

УДК 664.1.03

ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРЕДУМОВ ВТРАТ САХАРОЗИ
У ПІСЛЯЗБИРАЛЬНОМУ ЗБЕРІГАННІ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ

Шейко Т. В., к.т.н., старша дослідниця, пр.н.с.
відділу технології цукру, цукровмісних продуктів та інгредієнтів
<https://orcid.org/0000-0002-0559-1335>

Ткаченко С. В., к.т.н., старший дослідник, с.н.с.
відділу технології цукру, цукровмісних продуктів та інгредієнтів
<https://orcid.org/0000-0003-2897-8978>

Інститут продовольчих ресурсів НААН, м. Київ, Україна

<https://doi.org/10.31073/foodresources2026-26-17>

Надійшла 26.05.2026. Прийнята після рецензування 15.06.2026. Опублікована 30.06.2026

Ліцензія CC BY-NC-ND 4.0

Предмет. Успішна робота цукробурякового комплексу України залежить від якості та умов зберігання сировини. Розуміння біохімічних процесів, що відбуваються у цукрових буряках після збирання та умови закладання їх у кагати на довготривале зберігання є одним з ключових елементів управління втратами сахарози у виробництві цукру. **Мета.** Метою досліджень стало вивчення біохімічних процесів, які відбуваються у цукрових буряках під час їх закладання та упродовж довготривалого зберігання у кагатах та прогнозування впливу біохімічних і мікробіологічних показників на процес зберігання і ведення виробництва. **Методи.** Для визначення змін, що відбувались з цукровими буряками проводились спостереження за їх зберіганням у кагатах протягом 15 діб. Увага була зосереджена на біохімічних процесах та розвитку патогенної мікрофлори. **Результати.** Проведено дослідження щодо умов закладання цукрових буряків на зберігання, описано характеристику кагатів та кліматичні умови під час зберігання. Розглянуто вплив патогенної мікрофлори на умови зберігання та їх переробку. Досліджено динаміку зміни температури та динаміку зміни вмісту сахарози під час проведення спостережень. Наведено загальні втрати сахарози за період зберігання та транспортування буряків на переробку у завод. Описано способи обробки буряків хімічними реагентами перед закладанням їх на зберігання та задля зниження неврахованих втрат сахарози. **Сфера застосування результатів.** Отримані дані спостережень можна використовувати цукровими заводами для оптимізації післязбирального зберігання цукрових буряків, прогнозування тривалості зберігання та задля моніторингу інтенсивності розвитку патогенної мікрофлори, що дасть змогу запобігти або мінімізувати невраховані втрати сахарози у виробництві цукру.

Ключові слова: цукрові буряки, переробка, біохімічні процеси, мікробіологічні втрати сахарози, невраховані втрати

A STUDY OF THE FACTORS CONTRIBUTING TO SUCROSE LOSS
DURING POST-HARVEST STORAGE OF SUGAR BEETS

Tamila Sheiko, PhD, Engineering, Senior Researcher, Leading Researcher of
Department of Sugar Technology, Sugar-containing Products and Ingredients
<https://orcid.org/0000-0002-0559-1335>

Serhii Tkachenko, PhD, Engineering, Senior Researcher, Senior Research of
Department of Sugar Technology, Sugar-containing Products and Ingredients
<https://orcid.org/0000-0003-2897-8978>

Institute of Food Resources of NAAS, Kyiv, Ukraine

Subject. The successful operation of Ukraine's sugar beet industry depends on the quality and storage conditions of the raw material. Under storage the biochemical processes that take place in sugar beet after harvesting, and the conditions under which it is stacked in piles for long-term storage, is one of the key elements in managing sucrose losses in sugar production. **Objective.** The aim of the research was to investigate the biochemical processes occurring in sugar beet during storage and throughout long-term storage in piles, and to predict the impact of biochemical and microbiological parameters on the storage process and production management. **Methods.** To determine the changes occurring in sugar beet, observations were made

of their storage in piles over a period of 15 days. The focus was on biochemical processes and the development of pathogenic microflora. **Results.** A study was conducted on the conditions for storing sugar beet; the characteristics of the beet piles and the climatic conditions during storage are described. The influence of pathogenic microflora on storage conditions and processing was examined. Changes in temperature and sucrose content were monitored during the observation period. The total sucrose losses during the storage period and the transport of beets to the processing plant are presented. Methods are described for treating beetroot with chemical reagents prior to storage and to reduce unaccounted-for sucrose losses. **Scope of the results.** The observational data obtained can be used by sugar factories to optimise post-harvest storage of sugar beet, predict storage duration and monitor the rate of pathogenic microflora development, thereby preventing or minimising unaccounted-for sucrose losses in sugar production.

