

Український державний університет харчових технологій

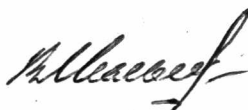
**МІЛЬКЕВИЧ ВОЛОДИМИР МИХАЙЛОВИЧ**

УДК 664.1.012

**ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЦУКРОВОГО  
ВИРОБНИЦТВА ШЛЯХОМ ПРОГНОЗУВАННЯ  
ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ПЕРЕРОБКИ  
БУРЯКІВ ТА ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ  
ЇХ ЗБЕРІГАННЯ**

05.18.05 – Технологія цукристих речовин

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т



дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата технічних наук

Київ – 2000

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Українському науково-дослідному інституті цукрової промисловості Міністерства агропромислової політики України та на Лучанському цукровому заводі.

Науковий керівник доктор технічних наук, старший науковий співробітник **Чернявська Людмила Іванівна** – Український науково-дослідний інститут цукрової промисловості, завідувач відділом сировини, контролю та обліку виробництва

Офіційні опоненти доктор технічних наук, професор **Ліпець Антон Адамович** – Український державний університет харчових технологій, професор кафедри технології цукристих речовин

кандидат технічних наук, старший науковий співробітник **Михайлик В'ячеслав Аврамович** – Інститут технічної тепло-фізики АН України, провідний науковий співробітник відділу дискретно-імпульсного введення енергії в дисперсні середовища

Провідна установа Інститут підвищення кваліфікації і перепідготовки керівних працівників і спеціалістів харчової та переробної промисловості Міністерства агропромислової політики України, м. Київ, кафедра технології цукристих речовин

Захист відбудеться " 21 " червня 2000 р. о 14<sup>00</sup> годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д.26.058.04 Українського державного університету харчових технологій, аудиторія A-311, за адресою 01033, м. Київ, вул. Володимирська, 68.

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Українського державного університету харчових технологій за адресою: 01033, м. Київ, вул. Володимирська, 68.

Автореферат розіслано " 19 " травня 2000 р.

Вчений секретар спеціалізованої вченої ради, к.т.н., с.н.с.

 Федоренченко Л.О.

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність роботи.** Розроблення методів прогнозування технологічних показників переробки буряків та вдосконалення технології їх зберігання з метою підвищення ефективності їх переробки – актуальне завдання, що має велике значення в ринкових умовах роботи підприємств галузі.

Аналіз роботи цукрових заводів України за останні роки показує, що сумарні втрати цукрози при прийманні, зберіганні та переробці становлять 2,18 % до маси буряків, або 13,24 % до маси прийнятої цукрози; з них втрати при зберіганні та внутрішньо-заводському транспортуванні відповідно 1,23% та 7,45 %, а при переробці – 0,95 % та 5,79 %.

Вміст цукрози в мелясі в цілому по галузі склав 2,27 % до маси перероблених буряків, в той час, як на заводах передових бурякопереробних країн Західної Європи цей показник знаходиться на рівні 1,3...1,5 %.

Показник одержання цукрози по відношенню до цукрози в сировині, яка надійшла від буряковиробників, (коефіцієнт виробництва) склав 73,45 %, а по відношенню до цукрози в буряках, які надійшли на переробку (коефіцієнт заводу), – 79,4 %. Велика різниця між коефіцієнтом виробництва та коефіцієнтом заводу свідчить про значні втрати при зберіганні та внутрішньозаводському транспортуванні. Зменшення цих втрат, а також втрат у виробництві є значним резервом для покращення роботи бурякоцукрового комплексу України.

**Мета та завдання досліджень.** Метою роботи є розроблення методів прогнозування технологічних показників переробки буряків та вдосконалення технології їх зберігання.

У зв'язку з цим потрібно було вирішувати такі завдання:

- дослідити особливості технологічної якості цукрових буряків Центральних районів України;
- вибрати критерії, розробити методи прогнозування та здійснити прогнозування основних технологічних показників переробки буряків за даними їх хімічного складу;
- дослідити та розробити технологію зберігання цукрових буряків з використанням біоцидних препаратів;
- вдосконалити технологічний процес екстракції цукрози;
- вдосконалити технологічний процес уварювання утфелів;

**Зв'язок роботи з науковими програмами планами, темами.**

Тематика досліджень входила до планів науково-дослідних робіт УкрНДІЦП на 1998 – 2000 роки. Роботи, пов'язані з вдосконаленням технології зберігання цукрових буряків, виконувались відповідно з Державною національною науково-технічною програмою 3.9

"Технології та устаткування для зберігання сільськогосподарської продукції", шифр роботи 03.09./02100 згідно з координаційним планом Міністерства України у справах науки і технологій на 1998-2000 рр.

**Наукова новизна.** Вперше досліджено вплив нового біоцидного препарату корцид на патогенну мікрофлору цукрових буряків, здійснено вибір оптимальної концентрації препарату та розроблено технологічний регламент зберігання цукрових буряків з його використанням.

Розроблено та випробувано методику оцінки ефективності впливу біоцидних препаратів на фітофлору кагатної гнилі.

Розроблено методику визначення середньодобових втрат цукрози при зберіганні цукрових буряків з використанням показників кількості коренеплодів із значними механічними ушкодженнями та температури зберігання в кагатах.

Визначено величину втрат м'якоті бурякової тканини в процесі екстракції цукрози залежно від якості буряків.

Визначено зміну чистоти бурякового соку залежно від вихідної якості буряків та тривалості їх зберігання.

Розроблено спосіб підготовки жомопресової води дефекосатурацією.

#### **Практичне значення одержаних результатів:**

вперше здійснене експериментальне впровадження комп'ютерної програми прогнозування основних технологічних показників цукрових буряків протягом сезону при прийманні, здачі на переробку та переробці сировини в умовах Лучанського цукрового заводу;

вперше здійснено впровадження технологічного регламенту зберігання цукрових буряків з використанням біоцидного препарату корцид;

впроваджено вдосконалену технологічну схему очистки жомопресової води на Лучанському цукровому заводі.

Економічний ефект від впровадження наукових розробок складає 162,8 тис. гривень.

**Апробація результатів роботи.** Основні положення дисертаційної роботи докладались і були схвалені на засіданнях Наукової ради УкрНДІЦП в 1998 – 2000 роках, на 6-й Міжнародній науково-технічній конференції "Проблеми та перспективи створення і впровадження нових ресурсо- та енергоощадних технологій, обладнання в галузях харчової та переробної промисловості", на семінарах фахівців галузі.

