



«PROMOTING OF EUROPEAN SKILLS AND
APPROACHES FOR SUSTAINABLE
BIOECONOMY IN THE CONDITIONS
OF UKRAINIAN ACUTE CHALLENGES»
(PESAB)

ЗЕЛЕНА ТРАНСФОРМАЦІЯ ТА СТАЛА БІОЕКОНОМІКА



МОНОГРАФІЯ

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ТЕХНОЛОГІЙ ТА ДИЗАЙНУ

**ЗЕЛЕНА ТРАНСФОРМАЦІЯ
ТА СТАЛА БІОЕКОНОМІКА**

Монографія

КИЇВ 2024

УДК 338.23:330.34+608.32:502.131.1

З-53

Рецензенти:

Ольшанська О. В. – д-р екон. наук, проф., декан факультету управління та бізнес-дизайну Київського національного університету технологій та дизайну;

Желюк Т. Л. – д-р екон. наук, проф., професор кафедри менеджменту, публічного управління та персоналу Західноукраїнського національного університету.

Авторський колектив:

Розділ I: Фірсова С. Г., Білорус Т. В. (п. 1.1); Оліх Л. А. (п. 1.2); Чернова О. В., Дивнич О. Д. (п. 1.3); Луців Р. С. (п. 1.4);

Розділ II: Власюк Т. М. (п. 2.1); Слюсарева Л. В., Слюсарев Д. С. (п. 2.2); Хаустова Є. Б. (п. 2.3.); Будякова О. Ю. (п. 2.4);

Розділ III: Олешко А. А., Мельник Л. С. (п. 3.1); Давиденко С. В. (п. 3.2); Заріцька Н. М. (п. 3.3); Бебко С. В., Кундеева Г. О. (п. 3.4);

Розділ IV: Новіков Д. В., Рябошапка Т. А. (п. 4.1); Лесюк В. С. (п. 4.2); Замлинський В. А. (п. 4.3.); Замлинська О. В., Городніченко С. А. (п. 4.4); Шацька З. Я., Когут А. Л. (п. 4.5);

Розділ V: Жалдак М. П., Полюга В. О., Мокроусова О. Р. (п. 5.1); Охмат О. А., Мокроусова О. Р. (п. 5.2); Єрмак А. В., Андреева О. А. (п. 5.3); Калініченко О. В., Кулик М. І., Лесюк В. С. (п. 5.4); Щербатюк Т. Г. (п. 5.5).

Рекомендовано до друку Вченою радою Київського
національного університету технологій та дизайну
(протокол № 11 від 19.06.2024)

З-53 Зелена трансформація та стала біоекономіка: моногр.; за наук.
ред. А.А. Олешко, О.Ю. Будякової. Київ: КНУТД, 2024. 496 с.

ISBN 978-617-7763-34-4

Монографію підготовлено за підтримки Європейського Союзу в межах проєкту ERASMUS-JMO-2023-HEI-TCH-RSCH, 101127252 «Просування європейських навичок та підходів до сталої біоекономіки в умовах сучасних викликів в Україні» / «Promoting of European skills and approaches for sustainable bioeconomy in the conditions of Ukrainian acute challenges» (PESAB).

Фінансується Європейським Союзом. Проте висловлені погляди та думки належать лише авторам і не обов'язково відображають погляди Європейського Союзу чи Європейського виконавчого агентства з освіти та культури. Ні Європейський Союз, ні орган, що надає гранти, не можуть нести за них відповідальності.

УДК 338.23:330.34+608.32:502.131.1

ISBN 978-617-7763-34-4

© Авторський колектив, 2024

© КНУТД, 2024



Щербатюк Т. Г.

5.1. Буяківництво в біоенергетиці України

Одним із пріоритетів аграрної науки є пошук та виробництво нових альтернативних видів енергії, в тому числі відновлюваних, де особлива увага на даному етапі приділяється біомасі нетрадиційних рослин. Перспективним напрямом стала нова галузь науки "Біоенергетика". Біоенергетичні культури охоплюють багато різних родів та видів рослин, які за відносно короткий період вегетації можуть давати високі прирости біомаси. Для енергетичних цілей необхідно використовувати спеціальні швидкоростучі різновиди, які характеризуються збільшеним приростом біомаси, високою стійкістю до хвороб і шкідників, а також невибагливістю до ґрунтово-кліматичних умов України. Цукрові та кормові буряки найбільш продуктивні та економічно обґрунтовані культури, що можуть використовуватись для виробництва біопалива серед двох десятків видів рослин, з якими проводяться дослідження¹.