Key words: sugar beet, processing, biochemical processes, microbiological sucrose losses, unaccounted losses

Постановка проблеми. Успішна робота цукробурякового комплексу України прямопропорційно залежить від якості та збереження сировини, контролю всіх біохімічних процесів, які відбуваються у цукрових буряках та зниження втрат сахарози під час зберігання. Відомо, що технологічна характеристика буряків формується ще на етапі селекції, проведенні агротехнічних заходів під час вегетації та збирання сировини.

Сировина, що надходить виробництво цукру, безперечно потребує зберігання задля створення умов довготривалої і безперебійної роботи заводу. Саме спосіб зберігання, контроль післязбиральних біохімічних процесів та фітопаталогічний стан цукрових буряків визначає рівень втрат маси коренеплодів, подальшу якість і чистоту соків, обсяг виходу готової продукції та її собівартість. Таким чином, контроль і збереження технологічних характеристик сировини є важливим резервом для підвищення ефективності виробництва цукру. Ключовим показником якості сировини, окрім ботанічних характеристик та їх зміни у процесі довготривалого зберігання, є вміст сахарози, адже саме від нього залежить вихід готового кристалічного цукру.

Останнім часом через дефіцит вологи та переувігнення ґрунту буряк набуває архітектурних змін, що призводить до травмування 90% коренеплодів при збиранні та післязбиральній втраті сахарози через перебіг біохімічних та мікробіологічних процесів [1, 4].

Основною проблемою економічно ефективної переробки буряків є так звані «невраховані втрати» сахарози. Кожен відсоток втраченої сахаристості в полі, під час зберігання, під час перероблення трансформується у прогресуюче зниження виходу готового продукту та зниження його якості [2, 3, 5].

Тому чітке розуміння біохімічних процесів, що відбуваються у сировині після збирання та за умов закладання її у кагати є одним з ключових елементів управління цими втратами.

Метою досліджень стало вивчення біохімічних процесів, які відбуваються у цукрових буряках під час їх закладання та упродовж довготривалого зберігання у кагатах та прогнозування впливу біохімічних і мікробіологічних показників на процес ведення виробництва.

Матеріали та методи. Дослідженню піддівались цукрові буряки змішаної селекції, вирощені на полях з чорноземним ґрунтом у Вінницькій області України у період виробничого сезону 2024-2025 року, які поступали на цукровий завод, розташований у радіусі 35-40 км від полів з посівами цукрових буряків. Спостереження проводились за двома укладеними кагатами протягом 15 діб з 10 по 25 жовтня. Результати отримані за допомогою традиційних та сучасних фізико-хімічних, технологічних та статичних методів. Для проведення досліджень використані типові методики визначення показників якості продуктів цукробурякового виробництва, описані в інструкціях з ведення хіміко-технологічного контролю.

Результати та обговорення. Спостереження за станом цукрових буряків у кагатах розпочинали з оцінки майданчика для зберігання, наявності під'їзних шляхів, водопідведення для гідротранспортування буряків з кагатів до заводу. Далі проводився огляд 2 обраних

кагатів, де візуально оцінювали їх форму, цілісність, наявність просідання, тріщин, вологих місць чи ознак самозігрівання. Кагати сформовані висотою 8–9 метрів та шириною 6–7 метрів у вигляді трапеції. Така форма забезпечує природну вентиляцію під час зберігання, додаткової примусової вентиляції не передбачено, так як зберігання заплановано лише 14–17 діб. Температура навколишнього середовища під час експерименту складала близько 1–3°C вночі та 9–14°C вдень. Опадів під час спостережень не було.

Потім перевіряли, чи немає ознак самозігрівання буряків у кагатах, або загнивання буряків. Для цього вимірювали температуру всередині кагату в різних місцях і на різній глибині на допомогу електронного термодатчика, закріпленого на дерев'яний подовжувач довжиною 2,5 м. Також оглядали поверхню кагату на появу пари над ним вранці, неприємного запаху чи мокрих ділянок, що можуть свідчити про гниття коренеплодів.



