
РЕСУРСОЕФЕКТИВНА ТЕХНОЛОГІЯ ПЕРЕРОБЛЕННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ СИРОВИНИ У РЕАЛІЗАЦІЇ СТРАТЕГІЇ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ЦУКРОВОЇ ГАЛУЗІ

Сімахіна Г. О.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-697-3-24>

ВСТУП

Ресурсоефективна технологія у харчовій індустрії являє собою комплекс засобів та обладнання, спрямованих на раціональне використання сировини (у тому числі вторинних ресурсів, які утворюються під час отримання цільового продукту), енергії, води, мінімізацію шкідливих викидів і впливів на екологію, шляхом зменшення відходів. Таке визначення цілком обґрунтовано характеризує функціонування і діяльність підприємств цукрової галузі.

Існує ряд критеріїв, які свідчать про те, що цукробурякове виробництво є ресурсоефективним¹:

- глибина перероблення цукрового буряку дає змогу отримати вихід цукру 85–89%; втрати цукру в мелясі та жомі не перевищують 1–2%; мінімальний вміст нецукрів, що зменшує вихід меляси;
- термічна схема виробництва у вигляді багатоступеневого використання вторинної пари для очищення дифузійного соку, його концентрування до стану сиропу, забезпечення роботи вакуум-апаратів та іншого обладнання;
- отримання із жому біогазу та заміщення ним 30% природного газу;
- високий рівень енергогенерації, що забезпечується наявністю власних ТЕЦ, які працюють на парі високого тиску;
- незначні питомі витрати палива, що становлять менше ніж 25–26 м³ газу на 1 т буряку;
- впровадження інноваційних технологій, зокрема цифрових рішень, біоенергетики, роботизації, генетичного вдосконалення сортів буряків.

¹ Данилевський Р. Інноваційні технології в цукробуряковому виробництві: перспективи розвитку цукрової галузі. *Вісник Сумського НАУ*. 2025. № 3 (103). С. 25. <https://doi.org/10.32782/bsnau2025.3.13>.

Цукрова галузь у режимі сталого розвитку фокусується на мінімізації відходів, дотримання енергоефективності, соціальної відповідальності перед суспільством. Цукрова галузь як одна з найважливіших складових економіки України успішно здійснює перехід від простого виробництва цукру до створення замкнутого екологічного циклу, що характеризується раціональним використанням жому (корм для худоби, сировина для біогазових установок, отримання харчової клітковини тощо); побічний продукт, мелясу успішно застосовують для отримання спирту, дріжджів, дієтичних добавок; відлагоджена система рециркуляції води, за якої використану для миття буряків воду очищають у відстійниках і повторно застосовують для нових партій сировини; вапняковий осад, отриманий під час фільтрування очищеного соку повертають на поля для розкислення ґрунтів.

Принципово новим у впровадженні інновацій у цукрову галузь є спосіб перероблення буряків із використанням сублимаційних технологій.

Таким чином, цукрова галузь викликає великий інтерес у науковців і практиків з погляду вдосконалення її окремих технологічних етапів, упровадження принципово нових способів, методів, обладнання для переробки буряків і вторинних сировинних ресурсів, особливо зважаючи на той факт, що цукор є стратегічним продуктом на світовому ринку, а саме цукробурякове виробництво тісно пов'язано з іншими галузями економіки.

Зростання інформованості населення щодо ролі харчування та збереження стану здоров'я викликало підвищений інтерес до нової категорії продуктів: з оптимальним співвідношенням інгредієнтів, наявністю компонентів антиоксидантної дії і, головне, необхідним вмістом харчових волокон², достатню кількість яких забезпечує раціональне перероблення бурякового жому. Все це визначає і зумовлює актуальність цього дослідження. Таким чином, розвиток цукрової галузі узгоджується із сучасними глобальними тенденціями розвитку харчової промисловості, які чітко демонструють зміщення акцентів від традиційних продуктів до функціональних.

1. Аналіз стану і перспектив розвитку ресурсоефективних технологій у цукровій галузі України

За виробничим потенціалом Україна належить до найбільших світових виробників бурякового цукру, що зумовлюється досить сприятливими

² Корзун В. Н., Гаркуша С. Л. Заходи профілактики та лікування метаболічного синдрому у населення. *Довкілля та здоров'я*. 2016. № 1. С. 9–13.

грунтово-кліматичними й економічними умовами. Ця галузь бере початок свого розвитку з двадцятих років минулого століття³. Відтоді цукрове виробництво набуло пріоритетного значення серед харчових галузей і економіки України. Проте з ряду причин (різке зменшення площ посіву та врожайності буряків у зв'язку з воєнними діями, скорочення ринків збуту цукру, відсутність обігових коштів у товаровиробників тощо) ефективність роботи галузі в остання роки дещо знизилася, тому науковці і практики докладають усіх зусиль, щоб забезпечити динамічний і стабільний розвиток агропромислового комплексу України, стан якого визначає продовольчу безпеку країни, експортного потенціалу харчової продукції.

Яким чином реалізувати такі завдання? В. Бакай зі співавторами⁴ ще 15 років тому відповіли на це питання таким чином: необхідна зміна стратегії і тактики формування ринкових відносин у цукробуряковому виробництві, використання відповідних економічних, організаційних і правових відносин, що дасть змогу змінити на краще соціально-економічну ситуацію в галузі; відновити гідне становище наших товаровиробників на вітчизняному й зарубіжному ринках цукру. Ефективне функціонування такої системи можливе лише за умови регульованого ринку цукру, його цілісності та завершеності.

Аналіз функціонування та розвитку цукрової галузі протягом останніх 15 років повністю підтвердили ці умовиводи.

Разом із тим науковці цілком об'єктивно висвітлюють ті ключові проблеми, які поки що не вирішено: неврегульованість питань щодо виробництва і реалізації цукру в Україні, скорочення матеріально-технічного забезпечення бурякосіючих господарств і цукрових заводів; відсутність положень щодо стратегічного управління напрямів тактичної модернізації⁵.

