

УДК 631.527:061.62:631.371

**РОГОЖА Михайло,**

доктор історичних наук, доцент,
головний науковий співробітник сектору
архівознавства та документознавства
Національної наукової сільськогосподарської
бібліотеки НААН (м. Київ, Україна)

rohozhamm@ukr.netORCID <https://orcid.org/0000-0002-0384-9064>

Researcher ID is Z-3069-2019

<https://publons.com/researcher/3131301/michail-rohozha/>

ВЕРХНЯЦЬКА ДОСЛІДНО-СЕЛЕКЦІЙНА СТАНЦІЯ: ДІЯЛЬНІСТЬ У КОНТЕКСТІ БІОЕНЕРГЕТИЧНОЇ БЕЗПЕКИ УКРАЇНИ

У статті проаналізовано результати науково-дослідної роботи колективу Верхняцької дослідно-селекційної станції (далі – ВДСС) на сучасному етапі, які сприйняті перспективними в контексті забезпечення енергетичної безпеки України в її реальній перспективі та майбутньому. Науково-дослідні завдання, які постали перед колективом ВДСС на 2014-2015 рр., стосувалися розв'язання питання вивчення продуктивності цукрових (окремо й кормових) буряків як енергоефективної культури. Стратегічно – питання використання швидко відновлюваних джерел енергії постало на початку 2000-х рр.; воно знайшло свою законодавчо закріплену необхідність до виконання у Законах України «Про альтернативні види палива» (2000 р.). З часом виникла необхідність уточнити реальний стан енергетичного сектора України. Як результат його осмислення та розуміння перспектив з погляду сучасної суспільної та науково-технічної думки було прийнято Закон України «Про внесення змін до деяких законів України щодо обов'язковості використання рідкого біопалива (біокомпонентів) у галузі транспорту» (2024 р.). У цьому часовому проміжку науковим колективом ВДСС було проведено науково-обґрунтовані дослідження, котрі стосувалися можливостей вирощення експериментальних гібридів, придатних для вироблення біоетанолу; удосконалення окремих елементів технологій вирощування цукрових буряків для виробництва біоетанолу; продуктивність кормових буряків для вироблення біопалива залежно від окремих елементів біоадаптивної технології вирощування. Отримані результати досліджень виявили достатню

перспективність використання цукрових (і кормових) буряків для отримання біоетанолу та біогазу з твердих решток технологій переробки. Крім цього, в культуру дослідницьких завдань ВДСС було введено міскантус, вивчено особливості росту, розвитку та продуктивності для виробництва біопалива (твердого гранульованого) в залежності від окремих елементів біоадаптивної технології. Досліди проводилися в умовах Правобережного Лісостепу України. Очевидною є необхідність використання високоврожайних сортів буряків для виробництва біоетанолу та інших видів біопалива.

Ключові слова: цукрові буряки, адаптивні технології вирощування, врожайність, біомаса, виробництво, біоетанол, біопаливо.

VERKHNYATSKA EXPERIMENTAL BREEDING STATION: ACTIVITIES IN THE CONTEXT OF UKRAINE BIOENERGY SECURITY

Based on available data obtained over a certain period of scientific research tasks, this article analyzes results perceived as promising in the context of ensuring Ukraine energy security in its real and future prospects. The scientific research tasks faced by the team of the Verkhnyatska Experimental Breeding Station (VEBS) for 2014–2015 focused on studying the productivity of sugar beets (separately and as fodder beets) as an energy-efficient crop. Strategically, the issue of utilizing rapidly renewable energy sources emerged in the early 2000s, gaining legislative grounding through the Laws of Ukraine, including the «Law on Alternative Fuels» (2000). Over time, it became necessary to clarify the actual state of Ukraine energy sector. As a result of reflection and understanding of prospects from the standpoint of modern societal and scientific-technical thought, the «Law on Amendments to Certain Laws of Ukraine Regarding the Mandatory Use of Liquid Biofuels (Bio-Components) in Transport» (2024) was adopted. During this timeframe, VEBS researchers conducted scientifically grounded studies on the feasibility of cultivating experimental hybrids suitable for bioethanol production, improving specific elements of sugar beet cultivation technologies for bioethanol production, and analyzing fodder beet productivity for biofuel production depending on elements of bioadaptive cultivation technologies. Research findings indicated a high potential for using sugar (and fodder) beets to produce bioethanol and biogas from solid residues of processing technologies. Additionally, VEBS introduced miscanthus cultivation into its research tasks, studying its growth, development, and productivity for solid pellet biofuel production under different bioadaptive technology elements. The studies were conducted in the conditions of Ukraine Right-Bank Forest-Steppe. The necessity of utilizing high-yield beet varieties for bioethanol and other biofuel production is evident.

