

НУБІП України

ВИПУСКНА МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

НУБІП України

06.04. – МР. 25 «С». 2023.23.01.002

НУБІП України

БОХОНСЬКА РУСЛАНА СЕРГІЇВНА

НУБІП України

2023

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Национальний університет біоресурсів і  
природокористування України

Факультет захисту рослин, біотехнологій та екології

УДК 502.174:663

ПОГОДЖЕНО

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Декан факультету захисту рослин,  
біотехнологій та екології

Завідувач кафедри екології  
агросфери та екологічного  
контролю

Ю.В. Коломієць

О.І. Наумовська

2023 р.

2023 р.

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

на тему

«Екологічна оцінка впливу ТОВ «Білоцерківський

цукровий завод» на об'єкти довкілля Київської області»

Спеціальність 101 «Екологія»

Освітньо-професійна програма «Екологія та охорона навколишнього  
середовища»

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

Керівник магістерської роботи:

кандидат с.-г. наук, доцент

С.П. Паламарчук

Виконала:

студентка ОС «Магістр»

Р.С. Бохонська

КИЇВ – 2023

НУБІП України  
Національний університет біоресурсів  
і природокористування України  
Факультет захисту рослин, біотехнологій та екології

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри екології агросфери  
та екологічного контролю  
Наумовська О.І.  
2023 р.

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ  
МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ СТУДЕНТЦІ

Бохонській Руслані Сергіївні  
(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність 101 «Екологія»

Освітня програма «Екологія та охорона навколишнього середовища»

Магістерська програма «Екологія та охорона навколишнього середовища»

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

Тема магістерської роботи: «Екологічна оцінка впливу ТОВ

«Білоцерківський цукровий завод» на об'єкти довкілля Київської області»

затверджені наказом НУБіП України від «19» січня 2023 р. №25 «З»

Термін подання завершеної роботи на кафедру 30.10.2023 р.

Вихідні дані до магістерської роботи: нормативні та законодавчі документи

України, різні методи очистки стічних вод від відходів виробництва, методи

і способи утилізації відходів виробництва.

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Провести екологічну оцінку стічних вод цукрового заводу у різних цехах та стічної води яка витікає з труби поблизу заводу у річку Протока.

2. Описати метод очищення стічних вод на заводі та їх ефективність.

3. Здійснити екологічну оцінку відходів цукрового виробництва та їх утилізацію та безпечність у подальшому використанні.

НУБІП України

Дата видачі завдання 15.09.2022 р.

НУБІП України

Керівник магістерської роботи \_\_\_\_\_ к.с.-т. наук, доцент Паламарчук С.П.

Завдання прийняла до виконання \_\_\_\_\_ Бохонська Р.С.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## АНОТАЦІЯ

Магістерська робота «Екологічна оцінка впливу ТОВ «Білоцерківський цукровий завод» на об'єкти довкілля Київської області»

складається із 61 сторінки, 5 рисунків, містить 16 таблиць, список літератури складає 55 джерел.

Метою магістерської роботи є проведення екологічної оцінки відходів цукрового виробництва, а саме стічних вод.

Для досягнення зазначеної мети в роботі були поставлені такі завдання:

1. Провести екологічну оцінку стічних вод цукрового заводу у різних цехах та стічної води яка витікає з труби поблизу заводу у річку Протока.
2. Описати метод очищення стічних вод на заводі та їх ефективність.
3. Здійснити екологічну оцінку відходів цукрового виробництва та їх утилізацію та безпечність у подальшому використанні.

**Ключові слова:** виробництво, відходи, цукровий буряк, екологічна оцінка, вплив, довкілля.

## ЗМІСТ

ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	10
1.1. Історія цукрової промисловості в Україні	10
1.2. Екологізація виробництва цукру в Україні	13
1.3. Відходи основного та допоміжного виробництва на цукровому заводі	18
1.4. Еколого-безпечні шляхи утилізації відходів при виробництві цукру	25
РОЗДІЛ 2. УМОВИ, ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	32
2.1. Географічне розташування та кліматичні особливості території	32
2.2. Загальна характеристика підприємства	36
РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА	40
3.1. Екологічна оцінка стічних вод цукрового заводу	40
3.2. Еколого-безпечні технології утилізації відходів цукрового виробництва	47
ВИСНОВКИ І РЕКОМЕНДАЦІЇ	55
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	56

## ВСТУП

Сьогодні, під час бойових дій на території України, промислові галузі знаходяться у занепаді. Завдяки закордонним дотаціям, сільське

господарство зуміло утриматися на міжнародному ринку. Звісно, що у

кількісному відношенні експорт продукції потерпає від збитків. Екологічна ситуація на сході має характер екоциду. Повітря забруднене тротилом, важкими металами, сажою, смогом та іншими елементами вибухових

речовин. Ця отрута мігрує з повітряними масами із зон бойових дій у

відносно спокійні місця. Підґрунтові води забруднюючі речовини

переносять на сільськогосподарські угіддя. Якщо не дотримуватися

елементарних правил екологічної безпеки на заводах, підприємствах у відносно мирних територіях України, то додаткове забруднення підсилить

негативний вплив не тільки на довкілля, але й на населення. Потрібно

безперервно підтримувати екологічну рівновагу у природному середовищі і

добити за раціональне використання ресурсів [4].

Про екологізацію цукрової промисловості слід говорити на початку

проектування підприємства. Коли ж йдеться про модернізацію

підприємства, про вибір екологічних матеріалів, обладнання та технології

виробництва, слід цей етап здійснювати при реконструкції підприємства.

Промислові підприємства здатні за один рік в атмосферне повітря

викинути 15 млн. т шкідливих речовин. Ще більше виходить в повітря окису

вуглецю - 300 млн. т., сірчаний газ щорічно потрапляє в повітряні маси в

розмірі 160 млн. т.

Цукрова галузь України щорічно викидає в атмосферу понад 203 тис.

т шкідливих речовин, 40 % від них знешкоджуються, а інша кількість осідає

на поверхні наших легень. Підприємства, які спеціалізуються по

виробленню цукру, можуть мати такі негативні наслідки діяльності:

перевищення гранично допустимих концентрацій (ГДК) забруднюючих

речовин в довкіллі, викиди в атмосферу і гідросферу шкідливих речовин, які

негативно впливають на здоров'я людей; поява екологічних проблем, що приведуть до загибелі всього живого. Викиди на підприємствах цукрової галузі слід час від часу потрібно інвентаризувати. Під цією діяльністю розуміють складання систематичної інформації як розподіляються і очищаються викиди на території підприємства. Визначається також їхня кількість, склад, міграція [14].

Щоб визначити джерела забруднення повітря, вивчають схеми виробничого процесу підприємства. Обов'язково встановлюють по периметру заводу стаціонарні контрольні точки. Відповідно них, визначаються санітарно-захисні зони.

При виробництві цукру підприємства переробляють значну кількість буряків, але використання його ніколи не досягає 100%, а набагато менше.

З одного боку, є природні втрати у виробництві, а з іншого – утворюються відходи, які не можуть бути використані в кінцевому продукті, але ці відходи часто мають певну цінність і можуть бути використані в інших галузях народного господарства. При переробці буряків утворюється основних відходів: бадилля 50 – 70 %, жому свіжого 70 – 90 %, дефекату 8 – 12 % і меляси 4 – 6 % від маси буряків. У 100 кг буряка міститься близько 25 кг сухих речовин, в тому числі 16 – 18 кг сахарози. З них виходить близько 13 – 15 кг цукру у вигляді готової продукції. Решта 10 - 12 кг сухих речовин переходять у відходи [2].

Крім того, цукрова промисловість обґрунтовано включена до переліку видів діяльності, які є екологічно небезпечними [32]. Так, в середньому на випуск 1 тонни цукру витрачається 8-10 тонн цукрових буряків, близько 60 4 м<sup>3</sup> води, 0,6 тонн вапнякового каменю, 0,24 м<sup>2</sup> фільтрувальної тканини, 0,53 тонн умовного палива. Крім того, для виробничої діяльності підприємств цієї галузі характерним є значне забруднення повітря, водних ресурсів, виснаження земель. Утилізація відходів - це одна з найважливіших проблем сучасної промисловості. Використання побічних продуктів і



багатотоннажних відходів цукропереробної промисловості дозволяє повернути для використання в землеробстві тисячі гектарів земель, зайнятих відвалами [42].

Такі відходи цукрового виробництва, як жом, меляса та дефекаст становлять велику цінність і можуть використовуватись як добрива для сільськогосподарських угідь. Ці добрива збалансовані за хімічним складом, ефективно впливають на ріст і розвиток рослин. Крім того, добрива у своєму складі містять природні мінерали, які сприяють регенерації ґрунтів, зменшенню ґрунтової, активізації корисної мікробіоти й інше.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

### 1.1. Історія розвитку цукрової промисловості в Україні

Історія цукрової промисловості України починається з далекого XIX ст. Тим більш дивним виглядає те, що правильної відповіді на просте питання «Де, коли і ким була збудована перша українська цукроварня?» сьогодні немає. Зустрічаються різні думки. У більшості джерел вказується, що перший цукровий завод в Україні був збудований у 1824 році в селі Трошин, Канівського повіту, Київської губернії (зараз – Канівський район, Черкаської області). Можна зустріти «конкуруючі» дати та місця: 1825-й рік, село Макошине, Сосновецького повіту, Чернігівської губернії (зараз – смт. Макошине, Менського району, Чернігівської області). Зрідка трапляється твердження, що перша цукроварня України виникла в тому ж таки 1825 році в містечку Бершадь, що на Вінничині [21].

Найбільш широко вживаними в літературі датою та місцем зведення першої української цукроварні є 1824-й рік, село Трошин. Але ніякої цукроварні в селі Трошин у 1824 році не було. Цей факт пройшов повз увагу переважної більшості дослідників історії українського цукроваріння. О.А.

Плевако (котрому належить найбільш повне до цього часу дослідження початків нашої цукроварної промисловості) стверджував, що «трошинська цукроварня 1824-го року» була поставлена в сусідньому селі Бучак, яке знаходиться кілометрах в семи на північний схід від Трошина. Більше того, він пише про дві можливі дати спорудження заводу – 1822 і 1824 роки. Щодо

місця, достеменно відомо, що в селі Бучак був цукровий завод, який згорів у 1831 році. Існує повідомлення земського справника Богуславського повіту про пожежу в тому році на цукрозаводі в селі Бучак. О. А. Плевако, посилаючись на цей документ, першим серед дослідників історії українського цукроваріння акцентував увагу на дилемі «Бучак – Трошин».

Він розвиває інтригу зародження українського цукроваріння на Канівщині, таким чином, завод в Бучаку існував у 1822-1831 роках. Висловлюється дві

несумісні тези: буцацьку цукроварню відремонтували і вона проіснувала до 1838 року, або після пожежі вціліле обладнання цукроварні було демонтоване і переміщене до Трощина, в якому в 1832 році і поставили

новий завод. 1832-й фігурує як рік спорудження трощинського заводу в «Статистичній звітності по підприємствах Київської губернії за 1885 рік».

Цілком логічною виглядає побудова нової цукроварні в Трощині в 1832 році після згоряння буцацької в 1831-му, а не після ремонту останньої в 1838 році. Причина переносу цукрозаводу з Бучаку до Трощина здається цілком

логічною: місце для спорудження цукрового заводу тут вкрай невідале,

навколо густі ліси і складний, ледве не гористий рельєф. Вирощувати і перевозити буряк в таких географічних умовах вкрай незручно і дорого [41].

Підсумовуючи вище сказане, можна стверджувати, що в 1822 році споруджено цукроварню в селі Буцак, у 1831 році вона згоріла під час

пожежі, а в 1832 році замість неї в сусідньому селі Трощин збудовано нову.

Ніякого «Буцацько-Трощинського заводу» не існувало. Були Буцацький цукровий завод в 1822-1831 роках і Трощинський цукровий завод – з 1832 року [42].

Не менш важливим є питання про особу першого українського цукровара. Деякі архівні джерела, як про володаря «трощинської» цукроварні, котра насправді в 1822-1831 роках була буцацькою, говорять про «полковника Понятовського». Це однозначно Йосип Гнатович

Понятовський. Після виходу у відставку він переїхав до родового помістя в

селі Таганчі (Канівський повіт) і розгорнув бурхливу господарську діяльність. Також придбав Пшеничниківський маєток, до складу якого

входили і Буцак, і Трощин. Тому цілком ймовірним є те, що саме з його

ім'ям пов'язується будівництво цукрових заводів і в Бучаку, і в Трощині.

Але в архівних джерелах, як володар буцацького та трощинського заводів,

фігурує і Євген Понятовський [7]. Це – один із старших синів Й. Г.