Сучасний стан цукрової галузі України характеризується адаптацією до умов воєнного часу, реструктуризацією виробництва та фокусом на експорт цукру. Наукові праці останніх років акцентують увагу на підвищенні конкурентоспроможності, впровадженні інноваційних технологій, раціональному переробленні вторинних сировинних ресурсів, цифровізації та ефективності, організації виробничої діяльності відповідно до принципів сталого розвитку.

³ Зародження бурякоцукрової промисловості в Україні. Національна асоціація цукровиків «Укрцукор» URL: <https://ukrsugar.com/> (дата звернення 18.05.2026).

⁴ Бакай В. Й., Дорош Ю. В., Кравченко О. Е. Проблеми та перспективи розвитку цукрової галузі України. *Вісн. Хмельниц. нац. ун-ту. Екон. науки*. 2010. № 3, т. 3. С. 15–18.

⁵ Шандрівська О. Є., Курин А. Р. Оцінка виробничого та експортно-імпортного потенціалу ринку цукру. *Вісник нац. ун-ту «Львівська політехніка»*. 2024. № 2. С. 136–153. <https://doi.org/10.23939/semi.2024.02.136>.

У сезон 2024 року працювало 29 цукрових заводів, які виробили близько 1,8 млн тонн цукру. Такі ж дані характеризують виробництво 2025 року. Найбільшим виробником цукру є підприємство «Радехівський цукор», а лідерами з вирощування буряків залишаються Вінницька, Полтавська, Хмельницька, Київська, Львівська та Тернопільська області.

У 2026 році стан цукрової галузі України досяг значних обсягів виробництва цукру, що перевищує внутрішні потреби і спонукає до пошуку нових експортних ринків в умовах обмежень з боку ЄС, а для цього необхідно підвищувати якісні показники цукру⁶.

Сьогодні знову чітко акцентується увага на тому, що цукор є стратегічним продовольчим товаром і з кожним роком цей продукт посідає вагоміше місце у світовій торгівлі, що дає підстави розглядати ринок цукру-піску як один із найважливіших секторів економіки України. Науковці впевнені, що конкурентна позиція цукрової галузі та вітчизняні виробники мають широкі перспективи подолання проблем, спричинених війною, та відновлення колишніх виробничих потужностей і колишнього високого статусу України на світовому ринку⁷.

Основними чинниками, які здатні реально по-різному вплинути на розвиток українського ринку цукру в найближчі роки, є такі⁸:

- зростання світового попиту на цукор, що мотивуватиме збільшення його виробництва в Україні;
- зміна споживчих уподобань і бажання споживачів вибирати альтернативу цукру (мед, природні солодощі) може знизити попит;
- істотна державна підтримка цукрової галузі здатна допомогти українським виробникам конкурувати на світовому ринку.

Необхідно враховувати ті виклики, які постали перед галуззю⁹: зниження урожайності буряків, нестабільний ринок, екологічні проблеми, воєнні події, зменшення посівних площ тощо. Для їх подолання необхідною є ефективна інтеграція інновацій, нових розробок у селекції (гібриди Magna, Shelia), агрохімії (біосульфати калію), автоматизації (використання БПЛА, системи Sugar Vit) та енергозбереженні.

⁶ Ляшенко С. О., Кісь В. М. та ін. Нормативно-правове забезпечення якості цукрової продукції в Україні. *Укр. журнал прикладної економіки та техніки*. 2024. № 2. С. 44–49. <https://doi.org/10.36887/2415-8453-2024-2-7>.

⁷ Дугієнко Н. О., Руднік О. Л. Перспективи підвищення конкурентоспроможності української продукції на світовому ринку (на прикладі цукрової галузі). *Вісник Запорізького нац. ун-ту*. 2024. № 3. С. 68–76. <https://doi.org/10.26661/2414-0287-2024-3-63-08>.

⁸ Щербакова Т. А., Шипнівська А. О. Діагностика стану конкурентного середовища на ринку цукру. *Економіка та суспільство*. 2024. № 62. С. 167–175. <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-62-167>.

⁹ Данилевський Р. Зазнач. праця. С. 86.

Варто враховувати європейський досвід, зокрема ініціативу Smart Beet Initiative, як приклад комплексного підходу до сталого виробництва буряків. Не менш важливим є застосування сучасних цукрових рішень, як-от прецизійне землеробство, агророботи, біотехнології та енергоефективні технології, в умовах кліматичних змін і нестабільного ринку.

Якщо конкретизувати наведені напрями, то, наприклад, проблематика селекції та технології вирощування буряків детально розглядається в роботі О. Присяжнюк та С. Шульги¹⁰ з погляду впливу різних систем удобрення на продуктивність та якість коренеплодів цукрових буряків.

Інновації в агрохімії та біоенергетиці розглянула науковиця Т. О. Костенко¹¹: зокрема, впроваджено виробництво біоетанолу як додаткового продукту переробки цукрових буряків, що сприяє підвищенню ефективності й екологічності виробництва.

Ба більше, цукрова галузь різносторонньо пов'язана з іншими галузями національної економіки. По-перше, із сільським господарством, оскільки вирощування цукрового буряку сприяє впровадженню раціональних сівозмін, механізації обробітку ґрунту, підвищує агротехнічний рівень сільськогосподарських товаровиробників. Цукрова галузь також тісно пов'язана з енергетичним сектором, хімічною промисловістю, транспортом тощо¹².

Інтерес науковців викликають, наприклад, і такі питання, як вивчення впливу позакореневого внесення різних доз мікродобрива Маджестик Бор на продуктивність цукрових буряків, які проводилися протягом 2022–2024 років на полях бурякосіючого господарства Полтавської області¹³.

