дуже тонкий шар, часто неефективний за нинішніх цін на вугілля), порівняно з полем багаторічної трави. Зрозуміло, що вугільний шар неможливо витягнути повністю. Але навіть якщо зменшити обсяг вугілля ще в 2 рази, різниця між концентрованістю вугільного палива та біопалива становитиме більше 1000 разів. Тому при розгляді нових джерел викопного палива важливо оцінювати не лише загальний обсяг таких ресурсів, але й ступінь їх «сконцентрованості» та «доступності».

З урахуванням цього, давайте розглянемо варіанти, що наразі пропонуються як альтернатива традиційним джерелам нафти та газу. Серед цих альтернатив варто виділити полярну нафту, глибоководну нафту, нафтоносні сланці (для важкої та надважкої нафти), а також нетрадиційний вугільний газ та сланцевий газ.

Обсяги цих альтернатив, в порівняно з традиційними нафтою і газом, можна оцінити за допомогою наведеного вище рисунку 1.1. [8].

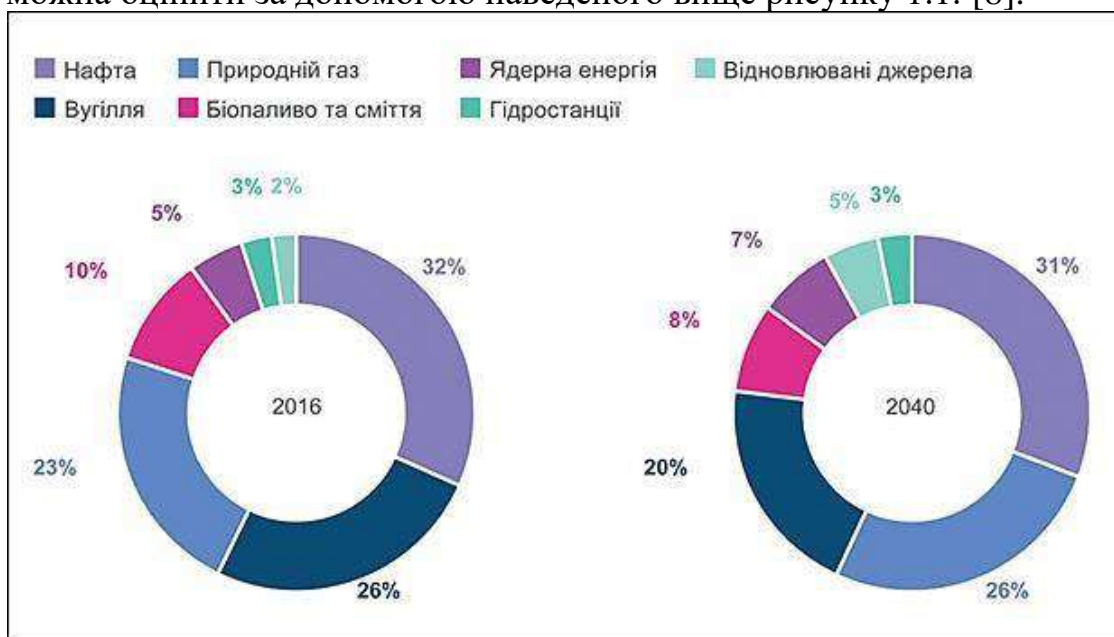


Рис. 1.1. Прогноз розвитку світової енергетики до 2040 року.

Навіть з урахуванням абсолютних обсягів видобутку, альтернативні джерела енергії не можуть вважатися серйозною заміною для «традиційних» нафти та газу. Швидкий розвиток промисловості призводить до зростання забруднення навколишнього середовища, що виявляється у забрудненні повітря, води і

грунту. Це призводить до деградації довкілля, а зокрема до небезпечного забруднення важкими металами та токсинами, такими як олово, кадмій, цинк, мідь, хром.

Наприклад, через Чорнобильську катастрофу в Україні радіаційному забрудненню піддалося понад 6 мільйонів гектарів, а в Росії - близько 5 мільйонів гектарів, більшість з яких припадає на сільськогосподарські угіддя. На таких забруднених територіях вирощування їжі є неможливим, і вирощування кормових культур обмежене. Рекультивація цих територій шляхом вирощування рослин для промислових або енергетичних цілей може сприяти систематичному зниженню рівня забруднення.

Індустріальні викиди, зокрема велика кількість CO₂, що виходить в атмосферу, створюють загрозу у вигляді посилення парникового ефекту. У світовому масштабі, рослини є основними поглиначами CO₂. Запровадження нових видів рослин, що ефективно поглинають вуглекислий газ і забезпечують великий врожай біомаси для енергетичних цілей, може значно зменшити викиди CO₂.

Зараз вирощування рослин для енергетичних цілей стає все більш рентабельним і привертає увагу багатьох сільськогосподарських виробників. Однак, є й негативний аспект. Наприклад, ріпак, який є однією з основних культур для виробництва біодизеля. Площі, призначені для вирощування ріпаку, зростають щороку. За даними ООН, врожаї ріпаку збільшувалися з 36 млн. тонн у сезоні 2003-2004 років до 58 млн. тонн у сільськогосподарському році 2008-2009. Однак ріпак вимагає високої родючості ґрунту, і після кількох років вирощування земля стає виснаженою, що робить її непридатною для вирощування харчових культур.

Отже, розширення площі для вирощування деяких енергетичних культур може призвести, з одного боку, до зменшення площ під харчовими культурами, а з іншого - до скорочення загальної площі сільськогосподарських земель, придатних для вирощування продовольчих культур. Це може призвести до зростання цін на продукти харчування. Один із варіантів для запобігання підвищенню цін - використання земель, які виведені з сільськогосподарського використання, що є достатньою у Згурівщині (340 тис. гектарів).

Крім того, Європейська комісія розробила проект закону про заборону імпорту в Євросоюз ряду сортів біопалива, виробництво яких має негативний вплив на природу, землю і клімат. Ці обмеження також стосуються біопалива, виробництво якого потребує значних енергетичних витрат, включаючи енергію, спожиту на виробництво добрив для вирощування рослин, з яких виготовляється альтернативне паливо.

Потрібно знайти такі культури, які забезпечуватимуть великий вихід біомаси протягом тривалого періоду за мінімальних витрат і не завдаватимуть шкоди місцю вирощування та екосистемі в цілому. До категорій рослин, що можуть служити джерелом біоенергії, належать чотири групи:

- Деревні рослини швидкої ротації, такі як тополя, верба, евкаліпт;
- Швидкоростучі багаторічні трав'янисті рослини, які включають *Miscanthus* spp., *Arundo* spp., *Spartina* spp.;
- Багаторічні дводольні рослини, наприклад, *Cynaria* spp.;
- Однорічні рослини, серед яких можна виокремити *Sorghum* spp.

1.2. Морфологічні характеристики та особливості *Miscanthus* spp

У Національному ботанічному саду ім. М. М. Гришка НАН України протягом багаторічного періоду проводяться інтродукційні та селекційні дослідження видів роду *Miscanthus*. Зібрано генофонд, який нараховує 20 таксонів. Вивчено біологічні, екологічні, біохімічні і морфологічні особливості рослин, визначено врожайність надземної маси, продуктивність та енергетичну цінність різних видів, форм і сортозразків.

Дослідженнями особливостей росту і розвитку рослин різних видів, форм та сортозразків *Miscanthus* встановлено, що залежно від видових особливостей та року життя інтродуценти завершують вегетацію у фазу виходу в трубку, у фазу появи волоті або у фазі цвітіння – плононошення.

В умовах Правобережного Лісостепу України рослини досліджуваних зразків починають відростати у I декаді квітня (табл. 1.1).

Таблиця 1.1.

Сезонний ритм розвитку представників роду *Miscanthus*

Вид, форма, сорт	Відростання	Кущіння	Вихід у трубку	Поява волоті	Цвітіння	Плононошення
ЕСБМЦ-1	+ - 3 доби	+ - 4 доби	+ - 3 доби	+ - 3 доби	+ - 5 діб	+ - 4 доби
ЕСБМЦ-2	+ - 4 доби	+ - 3 доби	+ - 4 доби	+ - 4 доби	+ - 4 доби	+ - 3 доби
Снігопад	+ - 3 доби	+ - 3 доби	+ - 4 доби	+ - 3 доби	+ - 4 доби	+ - 2 доби
Велетень	+ - 4 доби	+ - 5 діб	+ - 6 діб	+ - 4 доби	+ - 6 діб	-
ЕСБМК-2	+ - 5 діб	+ - 6 діб	+ - 6 діб	+ - 5 діб	+ - 7 діб	-
Гулівер	5+- діб	6+- діб	5+-діб	7+- діб	-	-

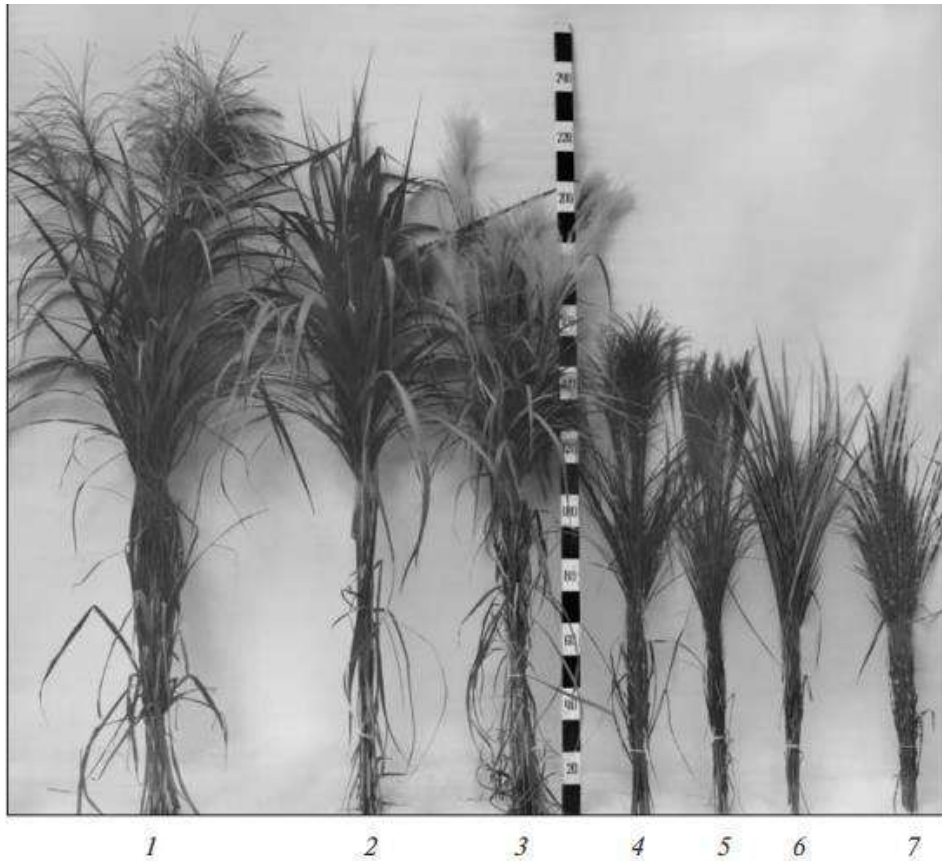


Рис. 1.1. Видове та формове різноманіття *Miscanthus*

Інтенсивне відростання в більшості форм припадає на II декаду квітня. Пізні форми розпочинають активний ріст в останню декаду квітня. У форм *M. sacchariflorus* основні фази розвитку настають раніше та дружніше за інші зразки. Так, фаза виходу у трубку у рослин різних форм *M. sacchariflorus* настає в II декаді липня, поява волоті в III декаді липня-I декаді серпня, цвітіння у II-III декаді серпня, тоді як у форм *M. sinensis* ці фази настають у II декаді серпня, I-II декаді вересня та II-III декаді жовтня відповідно. Всі форми та сортозразки *M. sinensis* вирізняються пізнішим настанням фаз розвитку. До завершення вегетаційного періоду рослини всіх форм цього виду, на відміну від *M. sacchariflorus*, залишаються зеленими.

