



I. В. Сталінська, О. В. Хандогіна

Харківський національний університет міського господарства ім. О. М. Бекетова, м. Харків, Україна

УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНИМИ РИЗИКАМИ ВІДХОДІВ ВИРОБНИЦТВА ЦУКРУ

Процес вирощування цукрового буряку та перероблення цукру спричиняє значний вплив на навколишнє природне середовище та призводить до виникнення цілої низки екологічних ризиків. Проаналізовано проблеми вирощування та перероблення цукрових буряків. Оцінено негативний вплив цукрового виробництва на довкілля. Проаналізовано фактори ризику цукрового виробництва на основі державного стандарту. Доведено, що головним ризиком процесу виробництва цукру є утворення великої кількості побічної продукції, біологічних відходів від технологічних процесів, тому визначення шляхів повного і раціонального використання побічних продуктів, які утворюються в процесі виробництва цукру, а також розроблення мало- і безвідходних технологій та вжиття заходів із запобігання шкідливому впливові на навколишнє природне середовище є актуальним питанням на сьогодні. Як приклад впровадження методів нейтралізації негативного впливу відходів цукрової промисловості на довкілля вибрано підприємство ПАТ "Первухінський цукровий завод". Складено технологічну схему заводу. Показано, що основними відходами на підприємстві є: бадилля, буряковий жом, фільтраційний осад та меляса (патока). Охарактеризовано методи утилізації цих відходів. З'ясовано, що бадилля цукрового буряку – це найбільш простий для утилізації продукт, тому що його можна використовувати як корм для худоби. Охарактеризовано різноманітні можливості використання, перероблення та утилізації бурякового жому. З'ясовано, що комплексне використання бурякового жому може істотно вплинути на управління екологічними ризиками та підвищити ефективність функціонування цукрової галузі. Показано, що меляса завдяки її властивостям успішно використовується як сировина для виробництва етилового спирту, харчових кислот, хлібопекарських та кормових дріжджів і як добавка до корму сільськогосподарських тварин. Запропоновано процес управління ризиками на обраному цукровому підприємстві.

Ключові слова: перероблення цукрового буряку; бадилля; буряковий жом; меляса; фільтраційний осад; утилізація.

Вступ / Introduction

Вирощування та перероблення цукру негативно впливає на навколишнє середовище через втрату природних середовищ існування, інтенсивне використання води, агрохімікатів, скидання забруднених стоків та забруднення повітря. Відомо, що підприємства з виробництва цукру потребують значних витрат енергії (оскільки в технологічному циклі переважають процеси нагрівання та кип'ятіння) та матеріалів (обсяги сировини та допоміжних речовин у декілька разів перевищують вихід готової продукції). До того ж, підприємства цукрової галузі продукують великий обсяг відходів, які на сьогодні недостатньо ефективно використовуються і становлять *екологічні ризики* для довкілля. Варто зауважити, що з усіх галузей харчової промисловості найбільшу масу відходів отримують саме в цукровому виробництві [1, 3, 8, 12, 14]. Тому управління екологічними ризиками відходів цукрового виробництва є важли-

вим важелем для зниження антропогенного навантаження на елементи довкілля.

Об'єкт дослідження – вплив відходів виробництва цукру на навколишнє середовище.

Предмет дослідження – методи та способи утворення та утилізації відходів виробництва цукру.

Мета роботи – дослідити можливі методи та способи зниження екологічних ризиків відходів виробництва цукру.

Для досягнення зазначеної мети визначено такі основні завдання дослідження:

- 1) Оцінити екологічні ризики функціонування цукрового виробництва.
- 2) Проаналізувати технологічну схему обраного підприємства "Первухінський цукровий завод".
- 3) Сформулювати та обґрунтувати методи утилізації відходів для підприємства "Первухінський цукровий завод".
- 4) Розробити загальну концепцію процесу управління ризиками цукрового виробництва.

Інформація про авторів:

Сталінська Ірина Вікторівна, канд. техн. наук, доцент, кафедра інженерної екології міст.

