

НУБІП України

НУБІП України

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

05.03 – КМР. 391 «С» 2023.03.16. 013 ТБ

МАЛИША ОЛЕКСАНДРА ВОЛОДИМИРОВИЧА

НУБІП України 2023 р.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

НУБІП України

Факультет агробіологічний

Кафедра генетики, селекції і насінництва ім. М. О. Зеленського

НУБІП України

УДК

ПОГОДЖЕНО

Декан агробіологічного факультету

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри генетики,
селекції і насінництва ім. проф.

М. О. Зеленського

НУБІП України

Тонха О. Л.

(підпис)

2023 р.

Макарчук О. С.

(підпис)

2023 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: «ХАРАКТЕРИСТИКА ГІБРИДІВ БУРЯКІВ ЦУКРОВИХ ДЛЯ
ВИКОРИСТАННЯ НА БІОЕНЕРГЕТИЧНІ ЦІЛІ»

НУБІП України

Спеціальність 201 «Агрономія»

Освітня програма «Селекція і генетика сільськогосподарських культур»

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

НУБІП України

Гарант освітньої програми

канд. с.-г. наук, доцент

Макарчук О.С.

(підпис)

НУБІП України

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

канд. с.-г. наук, доцент

Зінченко О. А.

(підпис)

Виконав

Малиш О. В.

НУБІП України

(підпис)

КНІВ – 2023

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет агробіологічний

ЗАТВЕРДЖУЮ

**Завідувач кафедри генетики, селекції і
насіництва ім. проф. М. О. Зеленського**

канд. с.-г. наук, доцент

Макаруч О. С.

(підпис)

2022 року

З А В Д А Н Н Я

**ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ
Малишу Олександровичу**

Спеціальність 201 Агрономія

Освітня програма «Селекція і генетика сільськогосподарських культур»

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

Тема магістерської кваліфікаційної роботи «**Характеристика гібридів буряків цукрових
для використання на біоенергетичні цілі**»

затверджена наказом ректора НУБіП України від «16» березня 2023р. №391 «С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру 2023.10.14.

Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи: Табличний матеріал щодо технологічного забезпечення інституту та дослідно-селекційної станції за результатами господарської діяльності.

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

- опрацювання наукової літератури за темою випускної магістерської роботи;
- провести фенологічні спостереження та оцінку буряків цукрових для використання на біоенергетичні цілі;
- здійснити порівняльну оцінку гібридів буряків цукрових за якісними показниками для використання на біоенергетичні цілі;
- освоїти методику та розрахувати вихід біопалива та енергії з різних гібридів буряків цукрових;
- обґрунтувати висновки на основі проведених досліджень та подати пропозиції виробництву;
- ознайомитися із заходами з охорони праці та навколишнього середовища в Інституті біоенергетичних культур і цукрових буряків Національної академії аграрних наук України.

Дата видачі завдання “27” жовтня 2022 р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

Зінченко О. А.

(підпис)

Завдання прийняв до виконання

Малиш О. В.

(підпис)

ЗМІСТ

| | |
|--|---|
| РЕФЕРАТ | 6 |
| ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ | 8 |

| | |
|--------------------|---|
| ВСТУП | 9 |
|--------------------|---|

| | |
|---|--|
| РОЗДІЛ I. ПЕРСПЕКТИВИ ТА СТАН ВИРОШТУВАННЯ БУРЯКІВ ЦУКРОВИХ ДЛЯ ВИКОРИСТАННЯ НА БІОЕНЕРГЕТИЧНІ ЦІЛІ У СВІТІ ТА УКРАЇНІ | |
|---|--|

| | |
|---|----|
| 1.1 Світові тенденції виробництва та використання біоетанолу..... | 11 |
|---|----|

| | |
|---|----|
| 1.2 Екологічні аспекти використання біоетанолу..... | 17 |
|---|----|

| | |
|---|----|
| 1.3 Стан та перспективи розвитку біоенергетики в Україні..... | 19 |
|---|----|

| | |
|---|----|
| 1.4 Буряки цукрові – найперспективніша культура для виробництва біоетанолу в Україні..... | 21 |
|---|----|

| | |
|---|--|
| РОЗДІЛ II. УМОВИ, МІСЦЕ ПРОВЕДЕННЯ ТА МАТЕРІАЛИ, МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ | |
|---|--|

| | |
|---|----|
| 2.1. Місце та ґрунтово-кліматичні умови у роки проведення досліджень..... | 23 |
|---|----|

| | |
|--|----|
| 2.2. Методика проведення досліджень..... | 25 |
|--|----|

| | |
|---|--|
| РОЗДІЛ III. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА | |
|---|--|

| | |
|--|----|
| 3.1 Фенологічні спостереження та польова схожість гібридів буряків цукрових..... | 32 |
|--|----|

| | |
|---|----|
| 3.2 Продуктивність гібридів буряків цукрових (Булава, Злука, Константа) та їх енергетична цінність..... | 35 |
|---|----|

| | |
|--|----|
| 3.3 Порівняльна оцінка гібридів буряків цукрових та їх енергетична цінність..... | 42 |
|--|----|

| | |
|----------------------|--|
| НУБІП України | |
|----------------------|--|

**РОЗДІЛ IV. ОХОРОНА ПРАЦІ І НАВКОЛИШНЬОГО
СЕРЕДОВИЩА ПРИ ВИРОЩУВАННІ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ.....45**

НУБІП України

ВИСНОВКИ.....48

ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ.....49

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....50

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РЕФЕРАТ

Випускна магістерська робота викладена на 60 сторінках комп'ютерного набору, складається з вступу, огляду літератури, розділу, методи та умови проведення досліджень, експериментальної частини, висновків та практичних рекомендацій. Список літератури налічує 67 джерел, у тому числі 53 закордонних авторів. Ілюстраційний матеріал подано у вигляді 12 рисунків, 9 таблиць.

Дослідження проводили в умовах Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків Національної академії аграрних наук України, та на Білоцерківській дослідно-селекційній станції БКІСБ.

Мета досліджень полягала у здійсненні порівняльної оцінки сучасних гібридів буряків цукрових як сировини для виробництва біопалива в зоні Лісостепу України.

Предмет досліджень – сучасні вітчизняні гібриди буряків цукрових як сировина для виробництва біопалива

Об'єкт досліджень – продуктивність гібридів рослин цукрових буряків, та урожайність енергетичних цукрових буряків та їх енергетична оцінка.

Після проведення досліджень встановлено, що на процеси розвитку буряків цукрових та їх продуктивність впливають сортові особливості, строки їх збирання та погодно-кліматичні умови в період вегетації. Встановлено, що в умовах нестійкого зволоження Центрального Лісостепу України Білоцерківської ДСС впродовж вегетації найкраще себе проявив гібрид Константа. Коренеплоди гібриду Константа характеризувалися більшими розмірно-масовими характеристиками коренеплоду (діаметр коренеплодів – від 8,7 до 9,6 см, довжина коренеплоду від 29,3 до 34,5 см), більшим вмістом сухої речовини в коренеплодах (до 23 %) та їх цукристістю (до 16,0%). Досліджено, що за вирощування гібриду Константа отримано максимальний вихід біоетанолу за роки досліджень (5,0 т/га) за збирання в першій декаді

жовтня (I/10), та загальний вихід енергії з біопалива – 125,0 ГДж/га

**КЛЮЧОВІ СЛОВА: ЦУКРОВІ БУРЯКИ, СЕЛЕКЦІЯ, ГІБРИДИ,
БІОЕНЕРГЕТИЧНІ РОСЛИНИ, БІОПАЛИВО, БІОЕТАНОЛ.**

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

СПИСОК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

НУБІП України

НААН України - Національна академія аграрних наук України;

ІБКІЦБ НААН України - Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків Національної академії аграрних наук України;

НУБІП України

БІДСС – Білоцерківська дослідно-селекційна станція;

ВДЕ – відновлювальні джерела енергії;

ПГ – парникові гази;

НУБІП України

ЄЗК – Європейський Зелений Курс;

ПКУ – Паризька Кліматична Угода;

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

ВСТУП

Актуальність теми. Загострення екологічних проблем спонукає людство до пошуку шляхів виробництва і використання відновлювальних джерел енергії, що визнано одним із пріоритетів світової економіки [1,16,27,29].

Підтвердженням цього слугує підписання нової Кліматичної Угоди, яка передбачає уповільнення темпів зростання середньорічної температури через приведення у другій половині XXI століття викидів парникових газів до рівня, який природа здатна переробляти без шкоди для себе [25, 50, 67,56,19].

З цією метою передбачається щорічно залучати 100 млрд \$ для заміни традиційних джерел енергії відновлювальними, серед яких значне місце посідає біоенергетика. Щорічно Україна імпортує виконні енергоносії майже на 11 млрд \$, водночас не достатньо задіяний потенціал відновлювальних джерел енергії, на які багата наша держава [60].

Позитивно те, що динаміка останніх років засвідчує збільшення частки відновлювальних джерел енергії в енергобалансі держави. Так, якщо у 2012 році обсяги заміщення природного газу біопаливом становили лише 1,1 млрд м³, то у 2019 р. – 4,2 млрд м³ [22]. Однак це значно менше від загальносвітового рівня, адже частка біоенергетики у структурі світового енергоспоживання перевершує 15 %.

Отже, для забезпечення подальшого зростання галузі біоенергетики необхідно створити достатню кількість високоякісної сировинної бази, провідне місце у формуванні якої відводиться цукроносним культурам зокрема бурякам цукровим (*Beta vulgaris* L.), саме тому здійснення порівняльної оцінки сучасних гібридів буряків цукрових як сировини для виробництва біопалива є надзвичайно актуальним питанням на сьогодні.

Мета і задачі дослідження. Мета досліджень полягала у здійсненні порівняльної оцінки сучасних гібридів буряків цукрових як сировини для виробництва біопалива в зоні Лісостепу України.

Для досягнення поставленої мети вирішували наступні завдання:

- ознайомитися з літературою та методиками за темою досліджень, проаналізувати стан і перспективи розвитку галузі біоенергетики та перспективи вирощування цукроносних культур;

- провести фенологічні спостереження та оцінку рослин цукрових буряків, що вирощуються в польових умовах для використання на біоенергетичні цілі;

- здійснити порівняльну оцінку гібридів буряків цукрових за якісними показниками для використання на біоенергетичні цілі;

- освоїти методику та розрахувати вихід біопалива та енергії з різних гібридів буряків цукрових;

- обґрунтувати висновки на основі проведених досліджень та подати пропозиції виробництву;

- ознайомитися із заходами з охорони праці та навколишнього середовища в Інституті біоенергетичних культур і цукрових буряків Національної академії аграрних наук України.

- обґрунтувати висновки на основі проведених досліджень та подати пропозиції виробництву.

Предмет досліджень – сучасні вітчизняні гібриди цукрових буряків як сировина для виробництва біопалива.

Об'єкт досліджень – продуктивність гібридів рослин цукрових буряків, та урожайність енергетичних цукрових буряків та їх енергетична оцінка.

Методи дослідження: лабораторний – для визначення технологічних якостей цукрових буряків, візуальний – для фенологічних спостережень, математично-статистичні – для визначення достовірності результатів досліджень, економіко-порівняльні та розрахунковий – для визначення економічної ефективності різних способів відтворення гібридних рослин цукрових буряків.

РОЗДІЛ 1

ПЕРСПЕКТИВИ ТА СТАН ВИРОЩУВАННЯ БУРЯКІВ ЦУКРОВИХ ДЛЯ ВИКОРИСТАННЯ НА БІОЕНЕРГЕТИЧНІ ЦІЛІ У СВІТІ ТА УКРАЇНІ

(ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

1.1 Світові тенденції виробництва та використання біоетанолу

Біоетанол – це рідке спиртове паливо, яке виробляється із сільськогосподарської продукції, що містить цукор або крохмаль, кукурудзи, зернових культур, цукрового очерету або буряків цукрових. На відміну від спирту, з якого виробляються алкогольні напої, і аліловий етанол не містить води і виробляється з укороченою дистиляцією (дві ректифікаційні колони замість п'яти) тому містить метанол і сивушні масла, що робить його непридатним для пиття [47].

Біоетанол отримують шляхом дегідратації етилового спирту різними методами. Він додається до бензину з метою покращання його екологічних характеристик, а також є основою автомобільних біопалив.

Біоетанол порівняно з традиційним бензином має такі переваги:

- нижчу ціну;
- нижчу температуру згорання, що зменшує знос двигуна;
- миючі властивості, що за постійного використання дозволяє підтримувати паливну систему автомобіля в ідеальному стані;
- високе октанове число, чого важко досягнути в звичайних бензинах;
- високу антидетонаційну стійкість;
- низький вміст ароматичних вуглеводнів, та, на відміну від бензинів риформінгу, повну відсутність бензпірену;
- відсутність в біопаливі важких вуглеводнів, завдяки чому пробіг автомобіля між зміною мастила на біопаливі вдвічі більший ніж на бензині;
- виробництво біопалива є екологічно безпечнішим та технологічно

простішим у порівнянні із виробництвом будь-якого бензину.