Рис. 1. Візуальний стан кагату цукрових буряків

Проведений огляд кагатів показав, що коренеплоди в завод надходять зі слідами сильного механічного пошкодження (сколами, зрізами), деякі коренеплоди мають низький зріз та обрив хвостової частини більш ніж на 40 мм, що може призводити до значних втрат сахарози, зокрема у транспортерно-мийній воді. Механічно травмовані буряки (порізи, биття) втрачають сахарозу у 2–3 рази швидше, ніж здорові [5, 6]. Пошкоджені місця стають основою для розвитку патогенної мікрофлори, оскільки буряковий сік, що виділяється, є ідеальним поживним середовищем для мікроорганізмів [7].

Таблиця 1

Узагальнення впливів біохімічних процесів цукрових буряків на їх зберігання та якість

Технологічна проблема	Причина виникнення проблеми	Вплив на якість сировини	Необхідна дія задля усунення проблеми
Проростання	1. Наявність коренеплодів з високим зрізом головки та наявність бруньок на головці, сповільнений обмін повітря в кагаті. 2. Підвищена температура повітря та середовища в кагаті	Інтенсивний гідроліз сахарози, що витрачається на утворення ростків. Прискорення біохімічних процесів (дихання), утворення нецукрів	Слідкувати за вирівнюванням площини поля перед сівбою насіння та за роботою гичкозбиральної техніки перед викопуванням коренеплодів
Пліснявіння коренеплодів, утворення кагатної гнилі	1. Механічне пошкодження коренеплодів цукрових 2. Підвищена інтенсивність дихання 3. Інтенсифікація мікробіологічних процесів	Різка втрата сахарози внаслідок процесів дихання та загоєння тканин з утворенням суберенізованого шару на пошкодженій тканині, ферментативний гідроліз сахарози. Внаслідок утворення гнилої маси значне збільшення нецукрів	Контроль механічного пошкодження коренеплодів, зменшення тривалості зберігання. Блокування поширення осередків гниття, вапнування, оброблення антисептиками місць інтенсивного розвитку гнилі

			Продовження таблиці 1
Утворення слизистого бактеріозу внаслідок дії високих та низьких температур, інтенсивна втрата маси коренеплодів а погіршення хімічного складу цукрових буряків	1. Відсутність захисту кагатів від сонячної інсоляції (вапнування верхнього шару кагатів) 2. Зберігання буряків у кагатах без їх укриття.	Неможливість зберігання буряків, значні втрати сировини, гальмування процесів екстракції сахарози, очищення, фільтрування, кристалізації	Подальше зберігання неможливе. Негайне перероблення сировини. Отримання товарного цукру з клеровки.

*Узагальнення зроблені на основі [8]

Таблиця 2

Узагальнення впливів біохімічних процесів цукрових буряків на їх зберігання та якість

Технологічна проблема	Причина виникнення проблеми	Вплив на якість сировини	Необхідна дія задля усунення проблеми
Проростання	Підвищена температура в кагаті	Прискорення біохімічних процесів (дихання), інтенсивний гідроліз сахарози	Необхідна інтенсивна вентиляція кагатів
Гниття, пліснявіння	Накопичення тепла, механічне пошкодження коренеплодів цукрових буряків	Різка втрата сахарози внаслідок процесів загоєння тканин, (суберенізації), ферментативний гідроліз сахарози	Блокування поширення осередків гниття, вапнування, оброблення антисептиками місць інтенсивного розвитку гнилі
Підмороження / інтенсивне гниття	Низькі температури, відсутність упереджувачих дій/накриття кагатів	Неможливість зберігання, втрати сировини	Негайне перероблення сировини. Подальше зберігання неможливе

*Узагальнення сформовані у таблицю на основі [8].

Найбільш оптимальними умовами для мінімізації біохімічного процесу дихання цукрових буряків вважається температура 1–3°C. За такої температури середньодобові втрати сахарози на дихання є мінімальними і складають близько 0,01% до маси буряків [9].

Інтенсивність дихання напряму залежить від температури. За підвищення температури на кожні 10°C витрати сахарози на дихання зростають у 2,5–3,0 рази. За температури 12–16°C втрати сахарози за 10 днів зберігання можуть досягнути 9,2%, особливо якщо сировина поступила на зберігання некондиційна (механічно пошкоджена, підв'яла, з мікробіологічними ураженнями). У буряках під час зберігання сахароза ще розкладається під дією ферментів, зокрема інвертази, на глюкозу та фруктозу (інвертний цукор), що не лише знижує вміст сахарози, а й ускладнює ведення технологічних процесів очищення напівпродуктів, а й подальшу кристалізацію цукру [6, 7, 11].