Keywords: *sugar beet, adaptive cultivation technologies, yield, biomass, production, bioethanol, biofuel.*

Постановка проблеми. Верхняцька дослідно-селекційна станція, одна з найстаріших в Україні (заснована на рубежі XIX – XX ст.), відповідно до науково-дослідних завдань, продиктованих сучасним розвитком суспільного прогресу, виявилася дотичною до важливої проблеми – енергетичної безпеки України. Робота її колективу з дослідження різних сторін культури цукрових буряків, зокрема підвищення їхньої врожайності як потенційного джерела енергоефективної продукції з них, виявилася дотичною до енергетичної безпеки України. Вичерпність природних енергетичних копалин поставила державу перед необхідністю пошуку джерел енергії, котрі швидко оновлюються. Системний аналіз проблеми виявив потенційні джерела відновлювальної енергії. Відомо, що промислова переробка цукрових буряків дає, окрім цукру, значну частину біомаси, яку можна переробляти в енергетичні речовини. До них належать меляса і тверді органічні рештки (біомаса), з котрої можна промислово виробляти різне біопаливо (тверде, рідке та газоподібне). Актуальність теми полягає в аналізі підвищення врожайності цукрових буряків як сировини для біопалива.

Аналіз досліджень і публікацій. Усвідомлення становища з енергоресурсами неминуче виявило спільну синергію діяльності влади та наукової спільноти України, найбільш помітно та виразно – в її аграрному секторі. Проблемні напрями вирішення енергозабезпечення за допомогою відновлюваних джерел стали дослідницькими напрямами та темами їхньої роботи. Варто наголосити, що алгоритм досліджень з цієї проблеми задає та координує Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН. Певною мірою координуючим центром щодо оприлюднення результатів досліджень стало періодичне видання

«Біоенергетика» (з 2013 р.). Його редколегія сприяла публікації результатів на основі поєднання диверсифікації виробництва цукру, біоетанолу та біогазу. Серед авторів: М. В. Роїк, В. Л. Курило, О. М. Ганженко, М. Я. Гументик, В. С. Бондар, В. М. Балан, Л. І. Сторожик, А. Аврамчук, Я. Б. Блюм, Г. Г. Гелетуха, О. О. Ягольник, І. П. Григорук. Видано «Атлас високопродуктивних енергетичних культур» (М. Я. Гументик, 2015 р.). Окрім культури цукрових буряків як сировини для виробництва біопалива, колективами дослідників введено до розгляду на предмет енергоефективності низку інших культур: вивчено енергопродуктивність міскантусу китайського (О. М. Ганженко, В. М. Квак, П. Ю. Зиков); верби (М. В. Роїк, М. Я. Гументик); сорго цукрового (В. Л. Курило, Л. А. Герасименко); соломи (Н. Г. Гізбуллін); зерна кукурудзи (Г. О. Прядкіна, М. Н. Михальська, В. В. Швартау); проса прутоподібного (М. Я. Гументик, Б. М. Радейко); міскантусу китайського на збіднених землях (О. Ганженко); сорго зернового (В. В. Іваніна, Р. М. Шаповаленко, Ю. П. Дубовий).

Метою статті є аналіз результатів науково-дослідної роботи колективу Верхняцької дослідно-селекційної станції на сучасному етапі щодо збільшення продуктивності й підвищення врожайності цукрових буряків для послідуного перероблення отриманого врожаю на біоетанол як паливо. Йдеться про виробництво відновлюваних джерел енергії як запоруки енергетичної безпеки.

Методологічне підґрунтя статті забезпечили принципи й методи наукового дослідження, ґрунтовані на законах діалектики (перехід кількісних змін у якісні тощо). Використано принципи історичної достовірності, науковості, системності й багатофакторності. Крім того, для більшої достовірності було залучено як загальнонаукові, так і історичні методи дослідження.

Виклад основного матеріалу. Верхняцька дослідно-селекційна станція – спеціалізована наукова структура, котра структурно та за напрямками науково-дослідницької роботи підпорядковується Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків (ІБЕКЦБ) Національної академії аграрних наук України (НААН). Виконує науково-дослідницьку роботу стосовно подальшого розвитку аграрного сектора України.

Варто наголосити, що Верхняцька дослідно-селекційна станція належить до числа найстаріших в Україні селекційних установ. Уже у 1845 р. у с. Верхнячка поміщик Ясинський збудував цукроварню. Пізніше (у 80-х рр. XIX ст.) цукроварню у нього викупив австрійський капіталіст Дітріх. Зрозуміло, що новий власник постійно турбувався про її рентабельність. Виявлено також, що: «Для збільшення продуктивності і підвищення врожайності цукр. буряків 1899 р. в селі відкрито селекційну станцію» [3, с. 288]. На початковому етапі існування основне місце в її роботі займала культура цукрових буряків (*Beta vulgaris saccharifera*), з часом номенклатура культур збільшилася за рахунок зернових і зернобобових.

Сьогодні колектив Верхняцької дослідно-селекційної станції продовжив дослідження цукрових буряків за різними напрямками; водночас, розширюючи номенклатуру дослідів, спрямував свою роботу на удосконалення і розроблення нових методів створення вихідного матеріалу й гібридів цукрових буряків. Крім того, створюються нові сорти озимого жита й вівса.

Зважаючи на те, що Україна належить до тих держав, котрі лише частково забезпечують себе енергоресурсами, відповідно, змушені імпортувати 65% викопних енергоносіїв. Для зменшення залежності від їхнього імпорту виникла потреба в пошуку відновлюваних джерел енергії та розроблення технологій їхнього використання. Тому, зважаючи на ситуацію, на державному рівні було розроблено

«Енергетичну стратегію України на період до 2030 року», схвалену розпорядженням Кабінету Міністрів України [11].

