

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ УКРАЇНИ  
УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

На правах рукопису  
УДК 664.1.03.

**СИДОРЧЕНКО Олена Іванівна**

**ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРЕТВОРЕНЬ БІОКОМПОНЕНТІВ  
ТОПІНАМБУРА І РОЗРОБКА НА ЙОГО ОСНОВІ  
ТЕХНОЛОГІЇ РОЗЧИННОГО ПОРОШКУ**

Спеціальність 05.18.05. – Технологія  
цукристих речовин

**АВТОРЕФЕРАТ**

**Дисертації на здобуття вченого ступеня  
кандидата технічних наук**

КИЇВ – 1997



Дисертацією є рукопис

Робота виконана в Українському державному університеті харчових технологій

Наукові керівники

доктор технічних наук, професор,  
академік АІН України

**Л.Д. Бобрівник**

кандидат технічних наук,

старший науковий співробітник,

**Н.В. Ремесло**

Офіційні опоненти:

доктор технічних наук, професор

**А.А. Ліпец**

кандидат технічних наук

**Л.В. Хорунжа**

Провідна організація: Український науково-дослідний інститут спирту і біотехнології продовольчих продуктів.

Захист відбудеться "10" чрудня 1997 р. в 14 годин на засіданні спеціалізованої ради Д.26.058.04 Українського державного університету харчових технологій за адресою:

252033 м. Київ-33; вул. Володимирська 68, в ауд. А-311.

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці університету.

Автореферат розісланий "5" листопада 1997 р.

Вчений секретар  
спеціалізованої ради  
к. т. н., доцент

А.М. Куц

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Стрімкі темпи розвитку промисловості, погіршення екологічних умов в країні, що склалися в результаті техногенних навантажень, а особливо в зв'язку з аварією на Чорнобильській АЕС, негативно впливають на стан людського організму. В останні десятиріччя медики визначають зниження імунітету у населення, кількість хворих на цукровий діабет досягло в Україні 1 млн чоловік, зросла кількість хворих ожирінням та іншими захворюваннями, пов'язаних з порушенням обміну речовин в організмі. Усі ці обставини спонукають вирішенню проблеми створення нових ефективних фармацевтичних засобів, лікувально-дієтичних і профілактичних продуктів високої харчової цінності із нетрадиційної сировини.

Перспективною сировиною для створення широкого спектру продуктів харчування лікувально-профілактичного призначення може бути топінамбур, який здавна використовувався в народній медицині для лікування багатьох захворювань.

Але до цього часу, з ряду причин, топінамбур не знайшов широкого використання в харчовій промисловості, як в нашій країні так і за кордоном.

**Мета роботи.** Розробити технологію отримання розчинного порошкоподібного продукту із топінамбура, випуск якого спонукав би розширенню асортименту дієтичних продуктів і задовольнив все більш зростаючий споживчий попит на них.

Відповідно до мети роботи були поставлені такі завдання.

1. Вивчити зміни речовин колоїдної дисперсності (РКД) топінамбура, як важливих складових біоорганічного комплексу, в процесі досягання і зберігання бульб, в залежності від сортових особливостей оптимальних термінів зберігання і його переробки.
2. Вивчити зміни РКД топінамбура під впливом технологічних параметрів: температури та рН середовища.
3. Вивчити поведінку окремих складових комплексу РКД клітинного соку топінамбура (фруктанів, білків, нуктинів) в ході технологічних умов отримання розчинного порошку.
4. Розробити математичні моделі гідролізу РКД, зокрема фруктанів під впливом технологічних факторів.

5. Розробити технологічні режими вилучення та очищення соку топінамбура, з метою створення умов для максимального збереження біологічно активних речовин при виробництві розчинного порошку.
6. Розробити технологічні параметри соку при підготовці його до висушування.

**Наукова новизна роботи.** В результаті проведених досліджень, вивчені зміни РКД топінамбура в процесі його досягання і зберігання, в залежності від сортових особливостей, визначені оптимальні умови вилучення РКД клітинного соку бульб топінамбура, вивчені зміни складових РКД під їх впливом.

На модельних розчинах досліджено процес гідролізу інуліну в присутності ортофосфорної та лимонної кислот. Розроблена математична модель процесу.

