

ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНІ ПРОБЛЕМИ АГРОГОСПОДАРЮВАННЯ

УДК 633.63
JEL Q55

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЦУКРОБУРЯКОВОМУ ВИРОБНИЦТВІ: ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ЦУКРОВОЇ ГАЛУЗІ

Данилевський Роман Володимирович
здобувач ступеня доктора філософії,
Національний університет «Чернігівська політехніка»
ORCID: 0009-0007-2022-3155
romaskadarv@ukr.net

У статті розглянуто сучасний стан та перспективи розвитку цукробурякового виробництва в Україні з акцентом на впровадження інноваційних технологій, зокрема цифрових рішень, біоенергетики, роботизації та генетичного вдосконалення сортів буряків. Актуальність дослідження зумовлена викликами, що постали перед галуззю: зниженням урожайності, нестабільністю ринку, екологічними проблемами та впливом кліматичних змін. Обґрунтовано, що ефективна інтеграція інновацій дозволить підвищити продуктивність, знизити витрати, покращити якість продукції та забезпечити сталий розвиток галузі. Особливу увагу приділено аналізу новітніх розробок у селекції (гібриди Magna, Sheila, Axel), агрохімії (біосульфати калію), автоматизації (використання БПЛА, системи SugarViT) та енергозбереженні. Розглянуто європейський досвід, зокрема ініціативу Smart Beet Initiative, як приклад комплексного підходу до сталого виробництва буряків. Обґрунтовано важливість використання сучасних цифрових рішень – таких як прецизійне землеробство, агророботи, біотехнології та енергоефективні технології – в умовах кліматичних змін і нестабільного ринку. Представлено аналітичні дані щодо динаміки посівних площ і урожайності цукрових буряків в Україні за 2020–2024 роки, а також особливості застосування передових гібридів. Окрема увага приділена моделі оцінки готовності фермерів до впровадження роботизованих систем прополювання – із урахуванням як екологічних, так і технологічних чинників. Результати дослідження мають прикладне значення для формування стратегії інноваційного розвитку цукрової галузі та посилення продовольчої безпеки держави. Встановлено, що впровадження автономних польових роботів для прополювання має потенціал зменшити використання гербіцидів і трудові витрати, однак його реалізація залежить не лише від технічної доцільності, а й від психологічної готовності фермерів. У підсумку запропоновано напрями подальших досліджень та практичні рекомендації для модернізації галузі. Україна має всі передумови для інтеграції інновацій у виробництво цукру з буряка та наближення до європейських стандартів агровиробництва.

Ключові слова: цукрові буряки, інноваційні технології, урожайність, цукровість, посівні площі, роботизація, польові роботи.

DOI: <https://doi.org/10.32782/bsnau.2025.3.13>

Постановка проблеми у загальному вигляді.

Актуальність теми зумовлена необхідністю підвищення ефективності та сталості цукробурякового виробництва, впровадження сучасних цифрових рішень (прецизійне землеробство, агророботи, датчики контролю вологості та цукристості, біоенергетичні технології), а також адаптації виробництва до умов глобального потепління. Успішне впровадження інновацій дає змогу знизити собівартість продукції, покращити якість цукру, зменшити екологічне навантаження на довкілля та відновити конкурентоспроможність галузі як на внутрішньому, так і на зовнішньому ринках.

Цукрова галузь України є однією з традиційних і стратегічно важливих складових агропромислового комплексу, однак протягом останніх десятиліть вона переживає суттєве скорочення виробництва, зниження конкурентоспроможності та нестабільність ринку. Зростання вартості енергоресурсів, зміни клімату, деградація ґрунтів та падіння врожайності буряків вимагають

негайного переходу до інноваційних технологій вирощування, зберігання та переробки сировини.

Таким чином, дослідження інноваційних технологій у цукробуряковому виробництві є своєчасним, має важливе практичне та стратегічне значення для аграрної політики України та забезпечення продовольчої безпеки.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Наукові дослідження з проблематики інноваційних технологій в цукробуряковому виробництві доцільно розділити за напрямками. Так проблематика селекції та технології вирощування розглядається в дослідженнях таких науковців як Присяжнюк О. І., що досліджує вплив різних систем удобрення на продуктивність та якість коренеплодів цукрових буряків [7]. Результати дослідження свідчать про переваги органо-мінерального удобрення над мінеральним у підвищенні врожайності та цукристості. Широко-коступ О. В. у своїй дисертаційній роботі обґрунтовує елементи інтенсивної технології вирощування буряків цукрових у Правобережному Лісостепу України, зокрема

використання високопродуктивних гібридів та оптимізацію агротехнічних заходів [9].