На виконання зазначеної вище стратегії КМУ було затверджено Національний план дій з відновлюваної енергетики [10]. У його констатуючій частині у розділі «Біоенергетика» наголошено: «Галузь біоенергетики в Україні має значний потенціал для розвитку. Це обумовлено особливостями клімату, потенціалом аграрного сектору і наявністю необхідної робочої сили. Найбільший енергетичний потенціал в Україні мають такі види біомаси як сільськогосподарські залишки (первинні – утворені в полі у процесі збирання врожаю; вторинні – утворені на підприємствах під час переробки врожаю, гній тварин) та енергетичні рослини (для отримання твердого біопалива та газу)». І далі: «Також до переліку інвестиційних проектів із значними інвестиціями, що реалізуються на території України... включено проекти з виробництва біоетанолу, який призначений для використання як компонент палива, виробництва біогазу і біометану (зокрема скрапленого або стисненого). Відповідно, у спеціально розробленому переліку (плані) заходів з виконання «Національного плану дій з відновлюваної енергетики на період до 2030 року» передбачено стосовно Мінагрополітики наступне: «п. 16. Забезпечення супроводу у Верховній Раді України проекту Закону України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо сприяння розвитку сфери вирощування енергетичних рослин (реєстраційний номер 5228) від 12 березня 2021 року». Тому для розширення понятійного апарату статті нами використовується поняття – енергетичні культури [12].

Наступним організаційним кроком щодо виконання «Національного плану дій...» стало доведення Міністерством аграрної політики та продовольства України до науково-дослідних установ (інститутів) (підпорядкованих їм науково-дослідних

і науково-селекційних станцій) тематики робіт щодо культури сільськогосподарських рослин, придатних для вироблення з них різних видів біопалива (біоетанолу, біогазу та біометану).

Верхняцькій дослідно-селекційній станції на 2014-2015 рр. було доведено до виконання науково-дослідне завдання (НДЗ): «Вивчити особливості впливу високоцукристих вихідних форм цукрових буряків на продуктивність експериментальних гібридів, створених для виробництва біоетанолу, 2014-2015 рр.» (шифр роботи – 22.02.01.04. П). На виконання зазначеного НДЗ було створено робочу групу під керівництвом П. І. Вакуленка, старшого наукового співробітника відділу селекції і насінництва цукрових буряків, кандидата сільськогосподарських наук. До складу групи ввійшли: Л. С. Андрєєва¹, Л. В. Кротюк, В. О. Видрик, Л. Ю. Паламарчук, Т. Г. Круковська, Т. В. Абрамова.

Необхідно підкреслити, обґрунтування НДЗ відповідає основним положенням «Національного плану дій...». Зокрема у розділі «Стан вивчення завдання досліджень», у заключній частині, зроблено наголос на тому, що «Важливе значення для збільшення виробництва біоетанолу... надається селекції і насінництву, ...у виробництво повинні впроваджуватися високопродуктивні ЧС гібриди на стерильній основі з високим виходом цукру на заводі» [7, с. 6].

Для досягнення результатів НДЗ було виконано значні обсяги робіт специфічного характеру: «Експериментальні дослідження виконувались у польових і лабораторних умовах із застосуванням методів однофакторного планування. Отримані експериментальні дані оброблялися на основі статистичного дисперсійного та розрахунково-порівняльного аналізу із залученням сучасного програмного забезпечення» [7, с. 3]. Виконаний обсяг дослідницьких робіт

¹ Згодом Л. С. Андрєєва очолює робочі групи за іншими напрямками досліджень.

дозволив робочій групі констатувати отримання наступних результатів: «Визначено кращі гібриди за продуктивністю та виходом біоетанолу з гектара площі... Введення в селекційний процес насичуючих схрещень поліпшує вихідні однонасінні, багатонасінні матеріали за ознакою цукристості» [7, с. 3]. У висновках за результатами виконання НДЗ зазначено: «Встановлено, що цукристість як полігенна ознака залежала від кліматичних умов року. Введення в селекційний процес насичуючих схрещень дало можливість поліпшити вихідні однонасінні, багатонасінні матеріали за цією ознакою і визначити очікуваний вихід біоетанолу з 1 тони сировини та з одного га площі, залежно від цукристості і врожайності запилювачів» [7, с. 64]. Крім того, означено достатньо репрезентативні статистичні дані: «Вихід біоетанолу з одного га у 9 кращих гібридів перевищував груповий стандарт по досліді в середньому на 10,5%» [7, с. 64]. Останнє засвідчує перспективи використання цих гібридів у подальшому.

Упродовж 2014-2015 рр. ідея та практика дослідження енергетичних культур отримала своє логічне продовження шляхом введення в дослідницький простір нових видів рослин. Акцент зроблено на їхньому вирощуванні в погоднокліматичних умовах Правобережного Лісостепу України.