Однак, слід згадати і про недоліки, серед яких найсуттєвішим є майже вдвічі нижча енергоємність. Так, у бензинів енергоємність в середньому становить 42 МДж/кг, а біоетанолу – 25 МДж/кг [45.18.23].

Чистий (100%) біоетанол можна використовувати в якості палива тільки на автомобілях з переобладнаними двигунами (*flex-fuel-vehicles*), які розповсюджені у Бразилії. У США широко використовується паливо E85 (85% біоетанолу, 15% - бензину), E20 та E10. У деяких штатах США домішування 10% біоетанолу до бензину є обов'язковим. У Бразилії з 2007 року обов'язково потрібно додавати до бензину 25% біоетанолу. У країнах Євросоюзу помітна така ж тенденція, наприклад, з 2011 р. Німеччина дозволила домішувати 10% етанолу до бензинів (але це поки що дозвіл, а не вимога). У більшості штатів Індії обов'язковим є домішування 5% біоетанолу до бензину [46,56,59].

Сировинна база для виробництва біоетанолу для різних країн є різною і враховує ґрунтово-кліматичні умови та особливості розвитку інфраструктури (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Основна сировина, яку використовують для виробництва біоетанолу в різних країнах.

| Країна | Сировина для виробництва біоетанолу в різних країнах |
|----------|---|
| Бразилія | Цукрова тростина, соєві боби, пальмова олія |
| Канада | Кукурудза, пшениця, солома |
| Китай | Кукурудза, пшениця, маніоку, солодке сорго |
| ЄС | Пшениця, інші зернові культури, буряки цукрові, спирт |
| Індія | Меляса, цукрова тростина |
| Таїланд | Меляса, маніок, цукрова тростина |
| США | Кукурудза |

Факторами, що сприяють розвитку світового виробництва біопалива, в тому числі і біоетанолу, є:

- швидке вичерпання світових запасів нафти і газу (за світовими прогнозами, за існуючих темпів видобування і споживання їх вистачить до 2040-2050 pp.);

- стабільно зростаючий попит на енергоносії;

- загострення глобальних проблем екологічної безпеки;

- можливість зниження залежності країн від імпорту енергоресурсів;

- зростання потенціалу аграрного виробництва, що змушує аграріїв шукати альтернативні напрями використання й переробки сільськогосподарської сировини [2,46,51].

Звертаючи увагу на ці фактори, більшість країн світу визнали стратегічну значимість розвитку біоенергії, про що свідчать стабільно зростаючі обсяги виробництва. З 2000 року обсяги виробництва біоетанолу зросли втричі з 23,2 до 67,3 млн. т. (рис. 1.1)

На кінець 2010 року у світі нараховувалось 575 заводів із виробництва етанолу загальною потужністю 80,6 млн. тонн. Сировиною для виробництва біоетанолу є здебільшого цукрова тростина, кукурудза, буряки цукрові та пшениця. Завдяки додаванню біоетанолу до бензину, економія нафти у 2010 році становила 50,7 млн. тонн, що дорівнює річному споживанню її в Нідерландах і Польщі разом узятих. Найбільшими виробниками біоетанолу у світі за 2014 рік є: США – 58,2 %, Бразилія – 25,2 %, ЄС – 5,9 %, Китай – 2,6 % і Канада – 2,1 %, інші країни – 6,1%. (рис.1.2) [3,45,18,22,48].

За даними Міжнародного Енергетичного Агентства прогнозується обсяг виробництва біоетанолу в світі у 2020 р. за оптимістичним прогнозом – 211 млн. т, за песимістичним – 141 млн. т, а у 2050 р. частка біоетанолу у транспорті становитиме 27%. Обсяг світової торгівлі біоетанолу становитиме близько 10% від загального світового обсягу виробництва. Лідерами виробництва залишаться США та Бразилія [4,17,19,23].

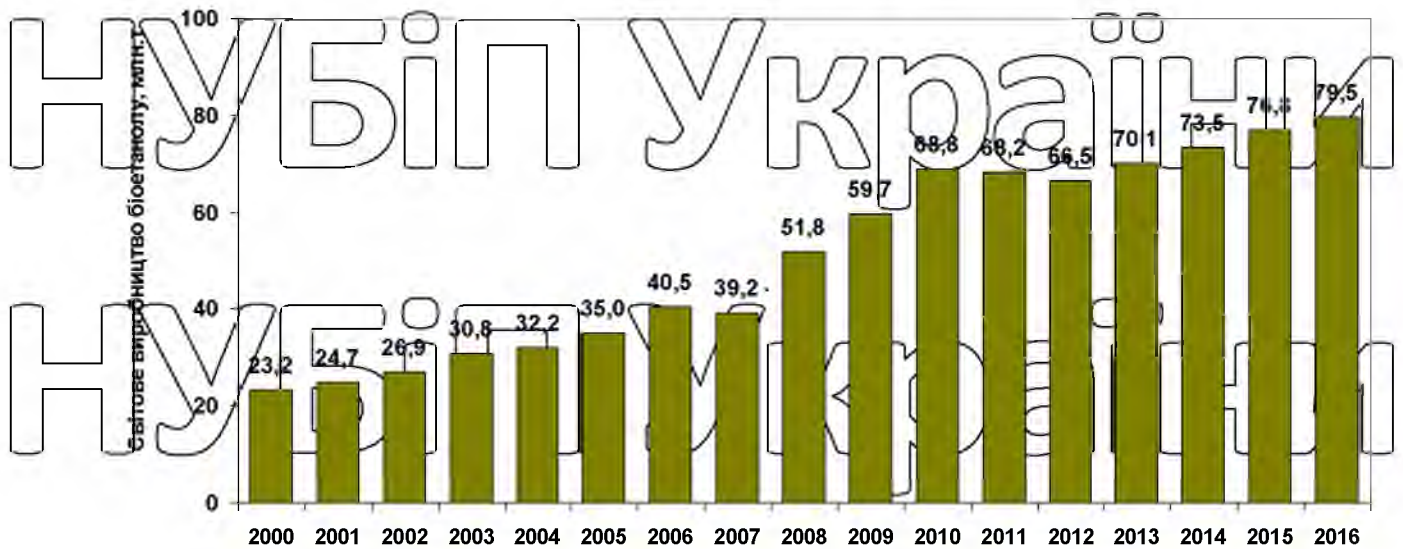


Рисунок 1.1 – Світові обсяги виробництва біоетанолу

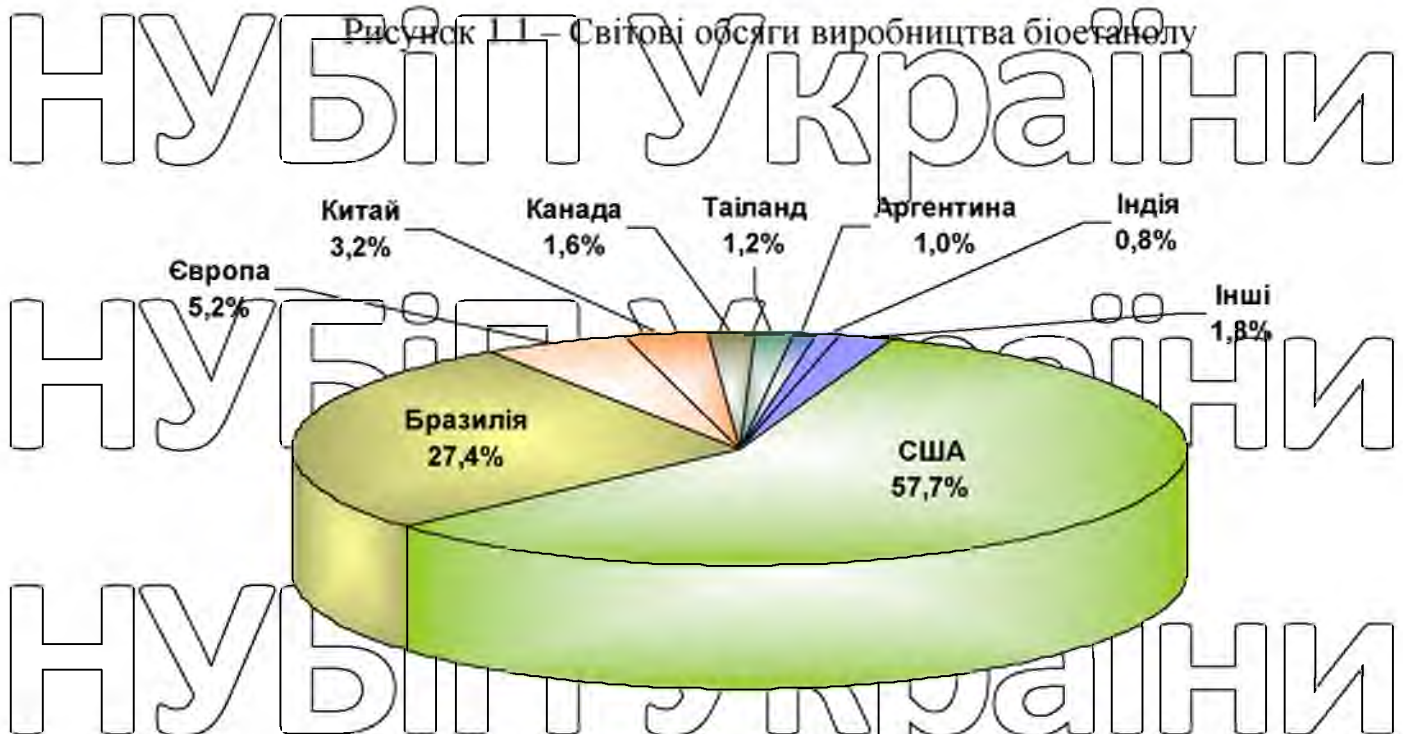


Рисунок 1.2 – Структура світового виробництва біоетанолу

США є яскравим прикладом виваженої державної політики щодо споживання біоетанолу в останні роки. Енергетична мета президента США за 10 років скоротити споживання нафти на 4 млн бар./добу, тобто обсяг, який зараз імпортують із Близького Сходу та Венесуели. Власний видобуток задовольняє 38,6% сумарного споживання нафти. США з обсягом понад 50 млрд л є найбільшим виробником біоетанолу в світі. У США підприємствами, як називаються «біорафінеріями», у 2011 році вироблено

52,6 млрд. л біоетанолу, що дало змогу відмовитися від імпорту 61,7 млн. т нафти (13 % загального імпорту).

У США велика американська нафтохімічна компанія DuPont має намір побудувати в штаті Айова найбільший у світі завод з виробництва біоетанолу, який зможе переробляти 1,3 тис. т кукурудзи щодня і виробляти 27,5 млн. л етанолу на рік [5,43,21,55].

Дослідження лабораторії Sandia National Laboratories і корпорації General Motors показало, що до 2030 р. третина автомобільного бензину, який використовують у США, буде замінена біопаливом. Зараз приблизно 7 млн.

автомобілів на американських дорогах можуть працювати на сумішах етанолу вище ніж 10%. Це становить лише 3% від 220 млн. транспортних засобів, які експлуатуються у США сьогодні.

У Бразилії виробництво біоетанолу як палива для автомобілів розпочато в 1975 р., оскільки етанол був на 40% дешевший найбільш низькоякісного бензину. Це й визначило тенденцію до заміни бензину етанолом. Так, у 2011 році у Бразилії частка авто, що споживають бензин з вмістом 25% біоетанолу, сягнула 50%, а до 2020 року планується довести до 86%. Держава

організувала оптові закупівлі біоетанолу для власних потреб. Однак мало організувати виробництво, одна з основних проблем – стимулювання збуту. Для цього уряд Бразилії зобов'язав всіх основних виробників та імпортерів автомобілів продавати авто, здатні працювати на чистому етанолі без додавання бензину [6,41,49,56].

Стрімкими темпами галузь біоенергетики розвивається в Канаді. І хоча ця країна входить у десятку найбільш потужних експортерів нафти, проте питання диверсифікації енергетичного портфеля за рахунок включення у нього альтернативних відновлюваних джерел сировини активно розглядається на міжнародному рівні. Ще у 1984 р. була створена Канадська асоціація відновлювальних джерел палива, яка нині об'єднує 10 діючих етанолових заводів загальною потужністю 715 млн. л та 6 заводів на етапі будівництва. В цілому, в 2010 р. обсяги виробництва етанолу в Канаді досягли 1 млрд. л за

рік. На період до 2021 р. канадський уряд планує виділити на розвиток екоенергетики понад 1,5 млрд. доларів [7,17,22,13,63].

В Європі вважається, що біоетанол з поновлюваної рослинної сировини є найбільш перспективним альтернативним паливом. Тому згідно із директивою ЄС всі бензини, що споживаються на його території, до 2010 р. повинні були містити в своєму складі не менше, ніж 5,75% біоетанолу, розпочинаючи з 2010 по 2020 роки – 10%, а з 2020 року – не менше 20% [8,15,18,26].

Дані світові тенденції свідчать про перспективність діяльності у сфері виробництва біоетанолу у найближчі роки, адже наразі це одна з основних альтернатив традиційним джерелам енергії. Про це свідчить послідовна та ґрунтовна підтримка галузі з боку урядів розвинених країн та міждержавних організацій, а також інтерес певних бізнес-структур. Головною ж запорукою подальшого розвитку біоетанолу як альтернативного джерела енергії є функціонування та розвиток відповідного ринку, що створювався протягом тривалого часу як підґрунтя галузі [23,56,58].