**Вірогідність отриманих результатів,** наукових положень, висновків та рекомендацій забезпечено використанням сучасних

методів досліджень та вимірювальних приладів, статистичних методів оброблення експериментальних даних, засобів обчислювальної техніки, підтверджується адекватністю результатів лабораторних, дослідно-промислових та виробничих досліджень, розробленого технологічного регламенту та технологічної схеми.

**Особистий внесок здобувача** полягає в проведенні теоретичних та експериментальних досліджень на всіх етапах роботи, складанні методики досліджень, організації та участі у заводських випробуваннях комп'ютерної програми прогнозування основних технологічних показників цукрових буряків, у впровадженні удосконаленої технологічної схеми очистки жомпресової води, у випробуванні та впровадженні нового технологічного регламенту зберігання цукрових буряків, узагальненні та публікації отриманих результатів, складанні висновків та рекомендацій промисловості.

**Публікації.** За матеріалами дисертаційної роботи опубліковано 4 статті у наукових журналах, 2 тези доповідей на науковій конференції, отримано 2 позитивних рішення про видачу патентів України.

**Структура і обсяг дисертації.** Дисертаційна робота складається з вступу, шести розділів, висновків, списку використаних літературних джерел та додатків. Робота викладена на 130 сторінках основного тексту, містить 17 рисунків і 36 таблиць. Список використаних літературних джерел містить 136 найменувань.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

*У вступі та першому розділі* обґрунтована актуальність теми дисертаційної роботи, визначені мета та завдання досліджень.

Наведено основні технологічні показники роботи цукрових заводів України за останнє десятиріччя, зроблено їх аналіз, показано вплив якості сировини та умов її переробки на ефективність цукрового виробництва.

*Розділ 2* присвячений об'єктам дослідження, методам аналізу цукрових буряків, визначення їх хімічного складу, технологічних показників, результатів їх переробки.

*Третій розділ* присвячено дослідженню технологічної якості цукрових буряків Центрального регіону бурякосіяння України та розробці математичних моделей прогнозування технологічних показників їх переробки.

Середні дані аналізів при переробленні на установці "завод на столі" семи проб цукрових буряків станом на 20.08.1998-1999 рр. наведено в табл. 1.

Таблиця 1 – Хіміко-технологічні показники цукрових буряків станом на 20.08 (1998-1999 рр.)

Найменування показників	Величина показника
<b>Буряки:</b>	
вміст сухих речовин, %	22,0
вміст цукрози, %	15,4
вміст кондуктометричної золи, %	0,53
вміст калію, ммоль/100 г буряків	4,87
вміст натрію, ммоль/100 г буряків	1,20
вміст $\alpha$ -N, ммоль/100 г буряків	3,18
Чистота бурякового соку, %	87,28
<b>Дифузійний сік:</b>	
чистота, %	88,15
ефект очистки, %	13,0
<b>Сік I сатурації:</b>	
натуральна лужність, % CaO	0,007
швидкість осадження осаду, см/хв	2,92
об'єм осаду, % ( $V_{25}$ )	26,2
<b>Сік II сатурації:</b>	
чистота, %	91,48
вміст солей Ca, % CaO	0,011
кольоровість, од.опт. густини	392
Вміст цукр/ в мелясі, % до м. б.	1,95
Вихід цукрози, %	11,60
Коефіцієнт заводу, %	75,3
Еф. очистки на дефекосатурації, %	26,5
МБ-фактор	34

Показано, що коренеплоди на даний період вегетації характеризувалися невисоким вмістом цукрози (15,4%), а також неоптимальним її співвідношенням з загальними нецукрами в сухих речовинах (70 % цукрози та 30% загальних нецукрів).

За хімічним складом буряки мали середній вміст кондуктометричної золи та основних нецукрів – мелясоутворювачів  $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $\alpha$ -амінного азоту. Порівнюючи показники перероблених проб цукрових буряків, можна відзначити, що цукристість знаходилася в межах 14,8...16,0%, вміст

калію – 3,44...5,36ммоль/100 г буряків, натрію – 0,86...1,64 ммоль/100 г буряків,  $\alpha$ -амінного азоту – 0,88...3,59 ммоль/100 г буряків, а чистота бурякового соку – 86,8...87,7 %. Установлено, що кращою натуральною лужністю соку I сатурації (0,016...0,035 % CaO) виділялися цукрові буряки урожаю 1998 року. В 1999 році, внаслідок вирощування буряків у складних агрометеорологічних умовах (сухе жарке літо) вона була від'ємною (-0,005...-0,012), що призвело до вищого вмісту солей Ca в соці II сатурації. Чистота соку II сатурації складала 91,48% і змінювалась за пробами в межах 91,3...92,03 %. Менший вміст цукрози в мелясі спостерігався в буряках урожаю 1998 року – 1,86...1,93%, проти 1,87...2,18 в 1999 році. Визначено, що за технологічною здатністю до перероблення цукрові буряки Центрального регіону 1998-1999 рр. станом на 20.08 відносились до категорії середньої якості (чистота очищеного соку 91,5...88,7 %, МБ-фактор – 31...40). На період масового збирання 20.09.1998 року цукрові буряки характеризувалися кращим співвідношенням цукрози (71,1 % до СР) та загальних нецукрів (28,9%), ніж на 20.08. Цукристість коренеплодів досліджуваних проб знаходилася в межах

17,0...17,4% (табл.2). Чистота бурякового соку та вихід цукрози збільшилися, відповідно, на 1 % та 2,32 %, порівняно з даними на 20.08. Таким чином, за технологічною здатністю до перероблення цукрові буряки на період масового збирання відносилися до категорії "хороші" (чистота очищеного соку вище 91,6%, МБ-фактор менше 30).

Таблиця 2 – Хіміко-технологічні показники цукрових буряків станом на 20.09.1998 р.

Найменування показників	Величина показника
Буряки: вміст сухих речовин, %	24,2
вміст цукрози, %	17,2
вміст редуруючих речовин, %	0,11
вміст золи кондуктометричної, %	0,54
вміст калію, ммоль/100 г буряків	4,83
вміст натрію, ммоль/100 г буряків	1,13
вміст $\alpha$ -N ммоль/100 г буряків	3,57
Чистота: бурякового соку, %	88,30
очищ. (за П.М. Сілінім) соку, %	91,7
Вміст цукрози в мелясі, % до м. б.	2,07
Вихід цукрози, %	13,92
Коефіцієнт заводу, %	80,9
МБ-фактор	29,7

Математична обробка багаторічних даних досліджень хімічного складу буряків та продуктів їх переробки дала можливість установити кореляційні залежності між вмістом нецукрів та технологічними показниками.