Для *M. giganteus* в умовах Правобережного Лісостепу України характерна розтягнута фаза кушіння. Генеративний період розвитку у рослин не настає масово навіть на багаторічних плантаціях. Майже в усіх рослин спостерігається фаза виходу у трубку.

Аналіз формового різноманіття *Miscanthus*, зібраного у відділі нових культур НБС ім. М.М. Гришка НАН України, свідчить про те, що вони суттєво відрізняються за біоморфологічними особливостями, габітусом, ростом та розвитком рослин (рис. 1.2).



Рис. 1.2. Сорт «Снігопад» у фазу цвітіння

У результаті інтродукційної і селекційної роботи створено три сорти *Miscanthus*. "Снігопад" (*M. sacchariflorus*), "Велетень" (*M. sinensis*), "Гулівер" (*M. giganteus*) (рис.1.3-1.4).

Основні морфометричні параметри рослин *Miscanthus* залежали від видових, формових, сортових особливостей та інших чинників. У період інтенсивної вегетації, коли настає початок технічної стиглості, рослини досягають великого розміру. Найбільшими ростовими параметрами характеризувалися рослини *M. sinensis* та *M. giganteus* (табл. 1.2).

Найбільша висота рослин та довжина листка притаманні рослинам *M. giganteus*, найбільший діаметр стебла, кількість міжвузлів на пагоні та ширина листкової пластинки зразкам *M. sinensis*, найменші ростові показники у цей період мають рослини *M. sacchariflorus*, проте вони формують найбільшу кількість надземних пагонів на одиницю площі.



Рис. 1.3. Сорт «Гулівер» у фазу виходу в трубку

В умовах України наприкінці вегетації рослини можуть досягати висоти від 120 до 350 см. У рослин *M. × giganteus* у цей період відзначено найбільшу висоту, кількість листків на стеблі та їх розміри, у рослин *M. Sinensis* найбільший діаметр стебла, кількість міжвузлів на стеблі та довжина волоті. Найменші ростові показники притаманні рослинам *M. Sacchariflorus*.

Для рослин *M. sinensis* характерно найбільше формове різноманіття листків (за розмірами, забарвленням). Трапляються листки світло-зеленого, білого, жовтого, бурого забарвлення з поздовжніми або поперечними смугами та штрихами. Окремі форми рослин мають вузько ланцетну листову пластинку.

Таблиця 1.2.
Морфометрична характеристика представників роду *Miscanthus* у період вегетації

Вид, форма, сорт	Фаза розвитку	Висота, рослин	Діаметр стебла	Кількість міжвузлів	Кількість листків на стеблі	Довжина листків	Ширина листків

				на стеблі, шт.			
ЕСБМЦ-1	Початок цвітіння	207,9	4,7	7,9	10,8	65,6	1,6
Снігопад		226,7	4,8	8,8	11,9	63,8	1,9
ЕСБМГ-3	Вихід у трубку	211,5	11,1	6,6	12,3	95,7	2,7
Гулівер		278,6	11,4	7,4	12,4	105,7	2,5
ЕСБМК-8		238,3	13,4	9,7	14,0	89,6	3,0
Велетень		248,2	14,6	9,4	14,4	97,0	3,2

Визначено основні морфологічні характеристики волоті (форма, довжина, ширина, кількість гілочок у волоті та їх розміри і форма тощо) різних видів та форм *Miscanthus*. Ці показники як важливі діагностичні ознаки було використано для розробки методики експертизи видів і сортів *Miscanthus* на відмінність, однорідність та стабільність [16, 17].

У рослин різних видів *Miscanthus* через 100- 135 діб після початку вегетації настає фаза появи волоті. Це припадає на кінець липня-початок серпня. До фази цвітіння волоть досягає довжини 15-30 см і ширини 6-15 см.

Волоть рослин *Miscanthus sinensis* суттєво відрізняється за формою та морфометричними показниками залежно від форми. За довжиною, шириною волоті, кількістю гілочок у волоті та їх довжиною лідером є сорт Велетень. Найменші показники зафіксовано у форми ЕСБМК-2.

Волоть *M. sinensis* має веретеноподібну, конусоподібну та еліпсоподібну форму. Вона складається з 25-50 гілочок, завдовжки 20-25 см.

Гілочка волоті рослин залежно від умов вегетації містить 1-10 гілочок другого порядку.

Гілочки волоті рослин форм *M. sinensis* мають різний ступінь хвилястості. Вони можуть бути злегка, помірно або дуже хвилястими.

Як було зазначено вище, *M. × giganteus* залежно від багатьох факторів на другий та наступні роки життя може утворювати волоть. Подібно до *M. sinensis* волоть у *M. × giganteus* також має веретеноподібну, конусоподібну або еліпсоподібну форму.

1.3. Морфологічні характеристики та особливості *Panicum virgatum* L.

На даний час інтенсивне використання вичерпних джерел енергії вимагає від людства залучення та використання альтернативи у забезпеченні своїх потреб в енергоресурсах. Дослідження нових енергоносіїв для України є досить важливим, тому що за прогнозами експертів видобуток нафти в різних регіонах світу в майбутньому почне сповільнюватись. Поряд з цим зі зменшенням світових запасів нафти спостерігається тенденція до підвищення цін на неї. Тому, в перспективі паливо нафтового походження буде все більше витіснятись паливом отриманим на основі альтернативних джерел енергії – біопаливом [4, 5].

Для зменшення витрат традиційних джерел енергії і використання біопалива із фітомаси практичний інтерес представляють такі рослини: світчграс (рис. 1.4), міскантус, сорго й ряд інших біоенергетичних культур [6, 12]. Світчграс, або просо лозовидне (*Panicum virgatum*) – це прямостояча, теплолюбна, багаторічна рослина (C4), вид проса, в природних умовах росте в Північній Америці вздовж 45-55° північної довготи. Рослина має прямостоячі стебла різного кольору, які досягають 0,5-2,7 м у висоту, розмножується насінням і кореневищем. Суцвіття – відкрита волоть довжиною 15-50 см.

Потужна коренева система може досягати до 3 м у глибину. Продуктивність фітомаси змінюється в межах від 6 т сухої речовини на ґрунтах з низькою родючістю до 25 т на ґрунтах з високою родючістю. За

умови хорошого догляду можна збирати урожай протягом 15 років.

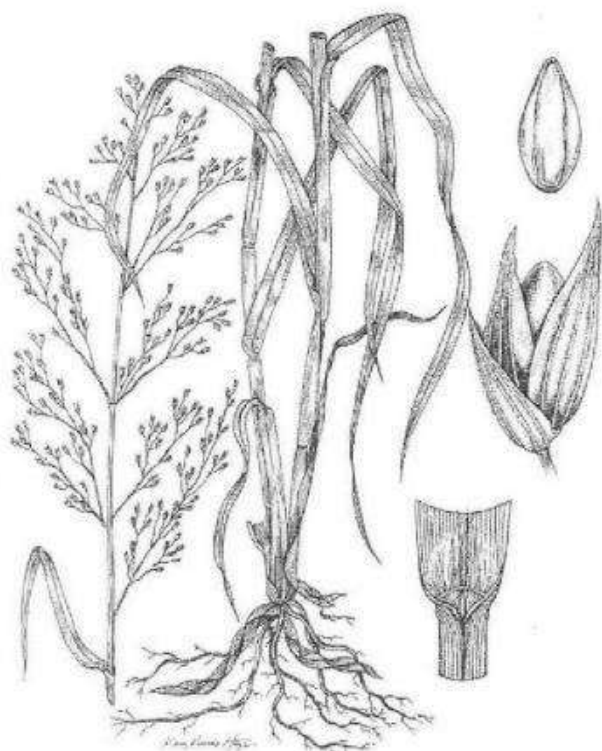


Рис. 1. Світчграс, просо лозовидне (*Panicum virgatum*):

- суцвіття волоть;
- коренева система мичкувата;
- стебло соломина;
- листки ланцетні;
- листкова піхва; – насінневі луски; – плід зернівка.

Перевагами вирощування біомаси світчграсу для навколишнього середовища є: не використання пестицидів, боротьба з ерозією ґрунтів, сприяння збереженню природних умов, поліпшенню структури ґрунту та зменшення викидів парникових газів. Зі збільшенням використання біомаси в Україні, світчграс може відігравати важливу роль у постійному забезпеченні необхідної кількості виробленої біомаси з низькою собівартістю вирощування цієї культури [3, 9, 10].

Існує два основних екотипи світчграсу: низовинні та височинні. Низовинні види вирощуються на вологих ґрунтах – вони мають високі, товсті, грубі стебла, які ростуть кущами. Височинний тип адаптований до сухого клімату – вони мають тонші стебла, ніж низовинні та більшу їх кількість [4]. Дослідженнями L.E. Moser і K.P.Vogel [13] встановлено, що сорти, які походять з Південної Америки найкраще пристосовані для вирощування для південних територій Європи, проте вони також продуктивні і в північній Європі, але холодостійкість їх менше порівняно з сортами північного походження.

Насіння проса лозовидного починає проростати за температури не нижче +6 - 8 °С, але дружне проростання спостерігається при прогріванні ґрунту до +15- 16 °С. Якщо в період проростання температура знижується до +8- 9 °С, сходи з'являються тільки через 15 -18 днів. Сходи витримують незначні заморозки до - 2 °С, а за температури -3-5 °С здебільшого гинуть або сильно пошкоджуються. Дуже шкідливою для сходів проса лозовидного є тривала одночасна дія низьких позитивних температур (+6 -10 °С) та хмарної погоди. [17]. У рослин при цьому значно знижується фотосинтез, що може стати причиною їх загибелі.