1.2 Екологічні аспекти використання біоетанолу

Одночасно доцільність застосування біопалива як палива слід розглядати з урахуванням екологічного аспекту. Під час виробництва біоетанолу і послідуючого його згорання в атмосферу виділяється менше вуглекислого газу (CO_2) ніж до цього було поглинуто з атмосфери біоенергетичними рослинами в процесі фотосинтезу (рис. 1.3). Так, 1га буряків цукрових за весь період вегетації поглинає з атмосфери 29,4 тис. м³ вуглекислого газу, а в процесі виробництва та спалювання біоетанолу, отриманого з 1 га буряків цукрових, в атмосферу виділяється тільки 6,4 тис. м³ вуглекислого газу [9,19,26,29].

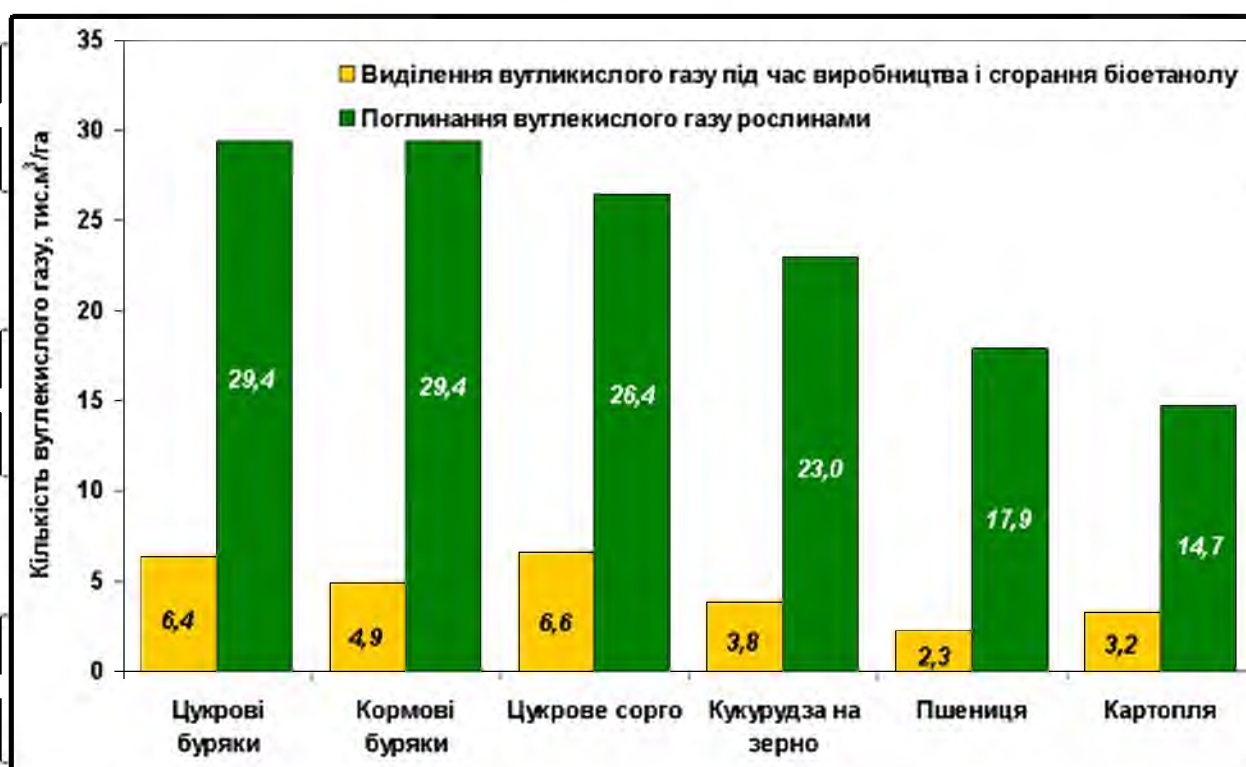


Рисунок 1.3 – Баланс вуглекислого газу за вирощування енергетичних рослин та виробництва і використання отриманого з них біоетанолу.

У процесі росту рослини виділяють в атмосферу значно більше кисню ніж приймає участь у згоранні отриманого з них біоетанолу (рис. 1.4). Відомо, що за період вегетації з 1 га буряків (цукрових і кормових) виділяється в атмосферу понад 15 тис.м³ кисню, що вчетверо перевищує об'єм кисню, який виділяє 1 га лісу. З одного гектара цукрових буряків можна отримати до 4,3 т біоетанолу, під час згорання якого буде поглинуто лише близько 6,3 тис.м³ кисню. Таким чином використання фітоенергетики позитивно впливає на баланс кисню і вуглекислого газу в атмосфері. Крім того, добавляння до бензину 10 % біоетанолу дозволяє на 50 % зменшити викиди аерозольних частинок, а викиди оксиду вуглецю (CO) – на 30 % [18,21,24,30].

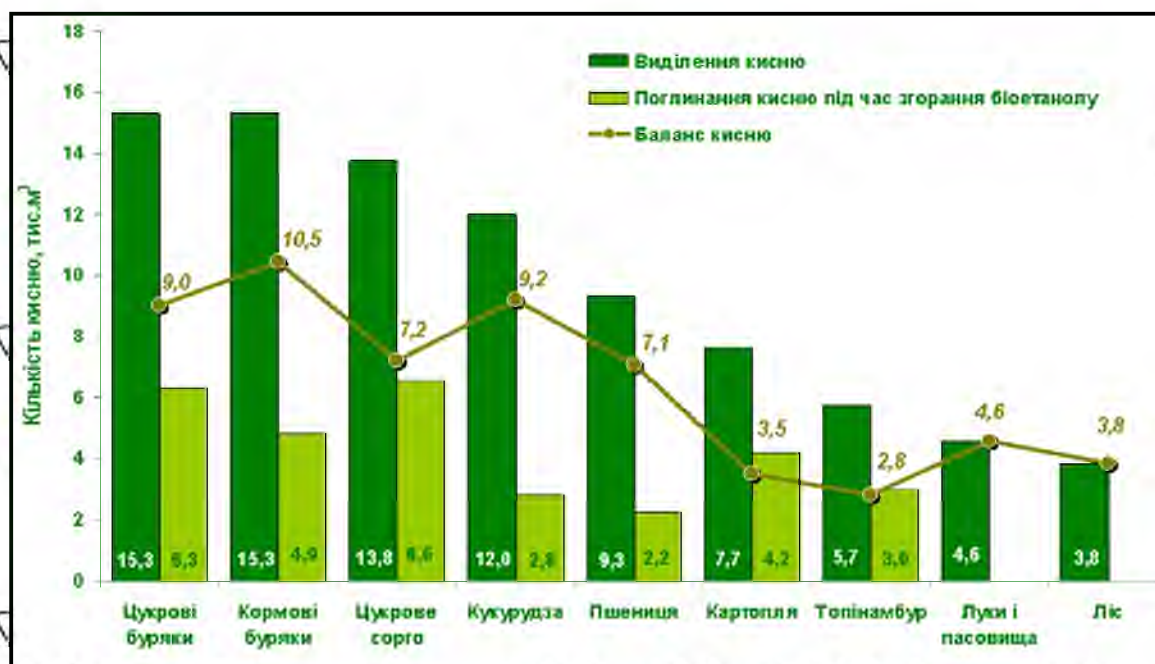


Рисунок 1.4 – Баланс кисню за вирощування енергетичних рослин та спалювання отриманого з них біоетанолу.

Екологічні аспекти виробництва та використання біопалива в Європі вписані у Вимогах Сталості [8]. Біомаса та біопаливо, які не відповідають вимогам сталості, не зараховуються до нових високих нормативних часток відновлювальної енергії та виключаються з програм підтримки в ЄС та країнах-членах. Це означає, що несталі партії зникнуть з ринку біопалива ЄС, а місцеві та зарубіжні постачальники мусять підтвердити виконання нових встановлених вимог. Іншими словами, Вимоги Сталості не забороняють виробництво несталих біопалив як таких, але виключають їх з державних програм підтримки. Для отримання переваг, виробники сировини та біопалива повинні надавати достатньо доказів виконання Вимог Сталості [16,25,28,30].

Так, Вимогами Сталості передбачено перелік земель, які не можуть бути задіяні у вирощуванні біоенергетичних культур. До таких земель належать землі з наступним статусом:

- землі з високим рівнем біорізноманіття (ліс та лісисті території, заповідні зони, біорізноманітні луки);
- землі з високим вмістом вуглецю (водно-болотяні угіддя, ліси з

визначеним рівнем покриття);

- торфовища.

Згідно з Вимогами Сталості з 2008 р. біоналиво має забезпечувати скорочення на 35% викидів парникових газів у порівнянні з використанням звичайного палива. Цей показник зростає до 50% у 2017 році та до 60% починаючи з 2018 року [8]. Проаналізувавши стандартні значення обсягів скорочення викидів парникових газів для різних видів виробництв (рис. 1.5) можна прийти до висновку, що починаючи з 2017 року виробництво біоетанолу з кукурудзи буде позбавлене державної підтримки, а з 2018 року така ж доля очікує цукрові буряки. Для того, щоб уникнути цього необхідно вносити зміни в традиційні технології вирощування енергетичних культур, спрямовані в першу чергу на зменшення викидів парникових газів [26,28,30,32].

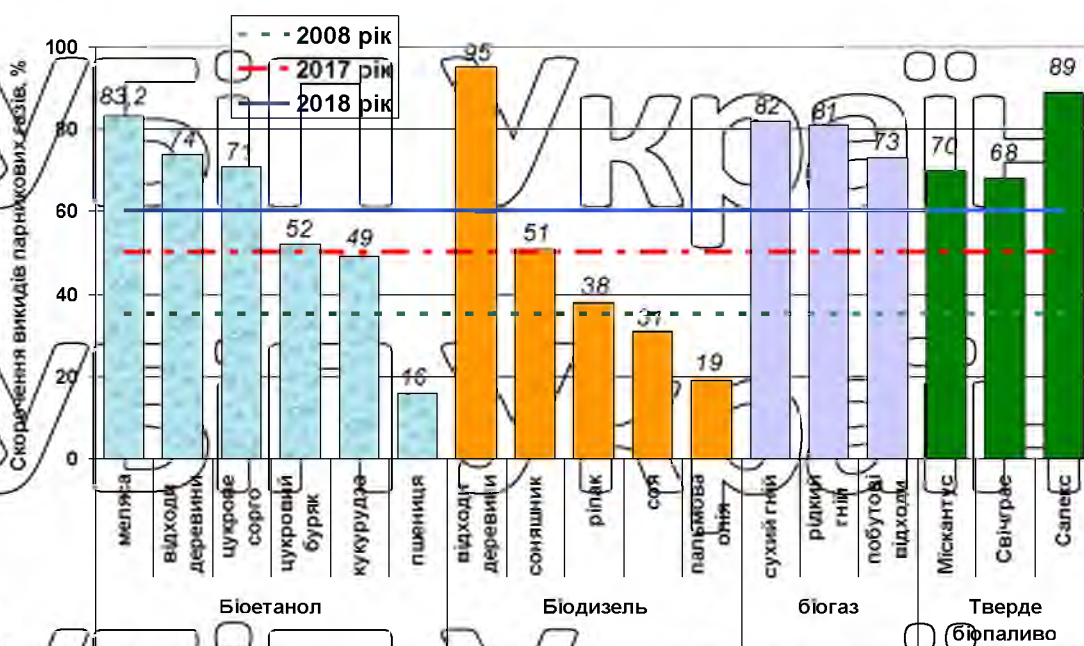


Рисунок 1.5 – Стандартні значення скорочення викидів парникових газів за окремими видами виробництв біопалива.

1.3 Стан та перспективи розвитку біоенергетики в Україні

Україна власні потреби в енергоносіях забезпечує не повністю та повинна імпортувати більше 30% різних видів палива на суму вище 11 млрд. \$/рік. Тому розвиток відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) – це питання

енергетичної, економічної та політичної незалежності держави. Враховуючи ґрунтово-кліматичні умови України, серед ВДЕ найбільш перспективними є біологічні види палива, що вироблені з продукції рослинництва. Галузь біоенергетики дуже динамічно розвивається в останні 5 років, в т.ч. завдяки розробкам вчених НААН. Ріст об'ємів виробництва біопалива щороку збільшується на 45%. В 2016 році з біопалива було отримано енергії, що еквівалентно 3,5 млрд м³ природного газу. Але ріст об'ємів виробництва відбувається в основному за рахунок твердого біопалива, виробленого з відходів сільського та лісового господарств. Тому в Україні не вистачає дієвої державної політики з стимулювання виробництва та використання біоетанолу. Нормативно-правова база розвитку біоетанолу не до кінця розроблена [23,26,29,31].

Незважаючи на залежність від імпортованих енергоносіїв частка відновлювальних джерел енергії Україна станом на 2015 рік становить лише 3,0%, що значно менше ніж у інших країнах ЄС (рис. 1.6).



Рисунок 1.6 – Частка енергії з відновлювальних джерел.