Інновації в агрохімії та біоенергетиці розглядаються науковцем Костенко Т. О., що аналізує інноваційний розвиток підприємств цукрової галузі, зокрема впровадження виробництва біоетанолу як додаткового продукту переробки цукрових буряків, що сприяє підвищенню ефективності та екологічності виробництва [5].

Економічні аспекти та стратегічне планування аналізувала в своїх роботах Костецька Н., що оцінює рівень концентрації цукрової промисловості України, аналізуючи динаміку виробництва цукру та вплив структури галузі на її ефективність [6]. Томілін О. О. досліджує сучасний стан та перспективи розвитку цукрової галузі України, акцентуючи увагу на необхідності впровадження інновацій та модернізації виробництва для забезпечення конкурентоспроможності на світовому ринку [8].

Виділення не вирішені частини загальної проблеми, яку досліджують у статті. В сфері селекції та біотехнології, де розробляються високопродуктивні гібриди цукрових буряків, адаптовані до кліматичних умов України, відсутні подальші практичні дослідження їх економічної ефективності. В сфері цифрових технологій та штучного інтелекту відсутні дослідження щодо можливості реалізації таких пропозицій. Питання застосування інноваційних агрохімікатів, що сприяють підвищенню цукристості буряків, не висвітлено з позицій оцінки впливу таких агрохімікатів на загальний стан екосистеми, де вони будуть застосовуватися.

Формулювання цілей статті. Метою дослідження є обґрунтування доцільності впровадження інноваційних технологій у цукробурякове виробництво та розробка практичних рекомендацій щодо підвищення ефективності, екологічної сталості та конкурентоспроможності цукрової галузі України на основі сучасних аграрних і цифрових рішень.

Гіпотеза дослідження: передбачається, що впровадження інноваційних технологій у процеси вирощування, збирання, зберігання та переробки цукрових буряків сприятиме суттєвому підвищенню продуктивності цукробурякового виробництва, зниженню витрат, покращенню якості готової продукції та забезпеченню сталого розвитку цукрової галузі України в умовах змін ринкового середовища та кліматичних викликів.

Результати дослідження. Останні економічні дослідження акцентують увагу на необхідності інтеграції інновацій у стратегічне планування розвитку цукрової галузі. Зокрема, підкреслюється важливість оцінки інвестиційної привабливості нових технологій та їх впливу на конкурентоспроможність українського цукру на світовому ринку.

Динаміка посівної площі та урожайність цукрових буряків в Україні (2020–2024) представлена в табл. 1.

В 2020 році урожайність становила 44,9 т/га, а валовий збір – 9,15 млн тон. В 2021 році посівні площі зросли до 226 тис. га, урожайність – 47,9 т/га, валовий збір – 10,85 млн тон. У 2022 році попри зменшення посівних площ до 184 тис. га, урожайність сягнула рекордних 54,1 т/га, що дозволило зібрати 9,94 млн тон буряків.

2023 рік характеризується збільшенням посівних площ до 250 тис. га та високою урожайністю – 52,5 т/га, що призвело до рекордного валового збору – 13,13 млн тон. У 2024 році посівні площі зросли до 258 тис. га, однак середня урожайність знизилася до 46,0 т/га через погодні умови, що дало приблизно 12 млн тон валового збору.

Таблиця 1
Посівні площі та урожайність цукрових буряків в Україні (2020–2024)

Рік	Посівна площа (тис. га)	Урожайність (т/га)	Валовий збір (млн т)
2020	220	44,9	9,15
2021	226	47,9	10,85
2022	184	54,1	9,94
2023	250	52,5	13,13
2024	258	46,0	~12,0

Джерело: сформовано автором за [4]

Лідерами вирощування цукрових буряків в Україні є Вінницька, Полтавська, Хмельницька, Київська, Львівська та Тернопільська області, рис. 1, 2.