Досліджені в лабораторних та перевірені в виробничих умовах ефективні режими максимальної стабілізації РКД та їх складових при підготовці топінамурувального соку до висушування, на що отримано патент України

На основі результатів проведених досліджень, розроблена математична модель процесу зміни і перетворень РКД соку топінамбура під впливом кислотності середовища та підвищених температур.

Розроблена технологічна схема отримання розчинного порошку із топінамбура.

**Практична цінність роботи.** Наукові результати, отримані в дисертаційній роботі, знайшли практичне застосування і використаня для:

- визначення терміну максимального накопичення РКД топінамбура в процесі дозрівання і зберігання, що дозволило зробити висновки та дати рекомендації промисловості про доцільні строки зберігання і переробки бульб;
- встановлення оптимальних регламентів та розробки технологічної інструкції отримання розчинного порошку, з максимальним збереженням біологічно активних речовин бульби;
- організації виробництва розчинного порошку із топінамбура, як продукту готового для вживання, так і в якості композиційної добавки до багатьох видів харчових продуктів – хлібобулочних та кондитерських виробів, молочно-кислих продуктів та інших.

**Достовірність роботи.** Достовірність отриманих результатів, висновків і рекомендацій забезпечена використанням сучасних методів експериментальних досліджень, сучасних вимірювальних приладів, багаторазовою повторністю лабораторних та промислових випробувань.

**Реалізація результатів роботи.** На основі результатів досліджень розроблена технологія отримання розчинного порошку із топі-

намбура з максимальним збереженням біологічно активних речовин бульби. Одержані результати найшли своє втілення у випуску дослідної партії розчинного порошку на консервному заводі АНВТ "Українська Нива" с. Сунки, Смілянського району, Черкаської області.

Ефект від практичної реалізації наукових розробок – соціальний, створення нового продукту із бульб топінамбура, що дозволить створити перспективне направлення в виробництві лікувально-дієтичних продуктів цільового призначення.

**Апробація роботи.** Основний зміст дисертаційної роботи доповідався і обговорювався на II Всесоюзній науково-виробничій конференції "Топинамбур и топинсолнечник — проблемы возделывания и использования" (Іркутськ, 1990 рік); II Всесоюзній науковій конференції "Проблемы влияния тепловой обработки на пищевую ценность продуктов питания" (Харків, 1990 рік); Всесоюзній конференції "Химические превращения пищевых полимеров" (Світлогорськ, 1991 рік); Республіканській конференції "Разработка и внедрение высокоэффективных ресурсосберегающих технологий, оборудования и новых видов пищевых продуктов в пищевую и перерабатывающие отрасли АПК" (Київ, 1991 рік); III Всесоюзній науково-виробничій конференції "Топинамбур и топинсолнечник — проблемы возделывания и использования" (Одеса, 1991 рік); Науковій конференції, присвяченій 60-річчю МТХП "Научное обеспечение хранения и переработки растительного сырья в пищевой промышленности" (Москва, 1991 рік); Міжнародній науково-технічній конференції "Розробка та впровадження нових технологій та обладнання у харчову та переробну галузі АПК" (Київ, 1993 рік); Всеукраїнській науково-технічній конференції "Розробка та впровадження прогресивних технологій та обладнання у харчову та переробну промисловість" (Київ, 1995 рік); Международной научно-практической конференции "Энерго-ресурсосберегающие технологии переработки сельскохозяйственного сырья" (Мінськ, 1996 рік); IX Міжнародній конференції "Удосконалення процесів та апаратів хімічних, харчових та нафтохімічних виробництв" (Одеса, 1996 рік), Міжнародному семінарі "Інулін у харчуванні та медицині" (Київ 1997 рік).

Тематика досліджень входила до планів науково-дослідних робіт проблемної науково-дослідної лабораторії УДУХТ, які були складовою частиною програми "Створити та освоїти технологічні процеси отримання фруктозних сиропів, пюре, порошоків із топінамбура для виробництва лікувально-дієтичних продуктів і лікувальних препаратів цільового призначення", ГЗН 02.04. Постанова Ради Міністрів УРСР № 340 від 22.11.88 р.

Дисертаційна робота виконувалась в проблемній науково-дослідній лабораторії УДУХТ, на консервному заводі АНВТ "Українська Нива" та Уманському консервному заводі.