Буяківництво – галузь сільського господарства, що спеціалізується на вирощуванні цукрових буряків як сировини для цукрової промисловості. У країнах з помірним кліматом сировиною для виробництва цукру є цукрові буряки – дворічна культура, яка на 1-му році вегетації утворює коренеплоди масою 600 і більше грамів з вмістом цукру близько 18–20 %. Світова площа посіву фабричних буряків становить понад 9 млн га, що дає можливість отримувати з них 35–40% загального виробництва

¹ Роїк М. В. Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН -галузевий науковий і координаційно-методичний центр. С.9-21.// Буяківництво і біоенергетика в Україні: історія, наука, виробництво, люди (до 95-річчя ІБКіЦБ НААН України): монографія / за ред. академіка НААН України М. В. Роїка. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2017. 352 с.



ЗЕЛЕНА ТРАНСФОРМАЦІЯ ТА СТАЛА БІОЕКОНОМІКА

цукру в світі. Майже 80% посівної площі цукрових буряків зосереджено в Європі. Україна за розмірами посівних площ посідає 1-е місце у світі (15–17 %), на початок 90-х рр. була однією з 6-ти країн – найбільших експортерів цукру в світі. Буряківництво разом із насінництвом і цукровиробництвом становлять бурякоцукровий агропромисловий комплекс. Це цілісна ієрархічна система суб'єктів господарювання різноманітних форм власності, які здійснюють виробництво насіння та плодів цукрових буряків, цукру та їх реалізацію. Структура комплексу: виготовлення засобів виробництва для вирощування цукрових буряків і цукру; вирощування буряків та виробництво цукру; виробництво і соціальна інфраструктура².

Цукровий буряк (*Beta vulgaris* ssp. *vulgaris*) є важливою культурою для помірного клімату, яка забезпечує майже 30% світового щорічного виробництва цукру та є джерелом біоетанолу та корму для тварин. Вид належить до порядку *Caryophyllales*, є диплоїдним з $2n = 18$ хромосомами, має орієнтовний розмір геному 714-758 тисяч пар нуклеотидів. Листовий буряк культивували ще з римських часів, але цукровий буряк є однією з культур, одомашнених зовсім недавно. Він виник наприкінці XVIII століття, коли зі схрещувань мангольда (нім. *Mangold*; лат. *Beta vulgaris* subsp. *vulgaris* var. *vulgaris*) та кормового буряка (*Beta vulgaris* L. v. *crassa*) були відібрані лінії, що накопичують цукор у запасному коренеплоді³.

У літературних джерелах, що дійшли до нас, не досить чітко

² Буряківництво / М. В. Роїк, Л. А. Барштейн // Енциклопедія Сучасної України [Електронний ресурс] / Редкол. : І. М. Дзюба, А. І. Жуковський, М. Г. Железняк [та ін.] ; НАН України, НТШ. – К. : Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2004. – Режим доступу : <https://esu.com.ua/article-38218>

³ Dohm JC, Minoche AE, Holtgräwe D, Capella-Gutiérrez S, Zakrzewski F, Tafer H, Rupp O, Sörensen TR, Stracke R, Reinhardt R, Goesmann A, Kraft T, Schulz B, Stadler PF, Schmidt T, Gabaldón T, Lehrach H, Weisshaar B, Himmelbauer H. The genome of the recently domesticated crop plant sugar beet (*Beta vulgaris*). *Nature*. 2014 Jan 23;505(7484):546-9. doi: 10.1038/nature12817. Epub 2013 Dec 18. PMID: 24352233.



висвітлюються питання про те, з якими саме буряками мали справу перші українські буряководи. З цього приводу можна лише робити деякі припущення. Вважають, що вихідним матеріалом для перших селекціонерів-буряководів були білі сілезькі буряки. Від них у першій половині XIX століття й започатковано два сорти, які довгі роки безроздільно панували на бурякових ланах Європи: французькі – Вільморена (про якого розповідають як про фундатора наукової селекції у Франції взагалі, и цукрових буряків зокрема) і німецькі, так звані кляйинванцлебен, що стали родоначальниками усіх в основному наступних сортів цукрових буряків.

На ті часи в селекції панував масовий відбір за морфологічними ознаками – формою і кольором коренеплоду, формою розетки і окремих листочків, загальною облистяністю, ступенем виступання головки коренеплоду над поверхнею ґрунту і т. ін. Прямий відбір за показниками цукристості тоді ще не застосовували. Але і в результаті застосування такого методу відбору було досягнуто значних успіхів у підвищенні врожайності, а цукристість, відповідно до вихідних форм, зросла майже на 4 %.

До 1850 р. німецький селекціонер Кнауер в результаті таких відборів вивів сорт цукрових буряків «Імперіаль» із цукристістю 9-13,5 %.

Друга половина XIX століття відзначилась суттєвим удосконаленням методів поліпшення цукрових буряків. Із 1850 року Луї Вільморен почав відбирати цукрові буряки за питомою масою. Для цього він занурював коренеплоди у розчин кухонної солі.