Понятовського. Звідси знеоднозначності архівних відомостей і починається

плутанина: батька плутають із сином. Але, якщо вести мову про 1822 рік, то Євген Понятовський був напевно ще занадто юним, щоб втілювати в життя таку відповідальну і нову на той час справу, як заочаткування цукроварної галузі на теренах цілої губернії. Очевидно, господарський досвід і знання Понятовського-старшого дають більше підстав вважати саме його (Йосипа Понятовського) піонером українського цукроваріння. Хоча фундація цукроварного виробництва на Київщині, найімовірніше, була спільною сімейною справою Понятовських. Цезарій (Кесарій) Понятовський – це один із молодших синів Йосипа Понятовського. Він почав керувати Пшеничниківським маєтком лише з 1847 року. В архівних документах щодо володарів трошчинської цукроварні ім'я Цезарія Понятовського з'являється ще пізніше – аж у 1853 році. Очевидно, що цей нащадок родини піонерів українського цукроваріння просто продовжував сімейну справу. Навряд чи за ним є якийсь пріоритет, але факт його належності до династії перших українських цукроварів – Понятовських – беззаперечний. Отже, 1822-1825 роки дали старт українському цукроварінню [26].

Засновниками перших цукрових заводів України були поміщики-кріпосники, метою яких було прагнення знайти нові джерела підвищення доходів поміщицького господарства. На цукроварнях, на яких цукровий сік випарювали у відкритих котлах на «голому» вогні, переробляли цукрові буряки з поміщицьких плантацій, оброблених кріпаками. Їх хазяї отримували солідні доходи. У порівнянні з десятиною зернових, кожна десятина цукрових буряків давала доходів у 6-8 разів більше. Швидкими темпами почало розвиватися цукрове виробництво з моменту пуску Макошинського цукрового заводу (1824 рік), через 18 років на території України уже діяло 52 підприємства, а з 1842 року по 1848 рік кількість цукрових заводів збільшилася до 192, тобто за 6 років їх кількість зроста майже у 4 рази [43]. Переважну їх кількість було споруджено на Вінниччині, Київщині та Поділлі. У 1848 році на українських заводах вироблялося 81,2%

цукру від загального його виробництва. Посіви цукрових буряків в Україні безперервно зростали. У 1913-1914 роках в Україні загальна площа посівів становила 538 014 га, працював 201 цукровий завод, їх загальна добова потужність становила 1 142 283 ц (114 228,3 т) переробки буряків. У середньому за добу один завод переробляв 5 683 ц (568,3 т) буряків, всього було вироблено 11 080 800 ц (1 108 080 т) цукру [27].

## 1.2. Екологізація виробництва цукру в Україні

Сучасна екологічна ситуація в Україні знаходиться в кризовому стані.

Це в значній мірі пов'язано з недосконалою структурою економіки країни, яка протягом значного періоду формувалася без урахування об'єктивних потреб населення та економічних можливостей її окремих територій – перевага віддавалася розвитку сировинно-видобувних, ресурсномістких, енергоємних та екологічно небезпечних галузей промисловості.

Будівництво нових об'єктів здійснювалось з найменшими капітальними витратами, без урахування екологічних вимог, будівництва очисних споруд тощо [36].

Все сказане вище стосується й харчової промисловості, яка є однією з провідних галузей економіки України. В державі промислове виробництво харчових продуктів здійснюють понад 22 тис. підприємств, на яких зайнято більше мільйона працюючих. За різними оцінками, продукція харчової промисловості нині складає 15-21% від усієї промислової продукції, що виробляється в Україні [2], а сама галузь за питомою вагою посідає друге місце в господарстві країни. На більшості підприємств галузі експлуатується морально і фізично застаріле природоохоронне устаткування, використовуються старі технології, що призводить до забруднення навколишнього природного середовища. Як наслідок, виробництво харчових продуктів супроводжується утворенням рідких, газоподібних та твердих відходів, що забруднюють гідросферу, атмосферу та ґрунти, споживанням значної кількості води, що призводить до скидів

відпрацьованих забруднених вод на поля фільтрації, у відстійники та водойми без необхідного очищення [10].

Слід зазначити, що порівняно з іншими галузями економіки України, питомі витрати води в харчовій промисловості є низькими. Але, на відміну від інших галузей господарства, в харчовій промисловості є найвищим відсоток використання води питної якості. Така ситуація, звичайно, не сприяє вирішенню важливої для України проблеми дефіциту та низької якості питної води. Крім того, в умовах зростання тарифів на воду, нерациональне її використання негативно відбивається на показниках економічної діяльності підприємства. Таким чином, дослідження, спрямовані на підвищення ефективності використання води в харчовій промисловості, є актуальними і мають очевидне практичне значення [33].

Площа до збирання (тис. га), урожайність (ц/га)

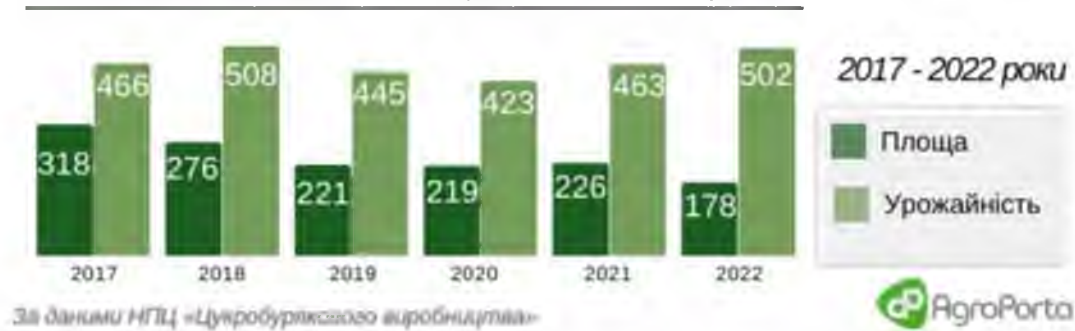


Рис.1.1. Врожайність цукрових буряків, 2017-2022 рр.

Серед галузей агропромислового комплексу України бурякоцукрове виробництво посідає особливо важливе місце, оскільки має стратегічне значення у забезпеченні споживчого ринку та стабільності роботи підприємств харчової промисловості. Разом з тим, цукрова промисловість належить до найбільш матеріаломістких галузей економіки, в яких об'єм сировини і допоміжних матеріалів у декілька разів перевищує вихід готової продукції. Так, в середньому на випуск 1 т цукру витрачається 8-10 т цукрових буряків, близько 60 м<sup>3</sup> води, 0,6 т вапнякового каменю, 0,24 м<sup>2</sup> фільтрувальної тканини, 0,53 т умовного палива. Крім того, для виробничої

діяльності підприємств цієї галузі характерним є значне забруднення повітря, водних ресурсів, виснаження земель. Цукрова промисловість обґрунтовано включена до переліку видів діяльності, які є екологічно небезпечними [45].

Таким чином, наразі особливої актуальності набувають дослідження щодо пошуку ефективних шляхів підвищення екологічної безпеки бурякоцукрового виробництва. Цілком очевидно, що на сьогоднішній день екологізація виробництва повинна пов'язуватись не стільки з вирішенням проблем видалення і нейтралізації відходів, скільки з попередженням їх виникнення, що докорінно змінює роль очисних споруд – в кінцевій ланці технологічного процесу вони перетворюються в проміжну, мета якої – підготовка раніше невикористовуваних відходів (твердих, рідких і газоподібних) до виробничого споживання. Водночас екологічне вдосконалення технології повинно бути націлене на економію первинної сировини, що надходить на виробництво. Таким чином, увага науковців повинна бути в першу чергу спрямована на розроблення раціональних та екологічно безпечних схем підготовки та очищення води, зменшення негативного впливу скидів на навколишнє природне середовище [51].

Внаслідок діяльності підприємств цукрової промисловості відбувається забруднення атмосферного повітря, що призводить до зміни його хімічного складу та фізичних і фізико-хімічних властивостей. Серед основних забруднюючих речовин, що викидаються цукровими заводами в атмосферне повітря слід зазначити продукти згорання палива ТЕЦ (природного газу), відпрацьований сатураційний газ (оксид вуглецю), аміак від випарної установки, оксид заліза та сполуки мангану при газовому різанні металу та електродугового зварювання, масляна та оцтова кислоти від сховища жому, сірководень та карбонові кислоти від полів фільтрації [18].

Істотними забруднювачами середовища є осадки, що утворюються у

відстійниках-накопичувачах та після фільтрування очищеного вапнянокарбонізацією дифузійного соку. До їх складу входять органічні та мінеральні речовини. Осади після фільтрування складаються переважно з карбонату кальцію, який після спеціальної обробки може застосовуватися в якості адсорбенту [34] в технологічному процесі або інших галузях промисловості. Виникають певні проблеми з утилізацією жому та жомопресової води. Хоча жом використовують переважно як корм для тварин, часто постають проблеми з його своєчасним вивезенням. Під час тривалого зберігання він загниває і забруднює довкілля.

Основною ж екологічною проблемою цукрових заводів є значне водоспоживання [17]. Виробництво цукру із буряків є одним із найбільш водоемних виробництв агропромислового комплексу. Для виробництва 1 т цукру із буряків необхідно витратити близько 60 м<sup>3</sup> води, тоді як, наприклад, на м'ясокомбінатах на 1 т м'яса припадає 6,9-8,9 м<sup>3</sup> стічної води, на заводах рибного борошна і риб'ячого жиру скидається 1-4 м<sup>3</sup> на 1 т сировини, на 1000 л переробленого молока споживається 1-2 м<sup>3</sup> води.

В технологічному процесі виробництва цукру вода, перш за все, використовується для миття буряків, екстрагування сахарози з бурякової стружки, промивання фільтраційного осаду, а також цукру в центрифугах. Також вода в бурякоцукровому виробництві використовується як хімічний реагент при одержанні ванняного молока із оксиду кальцію для очищення дифузійного соку [42].

Значна кількість води використовується як охолоджувальний агент під час конденсації утфельної пари й одержанні вакууму для уварювання утфелю; охолодженні напівпродуктів виробництва (утфелю останньої кристалізації), охолодженні і промиванні сатураційного газу, також для охолодження різних агрегатів, компресорів і підшипників насосів [34].

Також, у значних кількостях вода застосовується як середовище, що транспортує, наприклад, буряки з кагатного поля у бурякомийне відділення



цукрового заводу, а із заводу – відходи виробництва: жом, фільтраційний осад, транспортерно-мийний осад – до місць їх складування.

Найбільш забрудненими органічними домішками є транспортерно-мийна та жомопресова води, кількість яких може сягати відповідно 800-900 і 60 % до маси перероблених буряків. Вони містять значну кількість органічних речовин у розчиненому стані та у вигляді завислих часточок: сахарозу і продукти її розкладання, білки та інші азотисті речовини, пектин, сапонін, пентози, солі калію, магнію, фосфорної і соляної кислот тощо.

Оскільки стічні води містять значну кількість поживних речовин для розвитку мікроорганізмів, то в них швидко відбуваються процеси бродіння і загнивання [29].

Частково воду використовують повторно, наприклад, конденсати з випарної установки. Проте й вони містять в своєму складі аміак та інші речовини, тому потребують очищення. Води, які використовують для охолодження турбін, котельні, змішувачів та іншого обладнання, зараховують до умовно чистих, їх можна використовувати повторно після відповідної підготовки [9].

Забруднені води III категорії містять в своєму складі завислі речовини, залишки ґрунту та органічних речовин у твердому і розчиненому стані. Після змішування зі стічними водами станції жомопресування та після миття обладнання вони надходять у відстійник, а потім на поля фільтрації, де природне самоочищення стічної води відбувається за рахунок дії симбіозу природних мікроорганізмів та шляхом фільтрування у шарі ґрунту. Такий спосіб очищення призводить до неефективного використання великих площ під фільтраційні карти, втрати водних ресурсів, викидів в атмосферу шкідливих продуктів мікробіологічних процесів розкладання органічних сполук стічних вод. Незначна кількість цукрових заводів використовують штучне біологічне очищення у ставках-накопичувачах або спеціальних спорудах – біофільтрах [12].

Таким чином, у зв'язку зі значними витратами води у виробництві та їх забрудненням в процесі їх використання цукробурякове виробництво негативно впливає на навколишнє природне середовище. Це проявляється, перш за все, в забрудненні підземних вод в місцях розташування очисних споруд (поля фільтрації, біологічні ставки) та в місцях складування відходів виробництва, у виснаженні водних джерел та деградації рибних ресурсів і в зростанні рівня захворюваності риби і т. ін. Тому раціональне використання води в бурякоцукровому виробництві, зниження витрат свіжої води та зменшення кількості стічних вод є актуальною проблемою для цукрової галузі України, оскільки вирішення цих питань дозволить не тільки знизити витрати у виробництві цукру, але й поліпшити екологічний стан в Україні [23].

Узагальнення світового і вітчизняного науково-практичного досвіду у галузі водопідготовки дало можливість зробити висновки, що значного ефекту очищення води можна досягти при використанні змішаних коагулянтів, які являють собою суміш солей заліза, алюмінію та інших, що зумовлено відмінностями фізико-хімічних властивостей продуктів їх гідролізу. Крім того, останнім часом запропоновано ряд способів удосконалення процесу очищення води за рахунок використання високомолекулярних речовин флокуляційної дії, оскільки використання флокулянтів додатково до коагулянтів дає можливість інтенсифікувати процеси очищення води, а також скоротити витрати останніх [13].