І автори цілком переконані в тому, що цукровий буряк заслужено повертає собі славу «короля польових культур». Висновки їхніх досліджень свідчать про те, що оброблення мікродобривами позитивно впливає на продуктивність цукрових буряків та їхні технологічні якості, інтенсивніше наростає маса коренеплодів і гички, а також виявлено збільшення вмісту цукру в буряках на 1,5–2,5%.

¹⁰ Присяжнюк О. І., Шульга С. С. Формування продуктивності та технологічної якості буряків цукрових в умовах континентального клімату. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2022. № 30. С. 79–95. <https://doi.org/10.47414/np.30.2022.269736>.

¹¹ Костенко Т. О. Аналіз інноваційного розвитку підприємств цукрової галузі. *Економіка та держава*. 2022. № 2. С. 51–55.

¹² Іоніщій-Доценко Є. Ю. Аналіз та стан конкурентоспроможного розвитку цукрової галузі України. *Наукові перспективи*. 2024. № 7 (49). С. 709–723. [https://doi.org/10.52058/2708-7530-2024-7\(49\)-709-722](https://doi.org/10.52058/2708-7530-2024-7(49)-709-722).

¹³ Філоненко С. В., Лисак В. М. Особливості формування продуктивності буряків цукрових за оптимізації їх мікроелементного живлення. *Український журнал природничих наук*. 2025. № 13. С. 318–325. DOI: 10.32782/naturaljournal.13.2025.30.

Таким чином, цукрові буряки були й залишаються провідними культурами в сільськогосподарському виробництві¹⁴. Їх вирощування нині, навіть попри війну з Росією та свою значну матеріало- і енергозатратність, має значний економічний ефект і є привабливим з фінансового погляду для агропідприємств.

Варто також зазначити, що технологія вирощування саме цієї культури останнім часом зазнала значних змін і вдосконалення¹⁵. Ба більше, вона ввібрала в себе всі сучасні новації аграрної науки, які втілилися у значне зростання продуктивності цукрових буряків і поліпшення технологічних якостей її коренеплодів¹⁶.

Те, що цукрові буряки є стратегічною культурою для українського сільського господарства, а їх вирощування забезпечує стабільні доходи для аграріїв, створення робочих місць та сприяє розвитку сільських територій, стверджують й інші науковці¹⁷.

Оптимістично звучать результати досліджень щодо аналізу ринку експорту цукру України, які показали, що після значного спаду у 2020–2022 роках галузь почала відновлюватися¹⁸.

Виробництво цукру у 2024 р. досягло 1893 тис. тонн, що є найвищим показником за останні роки. Експортна діяльність відновилася після кризових років епідемії COVID-19 та воєнного стану, що свідчить про підвищення попиту на український цукор на міжнародних ринках.

Сучасний цукровий завод працює як біофафінерія – інтегроване безвідходне підприємство, де вхідна сировина утилізується на 99%, зменшуючи екологічний слід і генеруючи додатковий прибуток із побічних продуктів шляхом їх раціонального перероблення.

Виробництво біопластику із залишків цукрового виробництва – це один із найпрогресивніших напрямів циркуляційної економіки, оскільки цукровий буряк є ідеальним джерелом вуглеводів, необхідних для синтезу екологічних полімерів. Ключовою перевагою бурякового біопластику є те, що термін його розкладу становить від декількох тижнів до 6 місяців

¹⁴ Сінченко В. М., Пиркін В. І. Стратегія розвитку галузі буряківництва в Україні. *Цукрові буряки*. 2018. № 1 (117). С. 4–8.

¹⁵ Бобро М. А., Божко М. Ф., Корнієнко С. І. Технологія вирощування цукрових буряків. Харків : Магда LTD, 2012. 16 с.

¹⁶ Жердецький І. М. Технологічна якість коренеплодів цукрових буряків залежно від позакореневого застосування добрив. *Цукрові буряки*. 2011. № 4. С. 18–20.

¹⁷ Калетник Г. М., Старосуд В. І., Амонс С. Е. Організаційно-економічні засади підвищення ефективності виробництва насіння цукрових буряків. *Економіка. Фінанси. Менеджмент: актуальні питання науки і практики*. 2017. № 10. С. 7–23.

¹⁸ Борса В. В., Гричина М. І. Аналіз ринку експорту цукру України: сучасний стан, перспективи управління та розвитку. *European scientific journal of Economic and Financial innovation*. 2025. № 1 (15). С. 219–225. DOI: 10.32750/2025 – 0119.

(традиційний з нафти розкладається 400–1000 років), продукти розкладу бурякового біопластику – вода, вуглекислий газ, біомаса; традиційний біопластик – токсичні хімічні сполуки; вуглецевий слід під час виробництва бурякового біопластику мінімальний, оскільки рослини поглинають CO₂ під час росту¹⁹.

2. Раціональне перероблення вторинних сировинних ресурсів цукрової галузі

2.1. Сучасні способи використання бурякового жому в різних галузях промисловості

Жом отримують після вилучення соку з бурякової стружки (відповідно до алгоритму технологічного процесу перероблення цукрових буряків). Його вихід становить 80–83% до маси перероблених буряків. Ураховуючи величезні щорічні обсяги перероблення цукрових буряків в Україні, можна орієнтуватися на значні кількості цієї продукції, яка нині належить до вторинних сировинних ресурсів галузі.

Жом містить багато цінних сполук, необхідних для життєдіяльності організму людини, які можна ефективно утилізувати за його раціонального перероблення. До недавнього часу основним напрямом використання жому була годівля тварин, на кожну з яких має припадати 30–40 кг жому на добу. Це становить лише незначну частину отриманого жому, тому решту направляли у спеціальні жомосховища, де він із часом розкладався, завдаючи шкоди екології і штрафних санкцій заводу-виробникові.

Тому сучасна наука розробила різні способи раціонального використання жому, які ефективно впроваджуються як на самих цукрових заводах, так і на тих споріднених галузях, для яких жом може слугувати цінною сировиною для отримання різних видів напівфабрикатів та готових продуктів. Ідеться про використання жому в процесах отримання біогазу, біодобрив, харчових волокон, етанолу, пектинових речовин, дріжджів тощо.

