

REDUCTION OF SUCROSE LOSSES DURING SUGAR BEET STORAGE

V. Milkevych

Institute of Post-Diploma Training of National University of Food Technologies

Key words:

*Sugar beet
Respiration
Storage time
Loss of sucrose*

Article history:

Received 10.05.2019
Received in revised form
29.05.2019
Accepted 07.06.2019

Corresponding author:

V. Milkevych
E-mail:
npnuht@ukr.net

ABSTRACT

General loss of sucrose during storage of sugar beet roots mainly is due to the biochemical processes associated with roots breathing and microbiological processes. These processes depend on the physical state of roots, conditions and terms of storage. Loss of sucrose is due to biochemical processes at the first days after the arrival of beets to the factory. Therefore, it is necessary to create conditions in the first period of storage for rapid healing of damages that reduces the average daily loss of sucrose. Definition of the influence of each of these factors is particularly important in order to know intensity of respiration and to develop organizational and technical measures for reduction of sucrose loss.

Analysis of factors influencing the loss of sucrose during storage of sugar beet was carried out. Efficiency of “Korzid” agent was determined on the basis of polyhexsamethylguanidine (PHMG). Ways to reduce the loss of sucrose, to preserve the technological qualities of sugar beet during storage were recommended. In order to reduce loss of sucrose during storage of sugar beet it is necessary to fulfill the following:

- to observe technology of sugar beet cultivation, use in time and balanced rates of mineral and organic fertilizers, especially nitrogen;
- sugar beet harvesting should be carried out in optimal terms as the technical ripeness of sugar beet is the first factor in determining the terms of beet harvesting;
- to prevent and to decrease negative impact of pile rot during sugar beet storage it is necessary to implement modern biocide agents on the basis of polyhexsamethylguanidine (PHMG)
- it is necessary to reduce temperature in piles and loss of sucrose during storage, apply active ventilation with air humidification. In the absence of ventilation areas, it is necessary to apply self-sustained ventilation of beet roots in piles using operating beet flumes for this purpose.

The implementation of these measures will improve the preservation of the technological qualities of beets, reduce the loss of mass and sugar during storage and increase the yield of sugar from every ton of harvested raw material.

DOI: 10.24263/2225-2924-2019-25-3-24

ЗМЕНШЕННЯ ВТРАТ ЦУКРОЗИ ПРИ ЗБЕРІГАННІ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ

В. М. Мількевич

Інститут післядипломної освіти Національного університету харчових технологій

Загальні втрати цукрози в коренеплодах при зберіганні обумовлені в основному біохімічними процесами, що пов'язані з диханням коренеплодів, і мікробіологічними процесами, які залежать від фізичного стану коренеплодів, умов і термінів зберігання. В перші дні після надходження буряків на завод втрати цукрози обумовлені біохімічними процесами. Тому на початку зберігання необхідно створювати умови для швидкого заживлення пошкоджень, що сприятиме зменшенню середньодобових втрат цукрози. Особливо важливим є визначення впливу факторів на інтенсивність дихання з тим, щоб розробити організаційно-технічні заходи щодо зменшенню втрат цукрози.

Проведено аналіз факторів, які впливають на втрати цукрози при зберіганні цукрових буряків. Встановлено ефективність засобу «Корцид» на основі полігексаметиленгуанідину (ПГМГ). Рекомендовано шляхи, які надають можливість зменшити втрати цукрози, зберегти технологічні якості цукрових буряків при їх зберіганні. Для зменшення втрат цукрози при зберіганні цукрових буряків необхідно:

- додержуватись технології вирощування, своєчасного внесення збалансованих норм мінеральних і органічних добрив, особливо азотних.

- збирання цукрових буряків проводити в оптимальні терміни, першочерговим фактором при визначенні строків збирання буряків повинен бути фактор технічної стиглості цукрових буряків;

- для зменшення негативного впливу кагатної гнилі під час зберігання буряків доцільно застосовувати сучасні біоцидні препарати, зокрема на основі полігексаметиленгуанідину (ПГМГ).