На вихід цукру найбільше впливає цукристість буряків ( $r = 0,91$  для свіжозібраних та  $r = 0,87$  для буряків після зберігання);

цукристість буряків тісно корелює з вмістом калію та натрію ( $r > 0,5$ ); чистота сиропу – з вмістом зольних елементів ( $r = -0,72$ ) та  $\alpha$ -амінного азоту ( $r = -0,83$ ); редуруючих речовин ( $r = -0,76$ ) та кислотних радикалів ( $r = -0,77$ ).

Грунтуючись на одержаних регресійних залежностях були розроблені математичні моделі з метою прогнозування технологічних показників переробки буряків за даними їх хімічного складу. Алгоритми розрахунків наведено нижче.

*Розрахунковий вихід цукрози із прийнятих буряків:*

$$V = Цк - Цк_m - П, \% \text{ до маси буряків,} \quad (1)$$

де  $Цк$  – цукристість буряків, % до їх маси;

$Цк_m$  – вміст цукрози в мелясі, % до маси буряків.

$П$  – втрати цукрози, відповідно приймають для буряків, що поступають від виробників безпосередньо в бурячню,  $П = 1,11$ , при короткостроковому зберіганні буряків  $П = 1,45$ , при довогостроковому зберіганні буряків  $П = 2,1$ .

$$\text{Коефіцієнт виробництва: } K_{вир} = V_1 \cdot 100 / Цк, \% \quad (2)$$

де  $V_1$  – розрахунковий вихід цукрози, % до маси буряків;  $Цк$  – цукристість буряків, % до їх маси.

$$\text{Коефіцієнт заводу: } K_3 = V_2 \cdot 100 / Цк_{зпр}, \% \quad (3)$$

де  $B_2$  – розрахунковий вихід цукрози із буряків, які надійшли на переробку, % до їх маси;  $Ц_{кстр}$  – цукристість стружки, % до її маси.

*Вміст цукрози в мелясі, % до маси буряків:*

$$Ц_{км} = 0,0498 \times K + 0,0878 \times Na + 0,2345 \times \alpha - N + 1,407 \quad (4)$$

де  $K, N, \alpha - N$  – вміст калію, натрію,  $\alpha - N$ , ммоль на 100 г буряків.

*Чистота бурякового соку:*

$$Ч_{б.с.} = 91,93 - \frac{13,08 \cdot K}{Ц_{к}} - \frac{6,99 \cdot Na}{Ц_{к}} - \frac{11,14 \cdot (\alpha - N)}{Ц_{к}}, \%, \quad (5)$$

де  $K, N, \alpha - N$  – вміст калію, натрію,  $\alpha - N$ , ммоль на 100 г буряків;  $Ц_{к}$  – цукристість буряків, % до їх маси.

*Чистота очищеного соку (сиропу):*

$$Ч_{о.с.(сир.)} = 95,105 - \frac{4,543 \cdot K}{Ц_{к}} - \frac{3,1 \cdot Na}{Ц_{к}} - \frac{17,7 \cdot (\alpha - N)}{Ц_{к}}, \%, \quad (6)$$

де  $K, N, \alpha - N$  – вміст калію, натрію,  $\alpha - N$ , ммоль на 100 г цукрози буряків;  $Ц_{к}$  – цукристість буряків, % до їх маси.

Грунтуючись на алгоритмах моделі, була зроблена комп'ютерна програма розрахунків.

В четвертому розділі наведено результати прогнозування технологічних показників переробки буряків з використанням комп'ютерної програми.

В 1999 році протягом цілого сезону було здійснене експериментальне впровадження математичної моделі, алгоритмів розрахунків у вигляді комп'ютерної програми у виробничих умовах Лучанського цукрового заводу. Комп'ютерна обробка результатів аналізів, одержаних при прийманні, здаванні на переробку та переробці здійснювалась за повною програмою: прогнозувались технологічні показники якості соку, сиропу, меляси; вихід цукрози в процентах та тоннах з гектара, коефіцієнт виробництва та заводу, витрати сировини на одержання 1 т цукру.

Результати розрахунків у вигляді протоколів надавались відповідним службам – сировинній та технологічній.

В табл. 3 представлені середні результати визначень показників якості буряків, їх хімічного складу та прогнозовані технологічні показники їх переробки за виробничі сезони 1998 та 1999 років.

Було встановлено, що середня забрудненість становить 13,4 %; цукристість – 16,89%; вміст основних мелясоутворюючих компонентів в буряках – калію – 4,36, натрію – 1,05,  $\alpha$ -амінного азоту – 3,93 ммоль на 100 г буряків; вихід цукрози, % до маси буряків – 13,51%; вихід цукрози з 1 га посівів – 2,52 т/га; витрати сировини на одержання 1 т цукру – 7,43 тонн; коефіцієнт виробництва склав 79,02%; коефіцієнт заводу – 81,32%; чистота бурякового соку – 85,53%; чистота



очищеного соку – 89,63%; чистота нормальної меляси – 57,66%; чистота заводської меляси – 58,76; вміст цукрози в мелясі – 2,08%.

Таблиця 3 - Показники хімічного складу цукрових буряків та прогнозовані величини їх переробки

Показник	Величина показника		
	мінімальна	максимальна	середня
Забрудненість буряків, %	7,4	24,7	13,45
Цукристість буряків, %	16,13	17,27	16,89
Вміст в буряках, ммоль/100 г буряків:			
калію	3,0	5,59	4,36
натрію	0,67	2,34	1,05
α-амінного азоту	2,25	5,28	3,93
Чистота бурякового соку, %	85,23	88,21	85,53
Чистота очищеного соку, %	88,02	91,63	89,63
Чистота нормальної меляси, %	57,10	58,44	57,66
Чистота заводської меляси, %	58,20	59,87	58,76
Коефіцієнт лужності, %	0,97	2,13	1,45
Вміст цукрози в мелясі, % до м.б.	1,57	2,58	2,08
Вихід цукрози з буряків, % до м.б.	12,72	14,14	13,51
Вихід цукрози з 1 га, т/га	0,64	5,61	2,52
Витрати буряків на 1 т цукру, т	7,08	7,81	7,43
Коефіцієнт виробництва, %	77,12	83,17	79,02
Коефіцієнт заводу, %	78,31	84,42	81,32

Прогнозовані величини мають високу схожимість з фактично одержаними результатами (табл. 4). В 1999 році різниця між прогнозованим виходом цукру та фактичним становить +0,1% (абс.), вмістом цукрози в мелясі складає -0,1% (абс.), різниця між прогнозованим та фактичним коефіцієнтом виробництва складає +0,745% (абс.), коефіцієнтом заводу складає +0,62% (абс.)