Одним із найбільш перспективних і сучасних напрямів розвитку цукрової галузі України є впровадження ресурсоефективних технологій, спрямованих на раціональне використання вторинних ресурсів з отриманням різних видів напівфабрикатів та продукції з високою додатковою вартістю. А. Безпала зі співавторами наводять методи утилізації меляси, бурякового бадилля (зеленої маси) та жому із залученням біотехнологічних засобів,

¹⁹ Мельник Л. Г., Кубатко О. В., Півень В. С., Кучеренко П. В., Ігнатченко В. М. Виробництво біопластику для циркуляційної економіки і стимулювання сестейного розвитку. *Економіка АПК*. 2019. № 11. С. 79–84. DOI: 10.32317/2221–1055.2019.1.1079.

що є потужним чинником підвищення рентабельності бурякоцукрового виробництва, для виробництва біополімерів, а також біорозкладної упаковки²⁰.

Розглянуто методи використання біопотенціалу бурякового жому як лігніноцелюлозної сировини для виробництва етанолу²¹.

Перевагою бурякового жому в цьому разі є наявність у ньому компонентів для отримання біоетанолу, біобутанолу та молочної кислоти. Належна підготовка сировини та науково обґрунтоване застосування біотехнологічних процесів сприятиме усуненню основної проблеми цукрових заводів – сезонності виробництва. Впроваджено мікробне оцукрення сировини, яке полягає у виробництві ферментів, що руйнують основну складову жому – лігніноцелюлозу. Всі ці заходи сприятимуть виробництву конкурентоспроможних продуктів.

Раціональним є застосування ефективних біологічних способів утилізації жому з отриманням біогазу та добрива для сільськогосподарських угідь²². Використання метанової ферментації дає змогу компенсувати витрати на впровадження таких досить дорого вартісних екологічних процесів завдяки використанню біогазу (особливо в разі виробництва з нього електроенергії). Також значний практичний інтерес викликає зброджена анаеробна біомаса, збагачена біологічно активними речовинами, яка потенційно може бути використана як добриво.

Один із варіантів використання бурякового жому – отримання біогазу, електричної енергії, біодобрив та теплової енергії. Біогаз, що утворюється внаслідок анаеробного зброджування жому, після його подальшої газопідготовки передбачається застосовувати залежно від пори року згідно з потребами замовника: у сезон цукроваріння (осінь) біогаз спрямовуватиметься на виробничі потреби як недорогога заміна природного газу; під час збирання зернових культур біогаз направлятиметься на зерносушарки, а в решту часу – на газотурбінний енергоцентр для вироблення електро- і теплової енергії²³.

Останніми роками за кордоном інтенсивно розвивається напрям отримання із жому дієтичних добавок. Так, акціонерне товариство VUC

²⁰ Безпала А. О., Шаповал Л. В. та ін. Відходи виробництва цукру та їх раціональне використання. *Вісник НТУ «ХП»*. 2024. № 3 (21). С. 17–24. DOI: 10.20998/2413-4295.2024.03.03.

²¹ Кузнецова І. В., Хомічак В. Л. Біотехнологічні аспекти переробки бурякового жому на біоетанол. *Продовольчі ресурси*. 2024. Т. 12. № 23. С. 91–97. DOI: 10.31073/foodresources.2024-23-10.

²² Бублієнко Н. О., Семенова О. І. Біологічна утилізація бурякового жому з використанням метанової ферментації *Харчова промисловість*. 2021. № 30. С. 50–57.

²³ Мартинюк А. С., Пастух Г. С. Актуальні напрями утилізації відходів цукрового виробництва. *Економічні науки*. 2019. № 2 (25). С. 187–190. DOI: 10.32846/2306-9716-2019-2-25-31.

(Прага) розробило дієтичні добавки з бурякового жому під назвою «СИТА», збагачені вітаміном С. Їх рекомендується вживати під час розвантажувальних дієт, для зниження вмісту «шкідливого» холестерину, природного очищення організму, оскільки харчові волокна діють як натуральні сорбенти.

Важливим напрямом використання бурякового жому є отримання пектину, який, на жаль, досі в Україні промисловим способом не виробляється і його для потреб харчових галузей і фармації закупають за кордоном. Це тим більше прикро, що саме буряковий пектин порівняно з отриманим з іншої сировини (цитрусовий, яблучний) має найбільшу комплексоутворювальну здатність щодо радіонуклідів та інших токсичних сполук і виведення їх з організму людини²⁴. У країнах Євросоюзу виробляють не тільки сухий пектин, а й такі продукти, як пектиновий екстракт і концентрат, пектиновмісний порошок і пасту, пектин медичного призначення²⁵.

Галина Сімахіна та Світлана Бажай-Жежерун наводять різні способи отримання харчових волокон із жому у вигляді порошку кремового кольору без смаку та запаху. Волокна з розміром часток 0,25–0,5 мм можна застосовувати як добавку до м'ясних продуктів, а волокна з меншим розміром – у хлібопекарській, кондитерській, молочній та інших галузях харчової промисловості²⁶. У таблиці наведено основні характеристики харчових волокон із жому.

Таблиця 1

Компонентний склад харчових волокон сухого жому

Компонент	Вміст, %
клітковина	27...29
целюлоза	22...26
загальний вміст пектинових речовин, у тому числі	19...21
нерозчинний протопектин	10...11
розчинний пектин	9...10
лігнін	8...9
вода	10...12

²⁴ Грабовська О. В., Пастух Г. С. Про перспективи розвитку пектинового виробництва в Україні. *Цукор України*. 2017. № 6–7 (138–139). С. 42–47.

²⁵ Бордун І. М., Пташник В. В. та ін. Новий спосіб утилізації бурякового жому. *Цукор України*. 2016. № 6–7 (126–127). С. 45–47.