Email: stalinskaairina5@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-4199-3793>

Хандогіна Ольга Вадимівна, канд. екон. наук, доцент, кафедра інженерної екології міст.

Email: olga.khandogina@kname.edu.ua; <https://orcid.org/0000-0002-1100-5267>

Цитування за ДСТУ: Сталінська І. В., Хандогіна О. В. Управління екологічними ризиками відходів виробництва цукру. Науковий вісник НЛТУ України. 2023, т. 33, № 1. С. 39–44.

Citation APA: Stalinska, I. V., & Khandogina, O. V. (2023). Environmental risks management of sugar production waste. *Scientific Bulletin of UNFU*, 33(1), 39–44. <https://doi.org/10.36930/40330106>

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Питання вивчення факторів впливу на довкілля цукрового виробництва та пошуку способів вирішення проблем, пов'язаних із впливом процесів вирощування та перероблення цукрової сировини (тростини, буряку) на довкілля, порушують науковці всього світу. Дослідники відносять виробництво цукру до найбільш енергоємних галузей, якій, до того ж, притаманне нераціональне використання паливно-енергетичних ресурсів [11], аналізують способи перероблення деяких видів відходів, зокрема – найбільшого за обсягом виду відходів від цукрового виробництва – бурякового жому [6], досліджують питання очищення стічних вод цукрових заводів [16]. Багато публікацій обґрунтовують різні аспекти виробництва цукру із цукрової тростини [5, 7, 10]. Важливим напрямом, який активно досліджують, є використання сільськогосподарських відходів (зокрема, цукрового сорго, цукрових буряків) як енергетичної сировини для виробництва біопалива, що сприятиме вирішенню проблем утилізації відходів, покращення стану довкілля, отриманню додаткових енергоресурсів тощо [13].

У цій роботі пропонуємо комплексно розглянути екологічні ризики, які виникають у досліджуваній галузі, та доступні шляхи утилізації відходів цукрового виробництва. Унаслідок збільшення швидкості ерозії та видалення ґрунту під час збирання врожаю, вирощування цукрових культур спричиняє деградацію ґрунту, впливаючи на його кількість та якість. Одним із негативних чинників також є забруднення ґрунтів хімікатами.

До основних джерел забруднення атмосферного повітря на цукрових заводах належать газопилові викиди котельні. Викиди в атмосферу містять парникові, кислототвірні та озоноруйнівні гази. До того ж, на стадії виробництва вапна і сатураційного газу виникають такі основні екологічні проблеми, як запиленість повітря неорганічним пилом на ділянках складування, розвантаження і завантаження вапнякового каменю, виділення пилу і тепла під час транспортування та гасіння обпаленого вапна.

Цукрове виробництво потребує дуже багато води: для отримання одного кілограма цукру з цукрових буряків потрібно 920 л води. Технологічний процес виробництва цукру пов'язаний з утворенням промислових стічних вод зі значною концентрацією розчинних колоїдних і зважених органічних речовин. Органічні речовини під дією кисню повітря легко окислюються, швидко бродять та загнивають. Для очищення стічних вод широко застосовують адсорбційні методи, які дають змогу знешкодити агресивні речовини з низькоконцентрованих розчинів.

Проблемою цукрової промисловості є також шум, що створюється внаслідок роботи машин. Більшість цукрових підприємств мають старе та дуже важке обладнання, яке у період дроблення працює безперервно.

Одним із ризиків цукрового виробництва є зміна клімату. Адже кліматичні зміни потребуватимуть зміни генетичних ресурсів рослин, а також технологій вирощування. До того ж, вирощування цукрових буряків набагато більше зумовлене різними кліматичними факторами, на відміну від інших сільськогосподарських культур. Цукровий буряк належить до рослин, що потребують для свого росту та розвитку середніх температур – 18-22 °С. Підвищення температури уповільнює процес нагромадження цукру, оскільки цукровий буряк не має

механізмів саморегуляції для сприяння нагромадженню цукру та залежить від зовнішніх подразників і кліматичних факторів. У разі нестачі вологи в ґрунті внаслідок недостатніх опадів або зрошення, негативний вплив високих температур посилюється. Як адаптацію до глобального потепління необхідно відкоригувати терміни посівної цукрових буряків [14].