Згідно з результатами огляду в кагаті містяться осередки утворення кагатної гнилі (рис. 2, а), що створює підставу для найшвидшої переробки буряків із даного кагату. Окрім цього значна частина буряків підв'ялена, тобто втративши тургор, що є наслідком кліматичних умов літнього періоду. Такі буряки мають більшу здатність до поглинання води на тракті подачі в завод. Втрата вологи коренеплодами призводить до порушення тургору та структури клітин. Середньодобова втрата сахарози на дихання у в'ялих буряків майже в 4 рази більша, ніж у свіжих. В'янення знижує стійкість коренеплодів до бактеріальних захворювань (здатні більш активніше вражатися слизистим бактеріозом) та посилює активність ферментів. Кожен відсоток втраченої вологи може збільшити середньодобові втрати цукру на 0,005–0,01% [4]. Оптимальною вологістю для довготривалого зберігання рекомендована відносна вологість повітря 85–95%.



Рис 2. Результати поверхневого огляду буряків у кагатах
а, б – видимі осередки ураження кагатною гниллю

Слід звернути увагу на буряки з ризиктоніозом, тобто муміфікацією коренеплоду, що є наслідком посушливого клімату. На коренеплоді, як правило, безпосередньо на частині, що виступає над ґрунтом, з'являються сухі гнилісні плями від темно-коричневого до чорного кольору. За раннього та значного ураження коренеплоди гинуть повністю, тобто вони не придатні для перероблення. Здебільшого ризиктоніоз призводить до зменшення якісних показників напівпродуктів на 1–10% під час оцінки на цукровому заводі [11].

Окрім того, висота обстежуваних кагатів складає близько 9 м, що є недопустимим для буряків такої якості. За існуючих умов перероблення цукрових буряків, у разі не можливого перероблення «з коліс», доцільно укласти їх в кагати висотою не більше 4–6 м.

Таблиця 3

Температурний скринінг у середні кагатів цукрових буряків протягом періоду їх зберігання

Показник	Кількість днів зберігання буряків				
	День закладання на зберігання	1 доба зберігання	5 днів зберігання	10 днів зберігання	15 днів зберігання, забір буряків на виробництво
Кат 1					
Температура, °C	+6	+6	+4	+9	+9
Кат 2					
Температура, °C	+6	+7	+9	+12	+13

Вимірювання температури проводились в один і той самий час доби (11⁰⁰–11³⁰) і є середнім значенням трьох повторюваностей вимірювання з урахуванням похибки кагатного термодатчика (для електронних кагатних датчиків допустима похибка становить приблизно $\pm 0,5$ – 1 °C) та середнім значенням з 5 точок по довжині кагату.

З проведеного експерименту варто відзначити, що у кагаті 2 навіть візуально спостерігались вогнища кагатної гнилі (рис. 2 а, б), а наростання температури в середині кагату лише підтверджує внутрішнє «горіння» кагату та інтенсифікацію процесів дихання і розвитку патогенної мікрофлори.

Нагрівання верхніх шарів кагату сонячним промінням провокує самозігрівання. Накопичення ґрунту в місцях зупинки навантажувача створює зони анаеробіозу. У цих умовах бактерії *Leuconostoc mesenteroides* активно продукують декстран (слиз) [9] .

Зниження якості буряків під час зберігання є результатом синергії розвитку бактерій (*Leuconostoc*, *Gluconobacter*, *Lactobacillus*) та грибів (*Penicillium*, *Fusarium*, *Mucor*). Особливу

роль відіграють дріжджі *Pichia membranifaciens*, які ініціюють процеси ферментації [2]. Наслідком їхньої життєдіяльності є накопичення нецукрів, інвертного цукру, α -амінного азоту, калію (K^+) та натрію (Na^+). Ці речовини не лише перешкоджають веденню технологічних процесів, очищенню напівпродуктів та проведенню кристалізації сахарози, а й потребують додаткових витрат реагентів на етапі очищення.

Системою біологічних маркерів цукрових буряків гарної якості є наявність грибів роду *Plectosphaerella*, що вказує на стійкість мікробіому та високу лежкість. А індикатором зниження якості зазвичай є виявлення на мікробіологічному посіві бактерій *Gluconobacter* та дріжджів класу *Saccharomycetes*, що сигналізує про неминучу втрату буряками сахаристості [3]. Діяльність, наприклад, мікроміцета *Botrytis cinerea* призводить до утворення гнилої маси. При зберіганні понад 60 діб втрати від мікробіологічного розкладання можуть становити 80–90% від загальних витрат цукру [10, 12].