- при зберіганні для зменшення температури в кагатах, втрат цукрози необхідно застосовувати активну вентиляцію зі зволоженням повітря. За відсутності вентиляційних майданчиків застосовувати самоплинну вентиляцію коренеплодів у кагатах, використовуючи для цієї цілі діючі гідротранспортери.

Виконання цих заходів дасть змогу покращити збереження технологічних якостей буряків, знизити втрати маси і цукру при зберіганні та збільшити вихід цукру з кожної тони заготовленої сировини.

Ключові слова: *цукрові буряки, дихання, терміни зберігання, втрати цукрози.*

Постановка проблеми. *Різниця між коефіцієнтом заводу і коефіцієнтом виробництва свідчить про втрати цукрози при зберіганні і внутрішньо завод-*

ському транспортуванні. Зменшення цих втрат є резервом покращення роботи цукрових заводів України.

Робота вітчизняних цукрових заводів суттєво відрізняється від тих країн, де клімат, погодні умови сприяють збиранню буряків протягом усього періоду їх перероблення (практично без зберігання). Бурякоцукровий комплекс України працює в режимі, коли цукрові буряки повинні бути зібрані в оптимальні терміни до настання морозів (для України — вересень-жовтень) [1]. Зібрані і неперероблені буряки в цей період повинні пройти різні терміни зберігання їх на бурякоприймальних пунктах цукрозаводів або в бурякосіючих господарствах в польових умовах. А тому питання збереження коренеплодів, технологічних якостей цукрових буряків після їх збирання до перероблення для України залишається актуальним.

В умовах України середньодобові втрати цукрози при короткостроковому зберіганні коренеплодів, які зібрані механізованим способом, складають близько 0,062%, середніх термінів зберігання — 0,022%, довготерміновому терміні — 0,018% до маси буряків. На якість цукрових буряків, здатність коренеплодів до зберігання впливають такі фактори, як агротехніка вирощування, зовнішнє середовище, погодні умови, в яких вирощуються цукрові буряки, терміни й умови їх зберігання. Загальні втрати цукрози в коренеплодах при зберіганні обумовлені в основному біохімічними процесами, які пов'язані з диханням коренеплоді як біологічного об'єкта і мікробіологічними процесами, що залежать від фізичного стану коренеплодів і термінів зберігання.

Метою статті є дослідження ефективності біоцидного засобу «Корцид» на основі полігексаметиленгуанідину для пригнічення мікробіологічних процесів, а також узагальнення сучасних підходів до питання зберігання цукрових буряків і розроблення рекомендацій щодо удосконалення технології зберігання коренеплодів на цукрових заводах для зменшення втрат цукрози.

Викладення основних результатів дослідження. Втрати цукрози при зберіганні коренеплодів обумовлені біохімічними процесами, які пов'язані з диханням і перебігом мікробіологічних процесів. Інтенсивність дихання коренеплодів залежить від багатьох факторів: фізичного стану, розмірів коренеплоду, терміну збирання, характеру зрізу гички та головки коренеплоду [2]. Особливо важливим для розроблення організаційно-технічних заходів щодо зменшення втрат цукрози є визначення впливу кожного з факторів на інтенсивність дихання.

Існує залежність між втратами цукрози внаслідок дихання і розмірами поверхні коренеплодів [3]. Інтенсивність дихання пов'язана з площею поверхні буряків, яка контактує з повітрям. Питома поверхня коренеплоду залежить від його ваги і форми. Чим більший коренеплід, тим менша його питома поверхня, тому питомі втрати цукрози, обумовлені диханням, менші у більших коренеплодів, які дихають повільніше. Малога розміру коренеплоди використовують на дихання на 20...30% цукрози більше. Результати вимірювань інтенсивності дихання коренеплодів буряків різних фракцій наведені в табл. 1.