Головним ризиком цукрового виробництва є утворення великої кількості побічної продукції, біовідходів від технологічних процесів: насамперед – це буряковий жом, рафінадна меляса та фільтраційний осад. Побічні продукти як у свіжому, так і в гранульованому вигляді, що утворюються під час виробництва цукру, є перспективною сировиною для годування свійських тварин. Проте ці способи їх перероблення супроводжуються високою вартістю та втратами поживних речовин, тому не набули широкого застосування у комбікормовій промисловості.

Очевидно, що управління екологічними ризиками відходів виробництва цукру в Україні вимагає розроблення нових методів і технологій використання цих відходів, на додаток до їх використання як корму для тварин або зеленого добрива в сільському господарстві.

Матеріали та методи дослідження. Для оцінювання екологічних ризиків цукрового виробництва застосовано діаграму "краватка-метелик" з ДСТУ ІЕС/ISO 31010:2013 Керування ризиком. Методи загального оцінювання ризику (ІЕС/ISO 31010:2009, IDT) [4], яку подано на рис. 1. Зліва зазначено причини виникнення ризиків та бар'єри, а справа – наслідки та способи зниження негативного впливу.

Результати дослідження та їх обговорення / Research results and their discussion

Як приклад впровадження методів нейтралізації негативного впливу відходів цукрової промисловості на навколишнє природне середовище було вибрано підприємство ПАТ "Первухінський цукровий завод". На підприємстві виробляється цукор І-ІІІ категорії під аналогічною торгівельною маркою. Вся побічна продукція (меляса, жом, вапно) реалізується на внутрішньому ринку країни. На сьогодні корпорація не тільки використовує вироблений цукор, а також допомагає з сировиною для власної переробки: фінансово забезпечує вирощування цукрових буряків на сільськогосподарських підприємствах. Тільки за останні 5 років підприємства корпорації інвестували в розвиток цукрового заводу біля 30 млн грн.

Основним видом діяльності цього підприємства є перероблення цукрових буряків і цукру-сирцю для отримання цукру. Потужність перероблення Первухінського цукрового заводу становить 2,8 тис.т цукрових буряків на добу (табл. 1).

Табл. 1. Характеристики заводу за його продуктивністю /
Characteristics of the plant according to the productivity [9]

Використано			
цукровий буряк, т/рік	CaO, т/рік	CaCO ₃ , т/рік	природний газ, м ³
167,4 тис.	1,8	6 % від маси цукрових буряків, 10.05 т	200000
Отримано			
Цукор, т/рік		Жом сухий, т/рік	
25000		1171800 (що становить 70 % від маси буряків)	



Рис. 1. Екологічні ризики цукрового виробництва та їх наслідки (за ДСТУ ІЕС/ISO 31010:2012. Керування ризиком. Методи загального оцінювання ризику, IDT), пункт В.21) / Environmental risks of sugar production and their consequences (according to State Standard of Ukraine IEC/ISO 31010:2012. Risk management. Methods of general risk assessment, IDT), issue B.21)