Різниця між прогнозованою чистотою бурякового соку та фактичною складала від +0,2 до +0,45% (абс.), очищеного соку – від 0,36 до -0,8 (абс.), нормальної меляси – від +0,18 до -0,1 % (абс.), заводської меляси – від +0,23 до +0,36 (абс.).

В результаті дослідного випробування та експериментального впровадження встановлено, що математична модель, алгоритми розрахунків та комп'ютерна програма дають можливість за хімічним складом буряків обчислити всі основні технологічні показники їх переробки.

Комп'ютерна програма дає можливість розробити та впровадити систему оплати буряків за кінцевим результатом – виходом цукрози і використовувати коефіцієнти стимулювання вирощування буряків окремими господарствами з поліпшеною технологічною якістю.

Таблиця 4 – Фактичні та прогнозовані технологічні показники переробки цукрових буряків, 1999 р.

Показники	Цукристість буряків, %	Чистота, %				Вміст цукрози в мелясі, % до маси бур.	Вихід цукру	Коеф. виробництва, %	Коеф. заводу, %
		соків		меляси					
		бурякового	очищеного	нормальної	заводської				
за результатами сезону	16,9	84,7	89,4	57,5	58,5	2,3	13,07	77,47	80,04
при прийманні	16,9	85,15	89,04	57,68	58,78	2,20	13,20	78,23	80,94
при задачі з кагатів в переробку	16,8	85,19	88,96	57,76	58,86	2,19	13,17	78,27	80,49
при переробці в заводі	16,3	84,90	88,60	58,40	59,50	2,22	13,12	77,77	80,38

Програма дозволяє порівнювати показники різних господарств, а також різних буряковиробників в розрізі окремого господарства.

Показники якості сировини, зокрема, вмісту лужних елементів, небілкових форм азоту, коефіцієнт лужності, а також прогнозовані показники чистоти бурякового і очищеного соків, меляси, дають можливість встановлювати оптимальний технологічний режим з тим, щоб одержати цукор відповідно до вимог Державного стандарту.

Чистоту фактично отриманої заводської меляси порівнюють з прогнозованою величиною, визначеною за вмістом суми нецукрів буряків, та приймають заходи відносно її зниження, що дає можливість підвищити вихід кристалічного цукру.

Прогнозування на етапах приймання, передачі в переробку та при переробці дає можливість оцінювати величину втрат цукрози за коефіцієнтом виробництва та коефіцієнтом заводу і порівнювати з фактично одержаними величинами для прийняття заходів що до їх зниження.

*П'ятий розділ* присвячений дослідженням та розробці технології зберігання цукрових буряків з використанням біологічно активних препаратів для зменшення втрат цукрози та поліпшення фітопатологічного стану сировини.

Останнім часом арсенал хімічних засобів захисту рослин принципово змінився. Замість високотоксичних препаратів з'явилися малотоксичні, що швидко розкладаються на безпечні для людини та тварин сполуки, вдосконалюються форми та методи їх використання.

Для досліджень був вибраний біоцидний препарат нового покоління з широким спектром дії. Це препарат корцид, який одержано на основі полігексаметиленгуанідину. Препарат відноситься до групи малотоксичних речовин.

Дослідження впливу препарату корцид на патогенну мікрофлору цукрових буряків проводили на чистих культурах грибів *Botrytis cinerea*, *Fusarium oxysporum*, *Phoma betae* – збудників кагатної гнилі коренеплодів цукрових буряків. Гриби культивували на твердому живильному субстраті – буряковому агарі у чашках Петрі. Розчин препарату вносили у живильний субстрат, та розливали у чашки Петрі. У центрі чашки вміщували вирізку чистої культури міцелію гриба діаметром 4 мм, умовно прийняту за одну колонію. Ефективність препарату визначали за інтенсивністю росту гриба, вимірюючи середній діаметр колонії. Було встановлено, що корцид забезпечує повне гальмування розвитку грибів у концентраціях 0,05...0,1 %.

Вибір оптимальної концентрації та витрат препарату для практичного використання здійснювали методом сіткових проб в дослідно-промислових умовах цукрового заводу.

Оцінка технологічної якості цукрових буряків після 10 та 36 діб зберігання показала, що найкращі результати одержані при дозі оброблення коренеплодів 2 дм<sup>3</sup> робочого розчину з концентрацією 0,15% діючої речовини на 1 т коренеплодів.

Був розроблений "Технологічний регламент процесу зберігання коренеплодів цукрових буряків із застосуванням корциду". Регламентом передбачена об'ємна обробка поверхні коренеплодів цукрових буряків 0,15% розчином препарату при укладанні їх в кагати за допомогою розробленої нами установки, що монтується на кагатоукладачі.

Технічна продуктивність установки – 120 тонн буряків за годину, ступінь обробки коренеплодів препаратом – 70 %.

В 1998 та 1999 рр. на Лучанському цукровому заводі були проведені випробування технології зберігання цукрових буряків з використанням корциду. Укладка дослідних та контрольних кагатів здійснювалась одночасно. Ємкість дослідних кагатів становила 546 т в 1998 році та 1017 т в 1999 році. Результати хіміко-фітопатологічного обстеження цукрових буряків після зберігання наведено в таблиці 5 та на рис. 1.