**Публікації.** Основні теоретичні і експериментальні результати дисертації опубліковано в 31 друкованих роботах, в тому числі: 1 патенті, 1 заявці, на яку є позитивне рішення, 5 статтях і 24 тезах доповідей на конференціях. В дисертаційну роботу увійшли результати багаторічних досліджень, проведених автором особисто, а також при його безпосередній участі в дослідженнях, що виконувались колективом проблемної науково-дослідної лабораторії УДУХТ з проблем використання топінамбура.

**Структура і об'єм роботи.** Дисертаційна робота складається з вступу, шести глав, висновків, списку використаної літератури і додатків.

Робота викладена на 189 сторінках основного тексту, містить рисунків 34 і таблиць 35. Список використаної літератури містить 289 вітчизняних та зарубіжних джерел.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обгрунтовано актуальність теми, викладено мету роботи і завдання досліджень.

В першому розділі "Обгрунтування доцільності виробництва розчинного порошку із топінамбура" приведено короткий огляд даних про біологічну цінність основних складових органічного комплексу бульб топінамбура.

Проведено аналіз принципів основ отримання розчинних порошоків, в тому числі з топінамбура.

На основі літературного огляду зроблено висновок про харчову та біологічну цінність топінамбура, а також про основну складову органічного комплексу — РКД і її хімічний склад. Зроблена оцінка запропонованих технологій отримання розчинних порошоків та враховані їх недоліки.

Проведена порівняльна оцінка сучасних методів дослідження РКД та їх складових.

Удосконалена методика аналізу високо- та низькомолекулярних фруктанів бульб та соків топінамбура, визначення розчинних колоїдів. Визначено завдання досліджень.

В другому розділі "Вивчення динаміки нагромадження РКД при метаболізмі та зберіганні бульб топінамбура" проведено технологічну оцінку сортів топінамбура: "Находка", "Інтерес", гібридів НІЖ ЛП України 10, 36, 320, 24-55 в період їх досягання з вересня по листопад місяць, а також при зберіганні з листопада по травень місяць.

Складні біохімічні процеси, що відбуваються при формуванні бульб в рослині топінамбура, супроводжуються не менш складними змінами в структурі і складі РКД, для кожного дослідженого сорту вони індивідуальні. У всіх сортах топінамбура РКД складають 75-80 % до СР, однак ця кількість змінюється в процесі досягання і зберігання бульб. В залежності від інтенсивності обмінних процесів в бульбах, по ступеню їх активності накопичення РКД всі сорти можливо розташувати в такій послідовності: "Інтерес" — гібрид 24-55 — "Находка" — гібриди — 10, 36, 320 (рис. 1, 2).

В зв'язку з тим, що вихідним об'єктом отримання розчинного порошку являється клітинний сік бульби топінамбура, концентрувалась увага на поведінку розчинної частини РКД — оборотних колоїдах (ОК) і їх складових.

Встановлено, що (ОК) переважають в загальній масі колоїдів бульби, кількість їх складає 50-85% до РКД, в залежності від стану бульби, ступеня його зрілості, біохімічних процесів які проходять в них.

Якісний та кількісний аналіз соку топінамбура показав, що кількість високомолекулярних фруктанів (ВМф), які належать до оборотних колоїдів, складає 32,0% до маси СР, а кількість низькомолекулярних фруктанів (НМф) складає 31,7% до маси СР (табл. 1).

Таблиця 1

Характеристика сортів топінамбура в формуванні ВМф та НМф (в % до маси СР)

Показники	Гібриди НІЖЛП України				Сорти	
	24-55	10	36	320	Находка	Інтерес
ОК	48,9	50,2	49,7	47,9	50,5	49,9
ВМф	26,1	31,9	21,3	22,4	23,4	23,8
НМф	24,3	21,4	24,3	31,7	19,2	20,2

Практично не маючи захисної тканини, топінамбур володіє високою морозостійкістю і може, знаходячись в ґрунті, витримувати морози до -30° С.