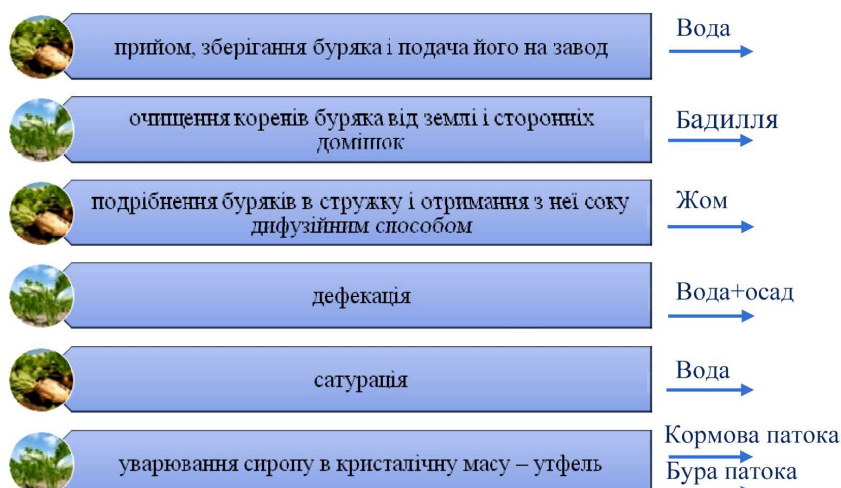


Рис. 2. Технологічна схема ПАТ "Первухінський цукровий завод" / Technological scheme of PJSC Pervukhinsky Sugar Refinery Open Joint-Stock Company

Як видно з технологічної схеми заводу (рис. 2), основними відходами є: бадилля, буряковий жом, фільтраційний осад та меляса (патока). Під час виробництва цукру вихід побічних продуктів становить у % від маси буряків: бадилля – 50...70, жому свіжого – 70...90, осаду фільтраційного – 8...12 і меляси – 4...6 [12, 3, 8].

Бадилля цукрового буряку – це найпростіший для утилізації продукт, тому що його можна використовувати як корм для худоби. Бадилля буряка є великі, круглі листя з яскраво-фіолетовим корінцем, злегка зігнуті і хвилясті. Вона містить нітрохи не менше корисних речовин, ніж сам коренеплід. Проте він містить шкідливу для тварин шавлеву кислоту, тому бадилля згодують разом із сіном та спеціальними добавками, наприклад, крейдою. Це дає змогу нейтралізувати негативний вплив кислоти на шлунок худоби [3, 15].

Відповідно до характеристик заводу, вихід сухого бурякового жому становить 70 % від маси перероблених буряків. Ту частину жому, що не використовуються і перед початком нового виробничого сезону вивозять на поля або у відвали, призводить до забруднення нав-

колишнього середовища. На сьогодні можна виокремити такі напрями використання та утилізації бурякового жому: корм для худоби, біогаз, харчові волокна, пектиновий концентрат, пектиновий клей, джерело цукру для молочнокислого бродіння, паливо для ТЕЦ цукрового заводу. Зважаючи на типовий хімічний склад жому (44 % – целюлозна фракція – це тверда речовина, багата глюкозою, 28 % – геміцелюлозна фракція – рідка, багата ксилозою, глюкозою та арабінозою) у процесі ферментації може бути отриманий етанол.

Зі всіх перерахованих напрямів утилізації жому, найпопулярнішими в Україні є використання його для годівлі свійських тварин у свіжому, силосованому, висушеному та гранульованому вигляді (рис. 3) [8] та біогазових установок [13, 15]. В даний час можна виділити такі основні напрями використання та утилізації бурякового жому: біогаз, корм для худоби, пектиновий концентрат, пектиновий клей, харчові волокна, паливо для ТЕЦ цукрового заводу.

У зв'язку з цим проблема тривалого зберігання або утилізації бурякового жому є вкрай актуальною. Одне з

основних рішень цієї проблеми –сушіння бурякового жому. Треба зауважити, що у свіжому вигляді використовується тільки незначна частина жому, а інша зберігається у так званих жомових ямах, де під впливом мік-

роорганізмів жом закисає. І оскільки багато підприємств перестали займатися сушінням жому через підвищення цін на енергоносії, сьогодні цей цінний корм часто реалізується саме у кислому вигляді [1, 3, 8, 12].