Установлено, що обробка цукрових буряків препаратом корцид, завдяки його антисептичній дії, позитивно впливає на лежкоздатність та збереження технологічної якості сировини при зберіганні та призводить до зменшення втрат і підвищення виходу цукрози. Порівняно з контролем відзначено зменшення кількості коренеплодів покритих пліснявою на 29...52%, загнилих на 64...74%, гнилої маси на 70...94%, середньодобові втрати цукрози при зберіганні нижчі на 29...37%. Грунтуючись на одержаних даних, зроблено розрахунок економічної ефективності застосування препарату, за яким

Таблиця 5 – Хіміко-фітопатологічні показники цукрових буряків після різних термінів зберігання

Варіанти дослідів	Рік	Термін зберігання, діб	Середньо-добові втрати цукрози, % до маси буряків	Кількість коренеплодів			Гнила маса, % до маси буряків
				пророслих, % до маси буряків	покритих пліснявою, % до маси буряків	загнилих, % до маси буряків	
<b>1. Короткострокове зберігання</b>							
оброблені вручну	1998	9	0,015	30,6	22,4	0	0
контроль	1998	9	0,021	44,8	79,6	0	0
оброблені мех.сп.	1998	9	0,017	15,1	34,0	0	0
контроль	1998	9	0,025	36,2	53	9,7	0,1
<b>2. Середньострокове зберігання</b>							
оброблені мех.сп.	1998	19	0,013	11,7	13,0	0,36	0,1
контроль	1998	18	0,019	28,1	20,0	3,52	0,4
оброблені вручну	1999	18	0,012	18,3	33,4	0,40	0,005
контроль	1999	18	0,018	40,0	47,3	1,56	0,09
оброблені мех.сп.	1999	18	0,011	19,0	21,9	-	0
контроль	1999	18	0,016	21,4	44,9	13,4	0,034
<b>3. Довгострокове зберігання</b>							
оброблені вручну	1998	33	0,010	94,0	46,6	18,4	0,2
контроль	1998	33	0,016	72,0	68,9	22,2	0,48
оброблені мех.сп.	1998	33	0,012	60,3	55,5	44,2	0,62
контроль	1998	33	0,018	60,7	56,0	50,6	1,51

додатковий виробіток цукру на заводі складе 21,5 т, річний економічний ефект – 31755 грн., або – 111 грн на 100 т буряків. Дослідно-промислові випробування технології показали перспективність її використання для обробки коренеплодів цукрових буряків перед закладанням їх на зберігання.

*Шостий розділ* присвячений використанню результатів прогнозування технологічних показників для підвищення ефективності переробки сировини.

За результатами прогнозування для буряків урожаю 1998 і 1999 року, зв'язку з погіршенням хімічним складом, чистота бурякового соку становила в середньому 85,15% (мінімальне значення 83,3%), очищеного соку – 89,04% (мінімальне значення 86,89%), потрібно особливу увагу звернути на відділ екстракції та кристалізації.

У *підрозділі 6.1* представлені результати досліджень впливу якості буряків на якість одержуваного дифузійного соку.

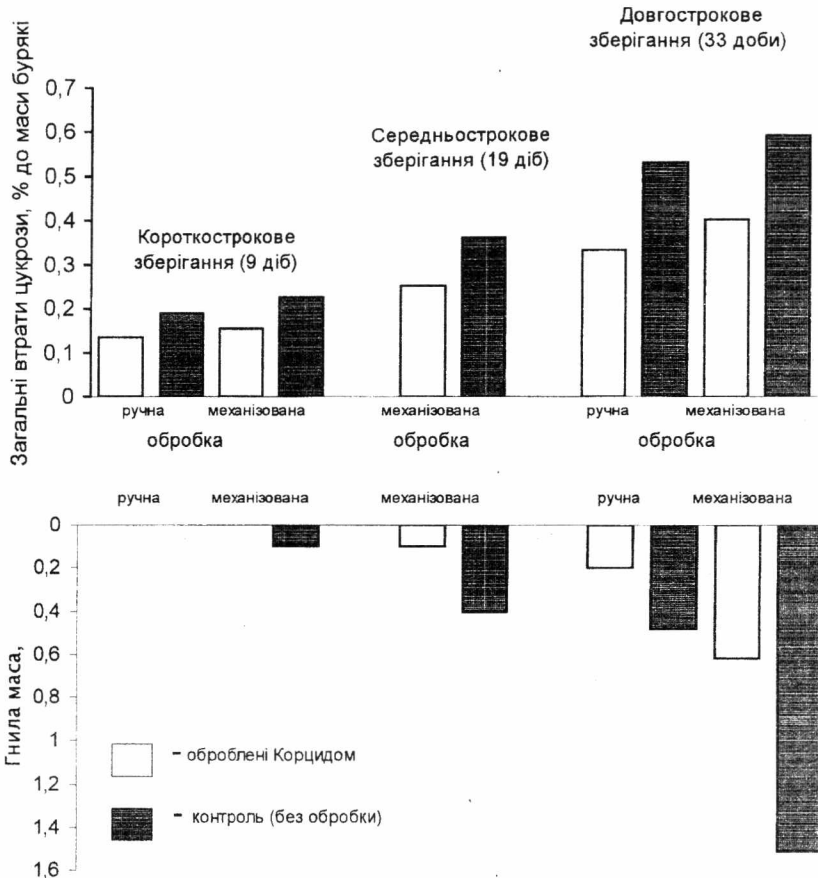


Рис. 1 Втрати цукрози та кількість гнилої маси при зберіганні оброблених корцидом та необроблених коренеплодів

Погіршення якості клітинного соку буряків під час їх зберігання проходить при деструктивних змінах водорозчинної частини м'якоті тканини буряків. Такі деструктивні явища виражаються в зміні структури, що провокує подальший розклад близько 10% м'якоті від початкового вмісту м'якоті в свіжих буряках. Розклад м'якоті тканини бурякової стружки в процесі екстрагування зумовлює погіршення чистоти дифузійного соку.

Була розроблена та впроваджена для очистки жомопресової води технологічна схема (рис. 2), елементи якої захищені патентом України. За схемою жомопресова вода після пульпоуловлювачів попередньо охолоджується до 48°C, а потім в сумісному дефекосатураторі обробляється вапняним молоком в кількості до 0,30% CaO та вуглекислим газом до величини рН 9,8...10,8. Оброблена вода підігривається до 80...85°C в трубчатому підігрівнику та відстоюється у відстійнику. Згущений у відстійнику осад видаляється з нього в канаву вод 3-ї категорії. Чиста прозора вода після відстійника сульфитується до величини рН 6,7...6,2 та подається в дифузійну колону для проведення процесу екстрагування.

Як показали проведені дослідження, така схема очистки жомопресової води дозволяє повністю очистити її при переробці буряків погіршеної технологічної якості.