З наведених даних можна зробити висновок про те, що в даних регіонах найбільш привабливі умови для вирощування цукрових буряків.

Як можна побачити з рис. 1, 2 збільшення збору цукрових буряків відбувається не через збільшення посівної площі, а через зміни урожайності. Відповідно тут можна говорити про застосування інноваційних підходів у виборі сортів буряків, що найбільше відповідають кліматичним умовам та сприяють досягненню високих якісних показників продукції.

Отже, інноваційні технології в цукробуряковому виробництві – це ключ до підвищення ефективності, рентабельності та екологічної сталості аграрного сектору. Україна, як одна з традиційних країн-виробників цукру з буряка, має великий потенціал для впровадження сучасних рішень.

Можна виділити наступні основні напрями інновацій та їх перспективи:

1. Прецизійне землеробство, сутність якого полягає у використанні GPS-навігації, дронів, датчиків і супутникових знімків для оптимізації посіву, удобрення, поливу та збирання буряків. Основними перевагами даного напряму є: зниження витрат на добрива та паливо; підвищення врожайності; зменшення шкоди довкіллю.

2. Генетично вдосконалені сорти буряків передбачає використання високопродуктивних та стійких до хвороб і посухи гібридів. Даний підхід дозволить отримувати стабільні врожаї в умовах зміни клімату; менша потреба в пестицидах; краща якість сировини для переробки.

3. Біотехнології та мікробіологічні препарати, а саме застосування біодобрив, інокулянтів і стимуляторів росту, що дадуть можливість здійснювати оздоровлення ґрунтів; активізацію кореневої системи; зменшення використання хімікатів.

4. Автоматизація та роботизація виробництва передбачає впровадження роботизованих систем для збирання буряків, сортування, транспортування і пере-

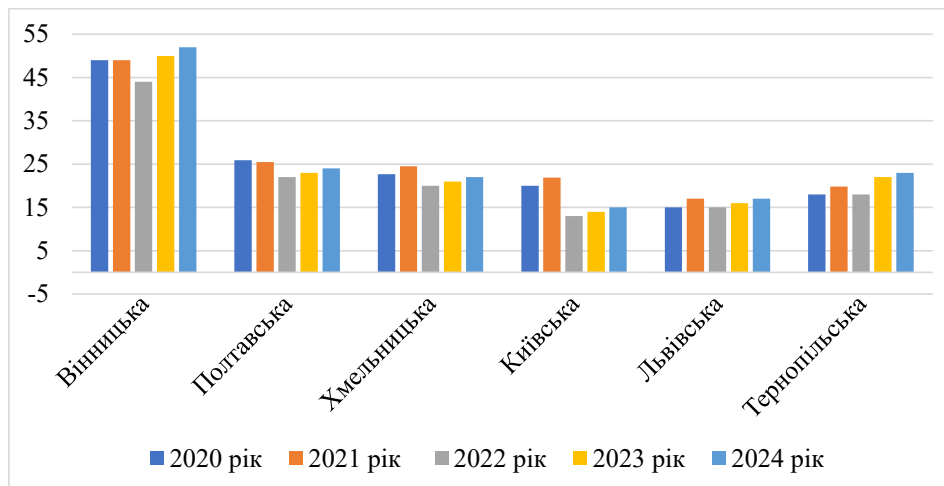


Рис. 1. Динаміка посівної площі цукрових буряків за регіонами-лідерами, тис. га
Джерело: сформовано автором за [4]