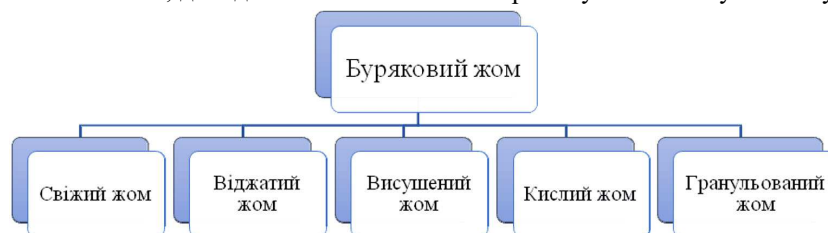


Рис. 3. Класифікація бурякового жому / Classification of beet pulp

Буряковий жом (свіжий і висушений) – це серйозний потенціал для виробництва енергії, адже його можна використати як сировину для біогазових установок, що дасть змогу отримувати 60-70 м³ біогазу з однієї тонни жому. Окрім біогазу, після біогазової установки залишається переброджена маса бурякового жому, яку можна відразу використовувати як екологічно чисте біодобриво, позбавлене нітритів, насіння бур'янів, патогенної мікрофлори та специфічних запахів. До того ж, собівартість такого біодобрива практично дорівнює нулю. Ще одна вигода від біогазової установки – це поліпшення екологічної ситуації навколо цукрового підприємства завдяки зменшенню санітарно-захисної зони навколо підприємства від 500 до 150 м [8].

Широкий спектр використання, перероблення та утилізації бурякового жому робить цей побічний продукт дуже цінним продуктом виробництва цукру, комплексне використання якого може істотно вплинути на управління екологічними ризиками та підвищити ефективність функціонування цукрової галузі.

Інші відходи, на які варто звернути увагу – це багатотоннажні відходи меляси та фільтраційного осаду, методи утилізації яких подано на рис. 4.

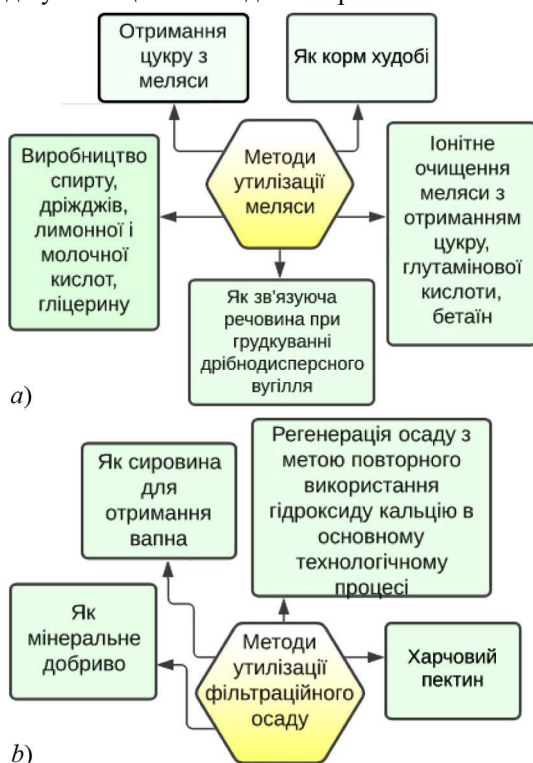


Рис. 4. Методи утилізації меляси та фільтраційного осаду / Methods of molasses and filtration sludge utilization

Фільтраційний осад у бурякоцукровому виробництві утворюється під час очищення дифузійного бурякового соку та відділяється від соку на фільтрах. Вихід фільтраційного осаду залежить переважно від витрат CaCO_3 на очищення. Відповідно, вихід сухих речовин дорівнює подвоєній витраті вапна. Хімічний склад осаду залежить від складу вапна, нецукрів і механічних домішок соку [3, 14]. Приблизний склад осаду (у %) на цукровому виробництві показано в табл. 2.

Зважаючи на хімічний склад, з фільтраційного осаду здебільшого роблять вапно. Спочатку продукт спресовують у вигляді цегли, а потім випікають. Осад піддають брикетуванню, після чого його кладуть у шахтну піч.

Табл. 2. Приблизний склад фільтраційного осаду / Approximate composition of filtration sludge

Назва речовини	Значення, %
$\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$	85
SiO_2 + нерозчинний залишок	3
$\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$	3
Органічні речовини	6
Солі кальцію різних кислот	3

Оскільки фільтраційний осад містить карбонат кальцію та велику кількість інших поживних речовин, то можливе його використання як добрива.