Систематична праця з селекції цукрових буряків, яку провела фірма Вільморенів, дозволила вже наприкінці 60-х років XIX століття підняти цукристість у селекційних матеріалах фірми на 5-8 %. Було створено шедевр цукристості під назвою «Білий



поліпшений Вільморена» з вмістом цукру 15-16 %. Отже, вже в давні роки цукрові буряки за вмістом цукру почали виходити на сучасні рубежі. У 1856 р. Луї Вільморен зробив на засіданні Французької Академії наук доповідь про розроблений ним новий метод в селекції цукрових буряків – індивідуальний з оцінкою продуктів відбору за потомством. Це стало подальшим кроком на шляху вдосконалення нового цукронакопичувача. За основу цього методу прийняли наукове положення про те, що цукристість цукрових буряків має спадковий характер⁴.

Наукова складова буряківництва в Україні пов'язана з формуванням колективів науковців-цитогенетиків та селекціонерів, джерела яких формувались в промисловій інфраструктурі імперії.

Вирішальною подією у підвищенні виробництва цукру було будівництво в 1824 р. першого цукрового заводу в с. Макошино Чернігівської губернії. Цей крок започаткував географічне переміщення цукробурякового виробництва. Не випадково саме на Україну припало виробництво цього важливого продукту. Адже тут окрім сприятливих кліматичних умов, колосальних площ родючих земель, була ще і велика кількість робочих рук. Якщо в 1830 р. в українських губерніях працювало 6 заводів, то в 1842 р. їх було вже 52⁵.

В другій половині XIX ст. в Україні функціонували дослідно-селекційні станції, дослідні насінницькі господарства, проводились колективні (згодом державні) сортовипробування. Так, ще в 1850 році в селі Калинівці на Вінниччині було створено насінницьке господарство. В 1885 р. організована Немерчанська

⁴ Роїк М. В. Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН -галузевий науковий і координаційно-методичний центр. С.9. // Буряківництво і біоенергетика в Україні: історія, наука, виробництво, люди (до 95-річчя ІБКіЦБ НААН України): монографія / за ред. академіка НААН України М. В. Роїка. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2017. 352 с.

⁵ Коваленко С. Д. Буряківництво на українських землях у XIX – на початку XX ст. для потреб становлення та розвитку галузевого дослідництва. *Історія науки і біографістика*. 2018. -№ 4. С. 133-154.



дослідно-селекційна станція на Поділлі, яка після переведення на Схід у зв'язку з військовими діями, перетворена на Веселоподільську станцію в Полтавській області з датою заснування від 1915 року. В 1888 році була заснована Уладово-Люлинецька дослідно-селекційна станція на Вінниччині, у 1897 році – Іванівська на Сумщині, у 1898 році – Ялтушківський селекційний пункт, який у 1925 році був перетворений на дослідно-селекційну станцію. В 1899 році – організована Верхняцька селекційна станція на Черкащині. В 1893 році – Веселополовецька селекційна станція Київської області, яку в 1922 році перетворено в Білоцерківську дослідно-селекційну станцію⁶.

В організаційному плані слід відмітити створення в 1920 році сорто-насінницького управління при Головцукрі, селекційних курсів та мережі колективних (в подальшому державних) сортовипробувань. Організаторами науково-дослідних установ і насінницьких господарств до державного перевороту 1917 року були крупні цукрозаводчики – Бобринські, Ханенки, які мали родинні зв'язки з сім'ями Терещенків, Браницьких, Потоцьких та ін. Основним завданням таких формувань було забезпечення розмноження насіння сортів іноземної селекції, яке після обробки на іноземних насінневих заводах продавалось Україні за досить високими цінами – по 2400–3000 золотих рублів за центнер. Здійснювалось також випробування іноземної техніки, відпрацьовувались прийоми агротехніки вирощування цукрових буряків, зокрема застосування добрив, обробітку ґрунту та ін. У зв'язку з війною 1914–1917 рр. та громадянською війною в росії відбувався значний занепад галузі, виробництво цукру впало до 51 тис. т, або до 36% від загального виробництва 1914 р. Між тим, розвиток цукроваріння в Україні в ті часи вимагав значно більших обсягів і якості цукросировини, яких не могла дати

⁶ Роїк, М. В. Творчі здобутки та тернисті шляхи флагмана буряківництва й біоенергетики України. *Біоенергетика*. 2022. №1-2. С. 4–12. <https://doi.org/10.47414/be.1-2.2022.271339>



ЗЕЛЕНА ТРАНСФОРМАЦІЯ ТА СТАЛА БІОЕКОНОМІКА

цукросировина, що була вирощена з іноземних сортів, мало пристосованих до ґрунтово-кліматичних умов України⁶.