### **1.3. Відходи основного та допоміжного виробництва на цукровому заводі**

Цукрова промисловість є однією із найважливіших галузей агропромислового комплексу України. За кількістю підприємств, виробничою потужністю, забезпеченням кваліфікованими працівниками вона займає одне із чільних місць в харчовій промисловості. У багатьох

регіонах країни кліматичні умови сприятливі для вирощування буряків, що дає можливість інтенсивного розвитку виробництва цукру на основі власної сировини [50].

Інтенсивний розвиток промисловості та сільського господарства спричинив загострення численних екологічних проблем. Відомо, що цукрове виробництво – це складне матеріало- та енергосмне виробництво, у якому обсяги сировини та допоміжних речовин у декілька разів перевищують вихід готової продукції [36]. При виробництві цукру, крім основної продукції, утворюється значна кількість відходів, які на даний час недостатньо ефективно використовуються, а часом приносять значної шкоди навколишньому середовищу [24].

З усіх галузей харчової промисловості найбільшу масу відходів отримують в цукровому виробництві. Відходами цукрової промисловості при переробці буряка є жом, меляса, жомо пресова і дифузійна води, рафінадна патока. Тільки відходи жому становлять 83,0% до маси переробленого буряка (65–70 млн. т в рік). Жом є цінним кормовим продуктом, але в кислому вигляді він втрачає 50,0% сухих речовин. Сушці підлягає лише 10,0–12,0%. Збільшення питомої ваги сушеного жому дозволяє економити велику кількість грубих кормів і зерна. Важлива утилізація бурякового жому – найбільшого за обсягом відходу харчової промисловості [25]. Жом має багато амінокислот та азотистих речовин. У свіжому вигляді худобі згодовується 84%, сушеному – 16%. Така структура споживання призводить до великих втрат (при зберіганні жом втрачає до 50% цінних речовин), 20–25% корисних речовин втрачається при транспортуванні. Найбільш раціональним способом зберігання жому з найменшими втратами цінних речовин є його сушіння. Для налагодження випуску сухого жому треба здійснити перехід на комбінування цукрового виробництва з жомо-сушильним. Зараз майже всі харчові виробництва мають комбіновані підприємства, які випускають продукцію з відходів. В

цукровій промисловості це сухий жом та добрива, в м'ясній – кормова мука та лікарські препарати, в молочній – заміники незбираного молока та молочний цукор, у спиртовій – вуглекислота, харчові та кормові дріжджі, в крохмале-патоковій – сухі білкові корми тощо [32].

Меляса містить близько 50% цукру, використовується для вироблення спирту, тому майже ніколи не затримується на цукрових заводах. Усе поіншому відбувається з жомом. Вихід сирого жому становить 80–83% до маси перероблених буряків. Можемо спрогнозувати, що у цьому сезоні вихід жому становив близько 11 млн. т. Виробники цукру наголошують на проблемі зберігання та утилізації бурякового жому, що має негативні наслідки для екологічної ситуації регіонів розташування цукрових заводів [36], тому актуальним залишається пошук шляхів перероблення жому.

Жом у сирому вигляді має малий термін зберігання. Для експорту жому за кордон його сушать та гранулюють, однак це зовсім невелика кількість (близько 9%), не всі цукрові заводи обладнано сушильними установками та пресами глибокого віджиму. Частина жому продають у свіжому вигляді на годівлю тварин. Нині такий спосіб утилізації бурякового жому досить незначний, це пояснюється різким зменшенням поголів'я худоби, а також високою вартістю його транспортування, а це призводить до того, що основну кількість жому скидають у жомові ями, а згодом його вивозять за територію. За вивезення невикористаного жому і викидання його у навколишнє середовище заводам доводиться виплачувати великі штрафи [14].

Буряковий жом (свіжий і висушений) – це джерело для виробництва енергії завдяки вмісту в ньому цукру. Є відомості, що будівництво біогазового комплексу та переробка жому дають змогу отримувати біогаз, електричну енергію, біодобрива та теплову енергію. Біогаз, що утворився у результаті анаеробного зброджування жому, після його подальшої газоїдготовки передбачається використовувати залежно від пори року

згідно з потребами замовника: у сезон цукроваріння біогаз буде спрямовуватися на виробничі потреби як недорога заміна природного газу; під час збирання зернових біогаз направлятиметься на зерносушарки, в решту часу біогаз спрямовуватиметься на газотурбінний енергоцентр для вироблення електроенергії і теплової енергії [34].

Окрім основного продукту – біогазу, створюються умови для поліпшення екологічної ситуації навколо цукрового заводу, тому що це дає змогу зменшити санітарну зону біля підприємства з 500 до 150 м.

Використання бурякового жому як сировини для біогазових установок дає змогу отримувати 60–70 м<sup>3</sup> газу з 1 т сировини [23].

Одним із перспективних і затребуваних напрямів використання бурякового жому є виробництво харчових волокон. Харчові волокна – це залишки рослинних клітин, які стійкі до гідролізу, що здійснюється травними ферментами людини. Встановлена фізіологічна добова потреба організму дорослої людини в харчових волокнах становить від 25 до 38 г. Їхня калорійність становить 55–65 ккал у перерахунку на 100 г сухих речовин [30].

Ще на початку 80-х років за кордоном буряковий жом почали використовувати для виробництва харчових волокон. Так, наприклад, в Англії фірмою British Sugar виробляються харчові волокна, у США фірма Crystal Sugar Company також налагодила виробництво подібної продукції, де вона продається під назвою Dio Fiber. Харчові волокна, що виробляються в різних країнах, відрізняються за вмістом основних хімічних компонентів і містять 90–92,6% сухих речовин, 65,5–67,5% клітковини, 20–23% пектину, близько 10% білка, а також мікроелементів у вигляді К, Na, Са. Харчові волокна використовують для приготування соусів, присипок і приправ. Так, фірма Raffinerie Tirlemontaisi (Бельгія) виробляє подібний продукт під назвою Sargana, який містить бурякові волокна, збагачені вітамінами В2, В6, В12, а також мікроелементи Са, Zn, Fe [52]. Харчові волокна є готовим

продуктом у вигляді порошку кремового кольору без запаху і смаку.

Готовий продукт має такий склад (табл. 1.1.)

Таблиця 1.1. Склад харчових волокон жому

Речовина	Вміст, %
Клітковина	28
Целюлоза	26
Загальний вміст пектинових речовин, у тому числі:	19-20
нерозчинний протопектин,	10-11
розчинний пектин	9-10
Лігнін	10
Вода	10-12

Окрім харчових волокон, із бурякового жому є можливість отримувати пектин, який, на жаль, в Україні не виробляють, а купують за кордоном. Користь пектину з погляду медицини безцінна. Пектини нормалізують мікрофлору кишечника, поліпшують травлення, проявляють бактерицидні властивості. Пектин, отриманий із буряка, має найкращу комплексоутворювальну здатність і як детоксикуюча природна речовина не має аналога у світі. Дані досліджень показують, що з усіх видів пектину (яблучний, цитрусовий і буряковий) комплексоутворювальна здатність, тобто здатність зв'язувати метали і виводити з організму отруйні речовини та радіонукліди, у бурякового пектину втричі вище [19]. Якщо звернутися до розрахунків, то з однієї тонни сирого бурякового жому можна отримати в середньому 12 кг пектину, а щоб виробити 35 тис. т, тобто задовольнити потребу всього населення України, необхідно близько 3 млн. т сировини [20]. Сировини у нас більше ніж удосталь. Відходи основного виробництва ПАТ «Саливонківський цукровий завод» та методи нейтралізації або утилізації відходів підприємством наведені у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2. – Відходи основного виробництва ЦАТ

«Саливонківський цукровий завод» та методи нейтралізації або утилізації відходів підприємства

№ п/п	Відхід	Методи нейтралізації або утилізації відходів
1.	Буряк цукровий, зіпсований, забруднений або неідентифікований, його залишки, які не можуть бути використані за призначенням	Направляються в жомову яму
2.	Земля, яка залишається після промивання та очищення буряку	З потоком транспортерно-мийної води направляється до радіального відстійника підприємства
3.	Стоки регенерації	Направляються на поля фільтрації, звідки, пройшовши ряд відстійників, очищення та освітлення, знов використовуються в виробництві, або в системі зрошення для полива сільгоспкультур
4.	Жом	Накопичується в жомовій ямі
5.	Карбонат кальцію, який не відповідає технічним умовам	Використовується для ремонту внутрішньозаводських і зовнішніх будівель, споруд, укріплення доріг та площадок з насипним твердим покриттям, водоймищ полів фільтрації, або продається фізичним та юридичним особам в якості будівельного матеріалу (щебінь та інше)
6.	Дефекат	Фільтраційний осад, що відшаровується від поверхні фільтрації, може разом з промивною водою трубопроводом направлятися на поля фільтрації в окремі водоймища, де відстоюється та передається в якості добрива фізичним та юридичним особам, або (після закінчення модернізації технологічного обладнання) в сухому вигляді (вміст сухих речовин 70-80 %) подаватися в

7.	Тканна фільтрувальна, відпрацьована	спеціальне сховище відкритого типу, з подальшою реалізацією
8.	Меляса некондиційна	Підлягає заміні списанню та вивезенню для захоронення на селищному звалищі твердих побутових відходів
9.	Зміст цукру	Надходить на зберігання в спеціальні металеві ємності для подальшої передачі юридичним, або фізичним особам в якості кормової добавки для домашніх тварин
10.	Цукор очищений та сахароза некондиційні	Підлягає цільному збиранню та поверненню в технологічний ланцюг виробництва цукру (в сироп, цукор-сирець, сік та інше)
11.	Матеріали пакувальні пластмасові зіпсовані, відпрацьовані або забруднені	Вловлений в сухому циклоні пил цукру висипають з бункера-накопичувача та повертають на переробку. Вловлений в циклонах-промивачах пил цукру змивається з внутрішніх стінок апаратів ГОУ гарячою водою та отриманий сироп направляють на повторну переробку
		Пакувальна поліетиленова плівка, у якій надходить на підприємство миксотара для накування цукру-піску, використовується в подальшому для герметизації нещільностей, устилання підлоги залізничних вагонів, крупнотонажних автомобілей при перевезенні в них готової продукції. Браковані мішки використовуються на підприємстві в якості ізоляційного матеріалу для вентиляційних, теплових, парових та водогінних систем трубопроводів

При виробництві цукру вихід побічних продуктів становить, у відсотках від маси буряків: бадилля – 50...70 %, жому свіжого – 70...90%, дефекату - 8...12 % і меляси – 4...6%. Отже, цукрове виробництво є великим джерелом вторинних сировинних ресурсів і відходів.

В останні роки у цукровій промисловості намітилася тенденція зростання виробництва цукру з цукрових буряків і збільшення періоду переробки буряка на цукрових заводах [14].



За загальною масою найбільша частка твердих відходів цукрового виробництва припадає на жом. Більша частина жому в даний час не використовується і перед початком нового виробничого сезону повинна вивозитися у відвали або на поля. Це призводить до забруднення навколишнього середовища та погіршує родючість землі [8].

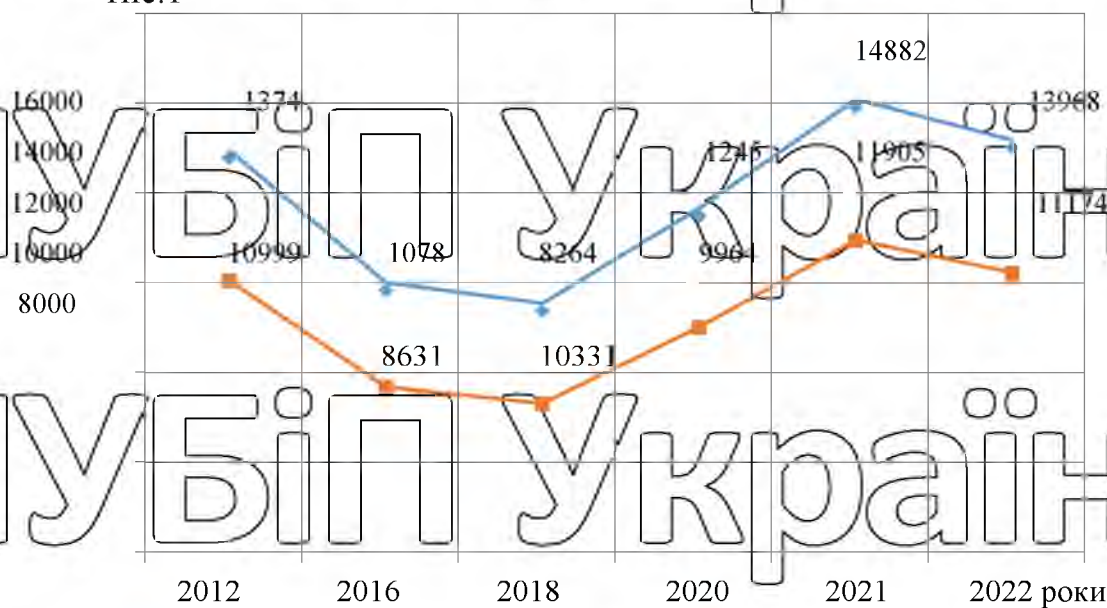
#### 1.4. Еколого-безпечні шляхи утилізації відходів при виробництві цукру

В Україні налічується близько 42 діючих цукрових заводів. На жаль, із кожним роком кількість цукрових заводів зменшується, проте великі цукрові заводи збільшують свою продуктивність. У минулому році зібрано 13,8 млн. т цукрових буряків та вироблено 1,82 млн. т цукру [12]. Основним продуктом цукрового виробництва є цукор. З усіх галузей харчової промисловості найбільшу масу відходів отримують саме в цукровому виробництві: мелясу та жом. Останній становить основну частину відходів. З усіх галузей харчової промисловості одну з найбільших мас відходів отримують в цукровому виробництві. Відходами цукрової промисловості при переробці буряка є жом, меляса, жомо пресова і дифузійна води [9].