І на останніх стадіях утворюється густа в'язка рідина темно-коричневого кольору – меляса. У мелясі, окрім високого вмісту цукру, містяться майже всі речовини, які необхідні для нормальної життєдіяльності дріжджів у процесі бродіння суслу. Окрім цього, меляса багата на азотисті речовини. Завдяки цим властивостям, її успішно використовують як сировину для виробництва хлібопекарських і кормових дріжджів, харчових кислот, етилового спирту і як добавку до корму сільськогосподарських тварин [3, 14, 15].

На сьогодні економічна ситуація в Україні характеризується підвищеною нестабільністю. За таких умов, коли вплив фактору ризику на діяльність підприємства є високим, для виживання такому підприємству потрібно підвищувати свою стійкість, корегуючи механізми управління. Зважаючи на наявні можливості та технології утилізації відходів цукрового виробництва, управління ризиками є одним з найважливіших процесів в управлінні підприємством.

Процес управління ризиком на обраному цукровому підприємстві можна поділити на чотири основні етапи: визначення ризику, оцінювання ризику, впровадження заходів зі зменшення ризику та моніторинг і звіт про ризик (рис. 5). Для забезпечення високої якості продукції та наданих послуг підприємств цукрової промисло-

вості потрібно сформулювати цілі діяльності підприємства на поточний рік або на кілька років і розробити програму заходів з їх досягнення, розробити документовані процедури щодо управління ресурсами, кадрами, процесами закупівель, встановити вимоги до кваліфікації персоналу та організації підвищення кваліфікації, водопостачання та водовідведення, управління інфраструктурою та робочим середовищем тощо, розробити реєстри ризиків та загроз та плани з їх усунення.

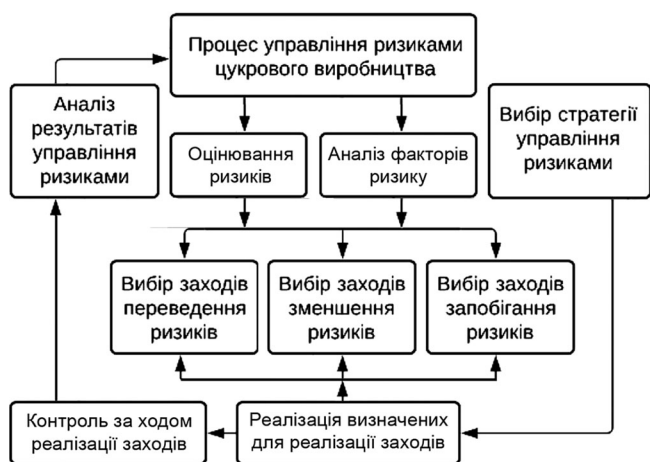


Рис. 5. Схема процесу управління ризиками цукрового виробництва / Scheme of the process of sugar production risk management

Обговорення результатів дослідження. Отже, завданням майбутнього для успішного функціонування цукрової галузі є визначення шляхів повного і раціонального використання всіх побічних продуктів, які утворюються в процесі виробництва цукру, розроблення мало- і безвідходних технологій, а також заходів з унеможливлення шкідливого впливу на довкілля [3, 6, 7, 11].

Наведений вище аналіз вітчизняних першоджерел переконливо засвідчив, що основну увагу приділяли дослідженням альтернативних шляхів утилізації бурякового жому [1, 6, 8, 14, 15]. Не повністю розкритим залишається потенціал інших відходів цукрового виробництва, таких як меляса та фільтраційний осад.

З урахуванням зазначеного вище, встановлено, що процес управління ризиками дуже важливий в управлінні підприємством, адже він допоможе підвищити адаптаційні можливості підприємства і знизити деструктивний вплив зовнішніх умов на його діяльність.

Отже, за результатами виконаної роботи можна сформулювати такі наукову новизну та практичну значущість результатів дослідження.