З огляду на аграрну спрямованість економіки країни та сприятливі ґрунтово-кліматичні умови для вирощування рослин, найперспективнішим сегментом відновлювальної енергетики для України є біоенергетика. Серед усіх відновлювальних видів палива в Україні частка біопалива станом на 2016 рік складає 81% [31,36,38,40].

НУБІП України

1.4 Буряки цукрові – найперспективніша культура для виробництва біоетанолу в Україні

Джерелом сировини для виробництва біоетанолу є цукроносні культури (цукрові та кормові буряки, цукрове сорго, цикорій та інші), крохмаленосні культури (картопля, топінамбур, кукурудза на зерно, пшениця, ячмінь та інші), а також целюлозомістка біомаса. Найбільш ефективною традиційною для України цукроносною культурою для виробництва біоетанолу є (*Beta vulgaris*), які відзначаються високим потенціалом продуктивності (55...70 т/га). З одного гектара енергетичних буряків (за урожайності 60 т/га) можна отримати понад 4,3 т біоетанолу.

Упродовж останніх років спостерігається стійка тенденція до зменшення площ посівів буряків цукрових. Причиною цього є відсутність ринків збуду цукру. Для забезпечення внутрішніх потреб у цукрі, а це 1,8 млн. т., достатньо висівати буряки на площі близько 350 тис. га. Однак, для забезпечення збалансованої системи сівозмін в Україні площа цукрових буряків має становити близько 650 тис. га. У разі організації виробництва біоетанолу ці площі можуть бути задіяні для вирощування енергетичних буряків. Це дозволить щорічно отримувати до 30 млн. т солодких коренеплодів, половину з яких залучити на виробництво цукру для забезпечення внутрішнього ринку, а з отриманої меляси виготовляти до 170 тис. т. біоетанолу. Решту 15 млн. т коренеплодів цукрових буряків можна переробляти на біоетанол. Це дозволить щорічно виробляти до 1,3 млн. т біоетанолу [36,38,39,40].

Для виробництва біоетанолу на цукрових заводах необхідно здійснити їх модернізацію, що дозволить здійснювати робочий цикл за одним із 4 напрямів залежно від кон'юнктури ринку. За першим (класичним) способом буряки цукрові переробляються на цукор, а меляса – на біоетанол. Отриманий таким чином біоетанол матиме найнижчу собівартість (~0,7 \$/л), однак його кількість не перекриє внутрішньої потреби. За другим способом всі коренеплоди

переробляються на біоетанол, собівартість якого при цьому зростає до 1,0 \$/л. Третім способом передбачено, що частина очищеного соку йде на виробництво цукру, а інша частина – біоетанолу. Вартість біоетанолу, за такого способу його виробництва, зростає до 1,1 \$/л. Четвертий спосіб полягає у отриманні цукрового сиропу, який згодом буде перероблятися на біоетанол. Це дозволяє розтягнути в часі процес виробництва біоетанолу, але збільшує його собівартість майже до 1,2 \$/л [41,42,56].

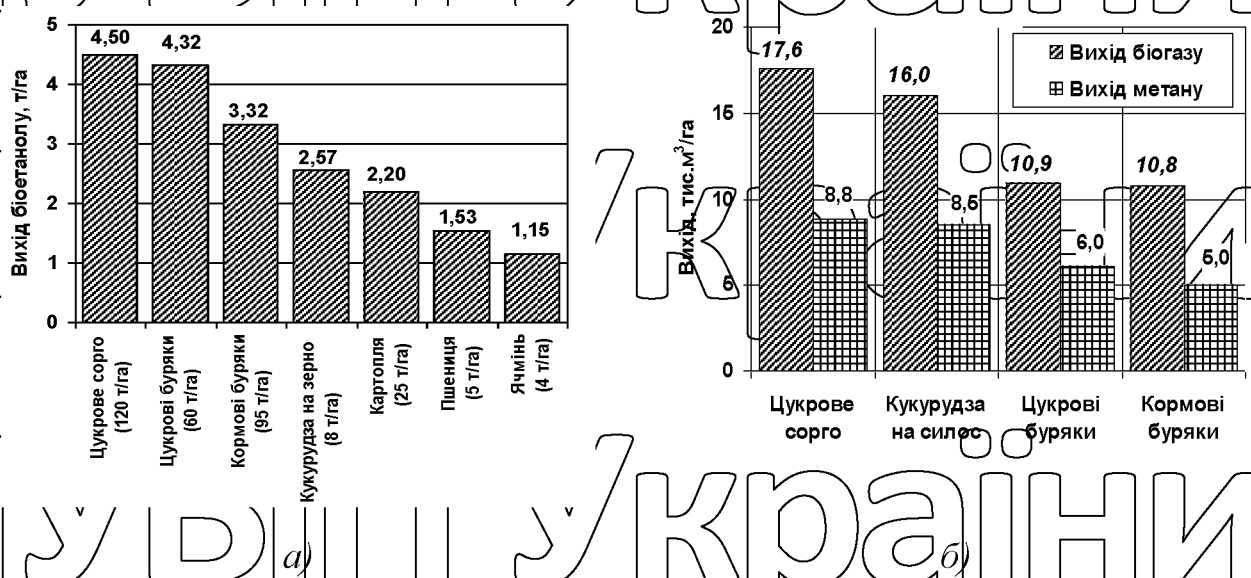


Рисунок 1.7. – Потенційний вихід біопалива з 1 га різних сільськогосподарських рослин: а) – біоетанолу; б) – біогазу та метану.

Отже, в умовах України є найбільш перспективною культурою для виробництва біоетанолу, яке може здійснюватися на модернізованих цукрових заводах. Виробництво біопалива з цукрових буряків дозволить відродити в Україні галузь буряківництва і розширити посівні площі, що позитивно вплине на структуру сівозмін. Однак, дотепер відсутня технологія вирощування буряків цукрових на енергетичні цілі. Потребує детального вивчення та характеристики використання гібридів буряків цукрових, які було б доцільно вирощувати на біоенергетичні цілі, саме тому тема магістерської роботи є актуальною.

РОЗДІЛ 2

НУВБІП України

УМОВИ, ПРОГРАМА ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Лабораторно-польові дослідження впродовж 2023 р. проводили на базі Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН та Білоцерківській дослідно-селекційній станції (БЦДСС) ІБКІЦБ в умовах недостатнього зволоження Центрального Лісостепу України.

2.1 Місце та ґрунтово-кліматичні умови у роки проведення досліджень

Білоцерківська ДСС знаходиться в зоні нестійкого зволоження Центрального Лісостепу України. Дослідне поле БЦДСС розміщене на чорноземах типових крупнопилуватого середньо-суглинкового механічного складу, з глибиною гумусового шару від 100 до 120 см з вмістом гумусу в орному шарі (0-30 см) – 3,05%, що характерно для малогумусних чорноземів.

Реакція ґрунтового розчину – близька до нейтральної (рН сольової витяжки становить 6,5). Ємність поглинання коливається від 24,8 до 25,4 мг-екв. на 100 г. сухого ґрунту, насиченість поглинаючого комплексу – 82-97%; лужногідролізованого азоту в орному шарі ґрунту – 12,77 мг/100 г ґрунту (за Тюріним); рухомих форм фосфору – 18,9 мг/100 г ґрунту (P₂O₅ за Кірсановим); обмінного калію – 11,3 мг/100 г ґрунту (K₂O за Чіріковим).

Основним джерелом зволоження ґрунту є атмосферні опади. Опади впродовж року випадають нерівномірно, найбільша їх частина припадає на теплий період, особливо на середину літа у вигляді дощів. В окремі роки навесні спостерігається період без дощів, що негативно впливає на ріст і розвиток буряків цукрових. Сума ефективних температур (сума температур вище 10°C за вегетаційний період) складає 2500-2800°C. Кількість опадів за рік – 538 мм. За

даними Білоцерківської метеорологічної станції середня багаторічна температура повітря становить $+6,9^{\circ}\text{C}$.

За даними метеорологічних спостережень Білоцерківської ДСС у роки проведення досліджень (табл. 2.1) видно, що температурний режим у 2023р. дещо перевищував середньо-багаторічні значення, а опадів, навпаки, випало менше, іноді навіть суттєво.

За вегетаційний період 2023 року (з квітня по вересень) температура повітря була значно більшою за багаторічні значення – на $3,32^{\circ}\text{C}$. Кількість опадів за вегетаційний період була меншою за середні багаторічні показники на $53,6$ мм. Слід зазначити, що у липні опадів випало лише на $7,8$ мм менше від багаторічного, проте у червні та вересні випало більше на $21,0$ та $10,2$ мм відповідно, що дозволило бурякам сформувати урожай.

Слід відмітити, що за роки проведення досліджень, 2023 рік характеризувався найбільшою температурою повітря та найменшим дефіцитом вологи в період вегетації рослин буряків цукрових.

Таблиця 2.1

Кількість опадів та температура повітря за вегетаційний період 2023р.

(БЦДСС)

| Календарні строки | Опади, мм | | | Температура, $t^{\circ}\text{C}$ | | |
|-------------------------|----------------------|--------------|-------------------|----------------------------------|-----------|-------------------|
| | середньо-багаторічні | за місяць | відхилення, \pm | середньо-багаторічні | за місяць | відхилення, \pm |
| Квітень | 40 | 10,2 | -29,8 | 8,4 | 12,9 | 4,5 |
| Травень | 55 | 43,6 | -11,4 | 14,9 | 18,4 | 3,5 |
| Червень | 63 | 84,0 | 21,0 | 17,8 | 20,2 | 2,4 |
| Липень | 61 | 53,2 | -7,8 | 19,0 | 20,5 | 1,5 |
| Серпень | 39 | 15,0 | -24,0 | 18,4 | 21,9 | 3,5 |
| Вересень | 45 | 55,2 | 10,2 | 13,8 | 18,3 | 4,5 |
| Жовтень | 37 | 25,2 | -11,8 | | | |
| <i>За вегет. період</i> | <i>340</i> | <i>286,4</i> | <i>-53,6</i> | | | <i>3,32</i> |

НУБІП України

2.2 Методика проведення досліджень.

Дослідження проводились за загальноприйнятими науковими та спеціальними агрономічними методиками досліджень, з використанням електронної обчислювальної техніки під час опрацювання та аналізування результатів досліджень [11,12,13,14].

Схожість насіння, визначали згідно ДСТУ 2292-93 [15].

Насіння цукрових буряків кожного селекційного пророщували у термостаті за температури 25°C по 100 штук насінин у кожному кюветі на стерильному фільтрувальному папері. Енергію проростання визначали на четверту добу після висіву, схожість на десяту добу.

Оцінку за морфобіологічними показниками проводили за методикою проведення експертизи сортів цукрових буряків на відмінність, однорідність і стабільність.

Вміст хлорофілів в листках міскантусу гігантського на час кущення, середини вегетації (серпень) та утворення волоті, визначали з використанням витяжки етанолом 96 % а потім проводили вимірювання на спектрофотометрі СФ 46; фотосинтетичний потенціал посівів міскантусу гігантського встановлювали за весь вегетаційний період:

$$ФП = Л1 + Л2 \cdot 2 \times 1000 T,$$

де Л1 + Л2 – площа листя тис. м²/га,

T – тривалість періоду вегетації, діб.

Чисту продуктивність фотосинтезу посівів міскантусу гігантського розраховували за наступною формулою також за весь період вегетації культури, оскільки мали на меті показати загальну ефективність посівів впродовж річного циклу їх вирощування:

$$ЧПФ = B2 - B1 \cdot 0,5 (Л1 + Л2) \cdot n,$$

де: (B2 – B1) – приріст сухої речовини за вегетацію, г; 0,5(Л1 + Л2) – середня площа листя посівів; n – тривалість періоду вегетації, діб [11].

Схема досліду:

Дослід. Продуктивність буряків цукрових залежно від сортових особливостей та строків збирання рослин.

Фактор А: Гібрид:

Білоцерківська ДСС:

1. «Булава»

2. «Злука»

3. «Константа»

Фактор В: Строки збирання:

I декада вересня (I/09)

II декада вересня (II/09)

III декада вересня (III/09)

I декада жовтня (I/10)

Кінцева густина стояння рослин 100 тис. шт. /га (4,5 схожих насінини на 1 м рядка).

Площа посівної ділянки 54 м², облікової – 40 м². Повторюваність дослідів – чотириразова. Загальна площа досліду – 0,26 га. Технологія вирощування

буряків цукрових загальноприйнята для зони досліджень, мінеральні добрива внесені в нормам відповідно до методичних рекомендацій проведення досліджень. Дослід закладається методом систематичних повторювань. В кожному повторенні варіанти досліду розміщуються по ділянках послідовно.

Сівбу насіння проводять в поперек оранки з шириною міжрядь 45 см на глибину 2,5...3,5 см (за умови прогрівання ґрунту на глибині 10 см до 6...8°C), при цьому ґрунт повинен добре кришитися та містити достатню кількість вологи. Для якісного проростання насіння ґрунт після сівби коткують.

Попередник – пшениця озима.