Тільки відходи жому становлять 83,0% до маси переробленого буряка (65–70 млн. т в рік). Жом є цінним кормовим продуктом, але в кислому вигляді він втрачає 50,0% сухих речовин. Сушці підлягає лише 10,0–12,0%. Збільшення питомої ваги сушеного жому дозволяє економити велику кількість грубих кормів і зерна. Важлива утилізація бурякового жому – найбільшого за обсягом відходу цукрової промисловості. Жом має багато амінокислот та азотистих речовин. У свіжому вигляді худобі згодуюється 84%, сушеному – 16%. Така структура споживання призводить до великих втрат (при зберіганні жом втрачає до 50% цінних речовин). 20–25% корисних речовин втрачається при транспортуванні. Найбільш раціональним способом зберігання жому з найменшими втратами цінних речовин є його сушіння [48].

Аналіз динаміки виробництва бурякового жому показав, що протягом аналізованого періоду обсяг виробництва жому досить значний. Оскільки цей обсяг прямо залежить від кількості перероблених цукрових буряків, то його виробництво збільшується пропорційно збільшенню промислової переробки цукрового буряка [10]. Обсяг виробленого бурякового жому цукровими заводами показаний на рисунку 1.1.

тис. т



— Перероблено цукрових буряків — Вироблено жому бурякового

Рис. 1.1. Динаміка виробництва бурякового жому в Україні, тис. тонн

Враховуючи великі обсяги переробки цукрових буряків та виробництва бурякового жому, можна відзначити, що переробка, зберігання та утилізація бурякового жому являє собою серйозну проблему. Інтенсивно мінливі економічні умови господарювання у регіонах обробки цукрових буряків і розташування заводів з їх переробки надають особливий вплив на вирішення цієї проблеми [25].

На даний час можна виділити такі основні напрямки використання та утилізації бурякового жому: харчовий пектин, корм для тварин,

сілосування, сушка та гранулювання жому, біогаз, пектиновий клей, харчові волокна, паливо для ТЕЦ цукрового заводу тощо. Основними напрямками утилізації жому на даний час є використання його у годівлі тварин у свіжому, силосованому, висушеному та гранульованому вигляді [16].

Одним з основних напрямків застосування свіжого бурякового жому є використання як корму у тваринництві. Жом містить целюлозу, пектинові речовини, цукор, азотисті речовини, невелику кількість білку, а також вітаміни та мікроелементи. Буряковий жом є цінним кормом для сільськогосподарських тварин. У свіжому вигляді жом згодують не тривалий час із-за прискорення інтенсивності процесу його окислення, як наслідок, втрачає поживні речовини. Свіжий буряковий жом повинен бути згодований протягом 1 – 3 днів, щоб запобігти його псуванню.

Однією з негативних якостей жому є те, що він містить велику кількість води. З цієї причини в ньому активно розвиваються мікроорганізми і він швидко псується. Надлишковий вміст води у жомі ускладнює і здорожчує його транспортування, а також сушку [36].

Великий вміст води у жомі і швидке його заквашування викликають у тварин при невмілому згодовуванні різні шлункові захворювання. У свіжому вигляді використовується тільки частина жому. Значну частину сирого жому зберігають у жомових ямах. Дно і стінки ями бетонують і оснащують дренажем для відведення з жому так званої жомової води. Під впливом мікроорганізмів жом в ямах закисає і перетворюється у кислий. До того ж, сьогодні, коли ціни на енергоносії зросли, сушінням жому багато заводів перестали займатися і цей цінний корм часто реалізується у кислому вигляді [45].

Свіжий жом економічно не вигідно транспортувати на значні відстані, тому свіжий жом використовують у відгодівельних пунктах поблизу заводів і найближчих господарств [37].

Для кращого консервування жому його необхідно силосувати. Під час транспортування жом, особливо у великих кількостях, охолоджується незначно, тому дуже важливо силосувати його прямо з транспорту, без проміжного зберігання. Це дозволяє уникнути втрат поживності, забруднень, а також стимулює процес «гарячого бродіння» [9].

Але все ж таки, перед силосування жом необхідно пресувати до вмісту сухої речовини - 10 ... 12 % і додавати до нього дубі корми - полову, солом'яну січку та інше, щоб масова частка вологи суміші становила 70 %.

Температура жому повинна бути 25 - 30 °С і не повинно бути доступу повітря. У таких умовах йде молочно-кисле бродіння. Такий жом має більш високу якість і зберігається тривалий час.

Незважаючи на це, більше половини його кількості направляють у жомосховища. При цьому тривале зберігання жому не тільки призводить до втрати поживних речовин, а й погіршує екологічну ситуацію. За вивезення невикористаного жому і викидання його у навколишнє середовище заводам доводиться виплачувати великі штрафи. У зв'язку з цим, проблема тривалого зберігання або утилізації бурякового жому є вкрай актуальною.

Одне з основних рішень цієї проблеми – сушіння бурякового жому [23].

Тому, щоб уникнути втрат поживних речовин при зберіганні свіжого і кислого жому, для вирішення екологічної проблеми жом доцільно сушити [7]. Існує технологія енергозберігаючої безвідходної сушки та переробки бурякового жому. Сушіння жому здійснюють в два етапи: попереднє зневоднення жому до вологості 40-55 %, що зменшує час сушіння в каскадній сушарці до вологості 12-14 % [12].

Сухий жом містить близько 90 % сухої речовини. За кількістю кормових одиниць сухий жом майже дорівнює вівсу, тобто в два рази корисніше сіна і в три рази – вівсяної соломи.

Переваги цього продукту перед попереднім – легке транспортування та тривале зберігання. Сухий жом включають до складу комбікормів для корів і молодняка ВРХ [16]

Для отримання однієї кормової одиниці у жомі при сушінні доводиться витратити близько 1 кг умовного палива. Під час тривалої сушки при підвищеній температурі цукор, білки, вітаміни жому частково руйнуються. Підвищення продуктивності сушарок, здешевлення сушки досягається попереднім видаленням частини води з сирого жому.

Однак, слід мати на увазі, що в процесі віджимання жом втрачає до 10 % розчинних поживних речовин. У віджатому жомі менше цукру, а це негативно позначається на його заквашуванні при силосуванні, впливає на якість зберігання. Ще одним побічним продуктом цукрового виробництва є мелясований жом. На цукровому заводі жом змішують з мелясою, а потім піддають сушінню. Після сушіння масу гранулюють, зазвичай, через матрицю з отворами діаметром 12 мм [30].

Мелясований жом містить ще більше енергії, у порівнянні з сухим жомом. Залежно від кількості введеної меляси вміст цукру у кінцевому продукті становить 13-28 %. Розщеплення у рубці такого корму проходить рівномірно, завдяки чому він добре засвоюється тваринами. Мелясований жом добре підходить для годівлі ремонтного молодняка на випасі. Це один зі стандартних компонентів для виробництва комбікорму для дійних корів [13].

Низька об'ємна маса висушеного жому у розсипному вигляді (близько 250 кг/м<sup>3</sup>) не дозволяє раціонально використовувати площі складів і вантажопідйомність транспорту. У зв'язку з цим сушений жом доцільно гранулювати. При цьому об'ємна маса його збільшується в 2,3 рази, що значно скорочує втрати жому при вантажно-розвантажувальних роботах, полегшує механізацію роздачі корму на фермах. Крім того сушений жом багатий протеїном, фосфором, мікроелементами і вітамінами. Тому жом

збагачують різними речовинами. Можна отримувати гранульований жом з різними добавками: мелясою, карбамідом, згущеною бардою спиртового і дріжджового виробництва та ін [36].

Гранульований жом використовують для підкормки великої рогатої худоби узимку, оскільки це дозволяє навіть в зимовий період підтримувати приріст живої маси худоби та високий удій корів. Проте дані способи переробки бурякового жому також не знайшли широкого розповсюдження, оскільки призводять до втрат поживних речовин та значним витратам, оскільки сушіння є досить енерговитратним процесом.

Буряковий жом може бути успішно використаний для виробництва пектину, що є цінним природним біокоректором та желеутворюючим компонентом. У країнах Євросоюзу виробляють не тільки сухий пектин, а й такі продукти, як пектиновий екстракт і концентрат, пектиновмісний порошок і пасту, пектин медичного призначення [15].

Одним з найбільш перспективних і затребуваних напрямів використання бурякового жому є виробництво харчових волокон. Харчове волокно являє собою залишки рослинних клітин, які здатні протистояти протистояти гідролізу, що здійснюється травними ферментами людини.

З бурякового жому виробляють також пектиновий клей. Спосіб отримання клею оснований на переведенні у розчин нерозчинних у холодній воді пектинових речовин, що містяться у жомі. Вихід клею при цьому становить 2,5...3 % до маси свіжого жому [47].

Буряковий жом (свіжий і висушений) являє собою серйозний потенціал для виробництва енергії. Він може бути використаний як сировина для біогазових установок. Крім основної вигоди – отримання біогазу – установки забезпечують поліпшення екологічної ситуації навколо цукрового заводу, тому що дозволяють зменшити санітарну зону навколо підприємства з 500 до 150 м. Використання бурякового жому як сировини біогазових установок дозволяє отримувати 60 – 70 м<sup>3</sup> газу з 1 т сировини.

Біогаз – це газ, що складається з 50.70% метану і 50.30% вуглекислого газу, і за своїми характеристиками близький до природного газу. Використання біогазу як палива для теплоелектрогенератора забезпечує отримання 2 кВт/год електричної та 2 кВт/год теплової енергії з 1 м<sup>3</sup> газу [49].

В даний час в Україні немає жодного заводу або підприємства, яке виробляє пектин. Свої потреби в пектині кондитерські і фармацевтичні підприємства країни задовольняють лише частково, завдяки імпорту даного продукту.

У той же час цукрові заводи продають сухий буряковий жом приватним господарствам за ціною приблизно 3000 грн за т. Економічно вигідніше використовувати цей жом для виробництва пектину, ціна якого варіюється від 200 до 1000 грн за кг, а вихід пектину з тони жому становить приблизно 180 кг. Очевидно, що проблема виробництва пектину дуже актуальна в даний час.

З метою підвищення ефективності виробництва нині на вітчизняних цукрових заводах впроваджується нове високопродуктивне жомопресове устаткування, що забезпечує пресування жому до 20 - 25% сухих речовин [18, 21].

В той же час аналіз звітних даних про роботу промисловості показує, що на більшості цукрових заводів глибоке пресування і повернення жомопресової води в дифузійний процес впроваджується у край повільно внаслідок труднощів, що виникають при готуванні цієї води, а також у зв'язку із складнощами визначення оптимального технологічного режиму роботи дифузійних апаратів з використанням для екстракції цукру значної кількості (50–70% до маси буряка) цукровмісних вод [22]. Це означає, що в реальних експлуатаційних умовах бурякоцукрового виробництва є значні резерви з підвищення ефективності отримання товарного цукру за рахунок удосконалення технологічних процесів, що проводяться.

## РОЗДІЛ 2. УМОВИ, ОБЄКТИ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

### 2.1. Географічне розташування та кліматичні особливості території

Київська область як адміністративно-територіальна одиниця в складі України утворилась 27 лютого 1932 року. Вона розташована на півночі України у басейні середньої течії Дніпра. Київщина займає площу 28,1 тис. км<sup>2</sup> (без м. Києва), що становить 4,7 % площі України (з м. Києвом – 28,9 тис. км<sup>2</sup>). Центром Київської області є столиця України місто Київ. В адміністративному відношенні область поділяється на 25 районів, 13 міст обласного підпорядкування, 30 міст районного підпорядкування (селища міського типу), 605 сільських рад та 1 126 сільські населенні пункти. Чисельність населення на 1 січня 2017 року складала 1 734,5 тис. осіб, щільність населення 62 особи на 1 км<sup>2</sup>. Рельєф Київської області рівнинний із загальним похилом до долини Дніпра. Північна частина області лежить у межах Подільської низовини. На сході у межах області – частина Придніпровської низовини. Найбільш підвищені й розчленовані південна та південно-західна частини, зайняті Придніпровською височиною (висота біля 273 м. над рівнем моря) [53].

Грунтовий покрив Київської області досить різноманітний. Найпоширенішими є чорноземи, площа яких становить близько 50% площі орних земель регіону. Ступінь розораності території перевищує 60%. Загальна площа лісів Київської області становить близько 649 тис. га. Для північної частини області характерні масиви хвойних і мішаних лісів, південна частина значною мірою розорана, на тих ділянках, які не зазнали сильного антропогенного впливу, переважають широколистяні ліси. Тваринний світ Київщини дуже різноманітний. Багатство видового складу пов'язане з тим, що область розташована на межі двох природних зон: північна частина розташована у зоні Полісся, південь області лежить у лісостеповій зоні. Природне середовище території Київщини протягом історичного часу відзначалося сприятливими ґрунтово-кліматичними



умовами [43].