Якість сортів пізніх строків дозрівання також може погіршитися у зв'язку з підвищеною вологістю та високим вмістом поживних речовин у біомасі під час збирання врожаю, які не перемістилися до нижньої частини рослин. Це зменшує шанс повторного проростання навесні та збільшує вміст золи в надземній частині рослин, що небажано при використанні їх для виробництва енергії, виготовлення целюлози та інших волокон.

Таблиця 1.3 Характеристика сортів світчграсу

Екотип	Плоїдність	Походження	Строк дозрівання	Сорт (українська і англійська назва)
**	тетраплоїд	Південна Дакота	дуже ранній	Форесбург (Forestburg)
**	тетраплоїд	Південна Дакота	ранній	Небраска (Nebraska)
**	-	Південна Небраска	середньоранній	Санбурст (Sunburst)
**	-	Південна Дакота	середній	Кейв-ін-Рок (Cave-in-rock)
**	октаплоїд	Південний Іллінойс	середньопізній	Картадж (Carthage)
**	октаплоїд	Північна Кароліна	пізній	Аламо (Alamo)
*	тетраплоїд	Південний Техас	дуже пізній	Канлов (Kanlow)

Примітка: ** - височинний, * - низинний екотип

Одним із основних завдань правильного обробітку ґрунту є створення найбільш сприятливого водно-повітряного, теплового і поживного режимів ґрунту протягом усього періоду вегетації рослин. Крім поліпшення фізичних, хімічних і біологічних властивостей, правильний обробіток ґрунту сприяє знищенню бур'янів, шкідників і збудників хвороб сільськогосподарських рослин, при загортанні в ґрунт добрив і рослинних решток створює сприятливі умови для високоякісної сівби, одержання повних і дружніх сходів і таким чином для підвищення ефективності всіх інших агротехнічних, хімічних, біологічних заходів, які проводяться з метою підвищення врожайності біомаси.

Система обробітку ґрунту для вирощування проса лозовидного, як і під інші сільськогосподарські культури складається з основного, ранньовесняного, передпосівного і міжрядного обробітків [12].

Насіння культури дрібне і для дружнього проростання потребує не глибокого загортання в ґрунт, достатньої кількості вологи, тепла і повітря в посівному його шарі. Окрім того, сходи проса лозовидного слабо конкурують з бур'янами, що ускладнює технологію його вирощування в перший рік вегетації. Створити оптимальні умови для культури на початкових і подальших етапах вирощування особливо на не окультурених або з низькою родючістю ґрунтах можливо лише за нестандартного і творчого підходу до підготовки полів.

Результати досліджень вирощування світчграсу в Європі показують, що сорти південного походження можуть вирощуватися далі на півночі Європи, порівняно з американським континентом. В європейських умовах було протестовано значну кількість сортів американського походження і багато з них виявились придатними для вирощування в тому чи іншому регіоні. Наприклад, сорт світчграсу Кейв-ін-Рок більш адаптований для вирощування до умов північно-західної Європи (Великобританія, Нідерланди).

Сорт Канлов адаптований до більш південних територій (південна Великобританія, північна Італія). Ці сорти можуть переносити зниження температури в зимовий період на північніших територіях, в умовах України її зимостійкість знижується.

Сорт світчграсу Аламо найкраще підходить для вирощування в південних регіонах Європи (Греція, Італія) в наших умовах в зимовий період він гине. Саме тому, в рамках проекту «Pellets for power», групою компанії «Фітофьюелз Інвестменз» та міжнародними експертами «Інституту біомаси та сталого розвитку», вченими науково-дослідних установ України проводиться робота по вивченню екотипів світчграсу, елементів технології вирощування культури, переробки сировини та отримання біопалива.

Зважаючи на біологічні особливості *Panicum virgatum* L у фазі завершення вегетації усі пластичні речовини переміщуються до вузла кущення та кореневої системи. Це сприяє успішній перезимівлі рослин. Суміші типів проса прутоподібного, як правило, характеризуються високими та стабільними показниками врожайності. За умови збору врожаю після закінчення вегетації височинні екотипи забезпечують добру перезимівлю рослин. По термінам такий збір припадає на пізньоосінній період, а саме після перших осінніх заморозків. Для забезпечення хорошої зимостійкості виробничники практикують висівання сорту 'Kanlow' разом з 'Cave-in-Rock'. Просо прутоподібне має дрібне насіння з високим рівнем стану спокою. За крупністю, насіння проса прутоподібного поділяють на: крупне – маса 1000 насінин $\geq 1,8$ г, середнє – маса 1000 насінин 1,5–1,8 г, дрібне – маса 1000 насінин $\leq 1,5$ г [30].

Основною проблемою дрібнонасієних сортів, є ризик низької польової схожості насіння та густоти стеблостою. Тому дану особливість слід враховувати на важко глинистих ґрунтах. Типовим для височинних типів *Panicum virgatum* L. є нижчий стеблостій в порівнянні з низовинними та тонші за діаметром стебла. Височинний тип краще адаптований до сухих і прохолодних умов. Поряд з цим, низинні типи краще ростуть та розвиваються в більш теплих, вологих місцях. Однак, низовинні мають переваги за продуктивністю. Сорти низинного типу є тетраплоїдними ($2n = 4x = 36$). Височинні складаються з генотипів, які є і тетраплоїдними і октоплоїдами ($2n = 8x = 72$). Нещодавно науковцями були виявлені лінії низинного екотипу – восьмиплоїдні [22].

Загальновідомо, що на життя рослин, їх ріст і розвиток впливають як біотичні так і абіотичні фактори. Для нормального росту і розвитку рослина має бути забезпечена: теплом, світлом, ґрунтом, водою, елементами живлення, оптимальним простором (площею живлення), відповідним доглядом. Основною вимогою при вирощуванні *Panicum virgatum* L. в перший рік вегетації є боротьба з бур'янами. Тому підготовка ґрунту передбачає очищення поля від бур'янів з послідуною сівбою.

Зазвичай у перший вегетаційний рік бур'янів з'являється настільки багато, що на полі їх складно відрізнити від сходів самого світчграсу. Відомо, що бур'яни суттєво впливають на ріст рослин проса прутоподібного. Тому, боротьба з ними на полі під час вегетації *Panicum virgatum* L є дуже важливим агротехнічним заходом. Перший рік вегетації світчграсу характеризується повільним ростом та слабо розвиненими сходами порівняно із бур'янами, які є однією із причин нерівномірного розвитку травостою, а іноді й повної загибелі рослин [39]. З послідуючими вегетаційними роками рослини проса прутоподібного пригнічують бур'яни в посівах. Це відбувається за рахунок інтенсивного кущення. Відбувається саморегуляція травостою. Це впливає на кінцеву врожайність фітомаси світчграсу.

Отже, за правильного підбору екотипів світчграсу та відповідної агротехніки вирощування, отримання фітомаси та її використання для виробництва енергії дозволить не тільки здешевити сировину, порівняно з інтенсивним використанням викопного палива (вугілля, природного газу та нафти), але і знизить ризик глобального потепління та сприятиме збереженню біорізноманіття.

РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Обладнання, об'єкти дослідження та їх забезпечення

Основними джерелами інформації для дослідження були наукові праці та розробки, що стосуються перспектив виробництва твердого біопалива. У процесі дослідження використовувалися методи аналітичного, кількісного та якісного порівняння. Результати дослідження, викладені в дипломній роботі, вказують на можливість перетворення наукових розробок у інноваційні продукти, які можуть бути успішно комерціалізовані. Проект, побудований на основі результатів досліджень та аналітичних даних, сприятиме стабілізації енергетичної галузі, яка в Україні знаходиться в складній ситуації.

До цього часу в Україні не вирощували фітосировину спеціально для виробництва біопалива, але останнім часом спостерігається позитивна тенденція в цьому напрямі. Об'єктами дослідження стали високопродуктивні культури світчграсу і міскантусу, які мають великий потенціал у виробництві вегетативної біомаси. Це спричиняє необхідність активізації вирощування цих культур, оскільки світові запаси нафти та газу зменшуються, а ціни на енергоресурси зростають, що вимагає розвитку виробництва біопалива в Україні.

Розв'язання проблем виробництва біопалива в умовах жорсткої конкуренції можливе лише за допомогою широкого впровадження передових інноваційних технологій. Використання досягнень науки дозволить значно підвищити ефективність виробництва фітопалива, модернізувати його та застосовувати інтенсивні адаптивні технології виробництва світчграсу та міскантусу. Це передбачає широке використання результатів моделювання та удосконалення технологічних процесів, а також загальне науково-методичне та технологічне забезпечення всього процесу виробництва. Таким чином, інновації спрямовані на впровадження виробниками фітопаливного комплексу на базі енергоефективних технологій. Значний потенціал для збільшення валових зборів сухої маси світчграсу та міскантусу полягає у їх розміщенні у найбільш сприятливих районах, що дозволить оптимально використовувати матеріально-технічні ресурси, боротися з бур'янами, шкідниками та хворобами, і створити оптимальні умови для їх росту та розвитку.

Інноваційним видом продукції є фітопаливо, яке виготовляється з рослин світчграсу та міскантусу за допомогою комплексної технології вирощування, адаптованої до природних умов. Цей вид палива має ряд переваг:

- Зменшена собівартість порівняно з іншими видами палива, завдяки енергоефективним технологіям вирощування багаторічних рослин та оптимізації агротехніки.

- Висока урожайність, яка забезпечує щорічний збір сухої маси від 6 до 25 тонн на гектар протягом 15 років, та зниження залежності від імпортованих енергоносіїв.
- Високий рівень екологічної чистоти та якості продукції, оскільки застосовуються екозберігаючі технології виробництва, а також рослини поглинають вуглекислий газ в процесі вегетації, що сприяє зменшенню викидів при спалюванні.

Культури світчграсу та міскантусу відзначаються значним агротехнічним значенням. Вони відомі своєю низькою вимогливістю до родючості ґрунту, мінімальним використанням пестицидів (зниження на 90% порівняно з однорічними трав'яними культурами), здатністю запобігати ерозії ґрунтів та покращувати його якість. У відміну від інших культур, таких як ріпак або соняшник, вони не виснажують ґрунт, а навпаки, накопичують вуглець. При належному догляді забезпечують щорічне збирання врожаю до 25 тонн сухої маси на гектар протягом 15-20 років.

Однією з основних переваг є низька вартість вирощування. Кліматичні умови більшості регіонів України є сприятливими для їхнього вирощування, що дозволяє ефективно накопичувати енергію біомаси протягом вегетаційного періоду.

Світчграс та міскантус можуть стати важливими джерелами лігноцелюлозної біомаси для виробництва твердого та рідкого біопалива, забезпечуючи потрібну кількість сировини щорічно. Отже, вирощування культур світчграсу та міскантусу для виробництва біопалива має численні переваги, які стають важливими у зв'язку з необхідністю розвитку екологічно чистих джерел енергії.