Загальна кількість добрив на загальну площу досліду 0,26 га становить N_{41,4}P_{23,4}K_{23,4}. З них восени вносяться у вигляді нітроамофоски (N₁₆P₁₆K₁₆) N_{23,4}P_{23,4}K_{23,4} або 146,3 кг у фізичній масі (із розрахунку N₉₀P₉₀K₉₀ або

562,5 кг/га). Підживлення аміачною селітрою ($N_{34,4}$) двічі (з розрахунку по 100 кг/га або по 26 кг у фізичній вазі на заплановану площу) під час сівби або під час міжрядного обробітку ґрунту та перед змиканням ґрунту в міжряддях із загальною кількістю 52 кг ф.в. або (N_{18}).

Гібрид цукрових буряків Булава

Створений Ялтушківською та Веселоподільською дослідно-селекційними станціями.

Автори гібриду: Роїк М.В., Кулік О.Г., Литвинюк В.В. та ін.

Однонасінний триплоїдний ЧС-гібрид. Урожайно-цукристого напрямку, високоцукристий. Відмічений підвищеною стійкістю до хвороб, цвітушності, клубочок одноростковий.

За результатами Державного сортовипробування мав такі показники продуктивності:

- врожайність коренеплодів - 56,6 т/га;
- цукристість – 18,3%;
- збір цукру – 10,4 т/га (109,0 % до стандарту);



Рис. 2.1 Гібрид буряків цукрових Булава

Гібрид цукрових буряків Злука

Створений Іванівською ДСС сумісно з Білоцерківською ДСС.
 Однонасінний триплоїдний гібрид на стерильній основі, урожайно-цукристого напрямку, високоцукристий, стійкий до цвітухи та церкоспорозу.
 Придатний для механізованого збирання (7,9-8,6 балів).

За результатами Державного сорто випробування мав такі показники продуктивності:

- врожайність коренеплодів – 56,6 т/га;
- цукристість - 18,6%;
- збір цукру – 10,6 т/га (111,4% до стандарту);
- втрати цукру в мелясі – 1,6%.



Рис. 2.2 Гібрид цукрових буряків Злука

Гібрид цукрових буряків Константа

Створений Білоцерківською дослідно-селекційною станцією, однонасінний триплоїдний гібрид на стерильній основі, урожайно-цукристого напрямку, високоцукристий, стійкий до кагатної гнилі.

За результатами Державного сорто випробування мав такі показники продуктивності:

- врожайність – 49,4 т/га;
- цукристість - 16,7 %;
- збір цукру – 8,2 т/га (114,0 % до стандарту).



Рис. 2.3 Гібрид цукрових буряків Константа

Обліки та спостереження за умовами вирощування

Характеристика ґрунту, тип ґрунту, попередник

– перед сівбою та перед або під час збирання визначали запаси продуктивної води у метровому шарі ґрунту, його агрохімічні характеристики (кислотність ґрунту, вміст в ньому гумусу за Гюріним, азоту, фосфору та калію за Чиріковим).

Температура повітря і кількість опадів помісячно у порівнянні із середніми багаторічними впродовж року.

Обліки і спостереження в досліді проводити згідно з методикою польових дослідів [12] (динаміку появи сходів, польову ехогість та густоту етояння рослин, динаміку переходження фаз росту та розвитку рослин буряків).

У першій декаді липня, серпня та вересня визначати фотосинтетичну діяльність рослин гібридів [11].

У динаміці в першій, другій, третій декаді вересня та першій декаді жовтня визначали: діаметр та довжину коренеплодів, середню масу

коренеплодів та гички; загальну врожайність коренеплодів та гички; цукристість коренеплодів; вміст сухої речовини у коренеплодах і гичці.

Статистичну обробку експериментальних результатів виконано методами кореляційного, дисперсійного та факторного аналізів [12, 13, 14].

Методика розрахунку виходу біоетанолу та енергії

Інтегральним показником, який характеризує ефективність вирощування енергетичних буряків цукрових, є вихід біоетанолу та енергії

Розрахунок виходу біоетанолу з сировини буряків цукрових здійснювали за формулою (1):

$$M = \frac{U \cdot S \cdot b \cdot k}{100}, \quad (1)$$

де, M – вихід біоетанолу з 1 га енергетичних буряків цукрових, т/га;

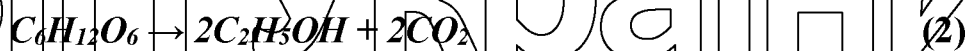
U – урожайність коренеплодів, т/га;

S – цукристість коренеплодів, %;

b – коефіцієнт виходу біоетанолу з цукру, $b=0,51$;

k – коефіцієнт заводського виходу біоетанолу, $k=0,9$.

В основу розрахунку виходу біоетанолу з цукромісткої сировини покладено хімічну формулу спиртового бродіння (2):



Згідно формули (2) з 1 кг цукру (глюкози) можна отримати 510 г біоетанолу та 490 г вуглекислого газу. Отже коефіцієнт b , який характеризує вихід біоетанолу з цукру становить $b=0,51$.

Сучасні заводи з виробництва біоетанолу забезпечують заводський вихід біоетанолу залежно від цукристості сировини на рівні 86...92%.

Враховуючи низьку цукристість коренеплодів буряків цукрових коефіцієнт заводського виходу приймаємо $k=0,86$.

Щоб визначити вихід енергії необхідно отриманий біоетанол

помножити на його енергоємність (3):

НУБІП України $E_M = M \cdot e_M$ (3)

де E_M – вихід енергії, ГДж/га;

M – вихід біоетанолу з 1 га енергетичних буряків цукрових, т/га;

e_M – енергоємність біоетанолу, МДж/кг (25 МДж/кг) [28].

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 3.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

НУВБІП України

Буряки цукрові є найважливішою сільськогосподарською культурою в багатьох регіонах світу [65]. Культура належить до рослин С3 типу фотосинтезу, також буряки цукрові здатні активно напромаджувати енергетично цінні речовини в процесі вегетації, що робить перспективним використання їх біомаси для виробництва біопалив у помірних кліматичних умовах [26,52,61,63]. Для України буряки цукрові розглядаються як основна біоенергетична культура, здатна забезпечити сировиною виробництва рідких та газоподібних біопалив. [36,41,46,53,60].

НУВБІП України

У 2023 р. було проведено дослідження з визначення енергетичної ефективності вирощування буряків цукрових як сировини для виробництва біопалива, визначено фактори, що впливають на процеси розвитку рослин буряків та їх продуктивність. Дослідження проводились в умовах недостатнього зволоження Центрального Лісостепу України (Білоцерківська ДСС).

НУВБІП України

3.1. Фенологічні спостереження та польова схожість гібридів буряків цукрових.

Насіння сільськогосподарських культур з високою лабораторною схожістю не завжди дає дружні повноцінні сходи в польових умовах [47].

Польова схожість є показником який визначає умови проростання насіння, якість проведених робіт під час сівби та пошкодження насіння й проростків шкідликами і хворобами. Низька польова схожість насіння є причиною зрідження й ослаблення сходів, а це призводить до зрідження посівів і зниження врожайності [55].

НУВБІП України

З літературних даних відомо, що польова схожість буряків цукрових у різних ґрунтово-кліматичних зонах коливається від 50 до 70%. Зниження польової схожості на 1% зменшує врожайність коренеплодів, а підвищення

НУВБІП України

польової схожості насіння є резервом для подальшого збільшення врожайності [61,62].

Також, під час проростання насіння крім посівної якості насіння, строків сівби, способів сівби, глибини загортання насіння, норми висіву, ураження хворобами і шкідниками, типу ґрунту визначальним залишається фактор вологості й температури ґрунту. Ґрунтові й погодні умови в період сівби-сходів дуже впливають на польову схожість насіння.

Сівбу насіння гібридів буряків цукрових проводили 27 квітня за оптимальних ґрунтово-кліматичних умов. У фазі виловки проростки спостерігали в усіх гібридів однаково 13 травня, а за іншими фенологічними фазами спостерігали певне варіювання за строками (табл. 3.1).

Таблиця 3.1.

Фенологічні спостереження за рослинами буряків цукрових, 2023 р.,

(БЦДСС)

| Фази росту та розвитку рослин | Гібрид | | |
|-----------------------------------|--------|--------|-----------|
| | Злука | Булава | Константа |
| Сівба насіння | 27.04 | 27.04 | 27.04 |
| Фаза виловки | 13.05 | 13.05 | 13.05 |
| 1 пара справжніх листочків | 19.05 | 19.05 | 17.05 |
| 2 пари справжніх листочків | 28.05 | 29.05 | 27.05 |
| 3 пари справжніх листочків | 31.05 | 01.06 | 30.05 |
| Фаза змикання листя в рядку | 08.06 | 09.06 | 07.06 |
| Фаза змикання листя в міжряддях | 18.06 | 20.06 | 16.06 |
| Фаза розмикання листя в міжряддях | 02.09 | 03.09 | 02.09 |

Посівні якості насіння вважаються одними з найважливіших показників, що характеризують біологічну і господарську цінність селекційних ліній, сортів та гібридів. Польова схожість — це кількість пророслого насіння в польових умовах, виражена у відсотках до кількості висіяного схожого насіння. Залежить вона від багатьох факторів: спадкових (мінливість насіння за схожістю та розмірними характеристиками), способів вирощування і підготовки насіння до сівби, агротехніки в період підготовки ґрунту, наявності шкідників і хвороб та гідротермічних умов у період сівба-сходи. Отже, польова схожість насіння — це інтегральне вираження генетичних, ґрунтових, гідротермічних, біотичних та антропогенних факторів [3, 45, 66].

Тому у наших дослідженнях проводили визначення польової схожості. Отже, за даними таблиці 3.2 (в усіх гібридів які досліджувалися показник польової схожості був на досить високому рівні від 78,0 до 82,0%. Найвищим він був у гібрида Константа – 82%, дещо нижчим у гібрида Злука – 80,0% і найнижчим у гібрида Булава – 78,0%. Також під час проведення досліджень визначали динаміку появи сходів найвищим даний показник був у гібрида Константа і становив 8,2 рослини на 1 м рядка, найменшим цей показник був у гібриду Булава – 7,8 рослин на 1 метр рядка, після проведення обліків за польовою схожістю у всіх досліджуваних гібридів було сформовано кінцеву густоту 4,5 рослини на 1 метр рядка (табл. 3.2).

Таблиця 3.2.

Динаміка появи сходів та польова схожість насіння гібридів буряків цукрових, 2023 р., (БЦДСС)

| Гібрид | Кількість сходів на 1 м рядка | | Польова схожість, % |
|-----------|--------------------------------------|---------------------------------|---------------------|
| | на 10 день після появи перших сходів | Після формування густоти вручну | |
| Злука | 8,0 | 4,5 | 80,0 |
| Булава | 7,8 | 4,5 | 78,0 |
| Константа | 8,2 | 4,5 | 82,0 |

3.2 Продуктивність гібридів буряків цукрових (Булава, Злука, Константа).

Білоцерківська ДСС знаходиться в зоні нестійкого зволоження Центрального Лісостепу України. Дослідне поле БЦ ДСС розміщене на чорноземах типових крупнопилуватого середньо-суглинкового механічного складу, з глибиною гумусового шару від 100 до 120 см з вмістом гумусу в орному шарі (0-30 см) – 3,05%.

У 2023 році проводили дослідження з встановлення залежності продуктивності гібридів буряків цукрових (Булава, Злука, Константа) та їх енергетичної цінності від сортових особливостей та строків збирання.

Упродовж вегетації проводили аналіз росту та розвитку буряків цукрових. Встановлено, що серед гібридів, з якими проводились дослідження, в умовах БЦ ДСС краще проявив себе гібрид Константа як за загальною масою рослини від 630,0 г на 1/07 до 960,0 на 1/09, так і за показниками площі листкової поверхні від 46,9 тис.м²/га на 1/07 до 33,1 тис.м²/га на 1/09. Деяко меншими показниками характеризувався гібрид Булава, показники маси рослин коливалися від 605,0 г на перше липня до 910,0 г на перше вересня, показники площі листкової поверхні були у межах від 44,9 до 27,0 тис.м²/га. Гібрид Злука займав посереднє місце, маса рослин була у межах від 611,0 г до 915,0 г, показник площа листкової поверхні коливався від 44,9 тис.м²/га на перше липня до 27,0 тис.м²/га на перше вересня (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

НУБІП УКРАЇНИ

Характеристика рослин гібридів буряків цукрових упродовж вегетації, 2023 р.

| Показники | Дата (декада/місяць) | Гібрид | | |
|---|-------------------------|--------|-------|-----------|
| | | Булава | Злука | Константа |
| Маса рослини, г | I/07 | 605,0 | 611,0 | 630,0 |
| | I/08 | 818,0 | 825,0 | 856,0 |
| | I/09 | 910,0 | 915,0 | 960,0 |
| Листкова поверхня, тис.м ² /га | I/07 | 44,9 | 45,1 | 46,9 |
| | I/08 | 39,5 | 39,9 | 41,8 |
| | I/09 | 27,0 | 27,4 | 33,1 |

Упродовж вегетації (починаючи з липня місяця) раз на місяць визначали урожайність коренеплодів та гички, вміст в них сухої речовини та фотосинтетичний потенціал рослин буряків. Інтенсивність наростання листкового апарата у гібридів, максимальною була в кінці фази змикання листків у рядках, а площа асиміляційної поверхні досягала максимуму на період інтенсивного росту коренеплодів, а потім зменшувалась у зв'язку з відмиранням листків нижніх ярусів.