Річки Київщини належать, переважно, до басейну Дніпра. Дніпро тече територією області у межах 246 км, його притоки – Прип'ять, Тетерів, Ірпінь, Рось, Десна і Трубіж. Природний режим річок значною мірою змінений, що пов'язано з їх зарегульованістю, наявністю великої кількості ставків і водосховищ, в області їх 13. Найбільшими є Київське та Канівське водосховища, більша частина площі яких розташована у межах території Київщини [26].

Клімат місцевості помірно-континентальний з середньорічною температурою повітря близько  $+7^{\circ}\text{C}$ , атмосферних опадів випадає 450-500 мм, що обумовлює періодично промивний тип водного режиму з гідротермальним коефіцієнтом трохи менше 1. Середня температура у серпні  $+24^{\circ}\text{C}$ , у січні  $-26^{\circ}\text{C}$ . Абсолютний максимум температури повітря за рік  $+37^{\circ}\text{C}$ , абсолютний мінімум  $-34^{\circ}\text{C}$ .

В таблиці 2.1 представлені дані переходу температур повітря через границі 0, +5, +10, 0, -5 і довжина періодів з певними температурами.

**Таблиця 2.1. - Дати переходу температур повітря через границі - 5, 0,5,10,15  $^{\circ}\text{C}$  (метеостанція - Білоцерківська), 2022-2023 рр.**

Температура повітря $^{\circ}\text{C}$	вище $0^{\circ}\text{C}$				нижче $0^{\circ}\text{C}$	
	0	5	10	15	0	-5
Дати початок	17.III	8.IV	27.IV	18.V	21.XI	3.I
кінець	21.XI	28.X	2.X	3.IX	17.III	16.II

Одним із важливих агрометеорологічних показників є дати останнього і першого заморозку та довжина безморозного періоду, які представлені в таблиці 2.2.

**Таблиця 2.2 – Дати останнього і першого заморозків та тривалість безморозного періоду (метеостанція – Білоцерківська)**

Дати останнього заморозку весною			Дати першого заморозку восени			Тривалість безморозного періоду, діб		
рання	середня	пізня	рання	середня	пізня	найменша	середня	найбільша
4.IV	28.IV	27.V	14.IX	6.X	7.XI	120	160	207

Сніговий покрив нестійкий. Середня потужність не перевищує 30 см.

Середньобагаторічна глибина промерзання ґрунту 35 см. В зимовий період можливі відлиги, що при різкому зниженні температури сприяє утворенню льодової кірки.

Кількість опадів зростає в напрямку від холодної пори року до теплої і спадає від теплої до холодної.

**Таблиця 2.3 – Середньомісячні суми опадів, мм (метеостанція – Білоцерківська), 2022-2023 рр.**

Місяці, мм												За рік
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
27	28	29	38	51	60	67	86	46	36	35	30	503

Вона наступна: вище 0 °С - 245 діб; нижче 5 °С - 44 доби.

В теплу пору року (квітень – жовтень) випадає 375 мм опадів. В холодну пору року (листопад – березень) випадає 161 мм. Розподіл опадів по сезонах нерівномірний. Влітку випадає 37% від річної суми, навесні – 23% опадів, восени та взимку випадає менше половини річної суми опадів (40%).

Вегетаційний період, виражений числом днів із середньодобовими температурами вище 5°С, триває 200 днів (I декада квітня – III декада жовтня). Період середньої вегетації, виражений числом днів із середньодобовими температурами вище 10°С, триває 160 днів. Внаслідок

НУБІП УКРАЇНИ

коливань температури повітря, протягом усіх зимових місяців спостерігається часте чергування відлиг та приморозків, що негативно позначається на перезимівлі озимих зернових культур [50].

НУБІП УКРАЇНИ

Рельєф – є одним із важливих факторів ґрунтоутворення. На більшості території лесовидні суглинки під впливом діяльності поверхневих вод розмиті і на поверхню виходять давньоалювіальні піски. Іноді вони перетворені в мергелізовані озерні відклади. Лесовидні та озерні відклади перекривають давньоалювіальні відклади. В цілому рельєф території являє собою слабо хвилясту рівнину. Будова сучасної поверхні повністю залежить від давньої діяльності водневих потоків. Територію господарства поділяють на три частини. Південно-західна частина характеризується вирівняністю поверхні, похиленістю з південного заходу на північний схід та наявністю рідких, але досить великих блюдцевих западин [18].

НУБІП УКРАЇНИ

Північно-східна частина характеризується хвилястістю поверхні, похиленістю з північного сходу на південний захід і наявністю дрібних, але багато чисельних западин. Підвищені ділянки, які складені лесовидними суглинками мають пануюче значення і поширені компактними масивами, які використовуються як орні землі.

НУБІП УКРАЇНИ

Між вище описаними ділянками знаходиться найбільш понижені території. Ця частина являє собою понижену слабохвилясту частину з переважанням понижених ділянок. Ця понижена рівнина витягнута і похилена з північного заходу на південний схід. Понижені ділянки, які складають озерними суглинками, тут мають пануюче значення і поширені компактними масивами, які використовуються як природні кормові угіддя. Коливання відносних висот невелике і не перебільшує 5 – 10 м [42].

НУБІП УКРАЇНИ

Ґрунтовий покрив. За положенням місцевість господарства відноситься до стародавньої лесової тераси Дніпра, яка зазнала значних змін у процесі історичного розвитку під впливом діяльності поверхневих водних

потоків та інших факторів, пов'язаних із великим зледенінням. Це призвело до формування водно-ерозійного типу рельєфу з досить строкатою типологією ґрунтових відмін.

Ґрунтові води залягають на глибині 6 м і на процес ґрунтоутворення не впливають. Ці ґрунти добре реагують на органічні та мінеральні добрива, особливо фосфорні і азотні [42].

## 2.2. Загальна характеристика підприємства

Саливонківський цукровий комбінат — сучасне підприємство, яке входить до числа провідних виробників цукру України.

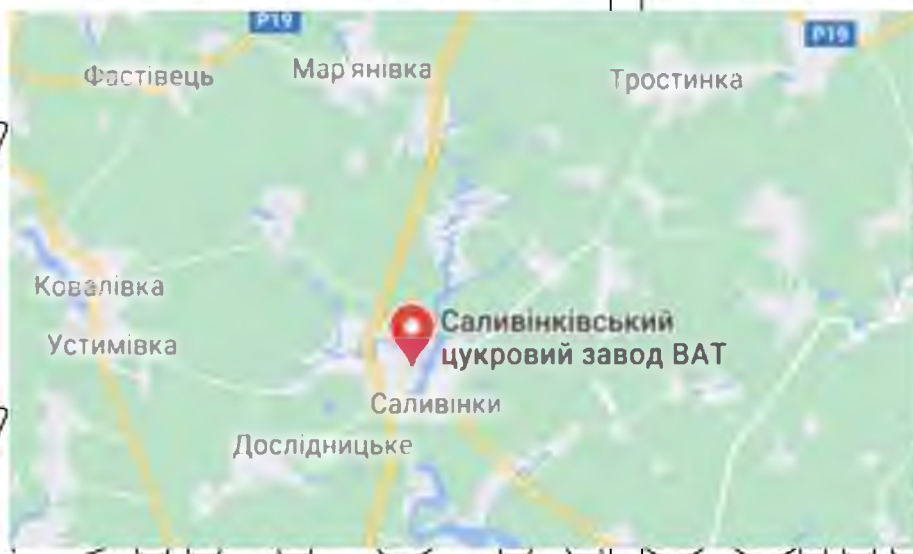
Завод заснований у 1873 році та з початку переробляв 180 т цукрового буряка за добу. На сьогодні потужність заводу становить 6,8 тис. т буряка за добу. Цього вдалося досягти завдяки великій кількості реконструкцій та модернізацій.

За останні декілька років на підприємстві була реконструйована станція глибокого віджиму та встановлено жомпреса «Баббіні» — 2012 рік. У 2013 році встановлено вакуум-апарати і продукту, центрифуги 1-2-3 продукту. У 2014 році реконструйовано станцію дефекосатурації. У 2017 році реконструйовано станцію фільтрації соків. У 2018 році реконструйовано станцію мийного комплексу та станцію фільтрації сиропу з клеровкою. У 2018 році вдалося зменшити використання палива із 42 м<sup>3</sup>/т буряка до 29 м<sup>3</sup>/т буряка [47].

На заводі виробляється цукор білий кристалічний із цукрових буряків І, ІІ та ІV категорій під ТМ ПАТ «Саливонківський цукровий завод». Вся побічна продукція (меласа, жом, вапно) реалізується на внутрішньому ринку у безтарному вигляді.

У 2003 році цукровий завод відсвяткував 130-річчя роботи. На початку діяльності компанії переробна потужність становила 180 т буряка на добу.

Саливонківський цукровий завод знаходиться в селі Гребінки Білоцерківського району Київської області (рис. 2.1).



**Рис. 2.1. Географічне розташування Саливонківського цукрового заводу**

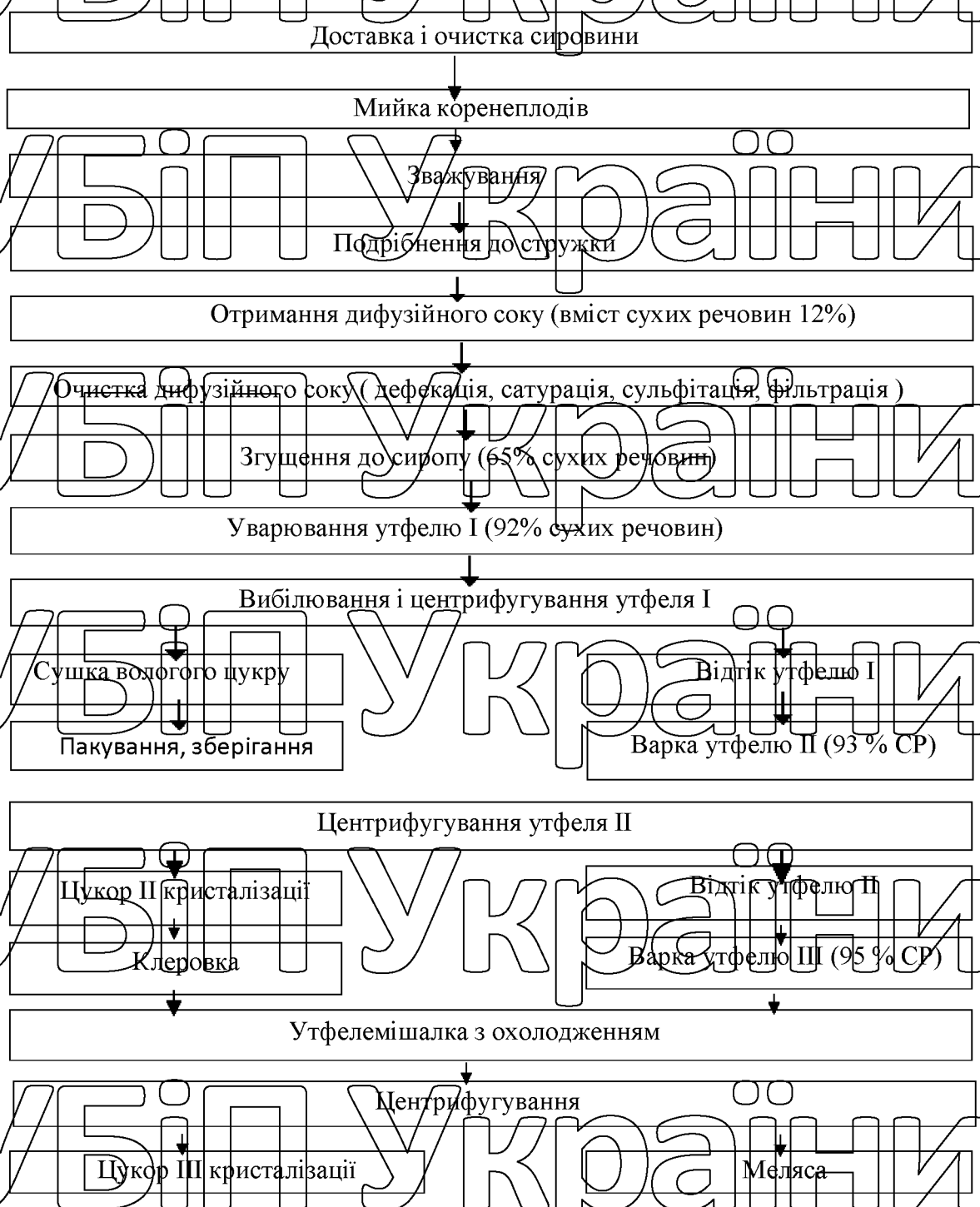
Саливонківський цукровий завод — одне з кращих підприємств цукрової галузі в Україні. На Саливонківському заводі за добу переробляють понад шість тис. тонн цукрових буряків, виготовляючи близько 50 тисяч тонн білого цукру високої якості за виробничий сезон [8].