Узагальнено, ключовими складовими високоефективної ресурсозберігаючої технології вирощування світчграсу та міскантусу є такі інноваційні рішення:

Інноваційна технологія вирощування світчграсу, яка охоплює нові методи підготовки ґрунту, сівби, агротехнічного догляду, механізованих процесів збирання та захисту від шкідників і хвороб. Потенційна урожайність світчграсу може досягати 20-25 тонн сухої маси на гектар щорічно.

Інноваційна технологія вирощування міскантусу, що включає нові методи підготовки ґрунту, розсадки, агротехнічного догляду, механізованих процесів збирання та захисту від шкідників і хвороб. Можлива урожайність міскантусу може становити 25 тонн сухої маси на гектар річно і більше.

- Інтегрована система організаційно-економічних заходів з використанням контрактово-технологічного механізму відносин, яка сприяє трансферу інноваційних продуктів та продукції на ринок. Ця комплексна високоефективна технологія виробництва фітопалива забезпечує високі

врожайності та вихід сухої маси з гектара насаджень за мінімальних витрат матеріально-грошових ресурсів, праці та енергії. До цієї комплексної технології входять такі науково-технічні розробки провідних вчених:

Теоретичні основи розробки та оптимізації технологічних процесів обробітку ґрунту, сівби, догляду та збирання, а також виробництва фітосировини світчґрасу та міскантусу, адаптованих до конкретних ґрунтово-кліматичних умов в Україні.

Визначення сортів світчґрасу та міскантусу з високою врожайністю сухої маси залежно від ґрунтово-кліматичних умов.

Дослідження складу та особливостей популяції грибів та інших хвороботворців і розробка методів добору стійких до хвороб сортів світчґрасу та міскантусу.

Розроблення основ визначення синтезу, накопичення сухої маси в рослинах та їх теплової ефективності, а також теоретичні основи з вирощування світчґрасу та міскантусу з підвищеною продуктивністю.

Розроблення технології передпосівної обробки насіння світчґрасу та ризомів міскантусу, яка дозволить забезпечити посівний матеріал з високими якісними показниками.

Розроблено методи обробітку ґрунту, сівби насіння та садіння ризомів, контроль бур'янів у посівах світчґрасу та насаджень міскантусу, захист рослин від шкідників та хвороб, а також способи оцінки і регулювання родючості ґрунту з максимальним збереженням корисної ентомофауни.

Розроблені основи механізації виробництва світчґрасу та міскантусу на основі вітчизняних багатофункціональних енергетичних засобів. Основні технічні параметри інноваційного бізнес-проекту високопродуктивного фітопаливного виробничого комплексу, що базується на використанні високоефективних адаптивних технологій для вирощування світчґрасу на площі 5000 га з урожайністю сухої маси 15 т/га та міскантусу на площі 1000 га з урожайністю сухої маси 20 т/га, враховано зону вирощування і розраховано на 15 років.

Науково-інноваційне забезпечення проекту включає в себе такі блоки:

«А» високоефективна ресурсозберігаюча адаптована до умов вирощування технологія виробництва фітопалива світчґрасу;

«В» - високоефективна ресурсозберігаюча адаптована до умов вирощування технологія виробництва фітопалива міскантусу;

«С» - рекомендовані сорти світчґрасу і міскантусу з високою врожайністю сухої маси залежно від ґрунтово-кліматичних умов вирощування;

«D» - розроблені методи добору сортів світчґрасу та міскантусу, стійких до хвороб;

«Е» - розроблені основи визначення синтезу, накопичення сухої маси в рослинах та їх теплотворні у здатність;

«F» - технологію передпосівної обробки насіння світчграсу та резонів міскантусу, освоєння якої дасть можливість у повному обсязі забезпечити посівним та садивним матеріалом з якісними показниками світового рівня;

«O» - розроблені прийоми обробітку ґрунту, сівби насіння та садіння резонів. контролю бур'янів у посівах світчграсу та насадженнях міскантусу, контролювання бур'янів у посівах та насадженнях, захисту рослин від шкідників та хвороб, способи оцінки і регулювання складових родючості ґрунту при максимальному збереженні корисної ентомофауни;

«H» - розроблені основи механізації виробництва світчграсу і міскантусу на базі вітчизняних енергетичних засобів багатоцільового призначення;

«I»- система трансферу інноваційних технологій і продукції фітопалива світчграсу і міскантусу;

«L» - типові бізнес-розрахунки з виробництва фітопалива світчграсу і міскантусу для інноваційного бізнес-проекування (на площі 100, 500, 1000, 5000 га) Для виконання проекту необхідні: виконавці, здатні виконувати поставлені завдання; виробничі площі для втілення проекту; виробничі потужності переробляння фітосировини.

Реалізація даного інноваційного проекту сприятиме підвищенню показників виробництва товарної продукції, покращанню технологічних якостей фітопалива світчграсу та міскантусу. Забезпечення господарств всіх форм власності фітопаливом високої якості, отриманим па основі використання високопродуктивних сортів світчграсу та міскантусу. економічно сприятиме розвитку біопаливної та інших галузей. Тому за масштабами його слід віднести до міжгалузевого.

Проект спрямований на підвищення ефективності виробництва фітопалива, покращання якості продукції, зміцнення матеріально-технічної бази вирощування світчграсу та міскантусу. формування ринкових засад руху біопалива, максимальне заміщення імпортного палива шляхом ефективного виробництва власного біопалива та розширення можливостей його експорту.

Використання продукції, отриманої внаслідок реалізації проекту, дасть можливість значно зменшити забрудненість навколишнього середовища та підтримати національного виробника продукції рослинництва.

Застосування високоефективної технології виробництва фітопалива, розробленої провідними фахівцями, відповідає світовій тенденції переходу розвинутих країн на високопродуктивні види виробництва біосировини та біопалива у відповідності до інноваційної і інтеграційної політики. Основна перевага даної технології перед аналогами полягає в комплексному підході до розв'язання економічних, біологічних, технічних та природоохоронних проблем.

2.2.Опис інноваційного продукту

Адаптована до природних ґрунтово-кліматичних та агроекологічних умов комплексна високоефективна ресурсозберігаюча технологія виробництва світчграсу та міскантусу є результатом інноваційного проекту.

Ця модель високоефективної технології включає ряд складних компонентів:

1) Сучасні агротехнічні розробки для оптимізації технологічних процесів обробки ґрунту та сівби, адаптовані до конкретних ґрунтовокліматичних умов зон вирощування в Україні.

2) Використання високоврожайних сортів світчграсу та міскантусу, відібраних для конкретних зон вирощування.

3) Застосування нової композиції мікроелементів та оптимізованого складу захисно-стимулюючих речовин.

4) Високоефективний екологічний захист посівів світчграсу та насаджень міскантусу від бур'янів.

5) Захист посівів світчграсу та насаджень міскантусу від шкідників і хвороб.

6) Оптимізація витрат матеріальних та фінансових ресурсів за рахунок підвищення якості робіт, вчасного виконання робіт, підвищення врожайності і збору сухої маси.

7) Ефективне використання фітосировини.

8) Ефективна система організаційно-економічних заходів та багатопланова контрактно-технологічна система.

Діктований вислів усміхається та гордиться високою продуктивністю нової технології вирощування фітопалива із світчграсу і міскантусу. Ця комплексна інноваційна система забезпечує високу врожайність та великий вихід сухої маси на гектар посівів при мінімальних витратах ресурсів та праці.

Завдяки цій новій технології можна розширити зону вирощування фітопалива за рахунок високої продуктивності нових культур. Показники продуктивності світчграсу та міскантусу доводять, що вони можуть успішно конкурувати на українському ринку з іншими культурами.

Ця інноваційна технологія є універсальною як для індивідуальних, так і для корпоративних виробників фітопалива із світчграсу та міскантусу, а також для переробників фітосировини та виробників біопалива.

Прогнозована стабільна урожайність протягом 15 років для світчграсу в розмірі від 5 до 15 тонн на гектар (починаючи з 5 тонн у перший рік, збільшуючись до 15 тонн у третій та наступних роках) і для міскантусу в розмірі від 5 до 20 тонн на гектар (починаючи з 5 тонн у перший рік, зростаючи до 20 тонн у третій та наступних роках).

Забезпечення прибутковості виробництва навіть в умовах складної та нерегульованої державної політики.

Покращення якості сировини.

Щорічне оновлення виробництва фітопалива протягом 15-20 років з одноразово засіяної площі.

Забезпечення господарств різних форм власності доступними цінами на фітопаливо.

Завдяки комплексному підходу до впровадження інноваційних технологій та використанню наукомістких ресурсів можна організувати виробництво на умовах контрактації, що сприяє розвитку комерційного сектору в цій галузі.

Пошук нових шляхів удосконалення продукту є результатом творчого підходу, що лягає в основу створення високоефективної технології. Ефективне вирішення питань, пов'язаних зі застосуванням передових агротехнічних методів, ефективним використанням засобів захисту рослин та високопродуктивної техніки, дотриманням встановлених строків та стандартів виконання технологічних процесів, сприятиме переходу до оптимальних технологічних схем виробництва, що забезпечать отримання високих врожаїв і максимальний прибуток від реалізації продукції.

Весь технологічний процес від основного обробки ґрунту до збирання продукції повинен бути єдиним, а кожна технологічна операція в ньому тісно пов'язана з іншими і доповнювати одна одну.

Форма реалізації інноваційної продукції.

Реалізація інноваційного продукту передбачається на засадах розробки та опрацювання механізмів реалізації технологічних процесів, а також під замовлення конкретним споживачам на договірних засадах.

При реалізації удосконалених технологічних процесів та оптимізованих елементів технологій передбачається надання на договірних засадах науковометодичного та експертно-консультативного забезпечення та супроводу технологічних і виробничих процесів провідними вченими, залучення досвіду провідних господарств.

Форма реалізації інноваційної продукції.

Реалізація інноваційного продукту передбачається на засадах розробки та опрацювання механізмів реалізації технологічних процесів, а також під замовлення конкретним споживачам на договірних засадах.

РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Сертифікація інноваційної продукції

Для забезпечення виробництва інноваційним продуктом в межах даного проекту необхідно провести наступні роботи з підготовки і передачі у виробництво інноваційного продукту (рис. 3.1).