Одне із планових НДЗ стосується дослідження продуктивності кормових буряків: «Дослідити продуктивність кормових буряків для виробництва біопалива залежно від окремих елементів біоадаптивної технології вирощування в умовах Правобережного Лісостепу України, 2014-2015 рр.» (шифр роботи – 22.02.03.18. П). Керівник – Л. С. Андрєєва, завідувача відділом селекції і насінництва цукрових буряків. До складу робочої групи ввійшли Б. В. Видрик, Л. А. Кротюк, В. О. Видрик. Окреслені мета і завдання дослідження стосуються: 1. «...підвищити продуктивність кормових буряків шляхом удосконалення технологічних процесів);

2. «...визначити особливості росту і розвитку рослин за раціональних витрат енергії та коштів) [8, с. 3]. Наукові співробітники робочої групи розширили методи досліджень: польовий, лабораторний, статистичний і розрахунково-порівняльний.

За результатами проведеного циклу дослідницьких робіт відзначено: «...вплив площ живлення, норм удобрення та сортотипу на показники продуктивності кормових буряків. Відмічено вищі показники чистої продуктивності фотосинтезу у багатонасінного сорту, в порівнянні з однонасінним. При густоті насаджень 70 тис/га спостерігається найвища врожайність, що має важливе значення при вирощуванні кормових буряків для виробництва біоетанолу. Внесення мінеральних добрив суттєво збільшує загальну площу листової поверхні. Це призводить до збільшення фотосинтетичного потенціалу й чистої продуктивності фотосинтезу і, як наслідок, збільшення продуктивності посівів кормових буряків як біоенергетичної культури» [8, с. 4].

На основі одержаних результатів зроблено наступні висновки: «...темпи росту багатонасінного сорту Сонет вищі, ніж однонасінного Вектор... Внесення мінеральних добрив позитивно впливає на розвиток листової поверхні, збільшує масу рослин та показники фотосинтетичної діяльності... На фоні удобрення N_{150} , P_{100} , K_{100} , сорти кормових буряків забезпечують найбільший вихід біоетанолу (3, 3-3,6 т/га)» [8, с. 35]. Тобто сформовано оптимум щодо потенціалу отримання біоетанолу.

Під керівництвом Л. С. Андрєєвої у Верхняцькій дослідно-селекційній станції було розпочато й дослідження енергетичної культури, інтродукованої до

рослинного світу України. Мова про міскантус (*Miscanthus sinensis*)², представник субтропічних і тропічних районів Африки й Азії.

Проводилася науково-дослідна робота із завданням «Вивчити особливості росту, розвитку та продуктивності міскантусу для виробництва біопалива в залежності від окремих елементів біоадаптивних технологій вирощення в умовах Правобережжя Лісостепу України, 2014-2015 рр.» (шифр роботи – 22.02.03.18. П; керівник групи – Л. С. Андрєєва; виконавці – Б. В. Видрик, В. О. Видрик, Л. Ю. Паламарчук).

Мету й завдання щодо дослідження міскантусу визначають специфіка інтродукції культури цієї рослини в якості її енергоздатності як біопалива. Відповідно, метою: «... є визначення особливостей росту, розвитку та формування продуктивності міокантусу, розробка технологічних процесів, удосконалення та обґрунтування механізованої технології його вирощування для виробництва біопалива» [9, с. 3]. Низка завдань передбачає: «... проаналізувати особливості розвитку рослин і формування врожаю наземної маси в залежності від погодних умов вирощування; встановити (оптимальну) масу різомів (частин кореневищ, що висаджуються; вивчити схеми розміщення рослин); дослідити ефективність внесення добрив; провести економічну й енергетичну оцінку ефективності вирощування як багаторічної енергетичної культури для виробництва біопалива в залежності від агротехнічних прийомів» [9, с. 3]. Наукові співробітники групи для ведення досліджень міокантусу, використовували ті ж методи і прийоми, що їх використали і при вивченні кормових буряків як біоенергетичної культури.

² Міскантус або, як його ще називають, «слонова трава», – багаторічна культура, зовні схожа на очерет. За 1 рік міскантус виростає до 3-4 метрів у висоту і дає до 25 тон сухої маси з гектара, що здатне замінити еквівалент при спалюванні аналогічний 10-15 тис. м³ природного газу або 15 тон вугілля.

Залишаючи для фахівців-аграріїв оцінку ведення дослідного процесу щодо міокантусу та його аналізу, зупинимось на отриманих результатах і їхній новизні. «Встановлено залежність урожаю міокантусу в перші роки вегетації від мінерального удобрення, густоти посадки та маси різомів³» [9, с. 3]. Варто розширити розуміння попереднього твердження: «... внесення мінеральних добрив N₁₂₀, P₆₀, K₆₀ урожай міокантусу в перший рік вегетації збільшується незалежно від маси висаджених різомів. Аналогічна тенденція спостерігається і при збільшенні густоти насаджень. З її підвищенням урожайність достовірно збільшується незалежно від інших факторів. За результатами досліджень встановлено, що висота головного пагона в перший рік вегетації не залежить від агротехнічних прийомів вирощування» [9, с. 28]; «у другий рік вегетації спостерігається збільшення висоти головного пагона на удобрених ділянках. Це пояснюється розростанням куща міскантуса, розвитком кореневої системи і кращим засвоєнням поживних речовин з ґрунту. Більш продуктивними були рослини, висаджені різомами масою 60 гр., незалежно від впливу решти факторів» [9, с. 28].