Сезон цукроваріння розпочинається з середини вересня. У цей період цукровий завод працює цілодобово. Шлях на підприємстві цукровий буряк починає з сировинного відділення. Завод приймає на переробку власний «астартівський» урожай, і буряки інших фермерських господарств.

Далі коренеплоди відбирає на пробу лабораторія вхідного контролю. Перевіряють цукристість та загальний вміст зеленої маси і ґрунту. Схвалений контролем буряк звантажують у спеціальні ями, де з допомогою гідротранспортеру і насосів він потрапляє у мийне відділення.

Там буряки обробляють водою. Очищені коренеплоди по конвеєру направляють до бурякового відділення — «бацги», яка знаходиться над іншими переробними цехами [45].

Принципово-технологічна схема виробництва цукру наведена на  
 рисунку 2.2 [4].



**Рис. 2.2 - Технологічна схема виробництва цукру на Саливонківському цукровому заводі**

Мийне відділення використовує технічну воду, яку беруть з орендованого підприємством ставка у дозованій кількості. На підприємстві передбачена система очистки технічної води та її повторне використання.

Після бункера буряки потрапляють під ножі бурякорізок, які подрібнюють коренеплоди на стружку. Чим більше розмір буряків, тим легше досягти оптимальної довжини стружки та кращого витлучення цукру з неї [49].

Під бункером буряків розташовані різки, які роблять стружку. Завод має два дифузійних апарати. У них подається стружка, сюди ж подають живильну воду і таким чином вимивають із стружки цукор, проходить процес дифузії. Коли стружка піднялася нагору, великим черпачним колесом жом виводиться назовні. А сік забирається в сокоочисне відділення.

Жом, який виводиться, потрапляє на преси глибокого віджимання. Ними вичавлюють рідину, жомопресову воду, яка має цукор. Її повертають на завод для подальшої технологічної обробки. Цукор виробляють з очищеного соку, який уварюють до стану сиропу, та клеровки, яка є розчином жовтого цукру. Перед тим, як потрапити на уварювання сироп та клеровка проходять фільтрацію.

У продуктовому цеху, де варять цукор, шляхом декількох стадій варіння у вакуумних апаратах цукровмісні продукти перетворюються на утфель. Потім його направляють на центрифуги, де виділяють і промивають кристали цукру та відводять патоки. Після того вологий цукровий пісок потрапляє на сунку, а патоки на виробництво жовтого цукру II та III продуктів [32].

У сушильному відділенні з цукру видаляють феродомішки. Сухий продукт, готовий до вживання автоматично сиплется у бункери пакувального цеху. Цукор фасують у 50-кілограмові мішки, зашивають і конвеєром подають до складів готової продукції. Зі складу йде перерозподіл цукру на машини, вагони та інші склади підприємства.

## РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

### 3.1. Екологічна оцінка стічних вод цукрового заводу

Цукрова промисловість обґрунтовано включена до переліку видів діяльності, які є екологічно небезпечними [1]. Так, в середньому на випуск 1 тонну цукру витрачається 8-10 тонн цукрових буряків, близько 60 м<sup>3</sup> води, 0,6 тонн вапнякового каменю, 0,24 м<sup>2</sup> фільтрувальної тканини, 0,53 тонн умовного палива. Крім того, для виробничої діяльності підприємств цієї галузі характерним є значне забруднення повітря, водних ресурсів, виснаження земель [35].

На сьогоднішній день екологізація виробництва повинна пов'язуватись не стільки з вирішенням проблем видалення і нейтралізації відходів, скільки з попередженням їх виникнення, що докорінно змінює роль очисних споруд – з кінцевої ланки технологічного процесу вони перетворюються в проміжну, мета якої – підготовка раніше невикористовуваних відходів (твердих, рідких і газоподібних) до виробничого споживання. Водночас екологічне вдосконалення технології повинно бути націлене на економію первинної сировини, що надходить на виробництво. Отже, забезпечення екологічної безпеки має бути спрямована на вирішення таких задач: перше - розроблення раціональних та екологічно безпечних схем підготовки та очищення води; друге - зменшення негативного впливу скидів на навколишнє природне середовище.

Основною ж екологічною проблемою цукрових заводів є значне водоспоживання [32]. Виробництво цукру із буряків є одним із найбільш водосмних виробництв агропромислового комплексу. Для виробництва 1 тонни цукру із буряків необхідно витратити близько 60 м<sup>3</sup> води, тоді як, наприклад, на м'ясокомбінатах на 1 тонну м'яса припадає 6,9-8,9 м<sup>3</sup> стічної води, на заводах рибного борошна і риб'ячого жиру скидається 1-4 м<sup>3</sup> на 1 тонни сировини, на 1000 л переробленого молока споживається 1-2 м<sup>3</sup> води.



В технологічному процесі виробництва цукру вода, перш за все, використовується для миття буряків, екстрагування сахарози з бурякової стружки, промивання фільтраційного осаду, а також цукру в центрифугах.

Також вода в цукровому виробництві використовується як хімічний реагент при одержанні вапняного молока із оксиду кальцію для очищення дифузійного соку. Істотними забруднювачами середовища є осадки, що утворюються у відстійниках-накопичувачах та після фільтрування очищеного вапнокарбонізацією дифузійного соку. До їх складу входять

органічні та мінеральні речовини. Осади після фільтрування складаються переважно з карбонату кальцію, який після спеціальної обробки може застосовуватися в якості адсорбенту в технологічному процесі або інших галузях промисловості [13].

Найбільш забрудненими органічними домішками є транспортерно-мийна та жомопресова води, кількість яких може сягати відповідно 800-900 і 60% до маси перероблених буряків. Вони містять значну кількість органічних речовин у розчиненому стані та у вигляді завислих часточок сахарозу і продукти її розкладання, білки та інші азотисті речовини, пектин, сапонін, пентози, солі калію, магнію, фосфорної і соляної кислот тощо.

Оскільки стічні води містять значну кількість поживних речовин для розвитку мікроорганізмів, то в них швидко відбуваються процеси бродіння і загнивання. Частково воду використовують повторно, наприклад, конденсати з випарної установки. Проте й вони містять в своєму складі аміак та інші речовини, тому потребують очищення. Води, які використовують для охолодження турбін, котельні, змішувачів та іншого обладнання, зараховують до умовно чистих, їх можна використовувати повторно після відповідної підготовки [20].

Забруднені води III категорії містять в своєму складі завислі речовини, залишки ґрунту та органічних речовин у твердому і розчиненому стані. Після змішування зі стічними водами станції жомопресування та після

міття обладнання вони надходять у відстійник, а потім на поля фільтрації, де природне самоочищення стічної води відбувається за рахунок дії симбіозу природних мікроорганізмів та шляхом фільтрування у шарі ґрунту. Такий

спосіб очищення призводить до неефективного використання великих площ під фільтраційні карти, втрати водних ресурсів, викидів в атмосферу

шкідливих продуктів мікробіологічних процесів розкладання органічних сполук стічних вод. Незначна кількість цукрових заводів використовують штучне біологічне очищення у ставках-накопичувачах або спеціальних

спорудах – біофільтрах. Таким чином, у зв'язку зі значними витратами води

у виробництві та їх заорудненням в процесі їх використання виробуракове виробництво негативно впливає на навколишнє природне середовище [12].

Під час обстеження берегів водойми, яка знаходиться поблизу цукрового заводу, встановлено трубу, що виходить з території цукрового

заводу, та виявленні у водоймі поодинокі екземпляри загислих риб. На момент обстеження з труби здійснювався несанкціонований скид стічних вод в річку Протока (рис.3.1.).



**Рис. 3.1. Виток із труби стічних вод Саливонківського цукрового заводу в річку Протоку**

За результатами аналізу стічних вод цукрового заводу були виявлені перевищення вмісту забруднюючих речовин (табл. 3.1., 3.2, 3.3).

**Таблиця 3.1. Вміст забруднюючих речовин у стічних водах цукрового заводу, 2022-2023 рр.**

Показники	Біля самого стоку труби	На відстані 500 м від труби
БСК	1800	1640
Хлориди мг/л	470	458
Сульфати, мг/л	750	680
pH	4,6	4,6
Прозорість	0,8	0,6
Температура	22°C	14°C

Шкідливий вплив таких стоків пов'язано, перш за все з тим, що вони містять велику кількість органічних речовин, які, потрапляючи у водойми, піддаються окисленню, споживаючи велику кількість розчиненого у воді кисню. Зважені речовини осідають на дно, загнивають, утворюючи таким чином джерело вторинного забруднення. Спуск стічних вод цукрових заводів у водойми може викликати розвиток грибних обростань; створення дефіциту кисню у водоймах, а також вплив сильної для риби отрути – сапоніну, що у ряді випадків викликає їх масову загибель [19].

Слід також зазначити, що до складу стічних вод цукрових заводів входить сапонін, який потрапляє у стічну воду з цукрових буряків під час їх переробки. Сапонін виявляє поверхневу активність, здатен спінювати водні розчини і виявляє токсичну дію на живі організми. Ще у 50-х роках минулого століття вченими було доведено токсичність сапоніну по відношенню до риби, дафній та інших представників водної фауни. Так, при концентрації сапоніну 25 мг/дм<sup>3</sup> у водоймі на протязі 1-3 днів гинуть всі дафнії, риби гинуть при концентрації сапоніну 100 мг/дм<sup>3</sup> протягом 3-х

годин, з концентрацією 50–60 мг/дм<sup>3</sup> – на протязі 8 годин, а при концентрації 35 мг/г – протягом 1-2 діб [5].

**Таблиця 3.2. Вміст забруднюючих речовин у стічних водах III категорії у відстійнику накопичувачу**

Показник	Норматив	Вміст у стічних водах заводу
БСК	720	1650
ХСК	550	1340
Сульфати, мг/л	400	820
Хлориди, мг/л	50	69
Завислі речовини, мг/дм <sup>3</sup>	670	1620

Сучасна технологія цукрового виробництва дозволяє повністю використовувати відпрацьовані води I категорії (конденсаційні, барометричні).

**Таблиця 3.3. Концентрації забруднюючих речовин в стічних водах цукрового заводу до та після очистки на очисній станції, середнє за 2022-2023 рр.**

Показники	Середні значення показників в пробах стічних вод	
	До очищення	Після очищення
	Завислі речовини, мг/дм <sup>3</sup>	835
ХСК, мг/дм <sup>3</sup>	1800	80
БСК <sub>повн.</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	1226	15
Азот амонійний,	5	0

Нітрати, мг/дм <sup>3</sup>	10	2
Нітрити, мг/дм <sup>3</sup>	7	1
Сапонін, мг/дм <sup>3</sup>	33	Не більше 2

Таблиця 3.4. Вміст забруднюючих речовин у жомопресовій воді

Показник	Норматив	Вміст у стічних водах заводу
Азот амонійний	3	6
Нітрати, мг/дм <sup>3</sup>	8	12
Нітрити, мг/дм <sup>3</sup>	5	8
Сапонін, мг/дм <sup>3</sup>	33	48

Після відповідної очистки можливе використання у виробництві стоків II категорії (транспортно-мийні). У зв'язку з цим випуск у водойми стічних вод I і II категорій не повинен мати місця. При цьому не можуть бути повністю використані найбільш забруднені води III категорії, але можливо часткове використання дифузійних, жомових, фільтрпресових та інших стоків [16].

При забрудненні стічних вод на цукровому заводі застосовують метод біологічного очищення який є перспективним завдяки тому, що води, утворені на даному підприємстві, містять забруднення, які легко окиснюються мікроорганізмами. Однак більша частина діючих очисних станцій передбачає лише механічне очищення та очищення на полях фільтрації, що не дає бажаного ефекту та значно відстає від рівня сучасних вимог до якості проведення технологічних процесів. На деяких очисних станціях практикують очищення стічних вод на біофільтрах, але і ці технології не дають бажаного ефекту [15].

З фізико-хімічних методів очищення стічних вод найбільш ефективним для підприємств цукрової промисловості є метод напірної флотатії, який дозволяє забезпечити високу ступінь очищення від

нерозчинених домішок, завислих речовин і ПАВ, що містяться у високих

концентраціях і є характерними для підприємств даної галузі. Відмінність

даного методу - у високій ефективності захоплення найдрібнішими бульбашками повітря частинок забруднень, для інтенсифікації швидкості флотатійного вилучення частинок за рахунок їх укрупнення доцільно

застосування коагулянтів та флокулянтів. Тип і дози реагентів підбираються на

підставі результатів попередніх експериментальних робіт, що дозволяє

збільшити ефективність очищення стоків на 15-20%. В процесах очищення стічних вод широке застосування має сульфат алюмінію та його основні

солі. Коагулююча властивість основних солей алюмінію висока як в

кислому так і в лужному середовищі. Суттєвою перевагою цих коагулянтів

є також значно менший вміст залишкового алюмінію після коагуляції [10].

Перевага даного методу полягає у високому ступені очищення та безперервності процесу. Основним недоліком даного рішення є недостатньо

висока ступінь очищення по БСК та ХСК, так як більшість біогенних

елементів в стічних водах знаходиться в розчиненому вигляді. Тому

доцільно після фізико-хімічної очистки направляти стічні води біологічне очищення. Окрім цього в процесі очищення утворюється велика кількість

флотоконденсату високонцентрованої рідини, яка вимагає подальшого зневоднення та утилізації [39].