Наукова новизна отриманих результатів дослідження – встановлено залежність між факторами екологічних ризиків цукрового виробництва та наслідками; запропоновано комплекс заходів для зниження негативного впливу на довкілля від відходів цукрового виробництва та напрями діяльності щодо вирішення проблеми таких відходів в Україні та на обраному підприємстві; на основі отриманих даних розроблено загальну концепцію процесу управління ризиками цукрового виробництва.

Практична значущість результатів дослідження – визначено перспективні шляхи вирішення проблеми відходів цукрового виробництва в Україні та на обраному підприємстві.

Висновки / Conclusions

Отже, раціональне використання нерозкритого потенціалу відходів виробництва є одним із способів підвищення конкурентоспроможності цукрових буряків на ринку цукроносних культур.

За результатами аналізу екологічних ризиків цукрового підприємства з'ясовано, що основними шляхами зниження негативного впливу від процесу виробництва цукру можна вважати зміни сезонності посіву цукрових буряків, а також зміни у режимі зрошення, оброблення та рекультивативі ґрунтів, впровадження методів очищення стічних вод, утилізації та рециклінг відходів, які становлять значну частку негативних наслідків цієї галузі на довкілля, та впровадження інших природоохоронних технологій. Перспективи перероблення та утилізації відходів цукрового виробництва, а також потреба в продуктах перероблення, як і необхідність мінімізації впливу таких на навколишнє середовище, роблять цей напрям пріоритетним у процесі управління ризиками цукрового підприємства. Для зниження обсягу утворення відходів Первухінського цукрового заводу та забезпечення їх перероблення запропоновано використовувати основні види відходів залежно від їх властивостей як сировину для виробництва енергії, добрив, вапна, харчових добавок і кормів для тварин. Тобто необхідна трансформація підприємств виробництва цукру у напрям створення комплексів глибокого перероблення вихідної сировини та побічних продуктів, відходів як багатопрофільних виробництв цукру, біогазу, етилового спирту, комбікорму, біодобрив тощо.

References

- Bordun, I. M., Ptashnyk, V. V., Sadova, M. M., & Chapovska, R. B. (2016). A new method of disposal of beet pulp. *Sugar of Ukraine*, 6-7(126-127), 45–47. [In Ukrainian].
- Bychkivskyi, R. V., Stolyarchuk, P. G., Sopilnyk, L. I., & Kalynskyi, O. O. (2005). *Quality management. Certification*. Tutorial. Kyiv: Higher School, 432 p.
- Chernega, E., Tsyundyk, I., Mohylyanskyi, O., & Teplikh, M. (2018). Prospects for the use of by-products of sugar production. *Grain Products and Mixed Fodders*, 18(1), 37–43. <https://doi.org/10.15673/gpmf.v18i1.892>
- DSTU IEC/ISO 31010:2013. (2013). Risk management. General risk assessment methods (IEC/ISO 31010:2009, IDT). Retrieved from: <https://khoda.gov.ua/image/catalog/files/dstu%2031010.pdf>. [In Ukrainian].
- Kaab, A., Sharifi, M., Mobli, H., Nabavi-Pelesaraei, A., & Chau, K. (2019). Use of optimization techniques for energy use efficiency and environmental life cycle assessment modification in sugarcane production. *Energy*, vol. 181, 1290–1320. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2019.06.002>
- Martyniuk, A. S., & Pastukh, G. S. (2019). Current trends in the utilization of sugar production waste. *Environmental sciences*, 2(25), 187–190. <https://doi.org/10.32846/2306-9716-2019-2-25-31>
- Meghana, M., & Shastri, Y. (2020). Sustainable valorization of sugar industry waste: Status, opportunities, and challenges. *Biore-source Technology*, vol. 303. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2020.122929>
- Modern trends in the use and disposal of beet pulp. (2016). Radekhiv sugar. Retrieved from: <https://m.diamantsugar.com.ua/ua/articles/sychasn-napryamki-vikoristannya-ta-ytilizatsi-buryakovogo-zhomy>. [In Ukrainian].
- Pervukhin sugar factory. (2022). Information page of PJSC. Retrieved from: <http://ukrsugar.com/uk/ecm/factory/view/135>. [In Ukrainian].
- Pipitukdee, S., Attavanich, W., & Bejanonda, S. (2020). Climate Change Impacts on Sugarcane Production in Thailand. *At-*