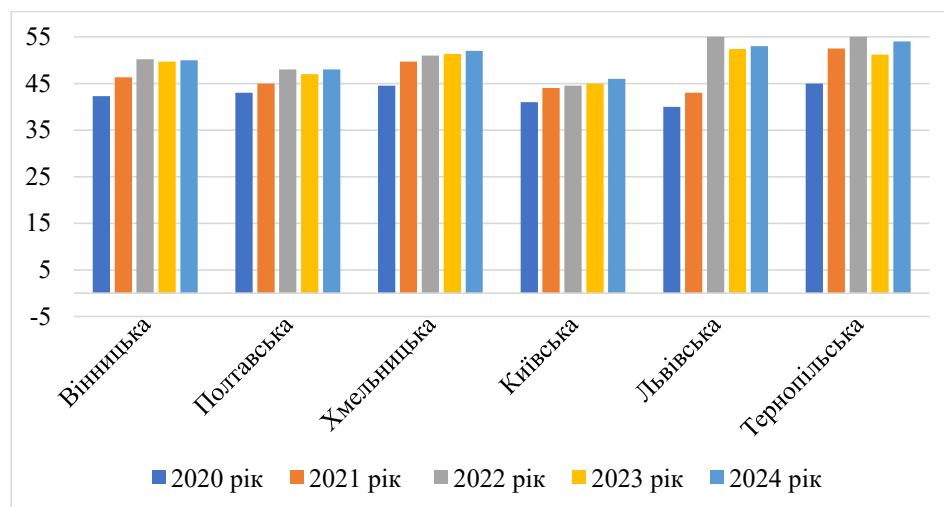


Рис. 2. Динаміка урожайності цукрових буряків за регіонами-лідерами, т/га
Джерело: сформовано автором за [4]

робки, що призведе до економії людських ресурсів; точності операцій; зниження втрат сировини.

5. Енергоефективні технології на заводах дозволять використання новітніх методів очищення, випарювання та кристалізації цукру з мінімальним споживанням енергії. Застосування подібних технологій призведе до зменшення витрат; покращення екологічного балансу; можливість використання біогазу з відходів.

Наразі, в ЄС досить активно впроваджується ініціатива «Розумний буряк: Випробування нових підходів у вирощуванні цукрових буряків» (SBI). Дана ініціатива передбачає заходи від скорочення використання гербіцидів до моніторингу комах, від вимірювання температури в бурякових кагатах до використання роторної культиваторної установки. Ініціативи «Розумний буряк» такі ж широкі, як і вимоги до вирощування буряків.

За останні п'ять років SBI зарекомендувала себе як ефективна платформа. Завдяки їй для фермерів формуються практичні рішення щодо майбутніх викликів у вирощуванні буряків. «Зелена угода порушує багато

питань для сільського господарства, для яких немає єдиного спеціального рішення, наприклад, коли йдеться про скорочення важливих засобів захисту рослин або обмеження добрив» [3]. Щоб гармонізувати екологію та економіку, в рамках SBI здійснюється тестування інтелектуальних технологій та випробування практичних процедур для конкурентоспроможного та ще більш сталого вирощування цукрових буряків.

Зокрема, щоб зменшити використання пестицидів, роботи-мотики можуть використовуватися для механічного видалення бур'янів. Цей автономний процес вирощування буряків потребує подальшого розвитку. SBI просуває ці та інші інноваційні методи, щоб швидше впровадити їх у сільськогосподарську практику. Це взаємовигідна ситуація, оскільки результати діляться з нашими буряководами під час польових днів, щоб нові знання швидко застосовувалися на практиці. Завдяки ініціативі «Розумний буряк» тестуються нові підходи до вирощування цукрових буряків. Вони допомагають виробникам дотримуватися законодавства ЄС, зробити

виробництво цукрових буряків більш сталим та оптимізувати операційні процеси в сільському господарстві [2].

Однією з найбільш розповсюджених в ЄС інновацією є автономні польові роботи у процесі виробництва цукрових буряків, що вбудовані в системи вирощування сільськогосподарських культур із цукровими буряками. Така інтегрована структура добре вписується, пропонуючи відповідні потенційні фактори, пов'язані з новою роботизованою системою та поточною системою, що пояснюють намір впроваджувати роботів для прополювання в майбутньому. Існуючі підходи, що досліджують впровадження роботів, стосуються переважно впливу на екологічні аспекти. Але ці підходи не розрізняють, що належить до поточної системи, та того, що належить до майбутньої системи. Відповідно, доцільно розглядати екологічну оцінку як засіб представлення існуючої практики прополювання та технологічну оцінку, що відображає очікування щодо нового роботизованого прополювання.

Розглядаючи ефективність впровадження даної технології за основу береться поточний процес прополювання (тобто синтетичні гербіциди або сезонна праця) як орієнтир для конструктів у частині екологічної оцінки, а автономні польові роботи для «прополювання» будуть виступати як конструкти для частини оцінки технологій [1].