На Салівонківському заводі піддаються очищенню стічні води об'ємом 18 000 м<sup>3</sup>/добу. Відповідно до показників забруднень які наведені

вище, на заводі використовують комплексну технологію очищення стічних

вод, яка включає в себе наступні блоки: механічне очищення, фізико-

хімічне очищення, двоступеневе біологічне очищення та обробку осадів.

Очищення стічних вод починається з механічної очистки, яка відбувається на решітках, у пісковловлювачах та первинних відстійниках.

Суміш стічних вод надходить до решіток-дробарок, в яких відбувається затримання та подрібнення великих фракцій сміття мінерального та

органічного походження. Використання таких решіток дозволяє зменшити кількість відходів, які необхідно відвантажувати. Далі стічна вода

проходить через пісковловлювачі, призначені для видалення із загальної водної маси важких мінеральних домішок (найчастіше піску).

Пісковловлювачі необхідно встановлювати безпосередньо перед первинними відстійниками. Пісок, який осів в пісковловлювачах, у вигляді

піщаної пудри видаляється та транспортується на піскові майданчики, що обладнані дренажною системою для відведення води. З піскових

майданчиків пісок вивозиться з очисної станції, а дренажна вода повертається в голову очисних споруд. Механічне очищення стічної води

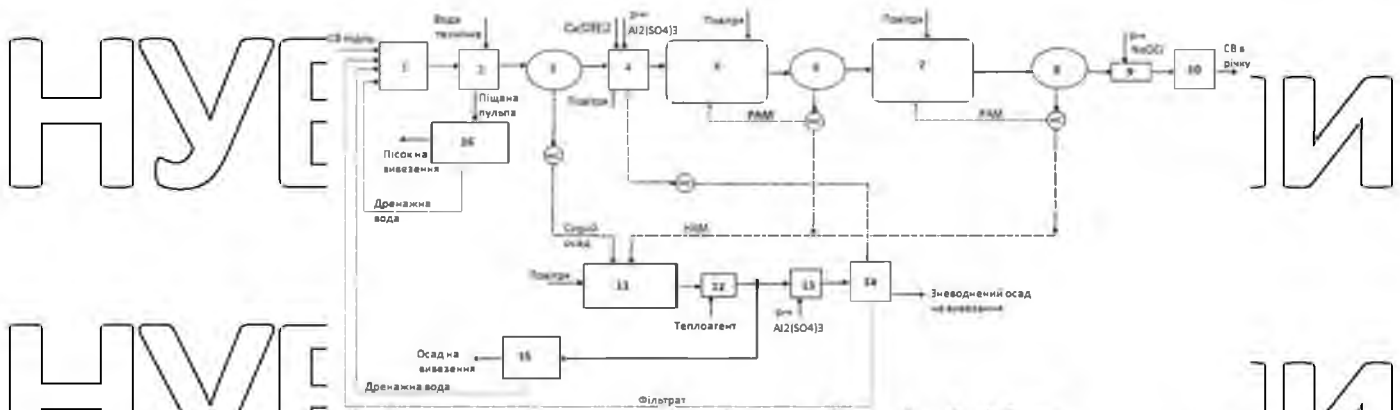
завершується відстоюванням у первинних відстійниках [12].

Очищення стічних вод методом напірної флотації дозволяє зменшити кількість забруднень, які надходять на блок біологічного очищення. Окрім

високої концентрації завислих речовин, ще однією із головних причин проведення фізико-хімічної очистки стоків являється висока концентрація

сапоніну. Перевагами флотації є: безперервність і велика швидкість процесу, високий ступінь очищення (95-98 %), можливість рекуперації

вилучених речовин, простота конструкції флотаційних установок, незначні капіталовкладення [37].



**Рис 3.1. Схеми комплексної очистки стічних вод цукрового заводу**

1 – решітки-дробарки; 2 – пісколовловувач; 3 – відстійник; 4 – флотатор; 5 – аеротенк-змішувач; 6 – вторинний відстійник; 7 – аеротенк-випарнювач; 8 – третинний відстійник; 9 – лоток-змішувач; 10 – контактний резервуар; 11 – аеробний стабілізатор; 12 – камера дегельмінтизації; 13 – камера коагуляції; 14 – фільтр-прес; 15 – аварійний муловий майданчик; 16 – пісковий майданчик; НС – насосна станція.

### 3.2. Еколого-безпечні технології утилізації відходів цукрового виробництва

Буряковий жом є основним побічним продуктом цукрової промисловості, що містить 6–7,5% сухих речовин, зокрема 0,2–0,4% цукру.

Вихід сирого бурякового жому становить 80-83% до маси перероблених буряків.

Жом має відносно високий вміст клітковини й водночас характеризується високою поживною цінністю. Тому може виникнути питання, до яких кормів він належить — основних чи концентрованих.

Проте у складі загального змішаного раціону класифікація насправді не важлива. Головне — яку роль жом відіграє в споживанні корму, для рубця і, зрештою, для забезпечення тварини енергією та поживними речовинами [41].

Жом — багатий на енергію корм. Високий вміст пектину — головної складової м'якоти буряка — істотно підвищує засвоюваність органічної субстанції. Незважаючи на екстракцію цукру, в жомі залишаються легко



засвоєвані жуйними тваринами поживні речовини. Цей вид корму сприятливий для мікрофлори рубця, з низьким вмістом білка та мінеральних речовин, достатньо багатий кальцієм, легко силосується, збагачений клітковиною, але дрібноструктурний, смачний і недорогий [47].

**Таблиця 3.5. Хімічний склад різних видів жому**

Показник	Жом, %			
	свіжий	віджатий	кислий	сушений
Вміст сирого протеїну	1,2-1,5	1,7-1,9	1,3-2,6	7-9
Вміст сирі клітковини	3,5-4,5	5,0-7,0	2,8-4,2	19-23
Зола	0,6-1,0	1,1-1,4	0,7-1,8	2,4-4,3
Жир	0,4-0,7	0,6-0,9	0,7-1,0	0,3-0,5
Вміст безазотистих екстрактивних речовин	4,3-6,5	8,5-1,0	2,7-5,8	55-65

Основною проблемою поводження із жомом є те, що через високий вміст органічних речовин, в ньому швидко виникають процеси бродіння та гниття, які псують його кормові якості та з корисного побічного продукту виробництва цукру перетворюють на відходи, що мають бути утилізовані чи захоронені.

**Таблиця 3.6. Хімічний склад різних видів жому на цукровому заводі, 2022-2023 рр.**

Показник	Жом, %		
	свіжий	віджатий	кислий
Вміст сирого протеїну	1,2	1,6	1,9
Вміст сирі клітковини	3,7	4,9	5,2
Зола	1,8	1,3	2,1
Жир	0,6	1,2	1,3

Вміст безазотистих  
екстрактивних речовин

4,2

9,3

11,2

Свіжий жом повинен бути використаний в кормових цілях або законсервований лише протягом короткого проміжку часу після його утворення. Допускається короткотривале зброджування жому у жомових ямах при анаеробних умовах для отримання кислого жому, тривалість використання якого становить близько 3 діб після утворення.

Найпоширеніший спосіб консервації жому - це силосування. Теплий жом запаковують у темності без доступу повітря, в яких розвиваються молочнокислі бактерії, які виділяють молочну кислоту, що і виступає консервантом. В такому вигляді термін використання жомового силосу продовжується до 4-8 місяців і більше [52].

На Саливонківському цукровому заводі утилізація кислого жому відбувається шляхом вапнування, в результаті якого його перетворюють на органічне добриво. У цьому процесі утилізації головна мета це раціональне співвідношення маси жому до маси вапна з метою досягнення нейтральної рН суміші (рН 5,6...6,8). Для проведення експериментів використовувався кислий жом, гашене і негашене вапно, дистильована вода (табл.3.7.).

**Таблиця 3.7. – Співвідношення маси гашеного вапна і маси жому при визначенні маси жому**

№пп	Маса жому, г	Маса вапна, г	рН
1	5	0,5	11,81
2	5	0,25	9,23
3	5	0,125	6,67

**Таблиця 3.8. Співвідношення маси негашеного вапна і маси жому при визначеній масі жому**

Маса жому, г	Маса вапна, г	pH
5	0,125	5,61

Як видно з таблиці 3.7, у ході дослідів вдалось нейтралізувати жом при співвідношеннях жому і негашеного вапна, а також жому і гашеного вапна, як: 1:0,025 при об'ємі дистильованої води 100 мл і 250 мл відповідно, при такому співвідношенні досягається потрібний рівень pH таким методом перетворюється на органічне добриво [53].

Буряковий жом містить пектин, який за своїм складом ідентичний пектину яблук і цитрусових. Пектин має здатність давати у водних розчинах з цукром і кислотою міцні гелі. На цій властивості ґрунтується застосування пектину у харчовій промисловості в якості желеутворюючого компоненту при виготовленні желе, мармеладів, цукерок, джемів, а також в якості емульгатора майонезних сумішей, соусів і різних харчових емульсій [23].

На цукровому заводі розроблена схема отримання бурякового пектину, яка включає наступні основні технологічні стадії:

1. підготовка жому до процесу екстрагування пектинових речовин (його подрібнення);
2. гідроліз – екстрагування пектинових речовин двадцятикратною кількістю 1,3% соляною кислотою за температури 700С, pH 0,6–0,8, тривалістю 2,5 годин;
3. фільтрування пектинового екстракту;
4. виділення пектину із рідкої фази осадженням хлористим алюмінієм за присутності гідроксиду амонію;
5. очистка пектину багатократним промиванням аліфатичними спиртами; сушіння та подрібнення пектину.

Недоліком наведеної технологічної схеми є підвищені витрати спирту на очищення коагулянту, що є економічно невигідним для заводу, багатоетапність та складність технології, тому виділення пектину для заводу на даний час нерентабельно [34].

Меляса бурякова (патока) - залишки цукробурякового виробництва, являє собою густу непрозору рідину від коричневого до темно-бурого кольору, з запахом, властивим буряковій мелясі, з солодким смаком із гіркуватим присмаком, має повну розчинність в гарячій і холодній воді.

Меляса бурякова широко застосовується:

- для відгодівлі сільськогосподарських тварин;
- для виробництва дріжджів;
- для виробництва спирту;
- у лікєро-горілчаній промисловості;
- для виробництва кондитерської продукції;
- як добриво у сільському господарстві;
- для виготовлення біоетанолу.

Таблиця 3.9. Органолептичні показники меляси

Назва показника	Характеристика
Зовнішній вигляд	Густа в'язка непрозора рідина
Колір	Від коричневого до темно-бурого
Запах	Властивий буряково цукровій мелясі без стороннього запаху
Смак	Солодкий з гіркуватим присмаком
Розчинність у воді	Повна, розчиняється у будь-яких співвідношеннях у гарячій і холодній воді

Мелясна барда застосовується у рослинництві у якості рідкого комплексного добрива та сумісного застосування в т.ч. з мікробіологічними

препаратами. Застосовують для підвищення рівнів родючості ґрунтів, а також для основного внесення та підживлення сільськогосподарських культур.

Таблиця 3.10. Фізико-хімічні показники мелясної барди

Назва показника	Характеристика
Масова частка сухих речовин, %, не менше	78,0
Масова частка сахарози, %, не менше	46,0
Масова частка суми цукрів, що зброджуються, %, не менше	46,4
Величина рН	6,9-7,2

Салівонківський цукровий завод проводив дослідження щодо відбору зразків ґрунту на яких вносились мелясна барда. Дослідження показали накопичення у ґрунті значної кількості: азоту, фосфору, калію органіки і цінних мікроелементів та сприяння розкислення ґрунтів.

Насьогодні на цукровому заводі припинили експорт меляси за кордон та успішно реалізують на новоствореному підприємстві, у підсумку отримуючи біоетанол та мелясну барду [32].

За результатами дослідження, у травні цього року на 1 га площі було внесено близько 150 т барди, а вже у вересні, згідно результатів досліджень ґрунту, було отримано збагачення азотом, фосфором, калієм. При кислотності до внесення барди 6,35 ґрунту і барди 5,13 було отримано по аналізу рН 7,51 (табл.3.11).

Органічна кислотність мелясної барди, яка розкладається за 10-12 днів після внесення, вступає в реакцію з кальцієм (СаО), який міститься в барді із розрахунку 5-7 кг на тонну, що в сукупності і дає позитивний результат.

Таблиця 3.11. Фізико-хімічні показники ґрунту після внесення м'ясної барди

Показник	2022	2023
Азот легкогідролізований, МГ/КГ	162,4	163,2
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , МГ/КГ	263,0	263,8
K <sub>2</sub> O, МГ/КГ	249,2	250,1
Гумус	3,12	3,18
рН	7,51	7,83

Сьогодні м'ясна барда пройшла всі необхідні експертизи вітчизняних та закордонних лабораторій, оцінивши вміст мінеральних добрив вчені рекомендують використовувати цей продукт для підживлення сільгосподарських земель. Проект із реалізації був успішно втілений цукровим заводом: побудований перехідний буфер, укладені відповідні договори на безперебійне постачання сільськогосподарським підприємствам.