Перший Інститут цукрових буряків організовано 1 квітня 1922 року як Український інститут селекції. Рішення про заснування однієї з перших після революції великих сільськогосподарських наукових установ, створених для розробки наукових і практичних питань селекції, приймалося на другому з'їзді селекціонерів України 1921 р⁷.

У 1922 р. на базі трьох лабораторій агрономічного факультету Київського політехнічного інституту цю ідею було реалізовано. Результати, отриманні в лабораторії, яку організував та очолював Григорій Андрійович Левитський, стали фундаментом виведення сортів цукрових буряків, що стали основою цукрової промисловості в усьому колишньому СРСР. Головною темою досліджень Г. А. Левитського стала морфологія хромосом, кардіологічна характеристика світової колекції рослинних культур і спонтанна еволюція видів буряків із метою використання цих досліджень відповідно до запитів практичної селекції й генетики⁸.

Г. А. Левитський в лабораторії цитології Наукового інституту селекції в 1923 р. завершив монографію «Матеріальні основи спадковості», яка вийшла друком у Києві в 1924 р. і стала логічним узагальненням результатів власних досліджень, аналізу світової літератури та систематизації даних про основи спадковості як самостійної дисципліни. Окремі глави книги стали передбаченням цілих напрямів у генетиці, таких як

⁷ Роїк М. В. Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН -галузевий науковий і координаційно-методичний центр. С.9-21.// Буряківництво і біоенергетика в Україні: історія, наука, виробництво, люди (до 95-річчя ІБКіЦБ НААН України): монографія / за ред. академіка НААН України М. В. Роїка. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2017. 352 с.

⁸ Роїк М. В., Ковальчук Н.С. Історія становлення та діяльності відділу генетики і цитології. С.41-43.// Буряківництво і біоенергетика в Україні: історія, наука, виробництво, люди (до 95-річчя ІБКіЦБ НААН України): монографія / за ред. академіка НААН України М. В. Роїка. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2017. 352 с.



цитоплазматична спадковість, епігенетика, філогенетика. 100 років тому Г. А. Левитський запровадив поняття каріотип і нову галузь – цитогенетику. Григорія Левитського, вже зрілого вченого, автора першого вітчизняного підручника з цитогенетики, запросив Микола Вавилов створити та очолити цитологічну лабораторію у Всесоюзному інституті прикладної ботаніки та нових культур. Стрімка кар'єра принесла досліднику не лише світову славу й визнання, але і тяжкі випробування. 28 червня 1941 р. Левитського арештували по справі Вавилова, а 20 травня 1942 року, за офіційним повідомленням, Григорій Андрійович помер у тюремній лікарні. Так Григорій Андрійович Левитський, один з фундаторів світової цитогенетики, українець за походженням, який народився, навчався і працював в Україні протягом 47 років, загинув в Росії на 64 році свого життя...⁹

У період сталінських репресій був завданий відчутний удар саме по науковій сфері в усіх науково-дослідних станціях та самому Інституту. Розпочалась атака на генетичні дослідження й персонально на наукові кадри генетиків. Їх звільняли з роботи, окремих репресували. На Білоцерківській ДСС були викорчовані наукові дослідження, запрограмовані Президентом ВАСГНІЛ М. І. Вавиловим, на які він неодноразово приїжджав, переслідувались його учні, зокрема, одна з його послідовниць, співавтор одностовкового сорту цукрових буряків М. Г. Бордонос, яка до кінця життя не відмовилась від своїх генетичних переконань. Кадри генетиків, цитологів дуже поріділи. Першого директора НІСу В. В. Колкунова ще в 1930 р. було репресовано й відправлено у заслання, зав. лабораторією Д. П. Дузь-Крятченко після арешту в 1934 р. помер у тюрмі, він був реабілітований тільки в 1964 році Час, та прагнення служити науці наступних

⁹ Щербатюк Т. Г., Букорос Т. О. До століття з дня видання «Матеріальних основ спадковості» Григорія Андрійовича Левитського. / Матеріали VIII Міжнародна науково-практичної конференція «Тернопільські біологічні читання – Ternopil Bioscience – 2024»



поколінь селекціонерів реанімували попередні порушення галузі. Найбільшого розвитку Інститут і його мережа досягли в 70-х роках минулого століття в статусі Науково-виробничого об'єднання «Цукрові буряки», в яке входили ВНІС, Північно-Кавказький філіал ВНІС, Центральна селекційна станція в м. Умань, заснована на базі колишнього селекційного пункту, Білоцерківська ДСС, Верхняцька ДСС, Веселоподільська ДСС, Іванівська ДСС, Уладово-Люлинецька ДСС, Бійська ДСС і Ялтушківська ДСС. Об'єднання існувало до 1992 року і після розпаду радянського союзу українська частина всесоюзної мережі була підпорядкована Інституту цукрових буряків Української академії аграрних наук (УААН)¹⁰.