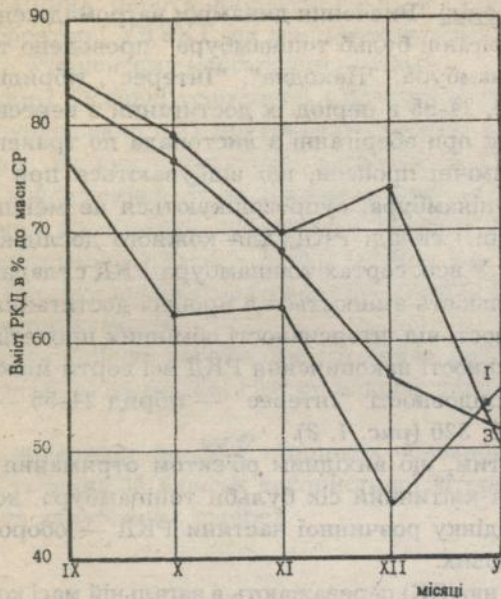


Рис. 1. Динаміка РКД при метаболізмі даних сортів топінамбура:  
Гібриди НІЖ ЛП України  
1 — 320; 2 — 24-55; 3 — 10

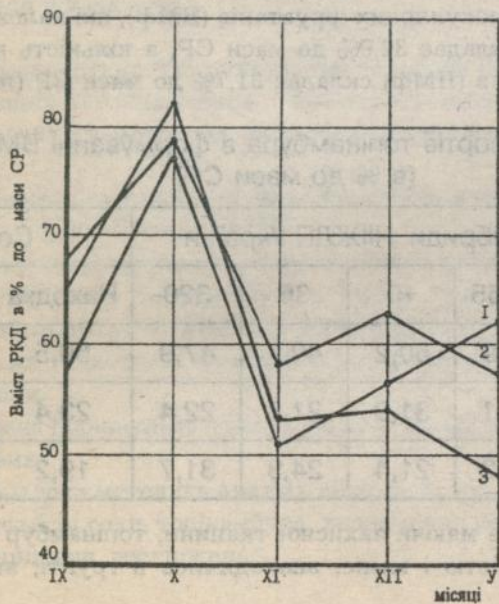


Рис. 2. Динаміка РКД при метаболізмі даних сортів топінамбура:  
1 — Інтерес; 2 — Находка; 3 — Гібрид НІЖ ЛП України 36

Встановлено, що в зимовий період бульби топінамбура, знаходячись в землі, в значній мірі витрачають органічні речовини на підтримку життєдіяльності за рахунок перерозподілу основного енергетичного джерела – високомолекулярних фруктанів, у зв'язку з чим зменшується загальна кількість РКД та їх складових ОК (табл. 2).

Таблиця 2

Зміна РКД в перезимуваних бульбах топінамбура  
(в % до маси СР)

Сорт	РКД		ОК		ВМф		НМф	
	осінь	весна	осінь	весна	осінь	весна	осінь	весна
24-55	70,7	52,4	48,9	36,7	26,1	16,4	24,3	31,1
10	66,3	50,2	50,2	35,8	31,9	22,7	21,4	25,1
36	66,2	47,2	49,7	30,7	21,3	19,3	24,3	27,0
320	61,3	51,5	47,9	33,8	22,4	9,2	31,7	32,0
Находка	65,7	56,8	50,5	34,0	23,4	15,2	19,2	30,2
Інтерес	64,4	52,3	49,9	33,0	23,8	16,1	20,2	28,8

Направлення метаболізму бульб топінамбура в сторону збільшення низькомолекулярних фруктанів, ди- та моносахаридів (фруктози, цукрози та інших) викликано тим, що фруктоза служить основною харчовою речовиною, джерелом енергії для рослин, яка домінує в ході формування ростових процесів.

Промислова переробка топінамбура, має за мету отримання високоякісних лікувально-дієтичних продуктів харчування.

Тому питання про вибір оптимальних умов зберігання бульб є основним при створенні промислової переробки в осінньо-зимовий період.

В результаті проведених досліджень найбільш поширених методів зберігання плодів та овочів, а також підбору сортів топінамбура, в яких максимально зберігаються РКД, зроблені висновки, що в усіх досліджених сортах кількість РКД зменшується в 1,1–2,0 рази на протязі всього строку зберігання. Проте інтенсивність процесу для всіх сортів індивідуальна. За ступенем зменшення РКД соку бульб топінамбура зроблені висновки, що усі сорти підлягають тривалому зберігання, але брати їх на переробку потрібно в різні строки.

Зроблені оцінки та висновки про оптимальні способи зберігання, які дають можливість найбільш повно зберегти комплекс РКД бульби.

Встановлено, що найбільш сприятливі умови зберігання бульб складаються в поліетиленовій тарі. В даних умовах створюється модифіковане газове середовище за рахунок дихання плодів, що й обумовлює довгострокове їх зберігання. В цьому випадку вміст РКД в бульбах, по закінченню зберігання, зменшується мінімально, в середньому на 25–30%.