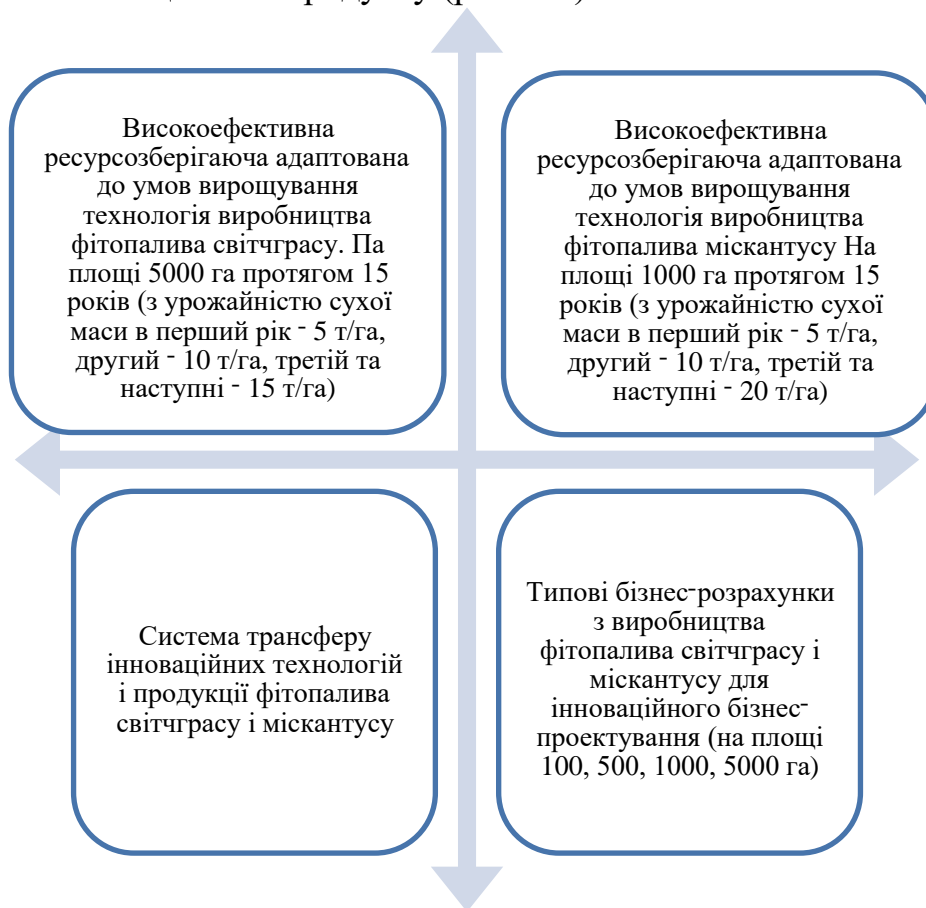


Рис. 3.1. Роботи з підготовки і передачі у виробництво інноваційного продукту

В межах даного проекту НДУ одержує сплату за використання інноваційного продукту у виробництві за трьома напрямками:

- роялті за використання високоєфективних ресурсозберігаючих адаптованих до умов вирощування технологій виробництва фітопалива світчграсу та міскантусу:
- плату за технологічний супровід (послуги), за консультування при виробництві фітопаливної продукції;

- плату при реалізації наукомісткої продукції - розроблених технологічних процесів та оптимізованих елементів технологій вирощування та збирання світчграсу та міскантусу, що забезпечують підвищення продуктивності рослин та якості фітопалива.

Даний інноваційний продукт призначений для внутрішнього ринку. Споживачами будуть підприємства різних категорій і форм господарювання. Термін використання інноваційного продукту-2023-2033 роки.

Форма реалізації інноваційного продукту - контракт з виробником світчграсу та міскантусу на інноваційно-технологічне забезпечення ефективного виробництва з ліцензійним договором на право використання ОІВ і договором про науково-технічний супровід.

Фітопаливо має відповідати необхідним вимогам і супроводжуватись сертифікатом якості.

Товарна продукція, яка буде отримана в результаті застосування у виробництві високоефективної енергозберігаючої технології виробництва фітопалива, забезпечує урожай сухої маси світчграсу 15 т/га, міскантусу - 20 т/га.

3.2. Економічна ефективність

Економічна ефективність полягає в:

- зменшенні собівартості продукції;
- підвищенні конкурентоспроможності продукції і суб'єкта господарювання.

Ефективність виробництва буде отримана за рахунок використання інноваційної високоефективної ресурсозберігаючої адаптованої до умов вирощування технології виробництва фітопалива з світчграсу та міскантусу.

Термін окупності проекту з вирощування світчграсу – 2,8 років, міскантусу 6 років.

Проект є технологічно складним, матеріалоемним і вимагає значних витрат на одиницю площі. Зате дає можливість знизити собівартість продукції, гарантувати постійні прибутки, які за умови реального ціноутворення значно зростуть після оновлення техніки і розрахунків по лізингу.

3.3. Соціальна ефективність

Соціальна ефективність проекту - в результаті розробки та освоєння в межах проекту високоефективних моделей виробництва фітопалива світчграсу та міскантусу. глибоких структурних і якісних змін в галузі буде створена стабільна база для функціонування виробництва біопалива та наукового його забезпечення.

Соціальна ефективність проекту може бути визначена через декілька ключових аспектів, що включають:

Створення робочих місць: Реалізація проекту з вирощування світчграсу та міскантусу може призвести до створення нових робочих місць у сільському господарстві, включаючи фермерські господарства та підприємства, що займаються переробкою біомаси.

Підвищення рівня доходів: Успішна реалізація проекту може допомогти підвищити доходи для фермерів та інших суб'єктів господарювання, які будуть вирощувати фітопаливо.

Зменшення впливу на навколишнє середовище: Вирощування світчграсу та міскантусу може допомогти зменшити використання необхідного для виробництва палива вугілля та інших традиційних джерел енергії, що призведе до зниження викидів парникових газів та інших забруднюючих речовин.

Розвиток місцевих громад: Проект може стимулювати розвиток місцевих громад через створення нових робочих місць, підвищення споживчого попиту та інвестицій у розвиток інфраструктури.

Підвищення якості життя: Зменшення залежності від традиційних джерел енергії та підвищення доступності екологічно чистого фітопалива може покращити якість життя місцевого населення через зменшення забруднення навколишнього середовища та покращення екологічної ситуації.

Оцінка соціальної ефективності проекту може вимагати досліджень та оцінки впливу на місцеві спільноти, економіку та навколишнє середовище.

3.4. Екологічна ефективність

Реалізація проекту сприятиме:

- раціональному використанню факторів довкілля;
- зменшенню негативного впливу на природні ресурси;
- поєднанню економічних та екологічних цілей у виробництві; отриманню екологічно чистої та високоякісної продукції;
- зменшенню забруднення навколишнього середовища

Екологічна ефективність проекту з вирощування світчграсу та міскантусу базується на кількох ключових аспектах:

Зменшення викидів парникових газів: Вирощування світчграсу та міскантусу відбувається природним шляхом, що робить його відновлюваним джерелом енергії. При цьому, при спалюванні фітопалива, викиди парникових газів значно нижчі порівняно з традиційними вугільними та нафтовими джерелами енергії.

Збереження біорізноманіття: Вирощування світчграсу та міскантусу може сприяти збереженню та відновленню місцевого біорізноманіття. Ці культури можуть бути вирощені на землях, які не підходять для інших видів сільськогосподарських культур, тим самим зменшуючи тиск на природні екосистеми.

Захист ґрунтів: Корені світчграсу та міскантусу володіють властивостями, що допомагають у збереженні ґрунтів від ерозії та деградації. Ці культури також можуть допомогти в очищенні ґрунтів від забруднень та важких металів, що сприяє збереженню якості ґрунтових ресурсів.

Енергоефективність: Вирощування фітопалива з використанням світчграсу та міскантусу може бути більш енергоємним, оскільки ці культури зазвичай вимагають менше енергії для вирощування та обробки порівняно з іншими видами біомаси.

Збереження водних ресурсів: Вирощування світчграсу та міскантусу може допомогти в збереженні водних ресурсів, оскільки ці культури зазвичай вимагають менше поливу порівняно з іншими сільськогосподарськими культурами.

Узагальнено, проект з вирощування світчграсу та міскантусу може мати значний позитивний вплив на довкілля, сприяючи зменшенню викидів парникових газів, збереженню біорізноманіття, захисту ґрунтів та водних ресурсів, а також покращенню енергоефективності.

Цей проект виразно відображає важливість екологічної ефективності. Впровадження високоефективної технології виробництва фітопалива зі світчграсу та міскантусу сприяє зменшенню викидів шкідливих речовин у навколишнє середовище, оскільки ці рослини поглинають вуглекислий газ з атмосфери під час свого росту. Використання таких відновлюваних джерел енергії, як фітопаливо, допомагає знизити залежність від традиційних джерел, таких як нафта і вугілля, що зменшує забруднення навколишнього середовища від їх видобутку та споживання.

Крім того, впровадження цього проекту сприятиме поліпшенню якості ґрунту та його родючості, оскільки культури світчграсу та міскантусу здатні до ефективного утримання ґрунтової вологи та поживних речовин. Це дозволяє знизити необхідність у використанні хімічних добрив та збільшує стійкість екосистеми.

Крім того, вирощування фітопалива сприяє біорізноманіттю, оскільки створює сприятливі умови для розвитку місцевих видів рослин і тварин. Це

сприяє збереженню та відновленню природного середовища, а також підтримує екологічний баланс.

Отже, екологічна ефективність цього проекту проявляється у зменшенні викидів CO₂, поліпшенні якості ґрунту та біорізноманітті, що сприяє збереженню навколишнього середовища та збалансованому використанню природних ресурсів.

3.5. Реалізація інноваційної технології вирощування фітоенергетичних рослин

Реалізація інноваційної технології вирощування фітоенергетичних рослин є важливим кроком у напрямку створення стійкого та екологічно чистого джерела енергії. Цей підхід базується на використанні рослин, таких як світчґрас та міскантус, для виробництва біопалива.

Інноваційна технологія включає в себе передові методи обробітку ґрунту, сівби та догляду за рослинами, спрямовані на максимальний врожай та ефективно використання ресурсів. Застосування високоякісних сортів світчґрасу та міскантусу, а також оптимальних методів господарювання сприяє підвищенню врожайності та якості продукції.

Крім того, реалізація цієї технології вирощування сприяє зменшенню викидів CO₂ та інших шкідливих речовин у навколишнє середовище, оскільки рослини поглинають вуглекислий газ під час свого росту. Це дозволяє знизити залежність від традиційних джерел енергії та сприяє збереженню навколишнього середовища.

Таким чином, реалізація інноваційної технології вирощування фітоенергетичних рослин відкриває шлях до створення стійкого та екологічно чистого джерела енергії, що сприятиме забезпеченню енергетичної безпеки та збереженню природних ресурсів для майбутніх поколінь.

Ця інноваційна технологія також сприяє збереженню ґрунтової родючості через оптимізовані методи обробітку ґрунту та використання екологічно безпечних методів захисту рослин від шкідників та хвороб. Вона сприяє підвищенню біорізноманіття та збереженню корисних мікроорганізмів у ґрунті, що в свою чергу сприяє стійкому та екологічно чистому вирощуванню фітоенергетичних рослин.