Якщо прийняти інтенсивність дихання коренеплодів середньої фракції (маса яких становить 590—670 г) за 100%, то інтенсивність дихання великих коренеплодів з масою 850—1140 г зменшується і, відповідно, складає 81,6%. В той же час у коренеплодах менших розмірів, маса яких у середньому становить 390 г, інтенсивність дихання підвищується порівняно з коренеплодами середньої фракції до 120%.

Таблиця 1. Інтенсивність дихання коренеплодів буряків різних фракцій [4]

Фракції коренеплодів					
Великі		Середні		Дрібні	
Вага, г	Інтенсивність дихання, см ³ СО ₂ /год·кг	Вага,г	Інтенсивність дихання, см ³ СО ₂ /год·кг	Вага,г	Інтенсивність дихання, см ³ СО ₂ /год·кг
1140	10,49	665	10,48	365	14,15
990	9,74	670	12,18	440	14,48
850	9,34	590	12,90	375	14,34
середнє					
903	9,86	638	11,85	393	14,48

На процес зберігання коренеплодів суттєво впливає загальна забрудненість коренеплодів, яка може складати 8% і більше, що залежить від способу збирання і погодних умов. Вільні домішки відділяються від коренеплодів при розвантаженні буряків буртоукладочними машинами в кагати. Зв'язані з коренеплодом домішки, потрапляючи в кагат, зменшують пористість бурякомаси і погіршують умови надходження повітря, сприяють таким чином виникненню анаеробного дихання буряків у кагатах. Наявність зеленої маси призводить до підвищення температури в середині кагату, що є причиною створення вогнища мікробіологічного ураження.

Інтенсивність дихання коренеплодів у кагаті залежить переважно від температури, що видно з кількості виділення СО₂ (табл. 2).

Таблиця 2. Інтенсивність дихання коренеплодів залежно від температури [2]

Показники	Значення показників						
Температура, °С	2	5	10	15	20	25	30
Об'єм СО ₂ виділеного 1 кг буряків за 1 год, см ³ .	3,5	4,5	6,3	10	14	16	25

При температурі зберігання 1—2°С і відносній вологості повітря 93—95% втрати цукрози внаслідок процесу дихання мінімальні (табл.3).

Таблиця 3. Середньодобові втрати цукрози на дихання буряків залежно від температури їх зберігання в кагаті [2]

Показники	Значення показників					
Температура, °С	1	3	6	9	11	15
Втрати цукрози, % до маси буряків	0,01	0,014	0,02	0,03	0,038	0,05

Після збирання та під час зберігання в коренеплодах цукрових буряків продовжуються життєві процеси. Процеси розпаду цукру в корені різко посилюються, оскільки замість безперервного надходження води до кореня спостерігається її втрата, що спричиняє в'ялення коренеплодів. Це, у свою чергу, призводить до посилення дихання, а отже, до збільшення втрат цукрози.

При інтенсивному зневодненні коренеплодів втрата кожного відсотка вологи може призвести до збільшення середньодобових втрат цукрози на 0,005—0,01% до маси буряків. У табл. 4 приведені результати аналізу коренеплодів цукрових буряків (свіжовикопаних і підв'ялених), які зберігалися протягом 60 діб.

Таблиця 4. Показники цукрових буряків, які зберігалися 60 діб [5]

Коренеплоди буряків	Втрати цукрози, % до маси буряків	Зниження чистоти бурякового соку, %	Маса коренеплодів уражених кагатною гниллю, %
Свіжовикопані			
	1,3	1,8	немає
Втратили вологу,% :			
7	3,4	4,6	37
13	6,1	11,3	55
17	7,1	12,6	66
23	8,9	16,8	96

Отже, зберігання цукрових буряків ранніх термінів збирання при несприятливих погодних умовах (висока температура і низька відносна вологість повітря, інтенсивна сонячна радіація) пов'язане зі значними втратами маси в результаті інтенсивного випаровування вологи з поверхні коренеплодів (підв'ялення), зменшенням вмісту цукрози в зв'язку з посиленням фізіолого-біохімічних і мікробіологічних процесів, погіршенням технологічних якостей коренеплодів.