Біоенергія є найбільшим джерелом відновлюваної енергії в Європейському Союзі (ЄС-28); з них 14% було вироблено із сільськогосподарської сировини у 2012 році. Основним застосуванням цієї сировини в даний час є виробництво біопалива для автомобільного транспорту. Біодизель становить 80% європейського виробництва біопалива, в основному з ріпакової олії, а решту становить біоетанол з пшениці та цукрових буряків. Площа сільськогосподарських угідь, які зараз використовуються для вирощування енергетичних культур у ЄС-28, становить 4,4 млн га, хоча технічно доступна площа землі в 2030 році оцінюється в 16-43 млн га, або 15-40% нинішніх орних земель в ЄС-28. Однак існує велика невизначеність щодо розташування та якості цієї землі¹¹.

Викопне паливо все ще є основним джерелом енергії, але заохочується пошук відновлюваних джерел енергії. Біоетанол був визнаний альтернативою викопному паливу, і сьогодні він

¹⁰ Роїк, М. В. Творчі здобутки та тернисті шляхи флагмана буряківництва й біоенергетики України. *Біоенергетика*. 2022. №1-2. С. 4–12. <https://doi.org/10.47414/be.1-2.2022.271339>

¹¹ Kluts IN, Brinkman MLJ, de Jong SA, Junginger HM. Biomass Resources: Agriculture. *Adv Biochem Eng Biotechnol*. 2019;166:13-26. doi: 10.1007/10_2016_66. PMID: 28432390.



становить понад 90% світового виробництва біопалива. Останні роки активно досліджується виробництво біоетанолу із стружки цукрових буряків-сирців як напівтвердого субстрату¹².

Буряки цукрові відносяться до культур, що формують значний енергетичний потенціал. За врожайності коренеплодів 60 т/га, гички – 25 т/га з одного гектара можна отримати до 6 тис. літрів біоетанолу, 5 тис. м³ біогазу з сумарною енергетичною ємністю біомаси понад 180 ГДж/га¹³.

Академік М. В. Роїк, директор Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України, одним із перших у нашій країні звернув увагу на необхідність розвитку біоенергетики. Під його керівництвом в Україні інпродуковано такі енергетичні культури як світчграс, різні види рослин роду міскантус, деякі види роду Салекс та ін. В інституті розпочато широкі дослідження цих культур, інтенсивно вивчаються їх біологічні особливості. Розгорнута програма селекційно-генетичних досліджень дала змогу створити перші вітчизняні гібриди нових енергетичних культур. Поряд із науковими дослідженнями, вчений є активним пропагандистом наукових досягнень: регулярно виступає в пресі, на радіо й телебаченні, на семінарах буряківників, є головним редактором наукових журналів «Цукрові буряки» та «Біоенергетика». Він опублікував понад 250 наукових праць, у тому числі 5 монографій, 19 брошур, 22 науково-методичні рекомендації. Під керівництвом М. В. Роїка захищено 7 кандидатських та 5 докторських дисертацій, за його участю розроблено 25 національних стандартів України¹⁴.

¹² Pavlečić M, Rezić T, Šantek MI, Horvat P, Šantek B. Bioethanol production from raw sugar beet cossettes in horizontal rotating tubular bioreactor. *Bioprocess Biosyst Eng.* 2017 Nov;40(11):1679-1688. doi: 10.1007/s00449-017-1823-x. Epub 2017 Aug 2. PMID: 28770369.

¹³ Іваніна В. В., Данюк М. С. Енергетична продуктивність буряків цукрових та баланс елементів живлення у ґрунті за біологізації вирощування. *Біоенергетика*. 2022. Вип. 1-2 (19-20). С. 43–45.

¹⁴ Буряківництво і біоенергетика в Україні: історія, наука, виробництво, люди (до 95-річчя ІБКіЦБ НААН України): монографія / за ред. академіка НААН України М. В. Роїка. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2017. 352 с.



ЗЕЛЕНА ТРАНСФОРМАЦІЯ ТА СТАЛА БІОЕКОНОМІКА

В період 2000–2010 рр. під керівництвом М.В. Роїка освоєно метод отримання гаплоїдних і подвоєних гаплоїдів цукрових буряків.

В сучасних умовах селекційні дослідження спрямовані на створення гібридів на основі чоловічостерильних (ЧС) форм цукрових буряків із використанням явища гетерозису, оскільки їх потенціал ще не вичерпано¹⁵.

В Інституті біоенергетичних культур і цукрових буряків створено новітні гібриди цукрових буряків на ЧС-основі – «Анічка», «Ворскла», «Кварта», «Злука», «Етюд», «Максим» та інші з урожайністю 70–80 т/га, збором цукру 12–13 т/га. На базі даних гібридів була застосована й перевірена в робочих умовах біодаптивна технологія цукрових буряків, яка згодом впроваджена у виробництво. Невдовзі список гібридів на ЧС-основі поповнився такими високоврожайними представниками, як «Козак», «Джура», «Кіборг», «Айдар».