Використання в дифузійному процесі жомопресової води після вапняно-вуглекислотної очистки дозволяє знизити втрати цукрози в мелясі на 0,05% до маси буряків. В сезон 1999 року схема була впроваджена на Лучанському цукровому заводі. Економічний ефект від впровадження цієї схеми складає 25,3 тис. грн.

*Підрозділ 6.2* присвячений дослідженням по вдосконаленню процесу кристалізації.

Вдосконалення технології уварювання утфелю є важливим резервом підвищення ефективності цукрового виробництва, так як кристалізаційне відділення споживає більш половини усєї теплової енергії, яка витрачається на заводі на технологічні потреби.

На Лучанському цукровому заводі впроваджена технологічна схема з уварюванням утфелю III на кристалічній основі утфелю II, використовуючи при цьому лише існуюче обладнання.

Така схема кристалізації призначена для поліпшення кристалоструктури утфелю III внаслідок підвищення середнього розміру та рівномірності кристалів, покращання умов його центрифугування, підвищення якості жовтого цукру. При такому методі роботи уварювання утфелю III ведеться на готових кристалах (кристалічній основі), та заводиться лише до нарощування їх за рахунок вилучення цукрози із відтоку утфелю II з низькою чистотою. Тому утфель II повинен варитись з дрібними кристалами розміром не більше 3 мм. Перетягуванню підлягає утфель II у стані, коли вакуум-апарат вже наповнений утфелем, але ще не проведено остаточне згущення його перед вивантаженням.

Під дією розрідження утфель перетікає по комунікації перетягування в вакуум-апарат III кристалізації. Коли рівень утфелю в ньому підніметься вище верхнього обрізу парової камери, закривається засувка на комунікації перетягування на вакуум-

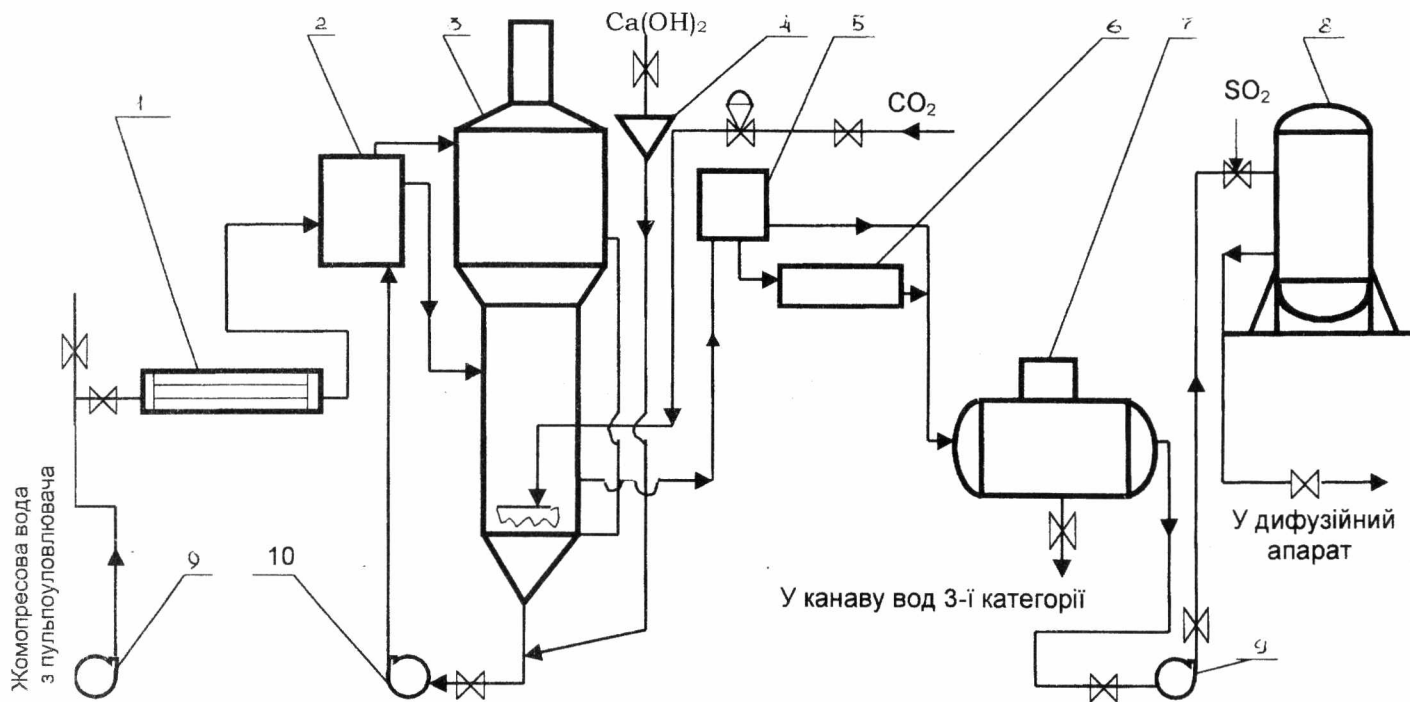


Рис.2 Схема очистки жомпресованої води

1, 6 – трубчатий теплообмінник; 2 – дефекатор; 3 – сатуратор; 4 – дозатор вапняного молока; 5 – контрольний ящик; 7 – відстійник; 8 – сульфітатор; 9 – технологічні насоси; 10 – циркуляційний насос

апараті II кристалізації, утфель III уварюється до готовності на відтоці утфелю II. Чистоту утфелю III кристалізації підтримували постійною в межах 76...77 % шляхом зміни кількості кристалічної основи.

Використання такої схеми дало можливість підвищити виробничу потужність кристалізаційного відділення на 11,5%, зменшити кольоровість цукру на 11,1 од. оптичної густини (одиниць ICUMSA), зменшити вміст цукрози в мелясі на 0,25% та чистоту меляси на 1,3 %.

### ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. В результаті досліджень особливостей технологічної якості цукрових буряків Центральної зони бурякосіяння України встановлено, що за технологічною здатністю до переробки на 20.08 цукрові буряки відносяться до категорії "середньої якості", для яких чистота очищеного соку становить 91,6-88,7 %, а МБ-фактор 31-40 одиниць. За хімічним складом вони характеризуються середнім вмістом кондуктометричної золи – 0,6% до маси буряків,  $\alpha$ -амінного азоту – 2,5-3,5 ммоль на 100 г буряків. На період збирання 20.09 цукрові буряки відносяться до категорії "хороші" (чистота очищеного соку понад 91,6 %, МБ-фактор менше 30 од.) Вихід цукрози з такої сировини знаходиться в межах 13,01 – 13,56 %.