Значні зміни стану буряків за таких умов зберігання коренеплодів спостерігаються у поверхневому шарі кагатів. При цьому втрачається за добу до 1% маси і 0,2% цукрози [4]. Обсяг буряків, що знаходяться в поверхневому шарі кагату (висота 2,2—3,5м, ширина 12—15м) складає до 35% від всієї кількості буряків. Навіть при короткотерміновому зберіганні буряків у таких кагатах (не більше тижня) вихід цукрози при переробленні буряків зменшиться на 0,2—0,3% до маси буряків. Крім того, в'янення коренеплодів знижує стійкість їх до загнивання.

При збільшенні термінів зберігання буряків втрати цукрози залежать від розвитку мікробіологічних процесів в коренеплодах, які супроводжуються утворенням гнилої маси. Так, за даними [4], при зберіганні протягом 60 діб втрати від мікробіологічного розкладання цукрози становили порядку 80...90% від загальних втрат цукрози.

У дослідженнях [6] показано, що інтенсивність розкладання цукрози та ступінь ураження коренеплодів кагатною гниллю залежить від характеру контамінуючої мікрофлори. До найбільш активних збудників відноситься вид *Botrytis cinerea Pers* та види *Mucor mucedo* і *Rhizopus nigricans* (останні за температури зберігання 15...20°C та вище). Активність інших видів, зокрема роду *Fusarium*, *Torula Penicillium*, збільшується за наявності найбільш активних видів мікроміцетів. При цьому встановлено, що втрати цукрози від розкладання становлять в середньому 0,12—0,15% на 1% гнилої маси.

Серед найбільш дієвих заходів щодо зменшення перебігу мікробіологічних процесів при зберіганні коренеплодів цукрових буряків є застосування сучасних біоцидних засобів. Авторами [7] проведено дослідження з метою встановлення ефективності антимікробної дії ряду сучасних дезінфікуючих засобів щодо мікроміцетів *Rhizopus nigricans*, *Mucor mucedo*, *Botrytis cinerea*, *Fuzarium culmorum*, *Gliocladium roseum*, *Aspergillus niger*, *Penicillium rugulosum*. Крім того, рекомендовано доцільність застосування засобів на основі активного хлору («Санітарін», «Жавель-Клейд») для обробки коренеплодів цукрових буряків перед укладанням у кагати на зберігання. При цьому діапазон концентрацій робочих розчинів для обробки коренеплодів становить 0,02—0,006%.

На цукрових заводах Білорусії і Росії застосовують фунгіцид «Кагатник ВРК» [8], антимікробна дія якого зумовлена здатністю бензойної кислоти пригнічувати ферменти, здійснювати окислювально-відновні реакції і спрямована головним чином проти дріжджів і пліснявих грибів, включаючи афлотоксико-утворюючі. Норма внесення препарату — 60 см³/т буряків (робочого розчину 30 л/т). Застосування цього засобу сприяє підвищенню ефективності зберігання коренеплодів.

Досліджено вплив препарату «Корцид» на патогенну мікрофлору цукрових буряків, зокрема мікроміцетів: *Botrytis cinerea*, *Fusarium oxysporum*, *Phoma betae*. Засіб створено на основі полігексаметиленгуанідину (ПГМГ). Форма випуску — водний розчин. Препарат відноситься до групи малотоксичних речовин. Дослідження проводили в лабораторних умовах та в промислових умовах на Лучанському цукровому заводі. Методика полягала в тому, що до поживного середовища (сусло-агар) вносили певну кількість засобу «Корцид» (0,01—0,15%). Одержаний субстрат розливали в чашки Петрі. У центрі чашки вмішували вирізку міцелію чистої культури мікроміцету діаметром 4 мм. Для порівняння використовували контрольні посіви без внесення засобу «Корцид». Ефективність препарату визначали за інтенсивністю росту мікроміцету шляхом вимірювання середнього діаметра колонії. Розраховували співвідношення діаметра міцелію при внесенні засобу до діаметра міцелію в контрольній пробі. Ефективність пригнічення (%) розраховували за формулою:

$$Eф. пр.= 100(1 - dз/dк),$$

де $dз$ — середній діаметр колонії у разі внесення засобу «Корцид»; $dк$ — середній діаметр колонії контрольного дослідження.

Дані досліджень фунгіцидної дії засобу «Корцид» на чисті культури мікроорганізмів — збудників кагатної гнилі, наведено в табл. 5.

Отримані дані підтверджують фунгіцидну та фунгістатичну дію ПГМГ на досліджувані збудники кагатної гнилі цукрових буряків. Порівняно з контролем засіб «Корцид» концентрацією 0,01% на 10 добу пригнічував ріст грибів *Botrytis cinerea*, *Fusarium oxysporum*, *Phoma betae* відповідно на 67,0; 50,0; 46,7%. Повне пригнічення розвитку зазначених культур грибів спостерігається за концентрації засобу 0,05—0,15%.

Таблиця 5. Вплив засобу «Корцид» на пригнічення росту мікроміцетів — збудників кагатної гнилі (ефективність пригнічення, %)

Концентрація робочого розчину засобу, %	Ефективність пригнічення, %			
	Термін дії засобу, діб			
	3	5	7	10
1	2	3	4	5
<i>Botrytis cinerea</i>				
0,01	72,5	86,7	73,0	67,0
0,05	87,6	91,7	92,2	89,2
0,1	Ріст відсутній	Ріст відсутній	Ріст відсутній	Ріст відсутній
<i>Fusarium oxysporum</i>				
0,01	55,5	37,5	41,2	50,0
0,05	22,2	85,0	88,2	91,5
0,1	Ріст відсутній	Ріст відсутній	Ріст відсутній	Ріст відсутній
<i>Phoma betae</i>				
0,01	76,6	34,0	45,3	46,7
0,05	20,0	85,2	90,1	92,8
0,1	2,3	Ріст відсутній	Ріст відсутній	Ріст відсутній
0,15	Ріст відсутній	Ріст відсутній	Ріст відсутній	Ріст відсутній

За результатами досліджень було розроблено технологічний регламент процесу зберігання цукрових буряків з використанням «Корциду» та апробовано у виробничих умовах. За результатами промислових досліджень установлено, що при використанні засобу «Корцид» для обробки буряків у період зберігання, порівняно з контролем, відзначено зменшення кількості коренеплодів покритих пліснявою на 29—52%, загнилих на 64—74%.; гнилої маси на 70—94 %; середньодобові втрати цукрози нижчі на 29—37%.

Застосування сучасних біоцидних препаратів для обробки коренеплодів при закладанні у кагати є ефективним способом покращення технологічних якостей цукрових буряків.

На основі аналізу факторів, що впливають на втрати цукрози при зберіганні коренеплодів, пропонується збирання цукрових буряків проводити в оптимальні терміни, першочерговим фактором при визначенні строків збирання буряків повинен бути фактор технічної стиглості цукрових буряків. З метою недопущення збільшення інтенсивності дихання коренеплодів у кагатах забезпечувати зменшення механічних пошкоджень цукрових буряків на всіх ділянках: збиранні, навантаженні, при укладанні буряків в кагати. Забез-

печити налагодження бурякозбиральної техніки на оптимальний зріз головки коренеплодів, що дасть змогу покращити умови зберігання буряків, зменшити надходження нецукрів на верстат цукрозаводу.