При зберіганні бульб у відкритій атмосфері, іде інтенсивна втрата маси та деполімеризація РКД і їх складових.

В третьому розділі “Дослідження поведінки РКД при отриманні соку із топінамбура” нами були дослідженні умови вилучення соку, при яких максимально зберігаються РКД клітинного соку, їх зміна під впливом температурних факторів, рН середовища тривалості їх дії.

Вивчено хімічний склад РКД клітинного соку топінамбура та встановлена його висока біологічна цінність (табл. 3).

Таблиця 3

Хімічний склад РКД клітинного соку топінамбура  
(в % до маси соку)

Показники	Вміст
1. Сухі речовини	22,8
2. Речовини колоїдної дисперсності	11,8
3. Оборотні колоїди, в т.ч.:	10,0
– фруктани	5,5
– пектини	0,15
– білки	1,7
4. Необоротні колоїди	1,8

Нами було досліджено зміну РКД і її складової – фруктанів, на всіх етапах технологічної схеми отримання розчинного порошку (яка складається із термообробки, обробки ферментним препаратом, адсорбційної очистки соку).

Дослідження впливу теплової обробки соку на вміст РКД в соці підтвердили її незначний вплив. Вміст РКД зменшується на 2,6–3,1%.

Значно вагоміше впливає на процес руйнування комплексу РКД температурно-кислотний фактор середовища.

Для більш детального вивчення поведінки РКД, ОК за умов різної кислотної активності та при змінах температур було виконано цілий

ряд дослідів. Інтервал зміни рН сягав від рН клітинного соку (6,0–6,2) до 4,0–3,5. Для зміни значень кислотності у соку використовували ортофосфору та лимонну кислоти.

В результаті досліджень впливу даних кислот на РКД соку топінамбура можна зробити висновки, що лимонна кислота в технології отримання освітленого соку топінамбура має переваги, порівнюючи з ортофосфорною (при рН 4,0–4,5 і температурі 80–90° С). За умов її застосування більш повно зберігаються високомолекулярні фруктани. Розпад білків під впливом ортофосфорної кислоти іде майже в 2 рази швидше, ніж в присутності лимонної кислоти. Вміст розчинного пектину в соці з лимонною кислотою збільшується в 1,5–2,0 рази, в соці з ортофосфорною кислотою його кількість значно зменшується. Слід підкреслити, що використання лимонної кислоти при утворенні активної кислотності для гідролізу РКД зменшує утворення кольорових речовин.

Дослідження впливу ферментного препарату пектофоєтидину Г 10Х показало, що зниження РКД сягає 15,4–18,8%, в залежності від способу отримання соку.

Використання ферментативного очищення соку значно вплинуло на його органолептичні показники: він став прозорим, мав кисло-солодкий смак, нагадуючи виноградний сік.

Математична обробка отриманих результатів по впливу ортофосфорної та лимонної кислот на комплекс РКД та їх складових ОК дала можливість вивести залежності констант швидкості гідролізу комплексу РКД і ОК при використанні цих кислот.

При використанні лимонної кислоти як підкислюючого агенту отримані наступні залежності констант швидкості реакції  $K$  для РКД і ОК:

$$\text{для РКД: } K=4,3778 \cdot 10^{-4}t-7,1063 \cdot 10^{-3} \text{ рН}, \quad (1)$$

$$\text{для ОК: } K=1,7932 \cdot 10^{-4}t-2,7554 \cdot 10^{-3} \text{ рН}. \quad (2)$$

При використанні ортофосфорної кислоти як підкислюючого агента отримані наступні залежності констант швидкості реакції  $K$  для РКД і ОК:

$$\text{для РКД: } K=4,2318 \cdot 10^{-4}t-2,4258 \cdot 10^{-3} \text{ рН}, \quad (3)$$

$$\text{для ОК: } K=2,4676 \cdot 10^{-4}t-2,9688 \cdot 10^{-3} \text{ рН}. \quad (4)$$

На основі рівнянь (1, 2, 3, 4) отримані математичні моделі кінетики розкладу речовин колоїдної дисперсності та оборотних колоїдів.