2. На основі досліджень факторів, які впливають на вихід цукру, обґрунтовано основні критерії оцінки якості цукрових буряків: та одержано регресійні залежності між вмістом компонентів нецукрового комплексу та технологічними показниками для свіжозібраних буряків та після зберігання. Встановлено, що коефіцієнт кореляції між цукристістю свіжозібраних буряків і виходом цукру становить 0,97, після зберігання – 0,87; між чистотою сиропу та вмістом лужних елементів – -0,72,  $\alpha$ -амінного азоту – -0,83.

3. На основі регресійних рівнянь між технологічними показниками та показниками хімічного складу розроблено математичну модель та створено комп'ютерну програму для прогнозування основних технологічних показників переробки цукрових буряків.

4. Виробничими випробуваннями доведено, що математична модель з достатньою для практичного використання точністю дає можливість прогнозувати технологічні показники переробки буряків. Різниця між прогнозованим виходом цукру та фактичним становить +0,1% (абс.), вмістом цукрози в мелясі –0,1% (абс.), коефіцієнтом виробництва – +0,745% (абс.), коефіцієнтом заводу – +0,62% (абс.). Різниця між прогнозованою чистотою бурякового соку та фактичним



значенням становить +0,33% (абс.), очищеного соку –0,58% (абс.), нормальної меляси +0,14% (абс.), заводської меляси +0,30% (абс.).

5. Результатами експериментального впровадження розробленої математичної моделі та комп'ютерної програми доведено, що вони дозволяють вести оплату буряків за кінцевим результатом, порівнювати технологічні показники переробки буряків різних господарств, стимулювати вирощування буряків з поліпшеною технологічною якістю, установлювати технологічний режим переробки буряків, що дозволить підвищити вихід цукру на 0,05...0,15 % до маси буряків.

6. На основі лабораторних досліджень визначено вплив корциду на основну патогенну мікрофлору цукрових буряків та вибрано оптимальну концентрацію робочого розчину. Установлено, що в концентрації 0,05% корцид проявляє фунгістатичний ефект, а при 0,1% – фунгіцидний до *Botrytis cinerea*, *Fusarium oxysporum* та *Phoma betae*.

7. Розроблено, апробовано у виробничих умовах та затверджено технологічний регламент процесу зберігання цукрових буряків із використанням корциду, який може бути рекомендований для інших заводів.

8. За результатами промислових досліджень установлено, що при використанні корциду для обробки буряків в 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%.

9. Грунтуючись на даних досліджень впливу тривалості зберігання на чистоту бурякового соку сировини вересневої копки, установлено, що в процесі промислового зберігання проходить значне зниження чистоти бурякового соку, яке становить 2% (абс.) за два тижні зберігання.

10. Розроблено та впроваджено на Лучанському цукровому заводі технологічну схему очистки жомпресової води дефекосатурацією з подальшою сульфитацією. Використання схеми дало можливість зменшити втрати цукрози на дифузії на 0,03%, підвищити чистоту дифузійного соку на 0,7% та збільшити продуктивність дифузійного апарата на 9,7%.

11. Вдосконалено технологічну схему кристалізації утфелю III кристалізації, впровадження якої дало можливість збільшити продуктивність кристалізаційного відділення на 11,5%, зменшити вміст цукрози в мелясі на 0,25%, кольоровість цукру на 11,1 одиниць оптичної густини.

12. Економічна ефективність розробок складає 162,8 тис. гривень.

По темі дисертації опубліковані роботи:

1. Уварювання утфелю на Лучанському цукровому заводі // Мількевич В.М., Адаменко Л.Ф., Савич А.Н., Сущенко А.К.- Харчова та переробна промисловість, 1999.- № 5-6.- С.10-12.

2. Мількевич В.М., Чернявська Л.І., Баранова Г.І., Шелудько В.І. Підвищення ефективності зберігання цукрових буряків в кагатах при застосуванні біоцидного препарату корцид. // Харчова та переробна промисловість, 2000.- № 2-3.- С. 26-27.

3. Милькевич В.М., Чернявская Л.И. Прогнозирование основных технологических показателей работы сахарного завода по данным химического состава свеклы // Сахар, 2000.- № 1.- С 21-25.

4. Дослідження технологічної якості цукрових буряків різних регіонів України та розробка математичних моделей прогнозування основних показників їх переробки // Мількевич В.М., Штангеев В.О., Чернявська Л.І., Томіленко О.Г. – Цукор України, 2000.- № 1.- С.28-30.

5. Мількевич В.М., Чернявська Л.І. Випробування технології короткострокового та тривалого зберігання коренеплодів цукрових буряків із застосуванням біоцидного препарату / Тези доповіді на 6-й Міжнародній науково-технічній конференції "Проблеми та перспективи створення і впровадження нових ресурсо- та енергоощадних технологій, обладнання в галузях харчової і переробної промисловості".

6. Мількевич В.М., Чернявська Л.І. Технологічна якість цукрових буряків зони бурякосіяння Лучанського цукрового заводу // Тези доповіді на 6-й Міжнародній науково-технічній конференції "Проблеми та перспективи створення і впровадження нових ресурсо- та енергоощадних технологій, обладнання в галузях харчової і переробної промисловості".

Крім того одержані позитивні рішення на отримання патентів України

1. Спосіб обробки жомпресової води (Мількевич В.М., Осадчий Л.М., та інші.) Заявка на патент України № 98126655/6592 від 16.12.1998 р., позитивне рішення від 07.06.99 р.

2. Спосіб визначення середньодобових втрат цукрози при зберіганні буряків в кагатах (Штангеев В.О., Засць В.А., Мількевич В.М. та інші) Заявка на патент України № 98126911/6711 від 28.12.1998 р., позитивне рішення від 14.07.99 р.

## АНОТАЦІЯ

Мількевич В.М. Підвищення ефективності цукрового виробництва шляхом прогнозування технологічних показників переробки буряків та вдосконалення технології їх зберігання – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.18.05 – Технологія цукристих речовин.– Український державний університет харчових технологій, Київ, 2000.

Дисертацію присвячено питанням прогнозування технологічних показників переробки буряків та удосконалення технології їх зберігання буряків з метою підвищення ефективності їх переробки.