Екологічна оцінка поточної практики прополювання включає:

- сприйняті загрози (серйозність та вразливість);
- дезадаптивні винагороди;
- страх та ставлення до цих практик.

Елемент екологічної оцінки «сприйняті загрози» інтегрує сприйняту фермерами серйозність майбутньої невизначеності їхніх існуючих практик та сприйняту вразливість до загроз. Серйозність загроз складається з аспектів, пов'язаних з майбутнім збільшенням витрат на посів та прополювання, можливими заборонами гербіцидів та пов'язаними з ними втратами врожайності та доходів. Уявна вразливість до загрози вимірює ймовірність того, що існуючі процедури не можуть бути продовжені.

Дезадаптивні винагороди оцінюють уявні переваги над поточними практиками, зокрема рівень витрат пов'язаних з переходом на роботизоване прополювання. Дослідження показали, що деякі фермери знецінюють

важливість вивчення нових технологій, їх вплив на гнучкість виробництва через що втрачають переваги впровадження досвіду та інвестицій в оптимізацію виробництва цукрових буряків.

Елемент страху або побоювання перед існуючими методами включає страх шкоди навколишньому середовищу забруднювачами, підвищену стійкість бур'янів до активних інгредієнтів синтетичних засобів боротьби з бур'янами, шкоду біорізноманіттю, загальне зниження привабливості сільських районів для роботи та проживання, а також загрозу здоров'ю фермерів та працівників.

Технологічні оцінки включають:

- сприйняту ефективність реагування польових роботів та відповідний поведінковий контроль;
- страхи, пов'язані з польовими роботами;
- ставлення до робототехніки та автоматизованого прополювання.

Сприйнята ефективність реагування формується переконанням фермера в тому, що впровадження польових роботів ефективно реагуватиме на такі загрози як: зниження витрат на робочу силу, вищу точність посіву та ефективніше прополювання, покращення умов праці, зниження майбутніх (інвестиційних) витрат, пов'язаних з відсутністю потреби в спеціалізованій посівній техніці для точного висіву та тракторах, очікування повної заміни поточної системи (згідно інтерв'ю з експертами), зниження робочого навантаження, підвищення ефективності процесу прополювання, більш стаке виробництво з меншими синтетичними витратами та збільшення доходів від сільського господарства.

Сприйнята поведінкова контрольна дія включає очікування фермерів щодо того, чи вони володіють відповідними навичками та достатньою кількістю часу для успішного використання нової технології.

Страх перед роботами включає недовіру фермерів до нових технологій, пов'язані з цим людські помилки під час нагляду/обробки робота, пошкодження роботами здорових рослин та невдачі роботів у процесах посіву та прополювання. Ставлення до роботів відображає ставлення фермерів до роботизованого прополювання та вимірювалося відповідно до підходу обґрунтованих дій.

Ефект від впровадження роботизованого прополювання цукрових буряків на прикладі одного фермерського господарства площею 100 га представлено у табл. 2.

Таблиця 2

Порівняння витрат і прибутку, 100 га

Показник	Без роботизації	З роботизацією
Витрати на гербіциди (грн/га)	1 200	300
Витрати на ручну працю (грн/га)	2 000	500
Вартість амортизації робота (грн/га)	–	2 000
Загальні витрати (грн/га)	3 200	2 800
Урожайність (т/га)	40	42
Ціна реалізації (грн/т)	1 500	1 500
Дохід з 1 га (грн)	60 000	63 000
Чистий прибуток з 1 га (грн)	56 800	60 200
Загальний прибуток (100 га)	5 680 000	6 020 000

Джерело: сформовано автором

Таким чином, в результатів застосування технології роботизованого прополювання господарство отримує можливість економії у витратах через зниження витрат на гербіциди і працю завдяки роботизації. Крім того, досягається підвищення урожайності завдяки точнішому догляду за рослинами. Загальне зростання прибутку одного фермерського господарства на площі 100 га може складати 340 000 грн.