У результаті бурякоцукрова галузь, яка зазнала нищівної кризи в період 90-х років XIX ст. і початку XX, почала знову відроджуватись. Урожайність коренеплодів в Україні зросла до 45–50 т/га проти 17–20 т/га в період кризи, цукристість до 16,5–17%. Україна в середині 10-х років почала навіть експортувати цукор на світовий ринок¹⁶.

Саме в стінах Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України з ініціативи його фахівців зароджувався досвід впровадження в господарську діяльність та науковий процес кращих вітчизняних практик із переведення котелень на біопаливо, образно кажучи, проростали «перші паростки енергетичної незалежності» України. Зокрема, ще в 2007 році тут

¹⁵ Корнєєва, М. О., Андрєєва, Л. С., & Вакуленко, П. І. (2023). Оцінка продуктивності чоловічостерильних форм цукрових буряків залежно від їх структури та генетичного походження. *Біоенергетика*. 2022. № 1-2. С. 25–27. <https://doi.org/10.47414/be.1-2.2023.290633>

¹⁶ Роїк, М. В. Творчі здобутки та тернисті шляхи флагмана буряківництва й біоенергетики України. *Біоенергетика*. 2022. №1-2. С. 4–12. <https://doi.org/10.47414/be.1-2.2022.271339>



почалось відпрацювання вітчизняної 3-ланкової технології «отримання біосировини – виробництво твердого біопалива – виготовлення твердопаливних котлів» у рамках програми «Розроблення і впровадження у виробництво сталих технологій вирощування і переробляння біомаси енергетичних культур та використання твердого біопалива як альтернативи викопним джерелам енергії», яку підтримав потужний авторський колектив – доктор с.-г. наук, професор, академік НААН України Я.М. Гадзало (НААН України), доктор с.-г. наук, професор, академік НААН України М.В. Роїк (ІБКІЦБ), доктор с.-г. наук, професор, член-кор. НААН В.М.Сінченко (ІБКІЦБ), доктор біол. наук, член-кореспондент НАН України Н.В. Заїменко (Національний ботанічний сад ім. М.М. Гришка), канд. техн. наук О.М. Ганженко (ІБКІЦБ), канд. с.-г. наук М.Я. Гументик (ІБКІЦБ), канд. с.-г. наук В.М. Квак (ІБКІЦБ), керівник ТЗОВ «Наукове виробниче об'єднання «Екотех» В.А. Якубовський, директор компанії ТОВ «Салікс Енерджі» І.В. Гнап та ін.

Це було серйозною заявкою для того, аби позбутися газової залежності, бодай, на шматочкові української землі. Адміністрація і вчені ІБКІЦБ прийняли виклик і поставили за мету: втілити «на своїй території» ідею енергореформування й заміщення імпортованих викопних енергоносіїв (природного газу, нафтопродуктів, вугілля) відновлюваними джерелами енергії в ланцюгу «вирощування біоенергетичних культур – формування сировинної бази і виробництво біопалив – виготовлення та установки твердопаливних котлів». Неймовірно і майже фантастично, але факт: Інститут домогся результату й не тільки відмовився від зручного, хоч і дорогого газового опалення, а й відпрацював програму та модуль його покрокової заміни в умовах мегаполісу на ВДЕ. І, власне, ось уже восьмий рік використовує з неабиякою вигодою для себе й для держави для обігріву адмінкорпусів і житлового фонду так звані «євродрова» (гранули).



ЗЕЛЕНА ТРАНСФОРМАЦІЯ ТА СТАЛА БІОЕКОНОМІКА

Практична цінність даної роботи полягає не тільки в тому, що віднайдено джерело додаткових прибутків. Навіть з позицій сьогодення напрацьований досвід, який цілком придатний для тих, хто налаштований на досягнення реальної енергонезалежності в умовах окремо взятого підприємства, установи, галузі чи навіть країни в цілому, важко переоцінити. Науковці на власному прикладі довели: якщо є мотивація, то ні економічні, ні будь-які інші чинники не закривають шлях до успіху.

У холодні січневі дні 2010-го на сайтах ряду інтернет-видань з'явилася інформація з майже сенсаційними для того періоду заголовками: «В Україні з'явився перший котел на біопаливі», «Науковці більше не мерзнутимуть взимку», «Науковці наближають еру біопалива», «Як зекономити мільйони» та ін. Об'єкт захоплених розповідей один і той же – первісток вітчизняної аграрної науки Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України¹⁷.

Отримання високих врожаїв буряків цукрових потребує значної кількості елементів живлення. На формування 1 т коренеплодів і відповідної вегетативної маси рослини буряків цукрових виносять із ґрунту мінерального азоту – 5–6 кг, фосфору – 1,5–2 кг, калію – 5,5–7,5 кг.