У висновку зазначено: «Міскантус – одна з найперспективніших культур для виробництва твердих видів палива. При вирощуванні міскантусу найбільш затратним є перший рік вирощування. Це обумовлено високою вартістю різомів і мінеральних добрив...в залежності від густоти насаджень і фону удобрення, – затрати... можуть складати від 65 до 92%. ...зазвичай міскантус у перший рік вирощування не збирають. ... Урожай другого року – від 4 до 10 тон, а з третього та в наступні роки – від 10 до 20 т/га сухої маси, залежно від ґрунтово-кліматичних

³ Різом – повзуче коренеподібне підземне стебло, зазвичай росте горизонтально, у ньому накопичуються запаси крохмалю; з різоми нестатевим шляхом утворюються нові пагони та коріння.

умов, рівня удобрення, віку плантації (термін використання плантації – 20-25 років), екологічних й інших чинників [9, с. 30].

Водночас, що цілком закономірно з погляду комплексного підходу до вирішення проблеми розширення використання енергетичних культур як відновлюваних джерел енергії, постало питання удосконалення цілісної системи вирощування цукрових буряків. Йдеться, зокрема, про удосконалення тих ланок, котрі забезпечують підвищення їхньої врожайності через технології вирощування. Стратегічно: потреба в переході від використання видобувної енергетики до диверсифікації поставок та зрештою перехід до використання її відновлюваних джерел.

Зрозуміло, що така стратегія вимагає не тільки розуміння проблеми, а й послідовних дій, спрямованих на отримання економічно доцільних та ефективних результатів.

Цілком очевидно, що наступним науково-дослідницьким завданням, екстрапольованим на нароблений досвід колективу відділу селекції і насінництва цукрових буряків стала потреба удосконалення окремих елементів вирощування цукрових буряків. На нашу думку, воно знаходиться в контексті цілісного вирішення питання української енергетичної незалежності через багатовекторність використання джерел відновлюваної енергетики. Відповідно: удосконалення окремих елементів вирощування цукрових буряків як енергетичної культури знаходиться в руслі сучасних вимог. Тому науково-дослідницька робота щодо завдання «Удосконалити окремі елементи технології вирощування цукрових буряків для виробництва біоетанолу в умовах Правобережного Лісостепу України», 2014-2015 рр. (шифр роботи – 22.02.03.20. П) спрямована на виконання вищевказаних завдань. Науково-дослідницьку групу очолила завідувача відділом

селекції і насінництва цукрових буряків Л. С. Андрєєва, до складу групи включені Б. В. Видрик, Л. А. Кротюк, В. О. Видрик. Мета дослідження трансформована у відповідні завдання, які передбачали: «...підвищення ефективності вирощування цукрових буряків для виробництва біопалива шляхом визначення особливостей росту і розвитку рослин, розроблення технологічних процесів та обґрунтування особливостей механізованої технології вирощування та збирання» [6, с. 3].

У ході проведення досліджень науковими співробітниками проаналізовано особливості росту та розвитку рослин, залежність формування врожаю від ґрунтово-кліматичних особливостей і погодних умов вирощування, визначено особливості застосованих сортів і гібридів, найбільш придатних для вироблення біоетанолу. Крім того, встановлено ефективність застосування добрив для виробництва біоетанолу. Встановлено «...вплив площ живлення, ...норм внесення добрив, сортотипів на показники продуктивності цукрових буряків, придатних для виробництва біоетанолу. Відзначено вищі показники фотосинтезу у гібридах у порівнянні з вихідним сортом» [6, с. 3].

Результати дослідження «Динаміка росту та розвитку цукрових буряків у першій половині вегетації» [6, с. 22-23] показали, «що початковий ріст і наступний розвиток рослин у сорту (використано насіння сорту ВП 9) і гібриду (Весто) відрізняються. Початкові фази розвитку наступали у гібриду на 2-4 дні раніше, ніж у сорту» [6, с. 23]. Наголошено, «що засвоєння елементів живлення у другій половині вегетації, особливо за останні 30-45 днів до збирання, воно поступово знижується» [6, с. 30]. Зроблений науковими співробітниками станції аналіз показав, що: «...більш урожайним був гібрид Весто. Сорт-популяція Веселоподолянський 29 виявився більш цукристим. Але за рахунок більшої урожайності за збором цукру гібрид переважив сорт» [6, с. 31].

Зважаючи на головну ідею, закладену в основу дослідної роботи щодо енергетичної продуктивності цукрових буряків, необхідно, з урахуванням внесення мінеральних добрив і густоти фактично вирощених рослин цієї культури, наголосити на остаточних висновках. «Заключним етапом в оцінці вирощування біоенергетичних культур є кількість отриманого біопалива (біоетанол, біогаз)» та вихід енергії при його використанні з одиниці площі посіву... при вирощуванні енергетичних цукрових буряків максимальний розрахунковий вихід біоетанолу отримано за густоти стояння рослин 100 тис. шт. га та норми N_{150} , P_{100} , K_{100} .