Зрозуміло, що впровадження даних інновацій потребуватиме інвестицій в придбання обладнання. FarmDroid FD20 – один із найпопулярніших роботів для прополювання та посіву цукрових буряків. Його базова модель коштує 85 тис. євро, додатковий модуль точкового обприскування – 15 тис. євро. Технічно-експлуатаційні характеристики дозволяють застосовувати камеру для виявлення бур'янів, що коштує 18 тис.євро. Загальна вартість обладнання – 118 тис євро в модифікації: Raysad+3iFarming+3agrostory.com+3.

Для розрахунку інвестицій для фермерського господарства використаємо наступні вихідні дані, табл. 3. Отже, витрати на 1 га складатимуть 708 000 грн / 100 га = 7 080 грн/га на рік.

В табл. 4 представлено порівняння продуктивності функціонування фермерського господарства при роботизованому прополюванні та за традиційними методами.

Загалом, впровадження роботизованого прополювання є доцільним для господарств із великими площами посівів та високими витратами на ручну працю, табл. 5. Порівняємо впровадження даної інновації для умов Київської та Львівської областей, виходячи з того, що кліматичні умови Київської області характеризуються як помірно-континентальний клімат з достатньою кількістю опадів, що сприяє вирощуванню цукрових буряків. Рівень механізації в області вищий рівень через ширший доступ до сучасних технологій. Ринок праці Київської області характеризується вищою вартістю робочої сили, що робить автоматизацію більш привабливою.

Кліматичні умови Львівської області характеризуються більш вологим кліматом, що може призводити до більшої кількості бур'янів. Рівень механізації нижчий порівняно з Київською областю. Ринок праці характеризується нижчою вартістю робочої сили, що може зменшувати економічну доцільність автоматизації.

Отримані дані є приблизними, адже можуть варіюватися залежно від конкретних умов господарства.

Результати свідчать про те, що впровадження роботизованого прополювання в Київській області є більш економічно доцільним через вищу вартість робочої сили та кращу інфраструктуру.

У Львівській області впровадження роботизації може бути менш економічно вигідним через нижчу вартість

Таблиця 3

Розрахунок ефективності інвестицій провадження роботизованого обладнання

Вихідні дані	Розрахунок
Площа обробки: 100 га Курс євро: 1 євро ≈ 40 грн (орієнтовно) Амортизаційний період: 10 років Обслуговування та витратні матеріали: приблизно 5% від вартості обладнання на рік	Загальна вартість обладнання: 118 000 євро × 40 грн/євро = 4 720 000 грн Річна амортизація: 4 720 000 грн / 10 років = 472 000 грн/рік Річні витрати на обслуговування: 4 720 000 грн × 5% = 236 000 грн/рік Загальні річні витрати: 472 000 грн + 236 000 грн = 708 000 грн/рік

Джерело: сформовано автором

Таблиця 4

Порівняння продуктивності функціонування фермерського господарства при роботизованому прополюванні та за традиційними методами

Показник	Традиційне прополювання	Роботизоване прополювання
Витрати на гербіциди (грн/га)	800 – 2 800	500 – 1 500
Витрати на ручну працю (грн/га)	600 – 2 500	100 – 500
Амортизація та обслуговування (грн/га)	–	1 000 – 3 500
Загальні витрати (грн/га)	1 400 – 5 300	1 600 – 5 500

Джерело: сформовано автором

Таблиця 5

Економічні показники впровадження роботизації прополювання цукрових буряків на прикладі Київської та Львівської областей

Показник	Київська область	Львівська область
Витрати на гербіциди (грн/га)	1 000 – 2 800	800 – 2300
Витрати на ручну працю (грн/га)	800 – 2 500	600 – 1 500
Витрати на роботизацію (грн/га)	1 800 – 5 500	1 800 – 5 500
Потенційна економія (грн/га)	700 – 3 000	700 – 2500

Джерело: сформовано автором

праці, проте, вологий клімат і більша кількість бур'янів можуть зробити автоматизацію привабливою для покращення якості вирощування.

Висновки. Виконане дослідження показало, що цукрова галузь України потребує негайної модернізації через падіння врожайності, підвищення собівартості виробництва та вплив кліматичних змін. Інновації є ключем до її відновлення. Інноваційні технології, зокрема автономні польові роботи, біоенергетика, прецизійне землеробство, новітні агрохімікати та гібриди буряків, демонструють високий потенціал щодо підвищення продуктивності, якості продукції та зниження екологічного навантаження.