## ВИСНОВКИ І РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. У ході виконання магістерської роботи було проаналізовано діяльність ПАТ Саливонківський цукровий завод і вивчено існуючий стан поводження з відходами підприємством, розглянуто методи утилізації відходів цукрового виробництва, було встановлено, що підприємство не достатньо ефективно використовує відходи.

2. У ході проведених досліджень було встановлено, що раціональними є співвідношення кислого жому до негашеного вапна, як 1:0,025 при змішуванні у 100 мл дистильованої води, і співвідношення кислого жому до гашеного вапна, як 1:0,025 при змішуванні у 250 мл дистильованої води.

3. При використанні мелясної барди, при правильному її внесенні на поля можна обійтися взагалі без купівлі мінеральних добрив.

4. Проаналізувавши склад та поживні властивості відходів цукрового виробництва, встановлено, що такі відходи, як жом і меляса можна використовувати в якості добрив для підвищення родючості ґрунтів.

5. При проведенні екологічної оцінки відходів виробництва цукрового заводу можна зробити загальний висновок, що використовуючи ефективно відходи, підприємство наближає технологію до безвідходної, тим самим вирішують екологічну проблему і дає можливість організувати нові виробництва і отримувати додаткову продукцію.

6. Однак ці заходи не дозволяють повною мірою вирішити проблему переробки бурякового жому. Незважаючи на ряд переваг, які дає використання бурякового жому, його переробка не є економічно виправданою, так як сушка є досить енерговитратним процесом. Раціональна комплексна утилізація відходів цукрового виробництва дозволить не тільки істотно підвищити ефективність виробництва цукру, але й розширити асортимент комбікормової продукції, зменшити витрати на випуск готової продукції і вирішити проблему утилізації бурякового жому.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Запольський А.К., Українець А.І. Екологізація харчових виробництв: Підручник. – К. : Вища школа, 2005. – 423 с.

2. Оборотні системи охолоджувального водопостачання в бурякоцукровому виробництві та сучасні технології обробки оборотних вод: Навч. посібн. – К. : ПЦО НУХТ, 2009. – 60 с.

3. Деклараційний патент на винахід 52378 А України, МПК7 C13/C17/00. Спосіб приготування сухого активованого адсорбенту з відходів бурякоцукрового виробництва / Ліпец А.А., Гусятинська Н.А., Гусятинський М.В., Чагайда А.О., Бібік Д.В. – 2002043150; Заявл. 17.04.2002; Опубл. 16.12.2002, Бюл. №12

4. Коваленко О.О., Василів О.Б., Патік Т.П. Оцінка ефективності використання води на підприємствах харчової галузі [Електронний ресурс] Режим доступу: [http://www.nbuu.gov.ua/portal/natural/otkhv/2010\\_25/Koval\\_2.pdf](http://www.nbuu.gov.ua/portal/natural/otkhv/2010_25/Koval_2.pdf)

5. Інфоіндустрія. Київ, 2018. URL: <http://infoindustria.com.ua/v-ukrayini-dozrivaye-rekordniy-urozhay-tsukrovih-buryaki/> (дата звернення: 03.03.2019).

6. Виробництво цукру в Україні скоротилося на 15%. Київ, 2019. URL: <https://news.finance.ua/ua/news/-/443355/vyrobnytstvotsukru-v-ukrayini-skorotylos-na-15> (дата звернення: 20.03.2019).

7. Сучасні напрями використання та утилізації бурякового жому. Київ, 2019. URL: <http://diamantsugar.com.ua/ua/articles/sychasn-napryamki-vikoristannya-ta-utilizats-buryakovogo-zhomy> (дата звернення: 20.03.2019).

8. Левандовський Л.В., Бублієнко Н.О., Семенова О.І. Природоохоронні технології та обладнання : підручник. Київ: НУХТ, 2013. 243 с.

9. Федоренченко Л.О., Сімахіна Г.О. Технологія природних харчових сорбентів : навчальний посібник. Київ/ НУХТ, 2006. 100 с.

10. АД БАД Україна. URL: <https://ag-bag.ua/advice/kormovaya-cennost->



zhoma-saharnoj-svecky (дата звернення: 22.03.2019).

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

12. Пастух Г.С. Розроблення технології пектину з вторинної картопляної сировини: дис. ... канд. тех. наук : 05.18.05 ; НУХТ. Київ, 2018. 267 с.

13. Василів О.Б. Структура та шляхи раціонального використання води на харчових підприємствах/О.Б. Василів, О.О. Коваленко // Наук. пр. ОНАХТ – 2009. – Вип. 35, т. 1. – С. 54-58.

14. Україна зменшила експорт цукру майже на третину за останній рік / Главком, Економіка та фінанси, 04.10.2019 р. Режим доступу: <https://glavcom.ua/economics/finances/ukrajina-zmenshila-eksport-cukru-mayzhe-na-tretinu-za-ostanniy-rik-630095.html>. Дата звернення: 06.12.2019.

15. Ляшенко С.О. Впровадження АСУПТ Цукрового виробництва в Україні: екологічні аспекти / С.О. Ляшенко, А.Ж. Фесенко, В.В. Юрченко // Інженерія природокористування. – 2018. – № 2 (10). – С. 49-58.

16. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями. – К.: Держмінекобезпеки України, 1998. – 28 с.

17. Мількевич В.М. Технологічна якість цукрових буряків та підвищення ефективності виробництва цукру / В.М. Мількевич, В.В. Кусянов. – К.: Фітосоціоцентр, 2000. – С. 6–7.

18. Оборотні системи охолоджувального водопостачання в бурякоцукровому виробництві та сучасні технології обробки оборотних вод: Навч. посібн. – К.: ПІДО НУХТ, 2009. – 60 с.

19. Оперативно-статистичні матеріали цукровиків України «Бурякоцукровий комплекс України» – К.: «Цукор України», 2018. – 201 с.

20. Охорона праці в галузі [Електронний ресурс]: метод. рекомендації для самопідготовки до практичних занять студ. спеціальності 7.05170111

«Технології цукру та полісахаридів» для ден. та заоч. форм навч./ уклад. О.І. Сидоренко, Т.М. Захарченко. – К.: НУХТ, 2014. – 33 с.

21. Писаренко В.Н. Безвідходні технології при переробці

сільськогосподарської продукції / В.Н. Писаренко, П.В. Писаренко, В.В.

Писаренко // Агроекологія. – Полтава, 2008. – 256 с.

22. ПАТ «Шепетівський цукровий комбінат» модернізує виробничі потужності [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:

<https://shepetivka.com.ua/novyny/biznes/5427-prat-shepetivskiy-tsukrovyy-kombinat-modernizuiє-vyrobnychi-potuzhnosti.html>

23. Проблеми розвитку цукрової промисловості регіону [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:

[http://nbuv.gov.ua/UJRN/Unzap\\_2003\\_2\\_52\\_67](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Unzap_2003_2_52_67)

24. Романчук С.В. Детермінанти підвищення еколого-економічної ефективності переробки відходів на цукрових заводах / С.В. Романчук. // «Молодий вчений». – 2015. – №3 (18) – С 39–44.

25. Руководство по экологическим и социальным вопросам по отраслям производство сахара [Електронний ресурс]. – 2009. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.ebrd.com/downloads/policies/environmental/sugar.pdf>.

26. Сучасний стан та перспективи розвитку цукрової промисловості України [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:

<http://nauka.kushnir.mk.ua/?p=15349>

27. Танащук Л.І. Екологічні проблеми цукрової промисловості та шляхи їх вирішення / Л.І. Танащук, Л.Ф. Степанець // Харкова промисловість. – 2013. – № 14 – С. 83–85.

28. Техніко-економічні показники діяльності підприємства ПАТ «Шепетівський цукровий завод» / Витяг із технологічної та екологічної документації щорічної звітності роботи підприємства. – 2018 р.

29. Хоменко М.Д. Технологічний процес виробництва цукру з цукрових буряків / М.Д. Хоменко, К.Д. Скорик, В.П. Шупахіна, К.О. Штангеев. // Правила усталеної практики 15.83-37-106-2007. Нормативне видання. – К.:

Цукор України, 2008. – 420 с.

30. Хоменко М.Д. Сучасні схеми і обладнання для переробки цукрових

буряків. Транспортування, очищення, отримання стружки і дифузійного соку; Навч. Посібник / М. Д. Хоменко. – К.: ІПДО НУХТ, 2006. – 240 с. 68

31. Хомічак Л.М. Перспективні напрями інноваційного розвитку цукробурякових заводів / Л.М. Хомічак., С.Т. Олійнічук // Виробничі питання. Вісник цукровиків України. – 2013 – №9 (88) – С. 26–30.

32. Цукрова галузь України в 2019 р. Посівні площі [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://agroportal.ua>

33. Шевчук В.Я. Екологічне управління. Підручник / В.Я. Шевчук, Ю.М. Саталкін, Г.О. Білявський та ін. – К.: Либідь, 2004. – 432 с.

34. Шепетівський цукровий комбінат експортує продукцію до Європи [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://shepetivka.com.ua/novyny/biznes/5522-shepetivskiy-tsukrovyy-kombinatza-kvartal-eksportuvav-1-tys-tonn-tsukru.html>

35. Ящук Л.Б. Вплив стічних вод ВАТ «Пальмірацукор» на якість води річки Суха Згарь / Л.Б. Ящук. // Вісник ХНАДУ. – 2011. – № 52 – С. 128–132.

36. Збірник методик по визначенню концентрацій забруднюючих речовин газоповітряних сумішах. Київ, 1993 р.

37. Звіт про стратегічну екологічну оцінку проекту Програми соціально-економічного та культурного розвитку Київської області на 2021 рік. 2020. 76 с.

38. Інструкція про зміст та порядок складання звіту проведення інвентаризації викидів забруднюючих речовин на підприємстві. // Наказ № 7 Міністерства охорони навколишнього природного середовища та ядерної безпеки України від 10.02.1995 р

39. Коденська М.Ю. Тенденції розвитку і напрями активізації інвестування цукробурякового виробництва. Економіка АПК. 2010. № 2. С.74–78.

40. Коротка кліматична характеристика Київської області та містах області, видана Центральною геофізичною обсерваторією Міністерства екології та природних ресурсів України 11.11.2020 р.

41. Ліпещ А.А., Гусятинська Н.А., Гусятинський М.В., Чагайда А.О., Бібік Д.В. Деклараційний патент на винахід 52378/А України, МПК7 C13/C1/00. Спосіб приготування сухого активованого адсорбенту з відходів бурякоцукрового виробництва 2002043150; Заявл. 17.04.2002; Опубл. 16.12.2002, Бюл. №12

42. Методики розрахунку викидів забруднюючих речовин пересувними джерелами. УкрНТЕК. 2000.

43. Правила охорони праці в цукровому виробництві. Київ. 1997. 303с.

44. Рудко В. Довідник буряководи. К.: Урожай. 1975. 224с.

45. Рослинництво: підручник, За ред. В.Г. Влоха. К.: Вища школа, 2005. 382с.

46. Чернихівський Г.І. Кременець: путівник. Львів: Камінь, 1987. 56с.

47. Ярчук М.М. Реструктуризація цукробурякового виробництва в Україні // Економіка АПК. 2008. № 5. С. 59-61.

48. <http://www.sugarua.com> – національна асоціація цукровиків України «Укрцукор».

49. Sabluk, P.T. Kodens'ka, M.Yu. and Vlasov, V.I. (2007), Tsukroburiakove vyrobnytstvo Ukrainy: problemy vidrodzhennia, perspektyvy rozvytku [Sugar beet production in Ukraine: problems of the revival and development prospects], Kyiv, Ukraine.

50. Апостолюк С.О., Джигерей В.С., Соколовський І.А., Апостолюк А.С. та ін. Захист атмосфери від шкідливих промислових викидів. навчальний посібник. К.: Основа, 2005. 269с.

51. Василів О.Б. Структура та шляхи раціонального використання води на харчових підприємствах // Наук. пр. ОНАХТ. 2009. Вип. 35, т. 1, С. 54-58.

52. Гусятинська Н. А., Чорна Т. М., Бондар Л. М., Касян І. М. До питання екологізації виробництва цукру [Електронний ресурс]. Збірник наукових статей — III-го Всеукраїнського з'їзду екологів з міжнародною участю. Вінниця, 2011. Том.2. С.548–551. Режим доступу: <http://eco.com.ua/>

53. Джигирей В.С., Сторожук В.М. та ін. Основи екології та охорона навколишнього природного середовища. Л.: Афіша, 2000. 272с.

54. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» Затв. пост. Верховної Ради України від 25.06.1991 № 1264-ХІІ.

55. Закон України «Про внесення змін до Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища» Затв. пост. Верховної Ради України від 05.02.1998 № 186/98-ВР

56. Закон України «Про охорону атмосферного повітря» Затв. Пост. Верховної Ради України від 16.10.1992 № 2707-ХІ.

57. Закон України «Про внесення змін до Закону України «Про охорону атмосферного повітря». Затв. пост. Верховної Ради України від 21.06.2001 № 2556-ТІІ.