Досліджені особливості технологічної якості сировини центральної зони бурякосіяння України.

Визначено критерії оцінки якості сировини, розроблено математичну модель та комп'ютерну програму, на основі яких здійснене прогнозування основних технологічних показників цукрових буряків за даними їх хімічного складу.

Досліджено та розроблено технологію зберігання цукрових буряків з використанням біологічно-активного препарату нового покоління для зменшення втрат цукрози та покращання фітопатологічного стану сировини.

Вдосконалено технологічний процес екстракції цукрози та кристалізації.

Наведено дані про ефективність впровадження розробок у виробництві.

Ключові слова: ЦУКРОВІ БУРЯКИ, ХІМІЧНИЙ СКЛАД, ПРОГНОЗУВАННЯ, ТЕХНОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ, ВИХІД ЦУКРУ, ВТРАТИ ПРИ ЗБЕРІГАННІ, ВМІСТ ЦУРОЗИ В МЕЛЯСІ

## АННОТАЦИЯ

Милькевич В.М. "Повышение эффективности сахарного производства путем прогнозирования технологических показателей переработки свеклы и усовершенствование технологии ее хранения" – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.05. – Технология сахаристых веществ.– Украинский государственный университет пищевых технологий, Киев, 2000.

Диссертация посвящена вопросам прогнозирования технологических показателей переработки свеклы и усовершенствования технологии ее хранения с целью повышения эффективности ее переработки.

Исследованы особенности технологических качеств сырья Центральной зоны свеклосеяния Украины. Установлено, что по технологической способности к переработке сахарная свекла на период массовой уборки относится к категории хорошего качества (чистота очищенного сока 91,6 %, МБ-фактор менее 30).

Определены критерии оценки качества сырья, разработаны математическая модель и компьютерная программа, на основании которых осуществлено прогнозирование основных технологических показателей сахарной свеклы по данным ее химического состава.

Математическая модель и компьютерная программа в сезон 1998 года была испытана, а в сезон 1999 года внедрена на Лучанском сахарном заводе. В течение сезона определяли химический состав свеклы – содержание сахара, калия, натрия,  $\alpha$ -аминного азота при приемке, сдаче на переработку и переработке. По этим данным были выполнены расчеты основных технологических показателей – чистоты свекловичного и очищенного соков, нормальной и заводской мелассы, выход сахарозы в % к массе свеклы и в тоннах с гектара, коэффициент производства и коэффициент завода, расход сырья на 1 тонну сахара.

Программа дает возможность оценивать и сравнивать качество свеклы различных хозяйств, принимать свеклу и вести расчеты со свеклосдатчиками по конечному результату – выходу сахара, стимулировать выращивание свеклы с улучшенными качествами.

Результаты прогнозирования дают возможность устанавливать и корректировать технологический режим переработки свеклы, сравнивать прогнозируемую величину чистоты мелассы с фактической и принимать меры по ее снижению, а следовательно, повышать выход сахара.

Экономический эффект от внедрения системы составляет 105,8 тыс. гривен.

Исследована и внедрена технология хранения сахарной свеклы с использованием биологически-активного препарата корцид для уменьшения потерь сахарозы и улучшения фитопатологического состояния сырья.

Установлено, что обработка сахарной свеклы препаратом корцид, благодаря его антисептическому действию, положительно влияет на сохранение технологических качеств свеклы при хранении и приводит к уменьшению потерь и повышению выхода сахара. По сравнению с контролем отмечено уменьшение количества заплесневевших корнеплодов на 29...62%, загнивших на 64...74%, гнилой массы на 70...94%, среднесуточные потери сахарозы при хранении ниже на 29...37%. Экономический эффект для завода за сезон производства составляет 31,8 тыс. гривен.

Исследовано влияние качества свеклы на качество получаемого диффузионного сока и жомпрессовой воды. Установлено, что при хранении сахарной свеклы наблюдается снижение чистоты свекловичного сока, происходят деструктивные изменения водорастворимой части мякоти свекловичной ткани, снижается качество жомпрессовой воды. Разработана технологическая схема очистки жомпрессовой воды, защищенная патентом Украины, экономический эффект от внедрения которой за производственный сезон составляет 25,3 тыс. гривен.

Усовершенствован технологический процесс кристаллизации utfеля III продукта, от внедрения которого увеличена производительность продуктового отделения на 11,5%, уменьшилась цветность сахара на 11,1 единиц оптической плотности, уменьшилось содержание сахара в мелассе на 0,25% и чистота мелассы на 1,3%.

Ключевые слова: САХАРНАЯ СВЕКЛЫ, ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ, ПРОГНОЗИРОВАНИЕ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ, ВЫХОД САХАРА, ПОТЕРИ ПРИ ХРАНЕНИИ, СОДЕРЖАНИЕ САХАРОЗЫ В МЕЛАССЕ.

## Summary

Milkevich V.M. SUGAR PRODUCTION EFFICIENCY INCREASE BY PROGNOSIS OF THE TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF THE SUGAR BEETS PROCESSING AND IMPROVEMENT OF TECHNOLOGY OF THEIR STORAGE

Dissertation on competition of a scientific degree of a candidate of the technical sciences on a speciality 05.18.05 - Technology of the sugary substances - Ukrainian State University for Food Technologies, Kyiv, 2000.

The present dissertation is devoted to the aspects of prognosis of the technological parameters of the sugar beets processing and improvement of the technology of their storage with the aim to increase efficiency of their processing.

The specific features of the raw material technological quality in the central zone of sugar beet growing of Ukraine are studied.

The criteria of raw material quality evaluation are determined, the mathematical model and the computer program are developed, on the base of which prognosis of the main technological parameters of the sugar beets according to their chemical composition is made.

The technology of the sugar beet storage with use of the biologically active chemical of the new generation with the aim to reduce the sugar losses and improve of phytopathological condition of the raw material is investigated and developed.

The technological processes of the sucrose extraction and crystallization have been improved.

The data on efficiency of the developments implementation in the industrial scale are given.

Key words: SUGAR BEETS, CHEMICAL COMPOSITION, PROGNOSIS, TECHNOLOGICAL PARAMETERS, SUGAR YIELD, LOSSES AT STORAGE, SUGAR LOSSES IN MOLASSES

Підп. до друку 18.05.2000р. Наклад 100 прим. Зам. № 500

---

РВЦ УДУХТ, 01033 Київ-33, вул. Володимирська, 68