Крім того, розвиток цієї технології може сприяти соціальному розвитку регіонів, де вона впроваджується. Створення робочих місць у сільському господарстві та супутніх галузях може сприяти зниженню безробіття та збільшенню рівня життя місцевого населення. Крім того, доступ до більш ефективних джерел енергії може підвищити рівень життя населення та сприяти розвитку місцевих громад.

Отже, реалізація інноваційної технології вирощування фітоенергетичних рослин може мати значний екологічний, економічний та соціальний вплив, сприяючи створенню стійкої та екологічно чистої енергетичної системи для майбутніх поколінь.

Більш екологічні джерела енергії, такі як фітоенергетичні рослини, допомагають зменшити викиди шкідливих речовин у атмосферу, порівняно з традиційними джерелами енергії, такими як вугілля та нафта. Це сприяє зменшенню забруднення повітря та покращенню якості навколишнього середовища, що має позитивний вплив на здоров'я людей та екосистеми.

Застосування інноваційних методів обробки ґрунту та вирощування фітоенергетичних рослин може також допомогти зберегти водні ресурси та запобігти забрудненню ґрунту від хімічних речовин, які використовуються у традиційному сільському господарстві. Це важливо для збереження біорізноманіття та здоров'я екосистем, які забезпечують низку корисних екосистемних послуг для людей.

Нарешті, розвиток інноваційних технологій у сфері фітоенергетики може сприяти розвитку нових галузей промисловості та створенню нових робочих місць у сільських та віддалених районах. Це дозволить зменшити міграційний тиск з сільських районів до міст та сприятиме більш рівномірному розподілу економічного розвитку по всій країні.

Застосування інноваційних методів обробки ґрунту та вирощування фітоенергетичних рослин сприяє збереженню природних ресурсів, таких як ґрунт і вода, шляхом зменшення використання хімічних речовин та інтенсивних методів сільського господарства. Це може допомогти у збереженні родючості ґрунту та запобігти його ерозії, а також у зниженні водного стоку з полів, що сприяє збереженню якості ґрунтових вод і водних екосистем.

Крім того, вирощування фітоенергетичних рослин може сприяти збереженню природного різноманіття та відновленню природних екосистем. Деякі види фітоенергетичних рослин можуть використовуватися для відновлення деградованих земель або відсівів, що дозволяє відновлювати різноманіття рослин і відновлювати екосистемні послуги, такі як очищення повітря та підтримання біорізноманіття.

Нарешті, розвиток фітоенергетичної галузі може сприяти розвитку нових екологічно чистих технологій та інновацій у сфері виробництва та переробки біопалива. Це може стимулювати впровадження більш екологічно чистих енергетичних рішень та допомогти зменшити залежність від вугільно- та нафтопродуктів, що має позитивний вплив на здоров'я людей та довкілля.

Переваги інноваційної технології вирощування фітоенергетичних рослин включають:

Екологічна ефективність: Застосування цієї технології сприяє зменшенню використання хімічних добрив і пестицидів, зберігаючи природні ресурси та знижуючи негативний вплив на навколишнє середовище.

Ресурсозбереження: Вирощування фітоенергетичних рослин може допомогти зменшити залежність від нестабільних джерел енергії, таких як нафта та вугілля, та сприяти переходу до більш стійких джерел енергії.

Відновлювані ресурси: Фітоенергетичні рослини є відновлюваним джерелом енергії, що означає, що їх можна вирощувати знову та знову без вичерпання природних ресурсів.

Різноманітність додаткових використань: Деякі фітоенергетичні рослини, такі як міскантус або світчграс, можуть бути використані для відновлення деградованих ґрунтів, що збільшує їхню цінність як вирощуваних культур.

Проте, є деякі недоліки:

Високі витрати на вирощування: Ініціювання інноваційної технології може потребувати значних інвестицій у початковому етапі, таких як витрати на науково-дослідну роботу, впровадження нових технік та обладнання.

Необхідність адаптації: Вирощування фітоенергетичних рослин може вимагати адаптації до місцевих умов вирощування, що може бути складним завданням у деяких регіонах.

Конкуренція з іншими культурами: У деяких випадках фітоенергетичні рослини можуть конкурувати з іншими культурами, такими як продуктивні сільськогосподарські культури, за доступні земельні ресурси.

Незважаючи на ці недоліки, інноваційні технології вирощування фітоенергетичних рослин мають великий потенціал для зменшення негативного впливу на довкілля та розвитку стійких джерел енергії.

Впровадження цієї технології може призвести до значного покращення результативності вирощування фітоенергетичних рослин. Основні результати включають:

Збільшення виробництва екологічно чистого біопалива: Використання цієї технології сприяє збільшенню виробництва біопалива з фітоенергетичних рослин, що може допомогти зменшити залежність від нестабільних джерел енергії та зменшити викиди парникових газів.

Підвищення ефективності використання землі: Інтеграція цієї технології дозволяє ефективно використовувати земельні ресурси для вирощування енергетичних рослин, забезпечуючи високу врожайність та збереження родючості ґрунту.

Зменшення викидів вуглецю: Вирощування фітоенергетичних рослин сприяє відновленню вуглецевого циклу, допомагаючи зменшити викиди вуглецю та сприяючи збереженню клімату.

Енергетична безпека: Збільшення виробництва біопалива за допомогою цієї технології може покращити енергетичну безпеку країни, зменшуючи залежність від імпортованих джерел енергії.

Економічні переваги: Впровадження цієї технології може створити нові робочі місця, сприяти розвитку сільського господарства та промисловості біопалива, а також зменшити витрати на енергію.

Інноваційна технологія вирощування фітоенергетичних рослин є перспективним рішенням у контексті розвитку стійкої енергетики та зменшення негативного впливу на навколишнє середовище. Вона надає можливість забезпечення енергетичних потреб, зменшення залежності від нестабільних джерел енергії та збереження природних ресурсів. Незважаючи на вимоги та витрати на вирощування, ця технологія має значний потенціал для покращення якості довкілля та створення стійких джерел енергії для майбутніх поколінь.

Ця інноваційна технологія вирощування фітоенергетичних рослин відкриває нові можливості для сталого виробництва енергії, забезпечуючи екологічну ефективність та ресурсозбереження. Вона сприяє розвитку відновлюваних джерел енергії та зменшенню залежності від нестабільних джерел енергії. Незважаючи на високі витрати на вирощування та потребу у адаптації до місцевих умов, ця технологія має значний потенціал для покращення екологічної стійкості та ефективності виробництва енергії. Важливо продовжувати дослідження та розвиток цієї технології для забезпечення сталого розвитку енергетичного сектора.

ВИСНОВКИ

Недавні дослідження та публікації вказують на те, що в основному передбачення віддають перевагу використанню рослинних відновлювальних біопалив. Для порівняння, уявімо вугільний шар товщиною в 1 метр (насправді, це дуже тонкий шар, часто неефективний за нинішніх цін на вугілля), порівняно з полем багаторічної трави. Зрозуміло, що вугільний шар неможливо витягнути повністю. Але навіть якщо зменшити обсяг вугілля ще в 2 рази, різниця між концентрованістю вугільного палива та біопалива становитиме більше 1000 разів. Тому при розгляді нових джерел викопного палива важливо оцінювати не лише загальний обсяг таких ресурсів, але й ступінь їх «сконцентрованості» та «доступності».

У Національному ботанічному саду ім. М. М. Гришка НАН України протягом багаторічного періоду проводяться інтродукційні та селекційні дослідження видів роду *Miscanthus*. Зібрано генофонд, який нараховує 20 таксонів. Вивчено біологічні, екологічні, біохімічні і морфологічні особливості рослин, визначено врожайність надземної маси, продуктивність та енергетичну цінність різних видів, форм і сортозразків.

Інтенсивне відростання в більшості форм припадає на II декаду квітня. Пізні форми розпочинають активний ріст в останню декаду квітня. У форм *M. sacchariflorus* основні фази розвитку настають раніше та дружніше за інші зразки. Так, фаза виходу у трубку у рослин різних форм *M. sacchariflorus* настає в II декаді липня, поява волоті в III декаді липня-I декаді серпня, цвітіння у II-III декаді серпня, тоді як у форм *M. sinensis* ці фази настають у II декаді серпня, I-II декаді вересня та II-III декаді жовтня відповідно. Всі форми та сортозразки *M. sinensis* вирізняються пізнішим настанням фаз розвитку. До

завершення вегетаційного періоду рослини всіх форм цього виду, на відміну від *M. sacchariflorus*, залишаються зеленими.

Насіння проса лозовидного починає проростати за температури не нижче +6 - 8 °С, але дружне проростання спостерігається при прогріванні ґрунту до +15- 16 °С. Якщо в період проростання температура знижується до +8- 9 °С, сходи з'являються тільки через 15 -18 днів. Сходи витримують незначні заморозки до - 2 °С, а за температури -3-5 °С здебільшого гинуть або сильно пошкоджуються. Дуже шкідливою для сходів проса лозовидного є тривала одночасна дія низьких позитивних температур (+6 -10 °С) та хмарної погоди. [17]. У рослин при цьому значно знижується фотосинтез, що може стати причиною їх загибелі.

Якість сортів пізніх строків дозрівання також може погіршитися у зв'язку з підвищеною вологістю та високим вмістом поживних речовин у біомасі під час збирання врожаю, які не перемістилися до нижньої частини рослин. Це зменшує шанс повторного проростання навесні та збільшує вміст золи в надземній частині рослин, що небажано при використанні їх для виробництва енергії, виготовлення целюлози та інших волокон.

Основними джерелами інформації для дослідження були наукові праці та розробки, що стосуються перспектив виробництва твердого біопалива. У процесі дослідження використовувалися методи аналітичного, кількісного та якісного порівняння. Результати дослідження, викладені в дипломній роботі, вказують на можливість перетворення наукових розробок у інноваційні продукти, які можуть бути успішно комерціалізовані. Проект, побудований на основі результатів досліджень та аналітичних даних, сприятиме стабілізації енергетичної галузі, яка в Україні знаходиться в складній ситуації.

Розроблені основи механізації виробництва світчграсу та міскантусу на основі вітчизняних багатофункціональних енергетичних засобів. Основні технічні параметри інноваційного бізнес-проекту високопродуктивного фітопаливного виробничого комплексу, що базується на використанні високоефективних адаптивних технологій для вирощування світчграсу на площі 5000 га з урожайністю сухої маси 15 т/га та міскантусу на площі 1000 га з урожайністю сухої маси 20 т/га, враховано зону вирощування і розраховано на 15 років.

Адаптована до природних ґрунтово-кліматичних та агроекологічних умов комплексна високоефективна ресурсозберігаюча технологія виробництва світчграсу та міскантусу є результатом інноваційного проекту.