Задля розуміння витрат сахарози під час проведення експерименту, відбрали середні проби цукрових буряків, то тому ж принципу, як проводились вимірювання температури, готувалась узагальнена середня проба з кожного кагату та вимірювався вміст сахарози поляриметричним методом та методом етанольної екстракції, для можливості порівняння витрат.

Таблиця 4

**Основні види патогенних мікроорганізмів
та їх вплив на зберігання і переробку цукрових буряків**

Назва мікроорганізму	Основні метаболіти	Технологічні наслідки
<i>Leuconostoc mesenteroides</i>	Утворення і накопичення декстрану, приріст молочної кислоти	Утворення слизистого бактеріозу, зростання в'язкості напівпродуктів, здатність до поліферації, ускладнення процесу фільтрування, ускладнення процесу кристалізації
<i>Bacillus subtilis</i>	Утворення і накопичення нітритів, левану	Інверсія сахарози, накопичення термостабільних ферментів
<i>Pseudomonas spp.</i>	Утворення і накопичення нітритів, органічних кислот	Агресивна інверсія сахарози (втрати до 50% за 24 години)
<i>Clostridium spp.</i>	Утворення і накопичення аміаку, масляної кислоти, водню	Сильне газотворення, інгібування розкладання амідів на стадії вапнування соків, наростання забарвленості соків
<i>Escherichia coli</i>	Утворення і накопичення, нітритів, газів	Зниження чистоти напівпродуктів, накопичення в них нітритів

Поляриметричним методом можна визначити вміст сахарози за оптичними властивостями розчину і він зазвичай застосовується у виробничій лабораторії, для якого допустима похибка становить приблизно $\pm 0,1$ – $0,3\%$. Метод етанольної екстракції полягає у вилученні сахарози за допомогою етилового спирту. Похибка методу етанольної екстракції за визначення вмісту сахарози є невеликою і становить приблизно $\pm 0,05$ – $0,1\%$. Етанол пригнічує ферментативні процеси у розчині та зменшує інверсію сахарози під час аналізу, має високу точність і більше використовується для наукових досліджень. Саме за порівняння визначення сахарози двома методами можна відмітити тенденцію до наростання неврахованих витрат сахарози, що може бути наслідком мікробіологічних чинників та гниття буряків у кагаті.

Таблиця 5

**Вміст сахарози в усередненій пробі, відібраної з кагатів цукрових буряків
протягом періоду їх зберігання**

Показник	Кількість діб зберігання буряків				
	День закладання на зберігання	1 доба зберігання	5 діб зберігання	10 діб зберігання	15 діб зберігання, забір буряків на виробництво
Кагат 1					
Вміст сахарози (поляриметричний метод),%	17,6	17,6	17,6	17,5	17,4
Вміст сахарози (метод етанольної екстракції),%	17,5	17,5	17,5	17,3	17,3
Кагат 2					
Вміст сахарози (поляриметричний метод),%	17,8	17,8	17,7	17,5	17,4
Вміст сахарози (метод етанольної екстракції),%	17,8	17,7	17,6	17,4	17,1

Надалі були проведені заміри втрат сахарози (поляриметричним методом) саме по кагату 2, під час забору його на переробку.

Таблиця 6

**Втрати сахарози при зберіганні цукрових буряків і транспортуванні їх в завод
(*дані наведені лише за період проведення досліджень)**

Показник втрат цукрози	Нормативні втрати сахарози, %	Дійсні втрати сахарози за транспортування буряків з досліджуваного кагату, %
Втрати сахарози при зберіганні	0,1-0,3	0,4
Втрати від недостачі буряків (бій, хвостики)	0,1-0,5	0,1
Втрати в транспортерно-мийні воді	0,25-0,3	0,33
Інші втрати	0,75-1,6	0,17

Згідно отриманих даних, втрати сахарози не перевищують нормативні показники. Втрати сахарози в транспортерно-мийній воді залежать від якості буряка і пори року. До настання морозів розмір втрат знаходиться в межах 0,30–0,45% від маси буряка. Щоб втрати сахарози залишалися в допустимих межах необхідно щоб температура води при митті цілих, непошкоджених буряків була не вище 15-18°C. У разі підвищення температури води втрати сахарози будуть збільшуватись.