²⁶ Сімахіна Г. О., Бажай-Жежерун С. А. Технологія природних харчових сорбентів [Електронний ресурс]. Київ : НУХТ, 2024. С. 125.

Наведений компонентний склад харчових волокон свідчить про обґрунтованість їх використання в різних галузях харчових технологій і можливість реального досягнення їх частки в раціонах харчування населення до необхідних 25–35 г на добу, що відповідає рекомендаціям експертів ВООЗ.

У роботі Галини Сімахіної та Тетяни Федоренко акцентовано увагу на використанні дезінтоксикаційних властивостей харчової клітковини різних культур: плодоовочевих, злакових, насіннєвих, гідробіонтів тощо, у зв'язку з впливом на організм численних несприятливих чинників довкілля²⁷. Останнім часом ця проблема поглибилася, зважаючи на воєнні дії на території України. Вражають також висновки науковців щодо медичних наслідків Чорнобиля²⁸, відповідно до яких через 40 років після катастрофи медико-біологічні наслідки залишаються значущими для здоров'я населення України; зберігається високий рівень онкозахворювань, смертності постраждалих. Радіаційний та нерадіаційний чинники мають стійкий негативний вплив. Із цього погляду ще більша увага має бути привернута до наявності в раціонах оптимальної кількості харчової клітковини (25–35 г на добу), і особливо клітковини з бурякового жому, пектинові речовини якого, як уже зазначали, мають найвищу здатність до комплексоутворення з радіонуклідами, а отже, сприяють їх прискореному виведенню з організму людини.

Існують переконливі сучасні дані щодо закономірностей фізіологічних змін в організмі людини в екстремальних умовах і можливості цілеспрямованого впливу на нормалізацію його функціонування, передусім засобами адекватного харчування з оптимальним вмістом природних ентеросорбентів – харчової клітковини. На основі принципів доказової медицини обґрунтовано безпосередній зв'язок між харчуванням і станом здоров'я людини²⁹.

Продукти з оптимальним вмістом харчової клітковини повинні бути доступними за своєю ціною для будь-якого середньостатистичного громадянина України, особливо якщо йдеться про продукти щоденного

²⁷ Сімахіна Г. О., Федоренко Т. І. Нові композиції на основі харчової клітковини дезінтоксикаційної та адаптогенної дії. *Харчова промисловість*. 2016. № 19. С. 31–36.

²⁸ Сушко В. О., Колосинська О. О., Вдовенко В. Ю. Чорнобиль: медичні наслідки – спадщина через 40 років після аварії. *Довкілля та здоров'я*. 2025. № 4 (117). С. 34–42. DOI: 10.32402/dovkil.2025.04.034.

²⁹ Сімахіна Г. О., Українець А. І. Взаємозв'язок структури харчування і здоров'я – концептуальна основа розроблення продуктів для військовослужбовців. *Наукові праці НУХТ*. 2016. Т. 22, № 1. С. 192–199.



Рис. 1. Схема отримання композицій харчових волокон із жому цукрових буряків і цедри citrusових

вжитку – хлібобулочні вироби³⁰. Тому джерело харчових волокон має бути ефективним і водночас дешевим. Це досить легко досягається поєднанням в одній композиції бурякового жому (як основи) та вторинних ресурсів консервних заводів – наприклад, цедри citrusових, жмиху яблук та винограду тощо.

Саме такий напрям вибрано в роботі Галини Сімахіної та Р. Науменка³¹, де обґрунтовано вибір нетрадиційних джерел – жому цукрових буряків та цедри citrusових. Технологія отримання композиції харчових волокон під умовною назвою «Пектовітацин» передбачає такі основні стадії: прийом вторинної сировини цукробурякового та консервного виробництва (у співвідношенні 1 : 1), її мікробіологічний

³⁰ Сильчук Т. А. Наукове обґрунтування та розроблення прискорених технологій хлібобулочних виробів, збагачених харчовими волокнами : автореф. дис. ... д-ра техн. наук (05.18.16). Національний університет харчових технологій. Київ, 2018. 39 с.

³¹ Сімахіна Г. О., Науменко Р. Ю. Обґрунтування складу та способу отримання композиції харчових волокон різноспрямованої дії. *Наукові праці НУХТ*. 2019. Т. 25, № 2. С. 244–250.

контроль; попереднє підсушування матеріалів у конвективній сушарці до вологості 30%; сушіння тривалістю 90 хв для бурякового жому, 240 хв – для цедри; подрібнення до порошкоподібного сипучого стану та дисперсності 80...100 мкм на дезінтеграторі; фасування; зберігання. Композиція харчових волокон пакується в пакетики із фольги, на етапі маркування на упаковці друкується назва продукту «Пектовітоцин», короткий опис продукту, його застосування і корисність відповідно до чинних вимог.

На рисунку подано принципову технологічну схему отримання композицій харчових волокон із жому цукрових буряків і цедри цитрусових.

О. Воецька зі співавторами³² звертають увагу ще на один побічний продукт цукрового виробництва – мелясований жом, тобто жом змішують із мелясою, а потім піддають сушінню, на наступному етапі гранулюють через матрицю з отворами діаметром 12 мм. Такий жом добре підходить для годівлі молодняку на випасі, а також як один із цінних компонентів годівлі дійних корів³³.

З бурякового жому також виробляють пектиновий клей. Спосіб ґрунтується на переведення в розчин нерозчинних у холодній воді пектинових речовин, що містяться в жомі. Вихід клею при цьому становить 2,5...3% до маси свіжого жому.

2.2. Сучасні способи перероблення меляси за принципами циркулярної економіки

Меляса є побічним продуктом виробництва цукру, яка зосереджена на його кристалах і відділяється в процесі центрифугування кристалічної маси після вакуум-апаратів. Хімічний склад меляси досить привабливий для її подальшого перероблення: вміст сухих речовин близько 75%, з них 45% зброджуваних цукрів; вода (25%) майже вся міститься у зв'язаному стані внаслідок гідратації колоїдів, молекул цукрози та іонів мінеральних речовин. Вміст цукрози в мелясі змінюється від 45 до 50%, оскільки хімічний склад меляси залежить від сорту та якості буряків, ґрунтово-кліматичних умов їх вирощування, терміну й умов зберігання, технології цукроваріння³⁴.