Проект є технологічно складним, матеріалоемним і вимагає значних витрат на одиницю площі. Зате дає можливість знизити собівартість продукції, гарантувати постійні прибутки, які за умови реального ціноутворення значно зростуть після оновлення техніки і розрахунків по лізингу.

Соціальна ефективність проекту - в результаті розробки та освоєння в межах проекту високоефективних моделей виробництва фітопалива світчграсу та міскантусу. глибоких структурних і якісних змін в галузі буде

створена стабільна база для функціонування виробництва біопалива та наукового його забезпечення.

Цей проект виразно відображає важливість екологічної ефективності. Впровадження високоефективної технології виробництва фітопалива зі світчграсу та міскантусу сприяє зменшенню викидів шкідливих речовин у навколишнє середовище, оскільки ці рослини поглинають вуглекислий газ з атмосфери під час свого росту. Використання таких відновлюваних джерел енергії, як фітопаливо, допомагає знизити залежність від традиційних джерел, таких як нафта і вугілля, що зменшує забруднення навколишнього середовища від їх видобутку та споживання.

Застосування інноваційних методів обробітку ґрунту та вирощування фітоенергетичних рослин сприяє збереженню природних ресурсів, таких як ґрунт і вода, шляхом зменшення використання хімічних речовин та інтенсивних методів сільського господарства. Це може допомогти у збереженні родючості ґрунту та запобігти його ерозії, а також у зниженні водного стоку з полів, що сприяє збереженню якості ґрунтових вод і водних екосистем.

Крім того, вирощування фітоенергетичних рослин може сприяти збереженню природного різноманіття та відновленню природних екосистем. Деякі види фітоенергетичних рослин можуть використовуватися для відновлення деградованих земель або відсівів, що дозволяє відновлювати різноманіття рослин і відновлювати екосистемні послуги, такі як очищення повітря та підтримання біорізноманіття.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Агроекологія / М. М. Городній, М. К. Шикула, І. М. Гудков та ін.; за ред. М. М. Городнього. Київ: Вища шк., 1993. С. 156–160.
2. Адаптація агротехнологій до змін клімату: ґрунтово-агрохімічні аспекти; за наук. ред. С. А. Балюка, В. В. Медведєва, Б. С. Носка. Харків: 2018. 363 с.
3. Андрієнко, В. В. Про розвиток енергозберігаючих технологій у сільському господарстві на сучасному етапі. Вісник полтавської державної аграрної академії. Вип. №4. 2006. С. 9–11.
4. Бабієв, Г. М. Перспективи впровадження нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії в Україні. Електричний Журнал, Запоріжжя: ВАТ «Гамма», 1998 №1. С.63–64.
5. Блюм Я. Б., Гелету́ха Г. Г. Біологічні ресурси і технології виробництва біопалива. Київ.: Аграр Медіа Груп, 2010. 403 с.
6. Галицька М. А., Писаренко П. В., Кулик М. І. Гуміфікаційно-мінералізаційні процеси як показник акумуляції карбону в ґрунтах. Таврійський науковий вісник. Херсон, 2018. Вип. № 102. С. 130–136.
7. Галицька М. А., Кулик М. І., Дековець В. О. Екологічна стійкість ґрунту при вирощуванні енергетичних культур. Екологічні проблеми навколишнього середовища та раціонального природокористування в контексті сталого розвитку: збірник матеріалів ІV Міжнародної науково-практичної конференції. (Полтава, 27 травня 2022). Полтава: Полтавський державний аграрний університет, 2022. С. 17–22.
8. . Галицька М. А., Кулик М. І., Колеснікова Л. А. Інтенсивність асиміляції карбону при вирощуванні енергетичних культур в умовах Лісостепу України. Збірник матеріалів ІІ Міжнародної науково-практичної конференції: Екологічні проблеми навколишнього середовища та

раціонального природокористування в контексті сталого розвитку (26 червня 2020 р.), Полтава. 2020. С. 127–130.

9. Гелетуха Г. Г., Жовмір М. М. Біомаса як паливна сировина. Промислова теплотехніка, 2011. № 5. С. 76-84.

10. Гелетуха Г. Г., Железна Т. А. Перспективи використання відходів сільського господарства для виробництва енергії в Україні. Аналітична записка БАУ. 2014. № 7. С. 12–16.

11. Демків О. Т. Деякі закономірності розподілу радіоактивних ізотопів в органах високогірних рослин Карпат. Укр. ботан. журн. 1967. Т. XXIV, № 6. С. 50–54.

12. Дероган, Д. В. Перспективи використання енергії та палива в Україні з нетрадиційних та відновлюваних джерел. Бюл. Новітні технології в сфері нетрадиційних і відновлюваних джерел енергії, Київ: АТ «Укренергозбереження», 1999. №2. С. 30–38.

13. Дорогунцов С. І. Екологія. Підручник. Для економічних вищих навчальних закладів і факультетів. Київ. 2005. 371 с.

14. Зінченко В. О. Біомаса як альтернативне джерело енергії. Екологічний вісник, 2005. № 3. С. 24-25.

15. Зінченко В. О. Міскантус – джерело енергетичної біомаси. Новини агротехніки, 2008. № 3. С. 40-41.

16. Зінченко В. О. Методика проведення експертизи сортів міскантусу гігантського. Державна служба з охорони прав на сорти рослин, 2012.

17. Зиман С. М., Мосякін С. Л. Ілюстрований довідник з морфології квітникових рослин. Київ: Фітосоціоцентр, 2012. 176 с.

18. Калетнік, Г. М. Розвиток ринку біопалив в Україні : моногр. К. : Аграрна наука, 2008. 464 с.

19. Кравченко Ю. С., Болиев А. О. Вплив технологій вирощування культур на якісний склад гумусу чорнозему типового. Агрохімія і ґрунтознавство. 2013. № 4. С. 60–61.

20. Кульчицька-Жигайло Л. Потенціал використання біомаси в Україні. Інститут геології і геохімії горючих копалин НАН України м. Львів, 2009.
21. Кулик М. І., Рахметов Д. Б., Рожко І. І., Сиплива Н. О. Вихідний матеріал проса прутоподібного (*Panicum virgatum* L.) за комплексом господарсько-цінних ознак в умовах центрального Лісостепу України. Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. Том 15, Вип. № 4, 2019. С. 354–364.
22. Лихочвор В. В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур. 2-е вид., випр. Київ: Центр навч. літератури, 2004. 808 с.
23. Мандровська С. М., Балан В. М. Продуктивність проса прутоподібного (*Panicum virgatum* L.) залежно від норми висіву та сортових особливостей. Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. 2015. Вип. 23. С. 44–49.
24. Міщук Д. З., Остапчук С. М. Кількісна оцінка розораності земель України. Студентський вісник НУВГП (2(2)). 2014. С. 67–69 .
25. Можарівська І. А., Романчук Л. Д. Перспективи вирощування енергетичних рослин в Україні. Новітні технології в рослинництві: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції (6 листопада 2014 р.). Біла Церква, 2014. С. 21–22.
26. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Полісся і Західному регіоні України / редкол.: В. М. Зубець (голова) та ін. Київ: Аграр. наука, 2010. 943 с.
27. Основи землеробства: підручник / О. Ф. Смаглій, М. Ф. Рибак, Є. М. Данкевич та ін. Житомир: Держ. агрокол. ун-т, 2008. 514 с.
28. Перебийніс, В. І. Резерви зменшення витрат енергоресурсів та енергоємності виробництва продукції рослинництва. Матеріали обласної науково-практичної конференції з питань ефективності ведення землеробства. Полтава: Інтерграфіка, 2003. С. 23–30.

29. Петриченко С. М., Герасименко О. В., Гончарук Г. С., Литвинюк В. В., Мандровська С. М. Перспективи вирощування світчграсу як альтернативного джерела енергії в Україні. Цукрові буряки. 2011. № 4. С. 13–14.
30. Рахметов Д. Б. Генетичні ресурси фіто енергетичних інтродуцентів в Україні. Інтродукція рослин, 2007. № 2. С. 3-10.
31. Рахметов Д. Б., Щербакова Т. О., Рахметова С. О. Перспективні енергетичні рослини роду *Miscanthus Sandress.*, інтродуковані в Національному ботанічному саду ім. М. М. Гришка НАН України. Інтродукція рослин, 2015. № 1. С. 3-17.
32. Рахметов Д. Б. Теоретичні та прикладні аспекти інтродукції рослин в Україні. Київ: Аграр Медіа Груп, 2011. 398 с.
33. Рахметов Д. Б. Роль нових культур у фітоенергетиці України. Науковий вісник НАУ. 2007. № 116. С. 13–20.
34. Роїк М. В. Енергетичні культури для виробництва біопалива. Наукові праці Полтавської державної аграрної академії. Т. 7 (26). Енергозбереження та альтернативні джерела енергії: проблеми і шляхи їх вирішення. Полтава : РВВ ПДАА, 2010. С. 12–17.
35. Роїк М. В., Курило В. Л., Ганженко О. М. Перспективи розвитку біоенергетики в Україні. Цукрові буряки, 2012. № 2-3. С. 6-8.
36. Романчук Л. Д. Радіоекологічна оцінка формування дозового навантаження у мешканців сільських територій Полісся України : монографія. Житомир: ЖНАЕУ, 2015. 300 с.
37. Саблук П. Т. Розвиток земельних відносин в Україні. К.: ННЦ ІАЕ, 2006. 396 с.
38. Сівозміни, обробіток ґрунту, добрива та забур'яненість посівів / А. О. Лимар, П. П. Островчук, В. А. Іщенко та ін. Вісник с.-г. науки. 1988. № 12. С. 28–32.

39. Сучасний стан та перспективи розвитку біоенергетики в Україні / Г. Г. Гелетука, Т. А. Железна, П. П. Кучерук, Є. М. Олійник. Аналітична записка БАУ. 2014. № 9. С. 9–10.
40. Тишковець В. В. Моніторинг земель. Методичні рекомендації. Харків. 2009. 26 с.
41. Хіврич О., Курило В., Квак В., Каськів В. Енергетичні рослини як сировина для біопалива. Пропозиція. 2011. № 6. С. 68–73.
42. Шелепов, В. В., Іщенко, В. І., Чебаков, М. П., Лебедева, Г. Д. Сорт і його значення в підвищенні врожайності. Plant varieties studying and protection, 2006. Вип. 3. С. 108–115.
43. Anderson A., Nilsson K. Influence on the levels of heavy metals in soil and plant from swage sludge used as fertilizer. Swedisch I. ogric. Res. 1976. arg. 6, № 2. S. 151–159.
44. Barker R. E., Haas R. J., Berdahl J. D. and Jacobson E. T. (1990). Registration of 'Dacotah' switchgrass. Crop Sci. V. 30. P. 1158.
45. Boale C. V., Bindt D. A., Long S. P. Leaf photosynthesis in the C₄grass *Miscanthus giganteus*, growing in a cool temperature climate of Southern England. Journal of Experimental Botany. 1996. Vol. 47, No. 295. P. 267–273.
46. Brogowski Z., Nalborczyk E. Prognoza skazenia gleb terenow rolniczych I mozliwosci ich recultiwacji. Prognoza ostrzegawoza zmian srodowiskowych warunkow zycia czlowieka w Polsce na poczatku XXI wieku. Zeszyty Naukowe Komitetu ‘Cziowik I Srodowisko’. 1995. 10. S. 81–86.
47. Energy Content, Construction Cost and Phytomass Accumulation of *Glycine max* (L.) Merr. and *Sorghum bicolor* (L.) Moench Grown in Elevated CO₂ in the Field / Amthor J. S., Mitchell R. J., Runion G. B. et al. New Phytologist. 1994. Vol. 128, No. 3. P. 443–450.
48. Ethanol and lactic acid production as affected by sorghum genotype and location / Zhan X., Wang D., Tuinstra M. R. et al. Ind. Crop Prod. 2003. Vol. 18. P. 245–255.