Бурякам з такого кагату варто приділити максимальну увагу і за можливості першочергово направити на переробку.

Для подальшого уникнення негативних біохімічних процесів під час зберігання варто обробляти хімічними реагентами цукрові буряки перед закладанням їх у кагати. У тому числі і біоцидними препаратами.

В останній час для обробки буряків запропоновано препарати, які мають бактерицидні та фунгіцидні властивості і розкладаються в кагатах з утворенням газоподібних продуктів, наприклад, сульфат натрію (Na_2SO_3). При зберіганні буряків він розкладається на сірчистий газ, воду та луг, внаслідок чого пригнічується активність кагатної мікрофлори [12] .

Наковці Чернявська Л.І. і Мількевич В.М. [14] свого часу теж активно займалися цим питанням і провели промислові випробування технології короткотермінового та тривалого зберігання цукрових буряків із застосуванням біоцидного препарату широкого спектру дії

«Корцид» на основі ПГМГ, які показали перспективність його використання при обробленні цукрових буряків перед закладанням їх у кагати.

Канадські вчені [15] запропонували метод повздовжнього зрізу ураженого кагату, обґрунтовуючи це кращою вентиляцією, зняттям більшої площі уражених буряків, мінімізацією втрат сахарози, у порівнянні з торцевим зрізуванням кагатів і направленням їх на переробку.

Досить дешевим способом зниження зараження буряків у кагатах є фумігація буряків діоксидом сірки (SO_2), що є одним із найбільш дешевих і ефективних методів збереження цукрових буряків, оскільки вона комплексно впливає на біохімічні та мікробіологічні процеси в коренеплодах, значно знижуючи втрати сахарози [5, 12]. Діоксид сірки пригнічує активність ферменту інвертази на 39,7% та гальмує метаболічні процеси буряків, у тому числі інтенсивність дихання коренеплодів, а витрати сахарози на дихання за таких умов знижуються у 2,0–2,5 рази.

Висновки. Отже, для мінімізації втрат цукрових буряків та забезпечення стабільної роботи цукрового заводу в умовах подовженого виробничого сезону необхідно впроваджувати комплекс технологічних і організаційних заходів, спрямованих на збереження якості сировини під час зберігання. До таких заходів належать поетапна модернізація майданчиків тривалого зберігання, впровадження системи ранжування партій буряків за їхньою здатністю до зберігання на основі мікробіологічного аналізу та постійний моніторинг стану кагатів для своєчасного виявлення осередків самозігрівання.

Особливу увагу слід приділяти підтриманню оптимального температурно-вологісного режиму зберігання шляхом оброблення поверхні кагатів і підкагатних майданчиків розчином вапняного молока, а також укривання кагатів спеціальними матеріалами в періоди підвищених температур у вересні–жовтні та при зниженні температури в другій половині сезону. Застосування цих заходів дає змогу зменшити підв'ялювання верхнього шару коренеплодів, обмежити втрати вологи та запобігти негативному впливу несприятливих погодних умов.

Важливими складовими ефективного зберігання є також своєчасна зачистка кагатів для запобігання розвитку анаеробних процесів і використання біоцидів та інших хімічних реагентів для стримування розвитку патогенної мікрофлори.

Комплексна реалізація зазначених заходів сприятиме зменшенню втрат маси та сахарози, збереженню технологічних властивостей сировини і підвищенню ефективності її переробки.

Наразі дослідження тривають у рамках виконання державної тематики з реєстраційним номером 0126U002742 та будуть висвітлені у подальших публікаціях.

Бібліографія

1. Cole, D. F. 1977. Effect of cultivar and mechanical damage on respiration and storability of sugarbeet roots. J. Am. Soc. Sugar Beet Technol. 19: 240–245. <https://assbt.org/wp-content/uploads/2024/02/JSBRVol19No3P240to245EffectofCultivarandMechanicalDamageonRespirationandStorabilityofSugarbeetRoots.pdf>.
2. Vaccari, G., Marzola, M. G., Mantovani, G., Bentini, M., Baraldi, G., & Spettoli, P. (1988). Chemical and enzymatic changes in strongly damaged beets. *Food Chemistry*, 27(3), 203–211. [https://doi.org/10.1016/0308-8146\(88\)90063-5](https://doi.org/10.1016/0308-8146(88)90063-5).
3. Hoffmann, C., & Kenter, C. (2009). Changes in the processing quality of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) during long-term storage under controlled conditions. *International Journal of Food Science & Technology*, 44(5), 910–917. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2007.01641.x>.
4. Lauer, J. G. 1994. Early harvest of sugarbeet: yield and quality response to irrigation, cultivar and nitrogen. *J. Sugar Beet Res.* 21: 117–133.
5. Martin, S. S., Narum, J. A. and Chambers, K. H. 2001a. Sugarbeet biochemical quality changes during pile storage. Part I. Sugars. *J. Sugar Beet Res.* 38: 35–53. <https://assbt.org/wp-content/uploads/2024/02/JSBRVol38No2p173to188SugarbeetBiochemicalQualityChangesDuringFactoryPileStorage.pdf>.