Поведінка фермерів щодо впровадження інновацій залежить не лише від технічних переваг нових технологій, але й від емоцій, соціального впливу, страхів та уяв-

лень про загрози, пов'язані з поточними методами. Саме тому було використано дуальний підхід, який враховує як екологічну оцінку існуючих методів, так і технологічну оцінку нововведень.

Досвід ЄС (зокрема ініціатива Smart Beet Initiative) свідчить про ефективність комплексного підходу до вирощування буряків, що об'єднує екологію, економіку та цифрові рішення. Україна має всі передумови для застосування подібної моделі.

Загальними перспективами розвитку цукрової галузі в Україні можна вважати: інтеграцію з ЄС в сфері імплементації європейських агростандартів; інвестиції в аграрні стартапи за допомогою держави та приватного сектору; експорт потенціалу через покращення якості продукту для європейських ринків та впровадження циркулярної економіки шляхом переробки відходів на біопаливо чи корм.

Список використаної літератури:

1. Bakker L., Sok J.J., W. van der Werf, F. Bianchi Kicking the habit: what makes and breaks farmers' intentions to reduce pesticide use? *Ecological Economics*. 2020. Vol. 180. Article 106868. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2020.106868>
2. Barghusen R., Sattler C., Deijl L., Weebers C., Matzdorf B. Motivations of farmers to participate in collective agri-environmental schemes: the case of Dutch agricultural collectives. *Ecosystems and People*. 2021. Vol. 17 (1). Pp. 539–555. URL: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/26395916.2021.1979098>
3. Damalas C.A. Farmers' intention to reduce pesticide use: the role of perceived risk of loss in the model of the planned behavior theory. *Environmental Science and Pollution Research*. 2021. Vol. 28 (26). Pp. 35278–35285. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11356-021-13183-3>
4. Державна служба статистики України. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/>
5. Костенко Т. О. Аналіз інноваційного розвитку підприємств цукрової галузі. *Економіка та держава*. 2022. № 2. С. 51–55. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-innovatsiynogo-rozvytku-pidpriemstv-tsukrovoyi-galuzi>
6. Костецька Н. В. Оцінка рівня концентрації цукрової промисловості України. *Галицький економічний вісник*. 2024. Т. 90. № 5. С. 24–36. URL: https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/47568/2/GEJ_2024v90n5_Kostetska_N-Assessment_of_sugar_industry_24-36.pdf
7. Присяжнюк О. І. Формування продуктивності та технологічної якості буряків цукрових в умовах континентального клімату. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2022. № 30. С. 79–95. URL: <http://np.bio.gov.ua/article/view/269736/265723>
8. Томілін О. О. Сучасний стан та перспективи розвитку цукрової галузі України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2023. № 1. С. 12–20. URL: <https://dspace.pdau.edu.ua/server/api/core/bitstreams/57ad0846-092b-463d-a3a4-2ae10d9f4bbb/content>
9. Широкоступ О. В. Елементи інтенсивної технології вирощування буряків цукрових у Правобережному Лісостепу України. *Інститут цукрових буряків НААН*, 2020. 204 с. URL: <https://uacademic.info/ua/document/0415U005528>

References:

1. Bakker L., Sok J. J., van der Werf W., Bianchi F. (2020). Kicking the habit: What makes and breaks farmers' intentions to reduce pesticide use? *Ecological Economics*, vol. 180, 106868. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2020.106868>
2. Barghusen R., Sattler C., Deijl L., Weebers C., Matzdorf B. (2021). Motivations of farmers to participate in collective agri-environmental schemes: The case of Dutch agricultural collectives. *Ecosystems and People*, vol. 17, no 1, pp. 539–555. Available at: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/26395916.2021.1979098>
3. Damalas, C. A. (2021). Farmers' intention to reduce pesticide use: The role of perceived risk of loss in the model of the planned behavior theory. *Environmental Science and Pollution Research*, vol 28, pp. 35278–35285. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11356-021-13183-3>
4. Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy [State Statistics Service of Ukraine]. Available at: <https://www.ukrstat.gov.ua/>
5. Kostenko T.O. (2022) Analiz innovatsiynoho rozvytku pidpriemstv tsukrovoyi haluzi [Analysis of the innovative development of sugar industry enterprises]. *Ekonomika ta derzhava – Economics and State*, no. 2, pp. 51–55. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-innovatsiynogo-rozvytku-pidpriemstv-tsukrovoyi-galuzi>
6. Kostetska N.V. (2024) Otsinka rivnia kontsentratsii tsukrovoyi promyslovosti Ukrainy [Assessment of the concentration level of the sugar industry of Ukraine]. *Halytskyi ekonomichnyi visnyk – Galician economic journal*, vol 90, no. 5, pp. 24–36. Available at: https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/47568/2/GEJ_2024v90n5_Kostetska_N-Assessment_of_sugar_industry_24-36.pdf
7. Prysiazhniuk O.I. (2022) Formuvannja produktyvnosti ta tekhnologichnoji yakosti burjakiv cukrovyykh v umovakh kontynental'nogo klimatu [Productivity formation and processability of sugar beet in the conditions of continental climate]. *Naukovi praci instytutu bioenerghetychnykh kul'tur i cukrovyykh burjakiv – Scientific Papers of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet*, no. 30, pp. 79–95. DOI: <https://doi.org/10.47414/np.30.2022.269736>

8. Tomilin O.O.(2023) Suchasnyi stan ta perspektyvy rozvytku tsukrovoy haluzi Ukrainy [Current state and prospects for the development of the sugar industry of Ukraine]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii – Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, no. 1, pp. 12–20. Available at: <https://dspace.pdau.edu.ua/server/api/core/bitstreams/57ad0846-092b-463d-a3a4-2ae10d9f4bbb/content>

9. Shyrokostup O.V. (2020) Elementy intensyvnoi tekhnolohii vyroshchuvannia buriakiv tsukrovykh u Pravoberezhnomu Lisostepu Ukrainy [Elements of intensive technology for growing sugar beet in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine]. Instytut tsukrovykh buriakiv NAAN, 204p. Available at: <https://uacademic.info/ua/document/0415U005528>

Roman Danylevskiy, Postgraduate Student, National University “Chernihiv Polytechnic”.

INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN SUGAR BEET PRODUCTION: DEVELOPMENT PROSPECTS FOR THE SUGAR INDUSTRY

The article examines the current state and development prospects of sugar beet production in Ukraine, with a focus on the implementation of innovative technologies, including digital solutions, bioenergy, robotics, and genetic improvement of beet varieties. The relevance of the study is driven by the challenges facing the industry: declining yields, market instability, environmental issues, and the impact of climate change. It is argued that effective integration of innovations can enhance productivity, reduce costs, improve product quality, and ensure the sustainable development of the sector. Special attention is given to recent advances in breeding (Magna, Sheila, Axel hybrids), agrochemistry (potassium biosulfates), automation (use of UAVs and the SugarViT system), and energy efficiency. The study also explores European experience, particularly the Smart Beet Initiative, as an example of a comprehensive approach to sustainable beet cultivation. The importance of using modern digital solutions-such as precision farming, agrorobotics, biotechnology, and energy-efficient technologies-is emphasized in the context of climate change and market volatility. Analytical data is presented on the dynamics of sugar beet sowing areas and yields in Ukraine for 2020–2024, as well as the performance characteristics of advanced hybrids. A separate focus is placed on the evaluation model for farmers' readiness to adopt robotic weeding systems-taking into account both ecological and technological factors. The study's findings are practically significant for shaping an innovation-driven strategy in the sugar industry and strengthening the country's food security. It is established that the deployment of autonomous field robots for weeding has the potential to reduce herbicide use and labor costs; however, its success depends not only on technical feasibility but also on farmers' psychological readiness. In conclusion, the paper outlines future research directions and practical recommendations for the modernization of the sector. Ukraine possesses all the necessary prerequisites to integrate innovations into sugar production and align with European agri-food standards.

Keywords: sugar beet, innovative technologies, yield, sugar content, sown areas, robotics, field work.

Дата надходження до редакції: 04.07.2025 р.