Меляса як продукт перероблення цукрових буряків постійно перебуває в полі уваги науковців, і на сьогодні спектр її застосування досить

³² Воецька О. Є., Чернега І. С. та ін. Перспективи використання побічних продуктів цукрового виробництва. *Зернові продукти і комбікорм*. 2018. Т. 18. С. 37–42.

³³ Четверик О. В. Аналіз ринку основної та побічної продукції бурякоцукрового виробництва. *Вісник Академії праці і соціальних відносин Федерації профспілок України*. 2014. № 3–4. С. 92–100.

³⁴ Белік В. Стан та проблеми цукрової промисловості. *Техніка АПК*. 2003. № 9–10. С. 34–36.

широкий, зокрема отримання етанолу (40% загальної кількості спирту, що виробляється спиртовими заводами, отримують якраз із меляси, тому що вона має високий вміст цукру та інші речовини, необхідні для нормальної життєдіяльності дріжджів, і це спрощує технологію виробництва спирту порівняно з його виробництвом із зерна³⁵).

Давню історію має процес отримання з меляси лимонної кислоти шляхом зброджування цукрози аерофільними пліснявими грибами. Зі 100 кг меляси отримують близько 20 кг кристалічної лимонної кислоти, яку широко використовують у харчових галузях, фармації, кулінарії³⁶. Не менш важливим досягненням науковців є отримання молочної кислоти, яка розглядається як натуральний підкислювач, ароматизатор, консерватор у харчовій, фармацевтичній, текстильній та інших галузях промисловості. Виробництво цього продукту з меляси має нижчу собівартість, ніж хімічне виробництво з глюкози, сахарози та крохмалю³⁷.

У фармації з меляси отримують також масляну і пропіонову кислоти (за анаеробного бродіння), глюконову, фумарову, щавлеву, оцтову кислоти (за аеробного бродіння); використовують як живильне середовище в мікробіологічному синтезі для виробництва незамінної амінокислоти лізину, а також вітаміну B₁₂³⁸.

Останнім часом дедалі більшу зацікавленість у виробництві етилового спирту викликає глюкозно-фруктозний сироп³⁹. Серед виробників крафтових напоїв великим попитом користується меляса. Автори наводять технологічні аспекти процесу зброджування меляси та глюкозо-фруктозного сиропу на етапах різними штамами дріжджів. Встановлено, що вихід спирту з 1 т меляси становить 24,0 дал.

Таким чином, меляса як один з основних побічних продуктів цукрового виробництва знайшла широке застосування в харчовій, біохімічній промисловості, а не лише як цінний кормовий продукт для годівлі худоби. Її раціональне перероблення підвищує ресурсоефективність цукрової промисловості, а також відповідає сучасним вимогам сталого розвитку галузі: зниження рівня відходів,

³⁵ Губенко Н. Ю., Шматкова І. К. Сучасні тенденції у розвитку спиртової та цукрової промисловості. *Цукор України*. 2012. № 11 (83). С. 12–14.

³⁶ Васильченко О. А., П'янова О. О. Біотехнологічні аспекти отримання лимонної кислоти. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2012. № 22 (1). С. 100–107.

³⁷ Singhvi M. S., Zinjarde S. Polylactic acid: synthesis and biomedical applications. *Journal of applied microbiology*. 2019. No. 127 (6). P. 1612–1626.

³⁸ Danchin A., Braham S. Coenzyme B₁₂ synthesis as a baseline to study metabolite contribution of animal microbiota. *Microb. Biotechnol.* 2017. No. 10. P. 688–701. DOI: 10.1111/1751-7915.12722.

³⁹ Данілова К., Заварзіна О. Технологічні аспекти виробництва спиртових дистилатів з нетрадиційної цукровмісної сировини. *Продовольчі ресурси*. 2021. Т. 9, № 16. С. 90–97. DOI: 10.31073/foodresources2021-16-09.

зменшення забруднення довкілля, додатковий прибуток для підприємства, отримання напівпродуктів, необхідних для потреб різних галузей харчової промисловості.

До того ж такий різнобічний спосіб використання меляси, жому повною мірою відповідає концепції циркулярної економіки, сутність якої полягає у використанні відходів однієї галузі як сировини для іншої та базується на принципі сталого розвитку, змінюючи класичну лінійну модель економіки до ефективної циклічної моделі⁴⁰.

Можна прогнозувати, що циркуляція біологічних побічних продуктів (які несправедливо називають відходами) для отримання нових продуктів з високою доданою вартістю із часом стане превалюючою у всіх галузях харчової промисловості.

ВИСНОВКИ

Харчова промисловість України об'єднує понад 40 галузей з отримання харчових продуктів різного функціонального призначення. Однією з основних і найбільш масштабних є цукрова промисловість. Незважаючи на енергоємність технологій, потребу у висококваліфікованих кадрах, обмеженість експортного ринку для українського цукру та воєнні дії, цукрові буряки були й залишаються ключовою культурою вирощування в Україні як за площею посівів, так і за рентабельністю, а цукор, отриманий із них, не втрачає свого статусу на світовому ринку як стратегічний продукт.

Разом із тим саме в цукровій галузі отримують найбільшу масу вторинних сировинних ресурсів – жому та меляси. Тому зрозумілою є актуальність і необхідність упровадження інновацій у цукрове виробництво, постійне вдосконалення існуючих ресурсоефективних технологій перероблення буряків і вторинних сировинних ресурсів, а також розроблення нових, які ґрунтуються на сучасних досягненнях науки і техніки. Цілком умотивованим є сучасний орієнтир підприємств цукрової промисловості на застосування ресурсоефективних технологій як у виробництві цільового продукту – цукру, так і в раціональному переробленні жому та меляси за принципами циркулярної економіки, сутність яких полягає у використанні побічних продуктів однієї галузі як сировини для інших.