6. Martin, S. S., Narum, J. A. and Chambers, K. H. 2001b. Sugarbeet biochemical quality changes during factory pile storage. Part II. Non-sugars. *J. Sugar Beet Res.* 38: 173–188. <https://assbt.org/wp-content/uploads/2024/02/JSBRVol38No2p173to188SugarbeetBiochemicalQualityChangesDuringFactoryPileStorage.pdf>.
7. Ugrenovic, V. (2015). Mineral nutrition plants in function of stabile sugar beet production. *Selekcija i Semearstvo*. <https://doi.org/10.5937/SELSEM1502039D>.
8. Технологічна якість цукрових буряків та підвищення ефективності виробництва цукру / В. М. Мількевич та ін. Київ : Укр. фітосоціол. центр, 2000. 132 с.
9. Wyse, R.E., Theurer, J.C. and Doney, D.L. (1978), Genetic Variability in Post-harvest Respiration Rates of Sugarbeet Roots1. *Crop Science*, 18: 264–266 <https://doi.org/10.2135/cropsci1978.0011183X001800020017x>.
10. Шейко, Т. Вплив мікробіологічної біоплівки на технологічний процес цукрового виробництва. *Продовольчі ресурси*, 9 (16), 2021. 221–228. <https://doi.org/10.31073/foodresources2021-16-21>.
11. Liebe, S., Wibberg, D., Winkler, A., Pühler, A., Schlüter, A., & Varrelmann, M. (2016). Taxonomic analysis of the microbial community in stored sugar beets using high-throughput sequencing of different marker genes. *FEMS Microbiology Ecology*, 92 (2), fiw004. <https://doi.org/10.1093/femsec/fiw004>.
12. Bill M, Eide JD, Fugate KK, Bolton MD, Kandel HP, Kandel SL. 2024. Continental-scale insights into the sugarbeet diffusion juice microbiomes. *Microbiol Spectr* 12:e01093-24. <https://doi.org/10.1128/spectrum.01093-24>.
13. Касян, І. М. (2013). Удосконалення технології зберігання цукрових буряків шляхом застосування ефективних дезінфектантів [Дис. канд. техн. наук]. НУХТ. 238 с.
14. Мількевич, В. М., & Чернявська, Л. І. (2000). Дослідження технологічної якості цукрових буряків різних регіонів України та розробка математичних моделей прогнозування основних показників їх переробки. *Цукор України*, (1), 8–10.
15. Van Eerd, L. L., Congreves, K. A., and Zandstra, J. W. 2012. Sugar beet (*Beta vulgaris* L.) storage quality in large outdoor piles is impacted by pile management but not by nitrogen fertilizer or cultivar. *Canadian Journal of Plant Science*. 92(1): 1–11. <https://doi.org/10.4141/cjps2011-054>.