При вирощуванні гібрида порівняно з сортом, різниця виходу біоетанолу за цих умов складає 0,5 т/га. Найбільший розрахунковий вихід біогазу спостерігається за цих же агротехнічних умов вирощування, оскільки вони сприяють одержанню найбільшої біомаси рослин (плоди і листові пластинки). Вихід біогазу у сорті ВП 29 становив 10,6-13,1 тис m^3 /га, у гібрида Весто відповідно 112.3-13,1 тис m^3 /га. У цих варіантах отримано найбільший розрахунковий вихід енергії» [6, с. 33-34].

Варто зауважити, що питання вирощування енергетичних культур, їхнього використання для виробництва різних видів палива знайшло своє місце у закладах вищої освіти аграрного профілю. Свій внесок у цю справу зробила група викладачів Полтавської державної аграрної академії. Станом на 2017 р. вони підготували спеціалізоване видання «Енергетичні рослини: бібліографічний покажчик» [2]. Залучили понад 600 опублікованих джерел щодо енергетичних рослин. Виокремили найбільш перспективні, на їхній погляд, енергопродукуючі рослини: зернові культури *n*), картопля (*Solanum tuberosum*), кукурудза (*Zea mays*), мальва (*Malva*), міскантус китайський (*Miscanthus sinensis*), ріжій (*Camelina*), рицина (*Ricinus communis*), ріпак (*Brassica napus*), румекс (щавнат) (*Rumex crispus*), світчграс (просо прутоподібне) (*Panicum virgatum*), сорго (*Sorghum*), соняшник

(*Helianthus*), соя (*Glycine max*), топінамбур (*Helianthus tuberosus*), тополя (*Populus alba*), цукрові буряки (*Beta vulgaris saccharifera*).

Зрештою, питання виробництва та використання біоетанолу стало dokonаним фактом. Відомо, що «Станом на 2022-й рік потужності виробництва біоетанолу в Україні вже складають 381 тис. т на рік. З них потужності, які знаходяться на відстані понад 200 км від зони бойових дій, – 282 тис. т. Відповідне обладнання встановлено вже на 22-х агропідприємствах» [1]. Крім того, влітку 2024 р. Верховна Рада України прийняла в другому читанні і в цілому проєкт Закону щодо обов'язковості використання рідкого біопалива (біокомпонентів) у галузі транспорту (4 червня 2024 р., № N 3769-IX) [5]. Ним було внесено зміни до Закону України «Про альтернативні види палива» (14 січня 2000 р., № 1391-XIV) [4].

Закон від 4 червня 2024 р. «Про внесення змін до деяких законів України щодо обов'язковості використання рідкого біопалива (біокомпонентів)» регулює нормативно-правову базу для розвитку сфери виробництва, обігу та використання рідкого біопалива транспортом. Так, у ст. 1 запропоновано для використання у правовому полі України основні поняття біоенергетики, котрі стосуються зазначеного вище. Закон вводить до використання поняття «альтернативні види палива – тверде, рідке та газове паливо, яке є альтернативою традиційним видам палива і яке виробляється (видобувається) з нетрадиційних джерел та видів енергетичної сировини» [1]. Водночас, це поняття встановило логічний зв'язок між обома вище названими законами, розширюючи понятійний простір суспільства, яке сприйматиме законодавчі нововведення стосовно енергетичної безпеки як один із напрямів безпеки взагалі.

Окрім того, у ст. 1. додатково сформульовані поняття: біобутанол, біогаз, біоводень, біодизельне паливо, біоетанол, біокомпоненти, біологічні види палива

(біопаливо), біомаса, біометан, біометанол, виробники біопалива, гідроочищена рослинни олія, нетрадиційні джерела та види енергетичної сировини.

Важливо також наголосити на тому, що вказаним Законом передбачено імплементацію положень Директиви Європейського Парламенту та Ради 2009/28/ЄС від 23 квітня 2009 р. про заохочення до використання енергії, виробленої з відновлюваних джерел (у частині забезпечення Україною міжнародних зобов'язань щодо частки енергії з відновлюваних джерел у валовому кінцевому обсязі споживання енергії на транспорті), які взяла на себе Україна із вступом до Енергетичного Співтовариства. Тобто, Закон встановлює з 1 червня 2025 р. не менше 5% обов'язкового вмісту рідкого біопалива (біокомпонентів) в усіх обсягах автомобільних бензинів, що відпускаються з місць оптової та роздрібної торгівлі паливом, за виключенням бензинів з октановим числом 98 і вище та бензинів, що поставляються для потреб Міністерства оборони, Державного резерву та для створення мінімальних запасів нафти і нафтопродуктів.

Детальне ознайомлення зі змістом Закону України «Про альтернативні види палива» (від 14 січня 2000 р., № 1391-XIV) та Закону України «Про внесення змін до деяких законів України щодо обов'язковості використання рідкого біопалива (біокомпонентів) у галузі транспорту» (4 червня 2024 р., № 3769-IX) створив підстави побачити та зрозуміти внутрішній зв'язок між змістом виконаних науково-дослідних завдань загальнодержавного значення на полях Верхняцької дослідно-селекційної станції та прийнятими у 2000-2024 рр. законами України з питань забезпечення енергетичної незалежності.