⁴⁰ Rojas I. F., Zapata P., Ruiz-Tirado I. Agro — industrial waste enzymes. Perspectives in circular economy. *Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry*. 2022. No. 34. P. 45–53. DOI: 10.1016/j.cogsc.2021.100585.

Налагодження технологій перероблення вторинних сировинних ресурсів на діючих цукрових заводах та споріднених їм підприємствах забезпечує додатковий прибуток, позитивно впливає на екологію довкілля, соціальні показники завдяки розширенню асортименту харчових продуктів та дієтичних добавок, тобто відповідає усім принципам сталого розвитку галузі. Подальший розвиток галузі та її міжнародна конкурентоспроможність залежать від низки чинників, що потребують глибокого аналізу, розроблення стратегії і тактики. Це дасть змогу ефективніше розвивати галузь і посилити позиції України на світовому ринку цукру.

АНОТАЦІЯ

У роботі здійснено аналіз основних показників інноваційної діяльності підприємств цукрової галузі з погляду використання ресурсоефективних технологій отримання цільового продукту – цукру і сучасних способів перероблення жому та меляси. Ці побічні продукти досі розглядалися переважно як складники для годівлі худоби. Вивчення біохімічного складу жому та меляси окреслило принципово нові напрями їх різнобічного застосування для отримання біогазу, етанолу, дріжджів, органічних кислот, дієтичних добавок тощо, відповідно до принципів сталого розвитку галузі з обґрунтуванням практичних рекомендацій їх реалізації. Тому найбільш актуальним питанням сьогодення цукрової промисловості є визначення шляхів повного й раціонального застосування цих додаткових джерел, розроблення мало- та безвідходних технологій перероблення буряків, а також заходів до унеможливлення шкідливого впливу відходів на довкілля. Наукові праці з питань використання жому та меляси фокусуються на їх глибокому переробленні, унаслідок чого отримують харчові волокна, пектин, біоетанол, біогаз, органічні кислоти, дріжджі тощо. Збагачення жому мелясою з подальшим сушінням та гранулюванням забезпечує тварин високоякісним кормом і водночас зменшує екологічне навантаження. Комплексне використання бурякового жому та меляси істотно впливає на управління екологічними ризиками й підвищує ефективність функціонування цукрових заводів. Усе це дає змогу підприємствам галузі перейти на безвідходні ресурсоефективні технології, реалізація яких відповідає принципам сталого розвитку цукрової промисловості.

Література

1. Бакай В. Й., Дорош Ю. В., Кравченко О. Е. Проблеми та перспективи розвитку цукрової галузі України. *Вісн. Хмельниц. нац. ун-ту. Екон. науки*. 2010. № 3, т. 3. С. 15–18.
2. Безпала А. О., Шаповал Л. В. та ін. Відходи виробництва цукру та їх раціональне використання. *Вісник НТУ «ХПІ»*. 2024. № 3 (21). С. 17–24. DOI: 10.20998/2413-4295.2024.03.03.
3. Белік В. Стан та проблеми цукрової промисловості. *Техніка АПК*. 2003. № 9–10. С. 34–36.
4. Бобро М. А., Божко М. Ф., Корнієнко С. І. Технологія вирощування цукрових буряків. Харків : Магда LTD, 2012. 16 с.
5. Бордун І. М., Пташник В. В. та ін. Новий спосіб утилізації бурякового жому. *Цукор України*. 2016. № 6–7 (126–127). С. 45–47.
6. Борса В. В., Гричина М. І. Аналіз ринку експорту цукру України: сучасний стан, перспективи управління та розвитку. *European scientific journal of Economic and Financial innovation*. 2025. № 1 (15). С. 219–225. DOI: 10.32750/2025-0119.
7. Бублієнко Н. О., Семенова О. І. Біологічна утилізація бурякового жому з використанням метанової ферментації *Харчова промисловість*. 2021. № 30. С. 50–57.
8. Васильченко О. А., П'янкова О. О. Біотехнологічні аспекти отримання лимонної кислоти. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2012. № 22 (1). С. 100–107.
9. Воєцька О. Є., Чернега І. С. та ін. Перспективи використання побічних продуктів цукрового виробництва. *Зернові продукти і комбікорм*. 2018. Т. 18. С. 37–42.
10. Грабовська О. В., Пастух Г. С. Про перспективи розвитку пектинового виробництва в Україні. *Цукор України*. 2017. № 6–7 (138–139). С. 42–47.
11. Губенко Н. Ю. Шматкова І. К. Сучасні тенденції у розвитку спиртової та цукрової промисловості. *Цукор України*. 2012. № 11 (83). С. 12–14.
12. Данилевський Р. Інноваційні технології в цукробуряковому виробництві: перспективи розвитку цукрової галузі. *Вісник Сумського НАУ*. 2025. № 3 (103). С. 25. <https://doi.org/10.32782/bsnau2025.3.13>.
13. Данілова К., Заварзіна О. Технологічні аспекти виробництва спиртових дистилятів з нетрадиційної цукровмісної сировини. *Продовольчі ресурси*. 2021. Т. 9, № 16. С. 90–97. DOI: 10.31073/foodresources2021-16-09.