При використанні лимонної кислоти:

$$\text{для РКД: } X(t)=X_n\{1+\exp[-(4,3778 \cdot 10^{-4}t-7,1063 \cdot 10^{-3} \text{ рН}) \cdot t]\}, \quad (5)$$

$$\text{для ОК: } X(t)=X_n\{1+\exp[-(1,7932 \cdot 10^{-4}t-2,7554 \cdot 10^{-3} \text{ рН}) \cdot t]\}. \quad (6)$$

При використанні ортофосфорної кислоти:

$$\text{для РКД: } X(t)=X_n\{1+\exp[-(4,2318 \cdot 10^{-4}t-2,4258 \cdot 10^{-3} \text{ рН}) \cdot t]\}, \quad (7)$$

$$\text{для ОК: } X(t)=X_n\{1+\exp[-(2,4676 \cdot 10^{-4}t-2,9688 \cdot 10^{-3} \text{ рН}) \cdot t]\}. \quad (8)$$

Одержанні математичні моделі (5, 6, 7, 8) дають можливість контролювати технологічний процес вилучення і обробки соку із топінамбура, отримувати сік із заданими якісними характеристиками.

В четвертому розділі "Дослідження особливостей гідролізу високомолекулярних фруктанів" вивчена зміна фруктанової складової соку топінамбура – інуліну під впливом температури, кислотності середовища, яку створюють мінеральна ортофосфорна кислота та органічна лимонна кислота, тривалості процесу.

Одержані результати дозволили установити залежність константи швидкості гідролізу високомолекулярних фруктанів від температури та рН середовища. Дослідження проведені за методом повного факторного експерименту (ПФЕ 2<sup>3</sup>). Розраховані температурний коефіцієнт та енергія активації. Зроблені висновки, що реакція гідролізу високомолекулярних фруктанів до низькомолекулярних фруктанів в даних умовах підпорядковується кінетичному рівнянню першого порядку. Розраховані константи швидкості гідролізу інуліну під впливом температури та рН середовища з ортофосфорною кислотою. Максимальна ступінь гідролізу інуліну досягається при рН середовища 3,5 і температурі 95° С. Обробка результатів з використанням лінійного регресійного аналізу і метода найменших квадратів дала наступні залежності для константи швидкості реакції:

$$K=1,4892 \cdot 10^{-4}t-2,4258 \cdot 10^{-3} \text{ рН}. \quad (9)$$

На основі рівняння (9) одержана математична модель кінетики реакції:

$$X(t)=X_n\{1+\exp[-(1,4892 \cdot 10^{-4}t-2,4258 \cdot 10^{-3} \text{ рН}) \cdot t]\}. \quad (10)$$

Охарактеризовано процес гідролізу інуліну в середовищі розчину лимонної кислоти під впливом температури та рН. Максимальна ступінь гідролізу досягається при рН – 3,5 та температурі 95° С, накопичення фруктози проходить на протязі всього часу гідролізу. Математична обробка одержаних результатів з гідролізу інуліну в середовищі лимонної кислоти методом найменших квадратів дала наступну залежність для константи швидкості реакції від температури і значення рН

$$K=1,5162 \cdot 10^{-4}t-2,7654 \cdot 10^{-3} \text{ рН}. \quad (11)$$

На основі рівняння (11) одержана математична модель кінетики реакції:

$$X(t)=X_n\{1+\exp[-(1,5162 \cdot 10^{-4}t-2,7654 \cdot 10^{-3} \text{ рН}) \cdot t]\}. \quad (12)$$

В п'ятому розділі "Розробка технологічних режимів одержання розчинного порошку із топінамбура" вивчено фізико-хімічні властивості соків із топінамбура, отриманих різними способами і запропоно-

вано спосіб очищення соку, що забезпечує отримання продукту з високими технологічними та органолептичними показниками.

Плодові соки взагалі і сік топінамбура в тому числі, характеризується високою динамічною в'язкістю, яка обумовлена міцною колоїдною системою.

В ході вивчення впливу технологічних операцій на стан агрегативної структури соку були визначені оптимальні параметри, при яких різко знижується динамічна в'язкість середовища, в зв'язку з порушенням стабільності колоїдної системи соку. Такими умовами слід вважати: концентрація РКД – 16,0-24,0%, що відповідає вмісту сухих речовин для неосвітлених соків – 25,0-30,0%, для ферментативних соків – 25,0-35,0%, при температурі процесу висушування 60-70° С (рис. 3).