Фахівцями Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України встановлено, що буряки цукрові за вирощування в умовах нестійкого зволоження на чорноземі опідзоленому формують високу енергетичну продуктивність біомаси за застосовування альтернативних органо-мінеральних систем удобрення та потребують внесення підвищених доз азотних і калійних добрив для формування їх врівноваженого балансу в ґрунті. Максимальної енергетичної продуктивності гібриду Булава досягли за внесення азотних добрив весною в передпосівну культивуацію в дозі 90 кг/га на фоні 5 т/га соломи +

¹⁷ Ягольник О.О., Гументик Я.М., Біоенергетична реформа в окремо взятому інституті. С.342. // Буряківництво і біоенергетика в Україні: історія, наука, виробництво, люди (до 95-річчя ІБКЦБ НААН України): монографія / за ред. академіка НААН України М. В. Роїка. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2017. 352 с.



Філазоніт, 10 л/га + Р90К90 з осені під глибоку оранку: вихід енергії біоетанолу – 118 ГДж/га, біогазу – 54 ГДж/га, сумарний вихід енергії – 172 ГДж/га з перевищенням контролю без добрив – на 37, 16 та 53 ГДж/га, відповідно¹⁸.

В останні десятиліття була продемонстрована важливість мікробіомів, пов'язаних із сільськогосподарськими культурами, для здоров'я та польової продуктивності рослин. Цукровий буряк є найважливішим джерелом сахарози в помірному кліматі, і як коренеплоду, врожайність сильно залежить від генетики, а також від мікробіомів ґрунту та ризосфери. Бактерії, гриби та археї зустрічаються в усіх органах і на життєвих стадіях рослини, а дослідження мікробіомів цукрових буряків сприяли нашому розумінню мікробіомів рослин загалом, особливо стратегій боротьби з фітопатогенами на основі мікробіомів. Спроби зробити вирощування цукрових буряків більш стійким зростають, що підвищує інтерес до біоконтролю рослинних патогенів і шкідників, біоудобрення та стимуляції, а також селекції за допомогою мікробіомів. У світовій науковій літературі досліджується часова та просторова динаміка мікробіомів під час онтогенезу цукрових буряків, наголошується на формуванні ризосфери та висвітлюються прогалини в знаннях; обговорюються потенційні або вже перевірені агенти біоконтролю та стратегії застосування, надаючи огляд того, як у майбутньому можна буде проводити вирощування цукрових буряків на основі мікробіомів¹⁹.

Наявні в природі мікроорганізми цукрових буряків можуть мати значний вплив на виробництво біоетанолу. Вища швидкість

¹⁸ Іваніна В. В., Данюк М. С. Енергетична продуктивність буряків цукрових та баланс елементів живлення у ґрунті за біологізації вирощування. *Біоенергетика*. 2022. Вип. 1-2 (19-20). С. 43–45.

¹⁹ Wolfgang A, Temme N, Tilcher R, Berg G. Understanding the sugar beet holobiont for sustainable agriculture. *Front Microbiol*. 2023 Apr 17;14:1151052. doi: 10.3389/fmicb.2023.1151052. PMID: 37138624; PMCID: PMC10149816.



ЗЕЛЕНА ТРАНСФОРМАЦІЯ ТА СТАЛА БІОЕКОНОМІКА

інокуляції дріжджів може зменшити забруднюючу діяльність і, отже, підвищити ефективність виробництва біоетанолу²⁰.

Фахівці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України займаються пошуком видів мікроорганізмів, здатних до біологічної деструкції целюлозовмісної сировини з вторинних ресурсів до простих цукрів, оптимізації умов їх культивування, які будуть запропоновані для промислового використання²¹.

Зараз Інститут, як головна наукова установа, переживає чергові нелегкі часи, пов'язані з війною, розв'язаною імперіалістичною росією на території України. В зв'язку з цим скорочується бюджетне фінансування науки, зменшується число співробітників, обсяги матеріально-технічного забезпечення. В таких складних умовах ІБКіЦБ концентрує зусилля не стільки на виживанні, скільки на посиленні найбільш актуальних наукових досліджень і посиленні уваги до тем, що є найбільш важливими в умовах війни. Це – біоенергетика, яка дає змогу замінити значну частину викопних палив, особливо нафти й газу на біопаливо – пелети, біогаз, біоетанол і біодизель; а також – підвищена увага до росту врожайності сільськогосподарських культур харчового напрямку⁶.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Буряківництво і біоенергетика в Україні: історія, наука, виробництво, люди (до 95-річчя ІБКіЦБ НААН України): монографія / за ред. М. В. Роїка. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2017. 352 с.
2. Іваніна В. В., Данюк М. С. Енергетична продуктивність

²⁰ Pavlečić M, Rezić T, Šantek MI, Horvat P, Šantek B. Bioethanol production from raw sugar beet cossettes in horizontal rotating tubular bioreactor. *Bioprocess Biosyst Eng*. 2017 Nov;40(11):1679-1688. doi: 10.1007/s00449-017-1823-x. Epub 2017 Aug 2. PMID: 28770369.