49. Moser L. E., Vogel K. P., Barnes R. F., et al. Switchgrass, Big Bluestem, and Indiangrass. In: An introduction to grassland agriculture. Iowa University Press. 1995. P. 409–420.

50. Wullschleger S. D., Sanderson M. A., McLaughlin S. B., Biradar D. P. and A. L. Rayburn. (1996). Photosynthetic rates and ploidy levels among populations of switchgrass. *Crop Sci.* 36 : 306–312.

ДОДАТКИ

Додаток А

Характеристика фіто енергетичних рослин

Рослина	Вирощування (урожайність)	Вміст біомаси	Вміст енергії
Світчграс (Switchgrass)	Вологі луки, лісові ділянки	10-15 т/га	16-18 МДж/кг
Міскантус (Miscanthus)	Різні типи ґрунтів	15-25 т/га	17-19 МДж/кг
Верба (Willow)	Вологі місця, береги водойм	10-15 т/га	16-18 МДж/кг
Іван-чай (Switch willow)	Вологі місця, береги водойм	10-15 т/га	16-18 МДж/кг
Енергетичний соя (Energy soybean)	Різні типи ґрунтів	2-3 т/га	18-20 МДж/кг

Додаток Б

Класифікація фіто енергетичних рослин

За типом біомаси:

Високі трави: світчграс, міскантус, енергетичний тростник.

Дерева: верба, тополя, іван-чай.

Олійні культури: соя, рапс, соняшник.

Водні рослини: рогоз, камшатка, кульбаба водяна.

За енергетичною ефективністю:

Високоєфективні: міскантус, дерева.

Середньої ефективності: світчграс, олійні культури.

Низькоєфективні: водні рослини.

За методом використання:

Пряме використання біомаси: спалювання, біопаливо.

Виробництво біогазу: біометанізація.

Виробництво біопалива: біодизель, етанол.

За типом рослинного матеріалу:

Стебла та листя: світчграс, міскантус.

Олійні насіння: соя, рапс, соняшник.

Деревина: верба, тополя, іван-чай.

Додаток В



НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

ФАКУЛЬТЕТ ЗАХИСТУ РОСЛИН, БІОТЕХНОЛОГІЙ І
ЕКОЛОГІЇ

ЗБІРНИК
матеріалів доповідей

Х МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ
КОНФЕРЕНЦІЇ СТУДЕНТІВ, АСПІРАНТІВ
І МОЛОДИХ ВЧЕНИХ



«ЕКОЛОГІЯ – ФІЛОСОФІЯ
ІСНУВАННЯ ЛЮДСТВА»

24-25 квітня 2024 р.

Київ – 2024

РОЛЬ ПОСУШЛИВИХ УМОВ В ІНТЕНСИВНОСТІ УРАЖЕННЯ КУЛЬТУРИ TRICUM AESTIVUM L. ШКІДНИКАМИ.....	149
--	------------

Литвиненко С.А., Таран О.П.

РОЗРОБКА ПІДХОДІВ ДЛЯ ОЦІНКИ ФІТОТОКСИЧНОСТІ ОРГАНІЧНИХ СУБСТРАТІВ З ХАРЧОВИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ.....	151
--	------------

Литвиненко О.І., Дрозд П.Ю.

ВПЛИВ ЗМІНИ КЛІМАТУ НА ЗБЕРЕЖЕННЯ МОРСЬКИХ ЕКОСИСТЕМ.....	153
--	------------

Литвинова С.С., Сальнікова А.В.

ПОРІВНЯННЯ ВПЛИВУ НА ЕКОСИСТЕМУ ІНТЕНСИВНИХ ТА ОРГАНІЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ КУЛЬТУР.....	156
--	------------

Ліхацька У.Я.

ІНВЕНТАРИЗАЦІЯ МІСЬКИХ НАСАДЖЕНЬ ГІРКОКАШТАНА ЗВИЧАЙНОГО (AESCULUS HIPPOCASTANUTN L.) ДЛЯ ОЦІНКИ ЗЕЛЕНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ МІСТА СМІЛИ.....	158
---	------------

Луцюк А.С., Стефановська Т.Р.

НЕМАТОДИ, ПАРАЗИТУЮЧІ НА РОСЛИНАХ МІСКАНТУСУ ГІГАНТСЬКОГО (MISCANTHUS × GIGANTEUS) ТА ЇХ ВПЛИВ НА ВРОЖАЙНІСТЬ.....	161
---	------------

Любчиков Р.Є.

БІОІНДИКАЦІЙНА ОЦІНКА ВОДНИХ ЕКОСИСТЕМ.....	162
--	------------

Майданович Н.Р., Лобова О.В.

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ ОТРИМАННЯ АСЕПТИЧНИХ РОСЛИН SALVIA OFFICINALIS ДЛЯ ВВЕДЕННЯ В КУЛЬТУРУ IN VITRO.....	164
--	------------

ВПЛИВ ЗМІНИ КЛІМАТУ НА ЗБЕРЕЖЕННЯ МОРСЬКИХ ЕКОСИСТЕМ

Литвиненко О.І., магістр I р.н., факультету захисту рослин,
біотехнологій та екології *Дрозд П.Ю.*, кандидат історичних наук,
доцент кафедри фізіології, біохімії рослин та
біоенергетики

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Протягом останніх десятиліть спостерігаються глобальні зміни клімату, які проявляються насамперед у вигляді глобального потепління. Сьогодні і досі проявляються суперечки щодо того, чи дійсно існує глобальне потепління, однак, як свідчать останні дані, по всьому світу спостерігається збільшення температури повітря, що вже сьогодні зумовлює серйозні кліматичні зміни, а в майбутньому може стати причиною справжньої кліматичної катастрофи. Страждають від цього як люди, так і мешканці природних екосистем, як наземних, так і водних. Вразливими також є і морські екосистеми, вплив кліматичних змін на які проявляється особливо відчутно. Так, спостерігається підвищення температури води Світового океану, зростання рівня води у Світовому океані тощо, що може негативно вплинути на подальше збереження морських екосистем. На жаль, попри актуальність цієї теми, сьогодні вона недостатньо вивчена у вітчизняних наукових колах, тому виникає потреба у більш детальному дослідженні.

Спершу розглянемо те, як саме зміни клімату впливають на збереження морських екосистем. Найбільш суттєва проблема сучасного клімату – це підвищення температури повітря. Протягом останніх років спостерігаються кліматичні «рекорди». Наприклад, влітку 2023 року середня температура повітря становила 16,77 градуса за Цельсієм, що на 0,66 градуса вище за норму. При цьому у деяких регіонах світу почастишали кліматичні катаклізми – спостерігались як надмірна кількість опадів, постійні зливові дощі, урагани тощо, так і масштабні посухи. Усе це негативно впливає також і на стан морських екосистем [1]. Серед кліматичних проблем, які спостерігаються у Світовому океані, варто зазначити [2]:

- Зростання температури води у Світовому океані внаслідок глобального зростання температури повітря по всьому світу;
- Зростання рівня Світового океану внаслідок танення льодовиків;

- Підвищення вмісту вуглекислого газу (CO₂) – окиснення Світового океану;
- Негативний вплив парникових газів, як наслідок – зростання температури води та ін.

Так, Світовий океан поглинає тепло, яке виділяється внаслідок поширення у світі парникових газів, Світовий океан поглинає вуглекислий газ, концентрація якого в атмосфері постійно збільшується. Завдяки цьому пом'якшується глобальне потепління, однак, наслідки для морських екосистем – катастрофічні. Зокрема, порушується хімічний баланс карбонатної кислоти в океані, внаслідок чого знижується рН та відбувається підкислення води в морях та океанах. При цьому, підкислення Світового океану, за підрахунками, відбувається сьогодні у 50 разів швидше, аніж за останні 55 мільйонів років [3]. Крім того, відбувається також деоксигенація Світового океану, причиною чого є зростання температури води [2].

Згідно з думками науковців, глобальне потепління, закислення Світового океану та деоксигенація можуть призвести до особливо негативних наслідків для морського життя, структури та функцій екосистем.

Зокрема, наслідками цього є:

- Морські теплові хвилі – поширення тепла у товщі Світового океану, що може загрожувати тим видам, які звикли до більш прохолодних океанічних або морських вод;
- Поява «мертвих зон» у Світовому океані, у тому числі і внаслідок зменшення вмісту кисню у Світовому океані, що може мати суттєвий вплив на види живих організмів, насамперед – неомобільних;
- Вибілювання коралів внаслідок зменшення вмісту карбонату кальцію, який лежить в основі поліпів. Сильне або тривале вибілювання може стати причиною загибелі коралових колоній [4];
- Зменшення кількості планктону внаслідок глобального потепління Світового океану – ці живі організми дуже вразливі до підвищення температур, внаслідок чого планктон може вмирати, що може стати загрозою для трофічних ланцюгів, оскільки планктон – їх невід'ємна частина. Якщо зникне один вид, це може призвести до суттєвих наслідків для багатьох живих істот у Світовому океані [5];

- Зниження видового різноманіття та загальне погіршення стану морських екосистем.

Зокрема, є свідчення науковців про деградацію морських екосистем морів Європи – на Північному Сході Атлантичного океану, у Балтійському, Середземному та Чорному морях морські екосистеми перебувають у поганому стані.

Таким чином, сьогодні кліматичні зміни негативно впливають на збереження морських екосистем, стаючи причиною їх деградації та знищення. Тому в подальшому важливо запроваджувати заходи з охорони наземних та морських екосистем, що допоможе запобігти більш негативним проявам змін клімату та подальшим негативним змінам морських екосистем. Враховуючи те, наскільки важливим є Світовий океан та морські екосистеми, ці заходи в подальшому зможуть допомогти у збереженні клімату світу в цілому та допоможуть зберегти унікальні екосистеми Світового океану.