Формування законодавчої бази щодо альтернативних видів палива, застосування на першому етапі їхнього використання у вигляді рідин (різких форм) відповідає євроінтеграційним устремлінням України, забезпечить державі її

поетапне звільнення від необхідності імпортувати енергетичні ресурси, розвивати власну переробну та хімічну промисловість; громадянам, у свою чергу, мати відчуття захищеності від стрибків цін та дефіциту палива у зв'язку з політичною кон'юнктурою зі сторони держав-експортерів.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Результати, отримані за підсумками виконання науково-дослідних завдань Верхняцької дослідно-селекційної станції (зокрема, якісні та, особливо, кількісні, зафіксовані у цифровому вигляді статистичних закономірностей звітів), дають підстави стверджувати про перспективність проведених досліджень. Виявлені науковцями ВДСС закономірності впливу на підвищення врожайності цукрових (а також і кормових) буряків сприйняті як головна передумова отримання біоетанолу й інших видів біопалива. Для підвищення врожайності науковцями станції було здійснено науково-обґрунтовану систему дослідницьких заходів, спрямованих на: удосконалення можливостей вирощування експериментальних гідридів, придатних для виробництва біоетанолу. Вони були здійснені шляхом удосконалення окремих елементів вирощування, застосування окремих елементів (методів) біоадаптивної технології супроводу росту для підвищення врожайності.

Розуміючи необхідність поступального розвитку переліку рослин, які сприймаються біоенергетичними та придатні для досліджень на предмет енергоефективності, поряд з дослідженнями цукрових (і кормових) буряків, було введено інший об'єкт для досліджень – міскантус. Це багаторічна трав'яниста рослина родини Злакових, яка нараховує 40 видів. За попередніми даними – придатна для виробництва твердих гранул як палива, а також біогазу. Перспективність подальшого використання енергоефективних рослин очевидна, крім того, вона є важливим елементом енергетичної незалежності України. Більше

того, відповідно до чинного законодавства, в Україні вже з 1 червня 2025 р. буде обов'язковим додавання до бензину 5% біоетанолу.

Список використаних джерел та літератури

1. Біоетанол. Стан та оцінка галузі в Україні. 17 січня 2023. URL: <https://latifundist.com/analytics/30-bioetanol-stan-ta-otsinka-galuzi-v-ukrayini>
2. Енергетичні рослини: бібліографічний покажчик / Полтавська державна аграрна академія. Авт. вступної статті М. І. Кулик; уклад. Л. Д. Пашенко; відповід. за випуск Л. О. Снітко]. Полтава: ПДАА, 2017. 88 с.: іл.
3. Енциклопедія сучасної України. Т. 4. В–Вог. Київ: Інститут енциклопедичних досліджень. Національної академії наук України. 2005. 699 с.
4. Закон України «Про альтернативні види палива». Назва Закону в редакції Закону № 1391-VI від 21.05.2009). *Відомості Верховної Ради України (ВВР)*, 2000, № 12, ст. 94.
5. Закон України «Про внесення змін до деяких законів України щодо обов'язковості використання рідкого біопалива (біокомпонентів) у галузі транспорту». *Відомості Верховної Ради (ВВР)*, 2024, № 38, ст. 245.
6. Звіт про науково-дослідну роботу «Удосконалити окремі елементи технології вирощування цукрових буряків для виробництва біоетанолу в умовах Правобережного Лісостепу України», 2014-2015 рр. 42 с.
7. Звіт про науково-дослідну роботу 22.02.01.04 П «Вивчити особливості впливу високоцукристих вихідних форм цукрових буряків на продуктивність експериментальних гібридів, створених для виробництва біоетанолу» (2014-2015 рр.). 67 с.
8. Звіт про науково-дослідну роботу 22.02.03.18 П «Дослідити продуктивність кормових буряків для виробництва біопалива залежно від окремих елементів біоадаптивної технології вирощування в умовах Правобережного Лісостепу України, 2014-2015 рр.». 38 с.
9. Звіт про науково-дослідну роботу 22.05.02.18 П «Вивчити особливості росту, розвитку та продуктивності міокантусу для виробництва біопалива в залежності від окремих елементів біоадаптивної технології вирощування в умовах Правобережного Лісостепу України», 2014-2015 рр. 34 с.
10. Кабінет Міністрів України. Розпорядження від 13 серпня 2013 року № 761 р. «Про затвердження Національного плану дій з відновлюваної енергетики на період до 2030 року та плану заходів з його виконання».

11. Кабінет Міністрів України. Розпорядження від 24 липня 2013 року № 1071 р. «Про схвалення Енергетичної стратегії України на період до 2030 року».
12. Кулик М. І. Енергетичні культури: навчальний посібник. Полтава: «Астроя», 2017. 150 с.