У результаті досліджень визначено, що гібрид Константа був найпродуктивнішим за урожайністю коренеплодів та гички з показниками – 20,4 т/га та 39,4 т/га за збирання (I/07), 34,3 та 29,3 т/га – (I/08) та 47,3 та 25,4 т/га (I/09) відповідно.

Проте, якщо вміст сухої речовини в коренеплодах також був більшим у гібрида Константа, то в гичці навпаки – найменшим. За цим показником

кращим виявився гібрид Булава (14,1, 18,7, 21,6%). Гібрид Константа також відзначався децю вищими показниками чистої продуктивності фотосинтезу, ніж гібриди Злука та Булава (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

Продуктивність та фотосинтетичний потенціал буряків цукрових в період вегетації за 2023 р.

| Гібрид | Дата (декада/місяць) | Урожайність коренеплодів, т/га | Суха речовина в коренеплодах, % | Урожайність гички, т/га | Суха речовина в гичці, % | Фотосинтетичний потенціал, г/м ² | Чиста продуктивність фотосинтезу, г/м ² доб |
|--------------------|----------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|-----------------------------|---|--|
| Булава | I/07 | 17,4 | 16,4 | 34,1 | 14,1 | 1,5 | 5,5 |
| | I/08 | 34,3 | 23,1 | 29,3 | 18,7 | 1,2 | 7,2 |
| | I/09 | 41,9 | 24,3 | 23,8 | 21,6 | 0,9 | 9,7 |
| Злука | I/07 | 19,6 | 15,9 | 37,1 | 12,7 | 1,5 | 5,9 |
| | I/08 | 36,3 | 23,2 | 30,3 | 18,0 | 1,3 | 8,7 |
| | I/09 | 45,2 | 24,5 | 24,8 | 21,0 | 1,0 | 11,0 |
| Константа | I/07 | 20,4 | 16,4 | 39,4 | 12,2 | 1,5 | 5,7 |
| | I/08 | 36,9 | 23,2 | 30,7 | 17,0 | 1,3 | 8,8 |
| | I/09 | 47,3 | 25,1 | 25,4 | 20,1 | 1,1 | 11,7 |
| HP _{0,05} | | 1,50 | 0,46 | 0,78 | 0,47 | 0,03 | 0,31 |

За даними рисунку 3.1 видно, що в умовах БЦДСС гібрид Булава, проявив себе децю гірше за показниками урожайності коренеплодів,

урожайністю гички, вмістом сухої речовини в коренеплодах та в гичці (вегетативній масі). Дану тенденцію відображено на рисунку 3.1.



Рис. 3.1 – Врожайність буряків цукрових та вміст сухої речовини в коренеплодах та листках під час вегетації

Після проведених досліджень можна зробити висновок, що показники фотосинтетичного потенціалу в усіх трьох гібридів досягли максимуму впливу, а по чистій продуктивності фотосинтезу в вересні (рис. 3.2).

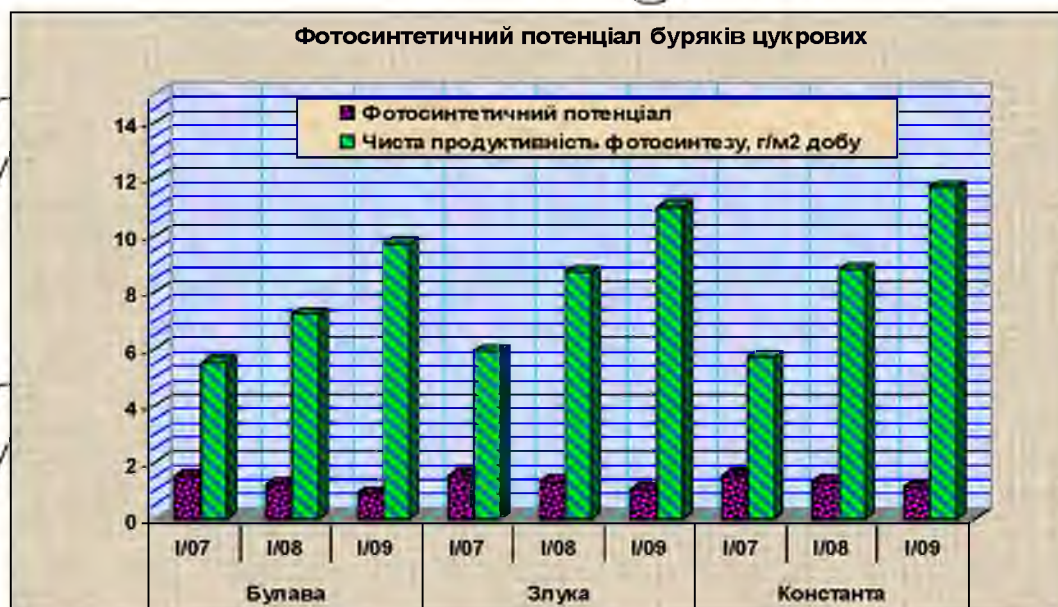


Рис. 3.2 – Фотосинтетичний потенціал та чиста продуктивність фотосинтезу буряків цукрових

Необхідно зазначити, що на період збирання коренеплоду та гичка за масою були дещо меншими. Це сталося в результаті нестачі опадів даного року в період вегетації. У результаті рослини буряків в період вегетації відчували нестачу у волозі, ріст та розвиток рослин буряків дещо сповільнився.

Недостатня кількість опадів за вегетаційний період стала причиною передчасного відмирання листя буряків цукрових. Так у гібрида Булава станом на перше липня середня маса гички була 335 г, а на перше жовтня цей показник зменшився у зв'язку із відмиранням вегетативної маси і становив 270 г,

аналогічну тенденцію спостерігали і в гібрида Злука на I/07 вегетативна маса становила 337 г, а станом на I/10 - маса 285 г, дещо вищими проте зберігаючи загальну тенденцію були дані показники у гібрида Константа від 345 г до 300 г. За вмістом сухої речовини у гичці (вегетативній масі) спостерігали таку ж

тенденції як і за попереднім показником, станом на перше липня вміст сухої речовини найменшим був у гібрида Злука – 15,8 %, а найвищим у гібрида Константа – 17,2%. До кінця вегетації цей показник пропорційно зменшився у гібрида Булава до 13,3%, у гібрида Злука до 11,8%, а у гібрида Константа до 17,5 %. Показник урожайність гички (вегетативної маси) коливався від 33,5%

(гібрид Булава) до 34,5% (гібрид Константа) на початку вегетації, станом на I/10 був у межах від 27 до 30% (табл. 3.5).

Таблиця 3.5

Продуктивність гички (вегетативної маси) гібридів буряків цукрових,

2023р.

| Показники | Дата | Гібрид | | |
|-----------------------|--------|--------|-------|-----------|
| | | Булава | Злука | Константа |
| Середня маса гички, г | I/07 | 335 | 337 | 345 |
| | II/08 | 326 | 324 | 334 |
| | III/09 | 304 | 306 | 323 |
| | I/10 | 270 | 285 | 300 |

Продовження таблиці 3.5

| | | | | |
|---------------------------------|--------|------|------|------|
| Вміст сухої речовини в гичці, % | I/07 | 16,8 | 15,8 | 17,2 |
| | II/08 | 15,0 | 12,4 | 15,5 |
| | III/09 | 16,7 | 14,4 | 17,5 |
| | I/10 | 13,3 | 11,8 | 13,7 |
| Врожайність гички, т/га | I/07 | 33,5 | 33,7 | 34,5 |
| | II/08 | 32,6 | 32,4 | 33,4 |
| | III/09 | 30,4 | 30,6 | 32,3 |
| | I/10 | 27,0 | 28,5 | 30,0 |

Отже, маса рослин буряків та вміст в них сухої речовини можуть значно відзнятися залежно від погодно-кліматичних умов року.

За результатами досліджень встановлено, що збирання буряків на біоетанол у першу декаду вересня є передчасним, так як коренеплоди буряків ще збільшуються в розмірах, а відтак і збільшується їх маса та загальна урожайність, але дещо зменшується цукристість коренеплодів. Саме в цей період (I.09) найменші розмірно-масові показники коренеплодів усіх гібридів.

Так, за результатами досліджень за розмірами коренеплодів менші показники були у гібрида Булава, діаметр яких в перший строк збирання становив 8,4 см, в другий – 8,5, третій – 8,8, четвертий – 8,9 см. На другому місці після здійснення оцінки був гібрид Злука показники діаметру коренеплодів були на рівні - в перший строк збирання - 8,5 см, в другий – 8,8 см, третій – 9,1 см, четвертий – 9,2 см. Дещо вищими були показники у гібриду Константа - в перший строк збирання - 8,7 см, в другий – 9,3, третій – 9,4, четвертий – 9,6 см.

Довжина коренеплодів відповідно до строків збирання також варіювала, від 28,5 см за першого строку збирання до 33,0 см за четвертого у гібрида Булава. У гібриду Злука цей показник коливався від 28,6 см (I строк збирання) до 33,5 см (IV строк збирання), найкращі показники були у гібриду Константа в перший строк збирання – 29,3 см, в другий – 33,5 см, третій – 34,3 см, четвертий – 34,5 см.

Значення маси та урожайності коренеплодів були найнижчими також гібриду Булава, і становили 575,0, 617,0, 648,0 та 663,0 г та 57,5, 61,7, 64,8 та 66,3 т/га. Це дещо менше ніж за вирощування гібридів Злука та Константа.

Константа проявила себе найкраще, адже результатами досліджень, якісні показники гібриду були найвищими та становили: урожайність коренеплодів за збирання I/09 – 61,5 т/га, II/09 – 64,7 т/га, III/09 – 67,7 т/га, I/10 – 69,8 т/га; цукристість: 16,0, 15,2, 14,8 та 15,6%; середня маса коренеплодів – 615, 646, 677 та 698 г; вміст сухої речовини в коренеплодах – 23,0, 18,5, 20,1 та 19,4% (табл. 3,6).

Продуктивність буряків цукрових для використання на біоенергетичні цілі, 2023р.

Таблиця 3.6

| Показники | Дата | Гібрид | | |
|--------------------------------|--------|--------|-------|-----------|
| | | Булава | Злука | Константа |
| Діаметр коренеплодів, см | I/09 | 8,4 | 8,5 | 8,7 |
| | II/09 | 8,5 | 8,8 | 9,3 |
| | III/09 | 8,8 | 9,1 | 9,4 |
| | I/10 | 8,9 | 9,2 | 9,6 |
| Довжина коренеплодів, см | I/09 | 28,5 | 28,6 | 29,3 |
| | II/09 | 32,1 | 32,2 | 33,5 |
| | III/09 | 32,9 | 33,0 | 34,3 |
| | I/10 | 33,0 | 33,5 | 34,5 |
| Середня маса коренеплодів, г | I/09 | 575 | 578 | 615 |
| | II/09 | 617 | 624 | 646 |
| | III/09 | 648 | 651 | 677 |
| | I/10 | 663 | 665 | 698 |
| Врожайність коренеплодів, т/га | I/09 | 57,5 | 57,8 | 61,5 |
| | II/09 | 61,7 | 62,4 | 64,7 |
| | III/09 | 64,8 | 65,1 | 67,7 |
| | I/10 | 66,3 | 66,5 | 69,8 |
| Цукристість, % | I/09 | 15,5 | 15,7 | 16,0 |
| | II/09 | 15,0 | 15,1 | 15,2 |
| | III/09 | 14,4 | 14,8 | 14,8 |

| | | I/10 | 15,0 | 15,6 | 15,6 |
|--|--|--------|------|------|------|
| | | I/09 | 20,5 | 21,6 | 23,0 |
| Вміст сухої речовини в коренеплодах, % | | II/09 | 18,0 | 18,4 | 18,5 |
| | | III/09 | 18,1 | 18,7 | 20,1 |
| | | I/10 | 19,4 | 19,5 | 19,4 |
| | | | I/09 | 8,9 | 9,1 |
| Збір цукру, т/га | | II/09 | 9,3 | 9,4 | 9,8 |
| | | III/09 | 9,3 | 9,6 | 10,0 |
| | | I/10 | 10,0 | 10,4 | 10,9 |

Аналізуючи дані таблиці 3.6 та враховуючи врожайність коренеплодів та їх цукристість, за вирощування гібриду Константа отримано також і найвищі розрахункові значення виходу цукру з коренеплодів, що становить за першого строку збирання (I/09) – 9,8 т/га, за другого (II/09) – 9,8 т/га, за третього (III/09) – 10,0 т/га, за четвертого (I/10) – 10,9 т/га. При цьому гібрид Константа має дещо більші значення і цукристості коренеплодів. Слід відмітити, що найбільшій цукристості коренеплодів отримано за збирання в першій декаді вересня (I.09). Це стало можливим завдяки посушливим умовам у 2023 році, які склалися перед початком збирання.

3.3 Порівняльна оцінка гібридів буряків цукрових та їх енергетична

цінність.