References

1. Cole, D. F. 1977. Effect of cultivar and mechanical damage on respiration and storability of sugarbeet roots. *J. Am. Soc. Sugar Beet Technol.* 19: 240–245. <https://assbt.org/wp-content/uploads/2024/02/JSBRVol19No3P240to245EffectofCultivarandMechanicalDamageonRespirationandStorabilityofSugarbeetRoots.pdf>
2. Vaccari, G., Marzola, M. G., Mantovani, G., Bentini, M., Baraldi, G., & Spettoli, P. (1988). Chemical and enzymatic changes in strongly damaged beets. *Food Chemistry*, 27(3), 203–211. [https://doi.org/10.1016/0308-8146\(88\)90063-5](https://doi.org/10.1016/0308-8146(88)90063-5).
3. Hoffmann, C., & Kenter, C. (2009). Changes in the processing quality of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) during long-term storage under controlled conditions. *International Journal of Food Science & Technology*, 44(5), 910–917. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2007.01641.x>
4. Lauer, J. G. 1994. Early harvest of sugarbeet: yield and quality response to irrigation, cultivar and nitrogen. *J. Sugar Beet Res.* 21: 117–133.
5. Martin, S. S., Narum, J. A. and Chambers, K. H. 2001a. Sugarbeet biochemical quality changes during pile storage. Part I. Sugars. *J. Sugar Beet Res.* 38: 35_53. <https://assbt.org/wp-content/uploads/2024/02/JSBRVol38No2p173to188SugarbeetBiochemicalQualityChangesDuringFactoryPileStorage.pdf>.
6. Martin, S. S., Narum, J. A. and Chambers, K. H. 2001b. Sugarbeet biochemical quality changes during factory pile storage. Part II. Non-sugars. *J. Sugar Beet Res.* 38: 173_188. <https://assbt.org/wp-content/uploads/2024/02/JSBRVol38No2p173to188SugarbeetBiochemicalQualityChangesDuringFactoryPileStorage.pdf>.
7. Ugrenovic, V. (2015). Mineral nutrition plants in function of stabile sugar beet production. *Selekcija i Semearstvo*. <https://doi.org/10.5937/SELSEM1502039D>.
8. Tekhnologichna yakist tsukrovikh buryakiv ta pidvishchennya yefektivnosti virobnytstva tsukru / V. M. Milkevich ta in. [Technological quality of sugar beets and increasing the efficiency of sugar production] Kiiv : Ukr. fitosotsiol. tsentr, 2000. 132 s.[in Ukrainian].

-
9. Wyse, R.E., Theurer, J.C. and Doney, D.L. (1978), Genetic Variability in Post-harvest Respiration Rates of Sugarbeet Roots1. *Crop Science*, 18: 264-266
crops1978.0011183X001800020017x. <https://doi.org/10.2135/crops1978.0011183X001800020017x>.
10. Sheiko, T. Vpliv mikrobiologichnoi bioplivki na tekhnologichnii protses tsukrovogo virobnitstva. *PRODOVOLChI RESURSI*, 9(16), 2021.221–228. Sheiko, T. [Influence of microbiological biofilm on the technological process of sugar production.] *FOOD RESOURCES*, 9(16), 221–228. <https://doi.org/10.31073/foodresources2021-16-21> [in Ukrainian]
11. Liebe, S., Wibberg, D., Winkler, A., Pühler, A., Schlüter, A., & Varrelmann, M. (2016). Taxonomic analysis of the microbial community in stored sugar beets using high-throughput sequencing of different marker genes. *FEMS Microbiology Ecology*, 92(2), fiw004. <https://doi.org/10.1093/femsec/fiw004>.
12. Bill M, Eide JD, Fugate KK, Bolton MD, Kandel HP, Kandel SL. 2024. Continental-scale insights into the sugarbeet diffusion juice microbiomes. *Microbiol Spectr* 12:e01093-24. <https://doi.org/10.1128/spectrum.01093-24>.
13. Kasyan, I. M. (2013). UDOSKONALENNYA TEKhnOLOGII ZBERIGANNYA TsUKROVIKh BURYaKIV ShLYaKhOM ZASTOSUVANNYA YeFEKTIVNIKh DEZINFECTANTIV [dis. kand. tekhn. nauk]. NUKhT. 238 s. Kasian, I. M. [IMPROVEMENT OF SUGAR BEET STORAGE TECHNOLOGY THROUGH THE USE OF EFFECTIVE DISINFECTANTS] Unpublished PhD thesis. NUFT. 238 pp. [in Ukrainian].
14. Milkevich, V. M., & Chernyavska, L. I. (2000). Doslidzhennya tekhnologichnoi yakosti tsukrovikh buryakiv riznikh regioniv Ukraïni ta rozrobka matematichnikh modelei prognozuvannya osnovnikh pokaznikiv ikh pererobki. *Tsukor Ukraïni*, (1), 8–10. Milkevych, V. M., & Chernyavska, L. I. [A study of the processing quality of sugar beet from various regions of Ukraine and the development of mathematical models for predicting key processing indicators.] *Sugar of Ukraine*, (1), 8–10. [in Ukrainian].
15. Van Eerd, L. L., Congreves, K. A., and Zandstra, J. W. 2012. Sugar beet (*Beta vulgaris* L.) storage quality in large outdoor piles is impacted by pile management but not by nitrogen fertilizer or cultivar. *Canadian Journal of Plant Science*. 92(1): 1–11. <https://doi.org/10.4141/cjps2011-054>.
-