References

1. Bioetanol. Stan ta otsinka haluzi v Ukraini. 17 sichnia 2023 [Bioethanol. State and assessment of the industry in Ukraine. January 17, 2023]. URL: <https://latifundist.com/analytics/30-bioetanol-stan-ta-otsinka-galuzi-v-ukrayini> [In Ukrainian].
2. (2017). Enerhetychni roslyny: bibliohrafichnyi pokazhchyk [Energy Plants: Bibliographic Index]. Poltava State Agrarian Academy. Introductory Article by M. I. Kulyk; Compiled by L. D. Pashchenko; Editor L. O. Snitko. Poltava [In Ukrainian].
3. (2005). Entsyklopediia suchasnoi Ukrainy. T. 4. V–Voh. [Encyclopedia of Modern Ukraine. Vol. 4. V-Voh.] Kyiv: Institute of Encyclopedic Research, National Academy of Sciences of Ukraine [In Ukrainian].
4. *Zakon Ukrainy «Pro alternatyvni vydy palyva»*. *Nazva Zakonu v redaktsii Zakonu № 1391-VI vid 21.05.2009*) [Law of Ukraine «On Alternative Fuels». Title of the Law as amended by Law No. 1391-VI of May 21, 2009.]. *Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy (VVR)* – Official Bulletin of the Verkhovna Rada of Ukraine (OBVR), 2000, no. 12, art. 94 [In Ukrainian].
5. *Zakon Ukrainy «Pro vnesennia zmin do deiakykh zakoniv Ukrainy shchodo oboviazkovosti vykorystannia ridkoho biopalyva (biokomponentiv) u haluzi transportu»* [Law of Ukraine «On Amendments to Certain Laws of Ukraine Regarding the Mandatory Use of Liquid Biofuels (Bio-Components) in Transport»]. *Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy (VVR)* – Official Bulletin of the Verkhovna Rada of Ukraine (OBVR), 2024, no. 38, art. 245 [In Ukrainian].
6. *Zvit pro naukovo-doslidnu robotu «Udoskonalyty okremi elementy tekhnologii vyroshchuvannia tsukrovykh buriakiv dlia vyrobnytstva bioetanolu v umovakh Pravoberezhnoho Lisostepu Ukrainy»*, 2014-2015 rr. 42 s. [Research Report «Improvement of Certain Elements of Sugar Beet Cultivation Technologies for Bioethanol Production in the Conditions of Ukraine Right-Bank Forest-Steppe», 2014–2015. 42 p.] [In Ukrainian].
7. *Zvit pro naukovo-doslidnu robotu 22.02.01.04 P «Vyvchyty osoblyvosti vplyvu vysokotsukrystykh vykhidnykh form tsukrovykh buriakiv na produktyvnist eksperymentalnykh hidrydiv, stvorenykh dlia vyrobnytstva bioetanolu» (2014-2015 rr.)*. 67 s. [Research Report 22.02.01.04 P. «Study of the Specific Impact of High-Sugar Parent Sugar Beet Forms on the Productivity of Experimental Hybrids for Bioethanol Production» (2014–2015). 67 p.] [In Ukrainian].

8. *Zvit pro naukovo-doslidnu robotu 22.02.03.18 P «Doslidyty produktyvnist kormovykh buriakiv dlia vyrobnytstva biopalyva zalezno vid okremykh elementiv bioadaptivnoi tekhnolohii vyroshchuvannia v umovakh Pravoberezhnoho Lisostepu Ukrainy, 2014-2015 rr.»*. 38 s. [Research Report 22.02.03.18 P. «Study of Fodder Beet Productivity for Biofuel Production Depending on Specific Bioadaptive Cultivation Technology Elements in the Conditions of Ukraine Right-Bank Forest-Steppe, 2014–2015». 38 p.] [In Ukrainian].

9. *Zvit pro naukovo-doslidnu robotu 22.05.02.18 P «Vyvchyty osoblyvosti rostu, rozvytku ta produktyvnosti miokantusu dlia vyrobnytstva biopalyva v zalezhnosti vid okremykh elementiv bioadaptivnoi tekhnolohii vyroshchuvannia v umovakh Pravoberezhnoho Lisostepu Ukrainy»*, 2014-2015 rr. 34 s. [Research Report 22.05.02.18 P. «Study of Miscanthus Growth, Development, and Productivity for Biofuel Production Depending on Specific Bioadaptive Cultivation Technology Elements in the Conditions of Ukraine Right-Bank Forest-Steppe», 2014–2015. 34 p.] [In Ukrainian].

10. *Kabinet Ministriv Ukrainy. Rozporiadzhennia vid 13 serpnia 2013 roku № 761 r. «Pro zatverdzhennia Natsionalnoho planu dii z vidnovliuvanoi enerhetyky na period do 2030 roku ta planu zakhodiv z yoho vykonannia»* [Cabinet of Ministers of Ukraine. Order No. 1071-r of July 24, 2013, «On Approval of the Energy Strategy of Ukraine for the Period Until 2030»] [In Ukrainian].

11. *Kabinet Ministriv Ukrainy. Rozporiadzhennia vid 24 lypnia 2013 roku № 1071 r. «Pro skhvalennia Enerhetychnoi stratehii Ukrainy na period do 2030 roku»* [Cabinet of Ministers of Ukraine. Order No. 761-r of August 13, 2013, «On Approval of the National Renewable Energy Action Plan for the Period Until 2030 and Its Implementation Plan»] [In Ukrainian].

12. Kulyk, M. I. (2017). *Enerhetychni kultury: navchalnyi posibnyk* [Energy Crops: Textbook]. Poltava [In Ukrainian].

Надійшла до редакції: 19.03.2025 р.