Для запобігання в'яненню і підморожуванню буряків у полі коренеплоди необхідно відразу після викопування вивозити на бурякоприймальний пункт, не допускаючи їх зберігання у невеликих купках і валках. У разі відсутності можливості вивезення коренеплоди доцільно укласти в польові кагати для тимчасового зберігання на спеціально підготовлені площадки. При зберіганні цукрових буряків в польових кагатах необхідно додержуватись технології, як і при збереженні буряків на бурякопунктах. Зокрема, поверхні кагатів слід обробляти розчином вапняного молока, а для запобігання в'яненню і підморожуванню коренеплодів — вкривати нетканим полотном та іншими матеріалами.

Для зменшення втрат цукрози за рахунок зниження інтенсивності дихання слід знижувати температуру в кагаті, що можливо досягти за рахунок активного їх вентилявання, для чого використовують поперечну або повздовжню схеми вентилявання зі зволоженням повітря. При відсутності майданчиків з активним вентиляванням доцільно застосовувати самоплинну вентиляцію буряків повітрям, використовуючи для цього діючі гідротранспортери. Після перекриття поверхні гідротранспортера решітками (лядами) буряки укладають на гідротранспортер і формують кагат. При такому зберіганні за рахунок постійного руху повітря по каналу гідротранспортера температура в кагаті нижча, порівнюючи з кагатами, які укладені біля гідротранспортерів, це дає змогу зменшити інтенсивність дихання коренеплодів.

Для зменшення негативного впливу кагатної гнилі під час зберігання буряків в кагатах доцільно застосовувати сучасні біоцидні препарати, зокрема на основі полігексаметиленгуанідину.

Висновки

Проблема зниження втрат цукрози при зберіганні цукрових буряків є актуальною, особливо в умовах застосування зарубіжних гібридів та значного поширення зберігання коренеплодів в польових умовах.

У зв'язку з цим потребує подальшого удосконалення система підходів до питання забезпечення високої технологічної якості цукрових буряків на основі врахування особливостей біохімічних процесів, що відбуваються при зберіганні коренеплодів. Виконання запропонованих заходів дасть змогу покращити збереження технологічних якостей буряків, знизити втрати маси і цукрози при зберіганні і збільшити вихід цукру з одиниці заготовленої сировини.

Література

1. Роїк М. В., Сінченко В. М. Управління технологічним процесом вирощування цукрових буряків: рекомендації. Вінниця, 2003. С. 38.
2. Сапронов А. Р. Технологія сахарного виробництва: навч. посіб. Москва: «Колос». 1999. С 37—39..
3. Технічна якість цукрових буряків та підвищення ефективності виробництва цукру: книга / В. М. Мількевич, В. В. Куянов, та ін.; К.: Український фітосоціологічний центр, 2000. С. 85.

4. Чернявская Л. И. Снижение потерь сахарозы при приемке и хранении сахарной свеклы. Выращивание, уборка, приемка и хранение сахарной свеклы : материалы научно-технического семинара, 12 мая. К.: ИПЦАЛКОН, 2004. С. 43.
5. Хелемский М. З. Технологические качества сахарной свеклы: книга. 2-е изд. М.: Пищевая промышленность, 1973. С. 6—7.
6. Гусятинська Н. А., Тетеріна С. М., Касян І. М. Вплив видової мікрофлори цукрових буряків на розвиток кагатної гнилі. *Цукор України*. 2017. К.: № 6—7(138—139). С. 10—15.
7. Husyatynska N., Teterina S., Nechipor T., Kasian I. Disinfectants efficiency on microorganisms — active gray rot causative agents within the process of sugarbeet storage. *Ukrainian food journal*. К.: NUFT 2015. Vol. 4, Issue 4. P. 626—637.
8. Сапронов Н.М. Инновационный продукт нового поколения. *Сахарная свекла*. 2013. № 7. С. 16—18.