За комплексного перероблення біомаси буряків цукрових на біопаливо використовуються як коренеплоди так і листовий апарат рослин. Коренеплоди можуть використовуватись для виробництва біоетанолу чи біогазу, а з листя буряків цукрових можливе виробництво тільки біогазу [55,56,58].

За розрахунками виходу біопалива, що подано в таблиці 3.7 найбільший вихід біоетанолу та енергії становив 5,0 т/га та 125,0 ГДж/га (табл.3.7).

Після проведеної порівняльної оцінки гібридів між собою, найбільший розрахунковий вихід біоетанолу та енергії у зоні нестійкого зволоження

Центрального Лісостепу України, отримано за вирощування гібриду Константа.

В результаті вихід біоетанолу, становить 5,0 т/га, отримано за збирання

в першій декаді жовтня, загальний вихід енергії з біопалива – 125,0 ГДж/га, що перевищує попереднє значення (третя декада вересня) – незначно 115,0 та 112,9 ГДж/га енергії.

Таблиця 3.7

Розрахунковий вихід біопалива та енергії з буряків цукрових за
2023р., (БЦ ДСС)

| Гібрид | Дата зби- рання | Вихід біоетанолу з коренеплодів, т/га | Вихід енергії з біоетанолу, ГДж/га |
|-----------|--------------------|--|--|
| Булава | I/09 | 4,1 | 102,2 |
| | II/09 | 4,3 | 106,3 |
| | III/09 | 4,3 | 107,1 |
| | I/10 | 4,6 | 114,2 |
| Злука | I/09 | 4,2 | 104,1 |
| | II/09 | 4,3 | 108,1 |
| | III/09 | 4,4 | 110,5 |
| | I/10 | 4,8 | 119,0 |
| Константа | I/09 | 4,5 | 112,9 |
| | II/09 | 4,5 | 112,8 |
| | III/09 | 4,6 | 115,0 |
| | I/10 | 5,0 | 125,0 |

За вирощування гібридів Злука та Булава досліджень біопалива отримано менше. Так за першого строку збирання у гібрида Булава розрахунковий вихід біоетанолу становив (I/09) – 4,1 т/га, за другого (II/09) та третього (III/09) – 4,3 т/га, за четвертого (I/10) – 4,6 т/га. У гібрида Злука цей показник був на рівні за першого строку збирання (I/09) – 4,2 т/га, за другого (II/09) – 4,3, за третього (III/09) – 4,4 т/га, за четвертого (I/10) – 4,8 т/га. Розрахунковий вихід енергії з біоетанолу у досліджуваних гібридів коливався незначно. За першого строку збирання гібрида Булава цей показник був на рівні (I/09) – 102,2 ГДж/га енергії, за другого (II/09) – 106,3, за третього (III/09) – 107,1, за четвертого (I/10) – 114,2

ГДж/га енергії. У гібрида Злука відмічали схожу тенденцію, проте з дещо вищими показниками: за першого строку збирання (I/09) – 104,1 ГДж/га енергії, за другого (II/09) – 108,1, за третього (III/09) – 110,5, за четвертого (I/10) – 119,0 ГДж/га енергії.

Отже, відсутність опадів в другій половині вегетації призвела до передчасного відмирання листя буряків цукрових. Найбільш стійким до посухи виявився гібрид Константа, що позначилося на показниках продуктивності та показниках виходу біопалива та енергії з буряків. Для отримання максимального виходу біомаси, а відтак і біоетанолу та енергії з нього, слід збирати в жовтні місяці.

РОЗДІЛ IV

ОХОРОНА ПРАЦІ І НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ПРИ
ВИРОЩУВАННІ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ**4.1 Основні заходи з охорони праці при вирощуванні буряків цукрових**

При впровадженні у виробництво інтенсивної технології вирощування цукрових буряків, звертають увагу на техніку безпеки при їх вирощуванні.

До роботи на тракторах, сільськогосподарських і спеціальних машинах допускають осіб не молодше 17 років, які мають посвідчення тракториста-машиніста на право керування ними, пройшли медичний огляд й інструктаж з техніки безпеки.

При застосуванні інтенсивної технології вирощування цукрових буряків велику увагу звертають на заходи безпеки при роботі з гербіцидами і догляді за ними.

При застосуванні гербіцидів необхідно дотримуватись заходів безпеки, які запобігають можливості їх негативного впливу на працюючих. Гербіциди застосовують під керівництвом спеціалістів по захисту рослин. Особи, які працюють з гербіцидами, зобов'язанні пройти інструктаж із заходів безпеки.

Не допускаються до роботи з гербіцидами вагітні жінки і жінки, які мають грудних дітей, підлітки до 18 років.

Зберігання продуктів харчування, води, фуражу, предметів домашнього вжитку в місцях робіт не допускається.

При проведенні робіт з використанням гербіцидів необхідно користуватися засобами індивідуального захисту: спецодягом, спецвзуттям, захисними окулярами, респіраторами. Засоби індивідуального захисту повинні бути підібрані для працюючого за розмірами, зберігатися в окремій шафі в спеціальному місці.

Під час роботи з пестицидами не дозволяється курити і приймати їжу. Для вживання їжі в польових умовах відводять спеціальне місце на відстані не менше як 200 м від обробленого поля.

Працювати безпосередньо з пестицидами дозволяється не більше 6 годин.

При сівбі цукрових буряків слід дотримуватися наступних заходів по техніці безпеки.

При технічному обслуговуванні і ремонті сівалки потрібно встановити її на опорні колеса, сотники опустити.

Передаючі механізми закривають запобіжними щитками. Для регулювання глибини ходу сотників сівалку зупиняють. При транспортуванні

сівалки добре закріплюють підняті маркери, при цьому вони повинні мати

найбільший виліт. При висіванні добрив слідкують, щоб кришки трубопроводів

були відкриті і закріплені. Для насіву протруєного насіння використовують

тільки справні сівалки. Кришки насінневих ящиків щільно закривають.

Забороняється і сидіти на насінневому ящику, підносити і опускати маркер під

час руху сівалки, розрівнювати або перемішувати насіння руками при

працюючих водомітках, засипати насіння і добрива при русі агрегату.

Для роботи з добривами або протравленим насінням використовують індивідуальні засоби захисту (респіраторами, захисні очки).

Перед початком роботи тракторист-машиніст повинен перевірити

справність усіх вузлів і агрегатів трактора і разом з бригадиром тракторної

бригади або з механіком укомплектувати машинно-тракторний агрегат.

Технічний стан тракторів, комбайнів повинен відповідати вимогам ГОСТ

12.2.019-86 і ГОСТ 12.2.003-74 та інструкції заводу – виготовника.

Під час огляду трактора і підготовки його до роботи в першу чергу

перевіряють систему гальмування, зчеплення, рульового керування й ходову

частину.

В машино-тракторних агрегатах в основному застосовують механічний

привод робочих органів (ланцюговий, пасовий, а також за допомогою

карданних валів). Такий привід застосовується на гичко збиральній машині

БМ-6 і є небезпечним для обслуговуючого персоналу, тому відповідно до

вимог стандартів з безпеки праці він повинен мати захисне огороження у

вигляді панелей або кожухів.

Робочі органи ротаційних фрез і мотик надійно закривають кожухами, щоб захистити обслуговуючий персонал від грудок ґрунту і травмування.

Ходові і опорні колеса сільськогосподарських машин, котки сівалок, дискові сотники, борони і лушильники обладнують частинами. Під час підготовки

трактора до роботи з начіпною сівалкою ССТ-12В необхідно перевірити технічний стан гідрсистеми, від справності якої в значній мірі залежить безпека праці тракториста і якість виконання робіт.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

ВІСНОВКИ

1. У магістерській роботі наведено теоретичне узагальнення і практичне вирішення важливого наукового завдання, що полягає у здійсненні порівняльної оцінки сучасних гібридів буряків цукрових як сировини для виробництва біопалива в зоні Лісостепу України;

2. Визначено, що на процеси розвитку буряків цукрових та їх продуктивність впливають сортові особливості, строки їх збирання та погодно-кліматичні умови в період вегетації.

3. Встановлено, що в умовах нестійкого зволоження Центрального Лісостепу України Білоцерківської ДСС впродовж вегетації найкраще себе проявив гібрид Константа. Коренеплоди гібриду Константа характеризувалися більшими розмірно-масовими характеристиками коренеплоду (діаметр коренеплодів – від 8,7 до 9,6 см, довжина коренеплоду від 29,3 до 34,5 см), більшим вмістом сухої речовини в коренеплодах (до 23 %) та їх цукристістю (до 16,0%),

4. Досліджено, що за вирощування гібриду Константа отримано максимальний вихід біоетанолу за роки досліджень (5,0 т/га) за збирання в першій декаді жовтня (D10), та загальний вихід енергії біопалива – 125,0 ГДж/га.

НУБІП України

НУБІП України

РЕКОМЕНДАЦІ ВИРОБНИЦТВУ

НУБІП України

В умовах нестійкого зволоження Центрального Лісостепу України на чорноземах типових для виробництва біоетанолу рекомендується вирощувати гібрид Константа.

НУБІП України

Для отримання максимального виходу біомаси, а відтак і біоетанолу та енергії, енергетичні буряки цукрові слід починати збирати починаючи з першої декади жовтня.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

Список використаної літератури:

1. Про альтернативні види палива. – Закон України №1391-VI від 21.05.2009 р. Режим доступу: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/1391-14>.
2. Бистрова І. О. Світовий досвід стимулювання розвитку ринку біопалива / І. О. Бистрова // Науковий вісник НАУ. – 2010, №5. – С. 57– 62.
3. Alternative Fuels Data Center Global Ethanol Production Режим доступу: <http://www.afdc.energy.gov/data/10331>.
4. Report from the International Energy Agency (IEA) Режим доступу: <http://www.iea.org/newsroomandevents/pressreleases/2011/april/biofuels-can-provide-up-to-27-of-world-transportation-fuel-by-2050-iea-report-.html>.
5. В Америці буде побудовано найбільший в світі завод біоетанола // [Електронний ресурс]: <http://rda.finance.yahoo.com/news/?cid=283256>.
6. Мурашкін В. Біопаливо: крок вперед, скільки назад? / В. Мурашкін // Економічна правда. – 2012, №2. – С. 28–35.
7. Харєба В. В. Наукові аспекти виробництва біоетанола / В. В. Харєба // Вісник цукровиків України. – 2011, №13. – С. 179–184.
8. Директива 2009/28/ЕС Режим доступу: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:32009L0028&from=EN>.
9. Буряки цукрові (вирощування, збирання, зберігання) [Шпаар Д., Драгер Д., Каленська С., Захаренко А. та ін.]; за ред. Д. Шпаара. – К.: ННЦ ІАЕ, 2005. – 340 с.
10. Експрес-випуск Державної служби статистики України / Енергетичний баланс України за 2015 рік. – №455/0/08.4 вн-16 від 20.12.2016.
11. Ничипорович А. А. Методические указания по учету и контролю важнейших показателей процессов фотосинтетической деятельности растений в посевах / А. А. Ничипорович. – М.: ВАВСХНИИЛ, 1969. – 93 с.
12. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

13. Методика исследований по сахарной свекле / [Ред. коллегия В. Ф. Зубенко, В. А. Борисюк, И. Я. Балков и др.]. – Киев, 1986. – 292 с.

14. Агрохімічний аналіз / [М. М. Городній, А. П. Лисовал, А. В. Бикін та ін.]; за ред. М. М. Городнього. – [2-ге вид.]. – К.: Арістей, 2005. – 476 с.

15. Appiah-Nkansah N.B., Li J., Rooney W., Wang D.H. A review of sweet sorghum as a viable renewable bioenergy crop and its techno-economic analysis. *Renewable Energy*. 2019. Vol. 143. P. 1121-1132. DOI:10.1016/j.renene.2019.05.066.

16. Artyszak A., Gozdowski D. The Effect of Growth Activators and Plant Growth-Promoting Rhizobacteria (PGPR) on the Soil Properties, Root Yield, and Technological Quality of Sugar Beet. *Agronomy-Basel*. 2020. Vol. 10. Iss. 9. Article 1262. doi: 10.3390/agronomy10091262.

17. Atis I., Konuskan O., Duru M., Gozubenli H., Yilmaz S. Effect of Harvesting Time on Yield, Composition and Forage Quality of Some Forage Sorghum Cultivars. *International Journal of Agriculture and Biology*. 2012. Vol. 14, Issue 6. P. 879-886. doi: 10.1016/j.ijar.2012.11.006.

18. Ayodele B.V., Alsaffar M.A., Mustapa S.I. An overview of integration opportunities for sustainable bioethanol production from first- and second-generation sugar-based feedstocks. *Journal of Cleaner Production*. 2020. Vol. 245. N 118857. DOI:10.1016/j.jclepro.2019.118857.

19. Barmaki S., Alamouti A.A., Khadem A.A., Afzalzadeh A. Effectiveness of chopped lucerne hay as a moisture absorbent for low dry-matter maize silage: Effluent reduction, fermentation quality and intake by sheep. *Grass and Forage Science*. 2018. Vol. 73. Iss. 2. P. 406-412. doi: 10.1111/gfs.12343.