²¹ Буряківництво і біоенергетика в Україні: історія, наука, виробництво, люди (до 95-річчя ІБКіЦБ НААН України): монографія / за ред. академіка НААН України М. В. Роїка. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2017. 352 с.



буряків цукрових та баланс елементів живлення у ґрунті за біологізації вирощування. *Біоенергетика*. 2022. № 1-2 (19-20). С. 43–45.

3. Коваленко С. Д. Буряківництво на українських землях у ХІХ – на початку ХХ ст. для потреб становлення та розвитку галузевого дослідництва. *Історія науки і біографістика*. 2018. № 4. С. 133–154.

4. Корнєєва М. О., Андрєєва Л. С., Вакуленко П. І. Оцінка продуктивності чоловічостерильних форм цукрових буряків залежно від їх структури та генетичного походження. *Біоенергетика*. 2023. № 1-2. С. 25–27. DOI: <https://doi.org/10.47414/be.1-2.2023.290633>

5. Кузнець Т. В. Буряківництво на землях Уманського повіту наприкінці ХІХ – на початку ХХ ст. за нововиявленими джерелами. *Український селянин*. 2022. № 27. С. 25–30. DOI: 10.31651/2413-8142-2022-27-Kuznets.

6. Роїк М. В. Творчі здобутки та тернисті шляхи флагмана буряківництва й біоенергетики України. *Біоенергетика*. 2022. № 1-2. С. 4–12. DOI: <https://doi.org/10.47414/be.1-2.2022.271339>.

7. Роїк М. В., Барштейн Л. А. Буряківництво. *Енциклопедія Сучасної України*. Київ : Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2004. URL : <https://esu.com.ua/article-38218> (дата звернення: 30.06.2024).

8. Роїк М. В. Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН – галузевий науковий і координуючий-методичний центр. *Буряківництво і біоенергетика в Україні: історія, наука, виробництво, люди (до 95-річчя ІБКіЦБ НААН України): монографія* / за ред. М. В. Роїка. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2017. С. 9–21.

9. Роїк М. В., Ковальчук Н. С. Історія становлення та діяльності відділу генетики і цитології. *Буряківництво і біоенергетика в Україні: історія, наука, виробництво, люди (до 95-річчя ІБКіЦБ НААН України): монографія* / за ред. М. В. Роїка. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2017. С. 41–43.

10. Щербатюк Т. Г., Букорос Т. О. До століття з дня видання «Матеріальних основ спадковості» Григорія Андрійовича Левитського. *Тернопільські біологічні читання – Ternopil Bioscience – 2024* : Матеріали VIII Міжнародна науково-практичної конференції.

11. Ягольник О. О., Гументик Я. М. Біоенергетична реформа в окремо взятому інституті. *Буряківництво і біоенергетика в Україні: історія, наука, виробництво, люди (до 95-річчя ІБКіЦБ НААН України):*



монографія / за ред. М. В. Роїка. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2017. С. 342.

12. Dohm J. C., Minoche A. E., Holtgräwe D., Capella-Gutiérrez S., Zakrzewski F., Tafer H., Rupp O., Sörensen T. R., Stracke R., Reinhardt R., Goesmann A., Kraft T., Schulz B., Stadler P. F., Schmidt T., Gabaldón T., Lehrach H., Weisshaar B., Himmelbauer H. The genome of the recently domesticated crop plant sugar beet (*Beta vulgaris*). *Nature*. 2014. № 505 (7484). P. 546-549. DOI: 10.1038/nature12817.

13. Kluts I. N., Brinkman M. L. J., de Jong S. A., Junginger H. M. Biomass Resources: Agriculture. *Adv Biochem Eng Biotechnol*. 2019. № 166. P. 13–26. DOI: 10.1007/10_2016_66. PMID: 28432390.

14. Pavlečić M., Rezić T., Šantek M. I., Horvat P., Šantek B. Bioethanol production from raw sugar beet cosettes in horizontal rotating tubular bioreactor. *Bioprocess Biosyst Eng*. 2017. № 40 (11). P. 1679–1688. DOI: 10.1007/s00449-017-1823-x.

15. Wolfgang A., Temme N., Tilcher R., Berg G. Understanding the sugar beet holobiont for sustainable agriculture. *Front Microbiol*. 2023. № 14. 1151052. DOI: 10.3389/fmicb.2023.1151052.



ЗЕЛЕНА ТРАНСФОРМАЦІЯ ТА СТАЛА БІОЕКОНОМІКА