- mosphere, 11(4), 408–410. <https://doi.org/10.3390/atmos11040408>
11. Rajaeifar, M. A., Hemayati, S. S., Tabatabaei, M., Aghbashlo, M., & Mahmoudi, S. B. (2019). A review on beet sugar industry with a focus on implementation of waste-to-energy strategy for power supply. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Vol. 103, 423–442. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.12.056>
 12. Sugar industry. (1988). Formation and ways of using the secondary material resources of the sugar industry of the USSR. Moscow: AgniNITEIPP. Series. Sugar industry. Issue 3, 368 p.
 13. Tokarchuk, D. M., Pryshlyak, N. V., & Palamarenko, Y. V. (2020). Prospects for using crop production waste for biogas production in Ukraine. *Agroworld*, 22, 51–57. <https://doi.org/10.32702/2306-6792.2020.22.51>
 14. Ukrtsukor. (2021). National Association of Sugar Growers of Ukraine. Retrieved from: <http://www.ukrsugar.com/uk/post/zminativ-terminiv-posivnoi-cukrovih-burakiv-ak-adaptacia-do-globalnogo-poteplinna>. [In Ukrainian].
 15. Use of by-products of sugar production. (2023). National Association of Sugar Growers of Ukraine. Retrieved from: <http://ukrsugar.com/uk/post/zastosuvanna-pobichnih-produktiv-virobnictva-cukru-pokrasue-biofortifikaciu-cukrovih-burakiv-na-zasolenih-gruntah-ta-zmensue-vtrati-cukru-v-melasi>. [In Ukrainian].
 16. Zinchenko, M. G., Ponomarenko, E. D., Bukatenko, N. O., & Golubkina, O. O. (2020). Anaerobic biological treatment of wastewater from sugar production. *Bulletin of the National Technical University "KhPI"*, 2(4), 3–10. <https://doi.org/10.20998/2079-0821.2020.02.01>

I. V. Stalinska, O. V. Khandogina

O. M. Beketov National University of Urban Economy, Kharkiv, Ukraine

ENVIRONMENTAL RISKS MANAGEMENT OF SUGAR PRODUCTION WASTE

The study analyses the sugar production process which significantly affects the environment especially because of large amounts of waste generated in sugar industry. Firstly, the bow tie analysis according to the State Standard IEC/ISO 31010:2013 "Risk Management – Risk Assessment Techniques" was used to assess environmental risks, its consequences as well as ways to reduce the negative impact of sugar production. A wide range of significant influence of sugar industry includes loss of yield, soil degradation, air, noise and water pollution, disruption of ecosystems balance, decommissioning of territories, etc. The main risks of the sugar production process according to the paper are generation of large volumes of by-products, as well as bio-waste such as sugar beet tops, beet pulp, filtration sludge and molasses. Later, the example of Pervukhinsky Sugar Refinery OJSC was studied to illustrate the main stages of sugar production where different kinds of wastes are generated. The recommendation on waste processing and utilization based on the properties were presented in the paper to meet the requirement of low- and zero-waste technologies implementation. This will assist to eliminate harmful effects of sugar production waste on the environment. The main recommendations include the following: beet pulp, which is the most large-scale waste in this industry, is good for energy production, filtration sludge can be applied as fertilizer or as a raw material for lime production, molasses can be used in food industry and animal feed production mainly. The paper presents the scheme of the process of risk management at the selected sugar enterprise, which includes the following main steps: risk identification, risk assessment, implementation of risk mitigation measures, risk monitoring and reporting. Therefore, the general concept of the sugar production risk management process has been developed in the article. Some prospects for further research are in development of strategy for the transformation of sugar enterprises according to European models and modern approaches and creating complexes of advanced processing of raw materials, by-products, and wastes as multisectoral productions of sugar, bioethanol, biogas, betaine, etc.

Keywords: processing of sugar beet; beet tops; beet pulp; molasses; filtration sludge; utilization.