20. Baryga A., Polec B., Malczak E. Technological value of raw materials from sugar beet growing area fertilized with digestate from sugar beet pulp biogas plant. *Plant Soil and Environment*. 2017. Vol. 63. Iss. 5. P. 207-212. doi: 10.17221/36/2017-PSE

21. Bauer N., Rose S.K., Fujimori S., van Vuuren D.P., Weyant J. et al. Global energy sector emission reductions and bioenergy use: overview of the bioenergy

demand phase of the EME-33 model comparison. *Climatic Change*. 2020. Vol. 163. Iss. 3. P. 1553–1568. DOI: 10.1007/s10584-018-2226-y.

22. Baumgarten W., Ivanina V., Hanzhenko O. Biomass production on marginal lands – catalogue of bioenergy crops. *Geophysical Research Abstracts*. 2017. Vol. 19, EGU2017-7904-1 EGU General Assembly 2017. Режим доступу: <https://meetingorganizer.copernicus.org/EGU2017/EGU2017-7904-1.pdf>

23. Bentini M., Caprara C., Rondelli V. Mechanical properties of sugar beet roots. *Transactions Of The Asae*. 2005. Vol. 48. Iss. 4. P. 1429-1439.

24. Berlowska J., Balcerek M., Dziugan P., Dziekonska-Kubczak U., Pielech Przybylska K., Patelski P., Robak K. Use of saccharose and structural polysaccharides from sugar beet biomass for bioethanol production. *International Agrophysics*. 2020. Vol. 34. Iss. 2. P. 151-159. doi: 10.31545/intagr/116572

25. Bertoldi P., Kona A., Rivas S., Dallemand J.F. Towards a global comprehensive and transparent framework for cities and local governments enabling an effective contribution to the Paris climate agreement. *Current Opinion In Environmental Sustainability*. 2018. Vol. 30. P. 67-74. DOI: 10.1016/j.cosust.2018.03.009

26. Boonchoo S., Fukai S., Hetherington S. Barley yield and grain protein concentration as affected by assimilate and nitrogen availability. *Australian Journal of Agricultural Research*. 1998. Vol. 49. Iss. 4. P. 695 – 706.

27. Bremond U., Bertrandias A., Steyer J.P., Bernet N., Carrere H. A vision of European biogas sector development towards 2030: Trends and challenges. *Journal of Cleaner Production*. 2021. Vol. 287. N125065. DOI: 10.1016/j.jclepro.2020.125065

28. Brodny J., Tutak M. The analysis of similarities between the European Union countries in terms of the level and structure of the emissions of selected gases and air pollutants into the atmosphere. *Journal of Cleaner Production*. 2021. Vol. 279. N123641. DOI: 10.1016/j.jclepro.2020.123641

29. Bu H., Sharma L.K., Denton A., Franzen D.W. Comparison of Satellite Imagery and Ground-Based Active Optical Sensors as Yield Predictors in Sugar Beet, Spring

Wheat, Corn, and Sunflower. *Agronomy Journal*. 2017. Vol. 109. Iss. 1. P. 299-308.

doi: 10.2134/agronj2016.03.0150

30. Bulgari R., Baldi A., Ferrante A., Lenzi A. Yield and quality of basil, Swiss chard, and rocket microgreens grown in a hydroponic system. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*. 2017. Vol. 45. Iss. 2. P. 119-129. doi:

10.1080/001140671.2016.1259642

31. Bureky K., Winner C. The effect of plant-population on yield and quality of sugar-beet at different harvesting date. *Journal of Agronomy and Crop Science*.

1986. Vol. 157. Iss. 4. P. 264-272. doi: 10.1111/j.1439-037X.1986.tb00075.x

32. Byrt C.S., Grof C.P.L., Furbank, R.T. C-4 Plants as Biofuel Feedstocks: Optimising Biomass Production and Feedstock Quality from a Lignocellulosic Perspective. *Journal of integrative plant biology*. 2011. Vol. 53, Issue 2. P. 120-135.

doi: 10.1111/j.1744-7909.2010.01023.x

33. Cai H., Dunn J.B., Wang Z.C., et al. Life-cycle energy use and greenhouse gas emissions of production of bioethanol from sorghum in the United States.

Biotechnology for biofuels. 2013, Vol. 6, Article number: 141. doi: 10.1186/1754-

6834-6-141

34. Campi P., Navarro A., Palumbo A.D., Mastrangelo M., Lonigro A., Mastroilli

M. Bioenergy productivity of sugar beet irrigated with reclaimed wastewaters.

Italian Journal Of Agronomy. 2015. Vol. 10. Iss. 3. P. 155-159. doi:

10.4081/ija.2015.652

35. Cao J., Hesketh J.D., Zur B., Reid J.F. Leaf area development in maize and soybean plants. *Biotronics*. 1988. Vol. 17 P. 9-15.

36. Cao W.X., Sun C., Liu R.H., Yin R.Z., Wu X.W. Comparison of the effects of five pretreatment methods on enhancing the enzymatic digestibility and ethanol production from sweet sorghum bagasse. *Bioresource Technology*. 2012. Vol. 111.

P. 215-221. DOI: 10.1016/j.biortech.2012.02.034.

37. Chiaromonte D., Talluri G., Scanlat N., Prussi M. The challenge of forecasting the role of biofuel in EU transport decarbonisation at 2050: A meta analysis review

of published scenarios. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 2021. Vol. 139. N110715. DOI: 10.1016/j.rser.2021.110715

38. Chojnacka A., Szczesny P., Blaszczyk M., Zielenkiewicz U., et al. Noteworthy Facts about a Methane-Producing Microbial Community Processing Acidic Effluent from Sugar Beet Molasses Fermentation. *Plos One*. 2015. Vol. 10. Iss. 5. DOI:10.1371/journal.pone.0128008

39. Christoph N., Hermann A., Wachter H. 25 Years authentication of wine with stable isotope analysis in the European Union - Review and outlook. 38th World Congress Of Vine And Wine (part 1). 2015. Vol. 5. doi: 10.1051/bioconf/20150502020

40. Ciric M., Gurcic I., Miroslavljevic M., Jeromela A.M., Jacimovic G., Prodanovic S., Zivanovic T. Assessment of sugar beet root yield by ammi analysis. *Genetika-Belgrade*. 2017. Vol. 49. Iss. 2. P. 663-675. doi: 10.2298/GENSR1702663C

41. CO2 emissions. Our World in Data. 2021. <https://ourworldindata.org/co2-emissions>

42. Dahlberg J. The Role of Sorghum in Renewables and Biofuels. *Sorghum: Methods and Protocols. Methods in Molecular Biology*. 2019. Vol. 1931. P. 269-277. DOI: 10.1007/978-1-4939-9039-9_19

43. Dar R.A., Dar E.A., Kaur A., Phutela U.G. Sweet sorghum-a promising alternative feedstock for biofuel production. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*. 2018. Vol. 82. P. 4070-4090. DOI: 10.1016/j.rser.2017.10.066

44. De la Rubia M., Villamil J., Rodriguez J., Mohedano A. Effect of inoculum source and initial concentration on the anaerobic digestion of the liquid fraction from hydrothermal carbonisation of sewage sludge. *Renewable Energy*. 2018. Vol. 127. P. 697-704. DOI:10.1016/j.renene.2018.05.002

45. De Laporte A.V., Ripplinger D.G. Economic viability of energy beets (*Beta vulgaris*) as advanced biofuel feedstocks. *Industrial Crops and Products*. 2018. Vol. 111. P. 254-260. doi: 10.1016/j.indcrop.2017.09.067

46. Dekovets V. O., Rozhko I. I., Kulyk M. I. Analysis of the assortment of energy crops for growing under the conditions of Ukraine. The 4 th International scientific and practical conference – «Modern science: problems and innovations» (June 28-30, 2020) SSPG Publish, Stockholm, Sweden. 2020. 11-16.

47. Demirbas A. Biofuels sources, biofuel policy, biofuel economy and global biofuel projections. *Energy Conversion and Management*. 2008. Vol. 49. Iss. 8. P. 2106-2116. doi: 10.1016/j.enconman.2008.02.020

48. Demirel B. Scherer P. Bio-methanization of energy crops through mono digestion for continuous production of renewable biogas. *Renewable Energy*. 2009. Vol. 34. Iss. 12. P. 2940-2945. DOI:10.1016/j.renene.2009.05.013

49. Demirel B., Scherer R. Production of methane from sugar beet silage without manure addition by a single-stage anaerobic digestion process. *Biomass & Bioenergy*. 2007. Vol. 32. Iss. 3. P. 203-209. DOI: 10.1016/j.biombioe.2007.09.011

50. Ding Q., Khattak S.I., Ahmad M. Towards sustainable production and consumption: Assessing the impact of energy productivity and eco-innovation on consumption-based carbon dioxide emissions (CCO₂) in G-7 nations. *Sustainable Production And Consumption*. 2021. Vol. 27. P. 254-268. DOI:10.1016/j.spc.2020.11.004

51. Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC.

Режим доступу: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009L0028&from=EN>

52. Dodic S., Popov S., Dodic J., Rankovic J., et. al. An overview of biomass energy utilization in Vojvodina. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*. 2009. Vol. 14. Iss. 1. P. 550-553. DOI:10.1016/j.rser.2009.07.010

53. Dogaris I., Karapati S., Mamma D., Kalogeris E., Kekos D. Hydrothermal processing and enzymatic hydrolysis of sorghum bagasse for fermentable carbohydrates production. *Bioresource Technology*. 2009. Vol. 100, Issue 24. P.

6543-6549. DOI: 10.1016/j.biortech.2009.07.046.54. Eberhart S. A., Russel W. A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci*. 1966. Vol. 6, No. 1. P. 36-40. doi: 10.2135/CROPSCI1966.0011183X0006000100111X

55. EN ISO 17225-1:2014 Solid biofuels -- Fuel specifications and classes -Part 1: General requirements.

56. Energy mix. what sources do we get our energy from? Statistical Review of World Energy. 2021. <https://ourworldindata.org/energy-mix?country=#energy-mix-what-sources-do-we-get-our-energy-from>

57. EU Green Deal (carbon border adjustment mechanism). Proposal for a Directive. <https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/12228-Carbon-Border-Adjustment-Mechanism>

58. Fachagentur nachwachsende rohstoffe e.v.: Basisdaten bioenergie deutschland (станом на серпень 2013 року).

59. Fang C., Boe K., Angelidaki I. Anaerobic co-digestion of by-products from sugar production with cow manure. *Water Research*. 2011. Vol. 45. Iss. 11. P. 3473-3480. DOI:10.1016/j.watres.2011.04.008

60. Fang C., Zhang T., Li P., Jiang R., et al. Phosphorus recovery from biogas fermentation liquid by Ca-Mg loaded biochar. *Journal Of Environmental Sciences*. 2014. Vol. 29. P. 106-114. DOI: 10.1016/j.jes.2014.08.019

61. Faraji M., Chakan A.A., Jafarizadeh M., Behbahani A.M. Soil and nutrient losses due to root crops harvesting: a case study from southwestern Iran. *Archives of Agronomy and Soil Science*. 2017. Vol. 63. Iss. 11. P. 1523-1534. doi: 10.1080/03650340.2017.1296133

62. Easahat P., Aghaezadeh M., Jabbari L., Hedayati S.S., Townson P. Sucrose Accumulation in Sugar Beet: From Fodder Beet Selection to Genomic Selection. *Sugar Tech*. 2018. Vol. 20. Iss. 6. P. 635-644. doi: 10.1007/s12355-018-0617-z

63. Ferreira O. E., da Silva A. F., Costa G. H. G. et al. Ethanollic Fermentation of Sweet Sorghum Broth: Effects of Genotypes, Harvest System and Enzymatic Treatment. *Sugar Tech*. 2021. Vol. 23, Iss. 3. P. 634–642. doi: 10.1007/s12355-020-00816-z

64. Franco R., Buffiere P., Bayard R. Ensiling for biogas production: Critical parameters. A review. *Biomass & Bioenergy*. 2016. Vol. 94. P. 94-104. DOI:10.1016/j.biombioe.2016.08.014

65. Gabriels D., Ghekiere G., Schiettecatte W. Assessment of USLE cover management C-factors for 40 crop rotation systems on arable farms in the Kemmelbeek watershed, Belgium. *Soil & Tillage Research*. 2003. Vol. 74. Iss. 1. P. 47-53. doi: 10.1016/S0167-1987(03)00092-8

66. Gao C.F., Zhai Y., Ding Y., Wu Q.Y. Application of sweet sorghum for biodiesel production by heterotrophic microalga *Chlorella protothecoides*. *Applied Energy*. 2010. Vol. 87, Issue 3. P. 756-761. DOI: 10.1016/j.apenergy.2009.09.006.

67. Garuti M., Mantovi P., Soldano M., Immovilli A., Ruozzi F., Ferramoso F.G., Rodriguez A.J., Fabbri C. Towards sustainable energy-crop cultivation: easibility of biomethane production using a double-cropping system with various sorghum phenotypes. *Biofuels Bioproducts & Biorefining-Biofr.* 2020. Vol. 14, Issue 3. P. 553-565. DOI: 10.1002/bbb.2099.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України