14. Дугієнко Н. О., Руднік О. Л. Перспективи підвищення конкурентоспроможності української продукції на світовому ринку (на прикладі цукрової галузі). *Вісник Запорізького нац. ун-ту*. 2024. № 3. С. 68–76. <https://doi.org/10.26661/2414-0287-2024-3-63-08>.
15. Жердецький І. М. Технологічна якість коренеплодів цукрових буряків залежно від позакореневого застосування добрив. *Цукрові буряки*. 2011. № 4. С. 18–20.
16. Зародження бурякоцукрової промисловості в Україні. Національна асоціація цукровиків «Укрцукор» URL: <https://ukrsugar.com/> (дата звернення 18.05.2026).
17. Іоніцой-Доценко Є. Ю. Аналіз та стан конкурентоспроможного розвитку цукрової галузі України. *Наукові перспективи*. 2024. № 7 (49). С. 709–723. [https://doi.org/10.52058/2708-7530-2024-7\(49\)-709-722](https://doi.org/10.52058/2708-7530-2024-7(49)-709-722).
18. Калетник Г. М., Старосуд В. І., Амонс С. Е. Організаційно-економічні засади підвищення ефективності виробництва насіння цукрових буряків. *Економіка. Фінанси. Менеджмент: актуальні питання науки і практики*. 2017. № 10. С. 7–23.
19. Корзун В. Н., Гаркуша С. Л. Заходи профілактики та лікування метаболічного синдрому у населення. *Довкілля та здоров'я*. 2016. № 1. С. 9–13.
20. Костенко Т. О. Аналіз інноваційного розвитку підприємств цукрової галузі. *Економіка та держава*. 2022. № 2. С. 51–55.
21. Кузнецова І. В., Хомічак В. Л. Біотехнологічні аспекти переробки бурякового жому на біоетанол. *Продовольчі ресурси*. 2024. Т. 12. № 23. С. 91–97. DOI: 10.31073/foodresources 2024-23-10.
22. Ляшенко С. О., Кісь В. М. та ін. Нормативно-правове забезпечення якості цукрової продукції в Україні. *Укр. журнал прикладної економіки та техніки*. 2024. № 2. С. 44–49. <https://doi.org/10.36887/2415-8453-2024-2-7>.
23. Мартинюк А. С., Пастух Г. С. Актуальні напрями утилізації відходів цукрового виробництва. *Економічні науки*. 2019. № 2 (25). С. 187–190. DOI: 10.32846/2306-9716-2019-2-25-31.
24. Мельник Л. Г., Кубатко О. В., Півень В. С., Кучеренко П. В., Ігнатченко В. М. Виробництво біопластику для циркуляційної економіки і стимулювання сестейного розвитку. *Економіка АПК*. 2019. № 11. С. 79–84. DOI: 10.32317/2221-1055.2019.1.1079.
25. Присяжнюк О. І., Шульга С. С. Формування продуктивності та технологічної якості буряків цукрових в умовах континентального клімату. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2022. № 30. С. 79–95. <https://doi.org/10.47414/np.30.2022.269736>.

26. Сильчук Т. А. Наукове обґрунтування та розроблення прискорених технологій хлібобулочних виробів, збагачених харчовими волокнами : автореф. дис. ... д-ра техн. наук (05.18.16). Національний університет харчових технологій. Київ, 2018. 39 с.
27. Сімахіна Г. О., Бажай-Жежерун С. А. Технологія природних харчових сорбентів [Електронний ресурс]. Київ : НУХТ, 2024. С. 125.
28. Сімахіна Г. О., Науменко Р. Ю. Обґрунтування складу та спосіб отримання композиції харчових волокон різноспрямованої дії. *Наукові праці НУХТ*. 2019. Т. 25, № 2. С. 244–250.
29. Сімахіна Г. О., Українець А. І. Взаємозв'язок структури харчування і здоров'я – концептуальна основа розроблення продуктів для військовослужбовців. *Наукові праці НУХТ*. 2016. Т. 22, № 1. С. 192–199.
30. Сімахіна Г. О., Федоренко Т. І. Нові композиції на основі харчової клітковини дезінтоксикаційної та адаптогенної дії. *Харчова промисловість*. 2016. № 19. С. 31–36.
31. Сінченко В. М., Пиркін В. І. Стратегія розвитку галузі буряківництва в Україні. *Цукрові буряки*. 2018. № 1 (117). С. 4–8.
32. Сушко В. О., Колосинська О. О., Вдовенко В. Ю. Чорнобиль: медичні наслідки – спадщина через 40 років після аварії. *Довкілля та здоров'я*. 2025. № 4 (117). С. 34–42. DOI: 10.32402/dovkil.2025.04.034.
33. Філоненко С. В., Лисак В. М. Особливості формування продуктивності буряків цукрових за оптимізації їх мікроелементного живлення. *Український журнал природничих наук*. 2025. № 13. С. 318–325. DOI: 10.32782/naturaljournal.13.2025.30.
34. Четверик О. В. Аналіз ринку основної та побічної продукції бурякоцукрового виробництва. *Вісник Академії праці і соціальних відносин Федерації профспілок України*. 2014. № 3–4. С. 92–100.
35. Шандрівська О. Є., Курин А. Р. Оцінка виробничого та експортно-імпортного потенціалу ринку цукру. *Вісник нац. ун-ту «Львівська політехніка»*. 2024. № 2. С. 136–153. <https://doi.org/10.23939/semi.2024.02.136>.
36. Щербакова Т. А., Шипнівська А. О. Діагностика стану конкурентного середовища на ринку цукру. *Економіка та суспільство*. 2024. № 62. С. 167– 75. <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-62-167>.
37. Danchin A., Braham S. Coenzyme B₁₂ synthesis as a baseline to study metabolite contribution of animal microbiota. *Microb. Biotechnol.* 2017. No. 10. P. 688–701. DOI: 10.1111/1751-7915.12722.

38. Rojas I. F., Zapata P., Ruiz-Tirado I. Agro – industrial waste enzymes. Perspectives in circular economy. *Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry*. 2022. No. 34. C. 45–53. DOI: 10.1016/j.cogsc. 2021.100585.
39. Singhvi M. S., Zinjarde S. Polylactic acid: synthesis and biomedical applications. *Journal of applied microbiology*. 2019. No. 127 (6). P. 1612–1626.

Information about the author:

Simakhina Galyna Oleksandrivna,

Doctor of Technical Sciences, Professor,

Head of the Department of Technology of Healthy Food Products

National University of Food Technologies

68 Volodymyrska Street, Kyiv, Ukraine