За допомогою гель-хроматографії на сефадексах (G-50), ми прослідкували за зміною молекулярної маси складових органічного комплексу соків топінамбура: клітинного (рН 6,2), екстракту (рН 6,0-6,2), соку (рН 4,5-4,2) в присутності лимонної та ортофосфорної кислот. Було встановлено, що деструктивна зміна комплексу РКД проходить вже в початковій стадії теплової обробки.

Використання ортофосфорної кислоти як екстрагента не дає суттєвих результатів по вилученню білково-пектинового комплексу у зв'язку з її блокуючою дією, на перехід високомолекулярних органічних сполук в сік, їх кількість складає до 68,9% від загальної маси. Це приводить до зниження харчової та біологічної цінності кінцевого продукту (рис. 4).

Наші результати підтвердили доцільність застосування екстрагування при вилученні із бульб топінамбура однієї складової РКД, інуліну (ВМф), але при цьому втрачається значна кількість інших біологічно активних речовин. Загальний ефект вилучення органічного комплексу РКД із бульб топінамбура не перевищує 71,0%.

Властивість триосновної лимонної кислоти утворювати розчинні комплекси, стійкі при невисоких температурах, обумовлює доцільність використання її як екстрагента. В цьому випадку вилучається до 81,2% загальної кількості РКД із бульб топінамбура.

В ході експерименту була встановлена активна роль мінерального складу досліджуємих соків, в стабілізації їх колоїдного комплексу, його вплив на зміцнення структури РКД, в присутності лимонної та ортофосфорної кислот. Була підтверджена висока специфічна комплексоутворююча активність даних кислот як з катіонами так із біоплімерами та фруктанами (рис. 5, 6, 7, 8).

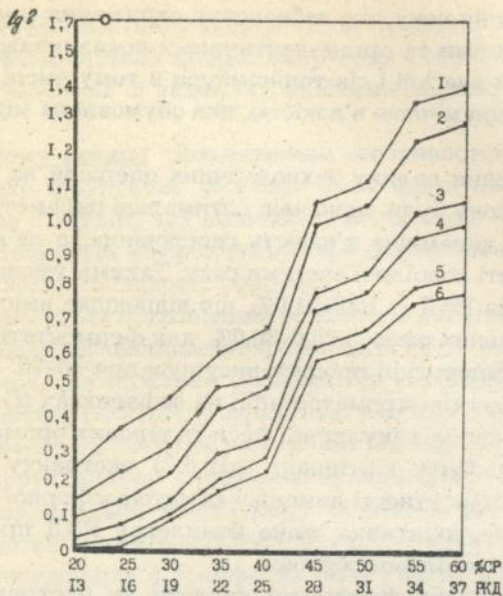


Рис. 3. Вплив ферментативної обробки на в'язкість соку із топінамбура:

1 —  $T=30^{\circ}\text{C}$       3 —  $T=50^{\circ}\text{C}$       5 —  $T=70^{\circ}\text{C}$   
 2 —  $T=40^{\circ}\text{C}$       4 —  $T=60^{\circ}\text{C}$       6 —  $T=80^{\circ}\text{C}$

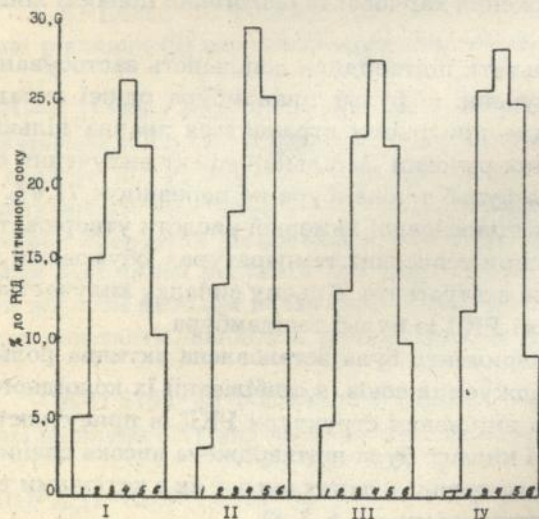


Рис. 4. Хроматографічне розділення соків топінамбура:

I — клітинний сік;      III — сік після обробки  $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_8$ ;  
 II — екстракційний сік;      IV — сік після обробки  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ;  
 1 — біополімери; 2 — Вмф; 3 — Нмф; 4 — олігосахариди;  
 5 — кестози, сахароза; 6 — моноуглеводи

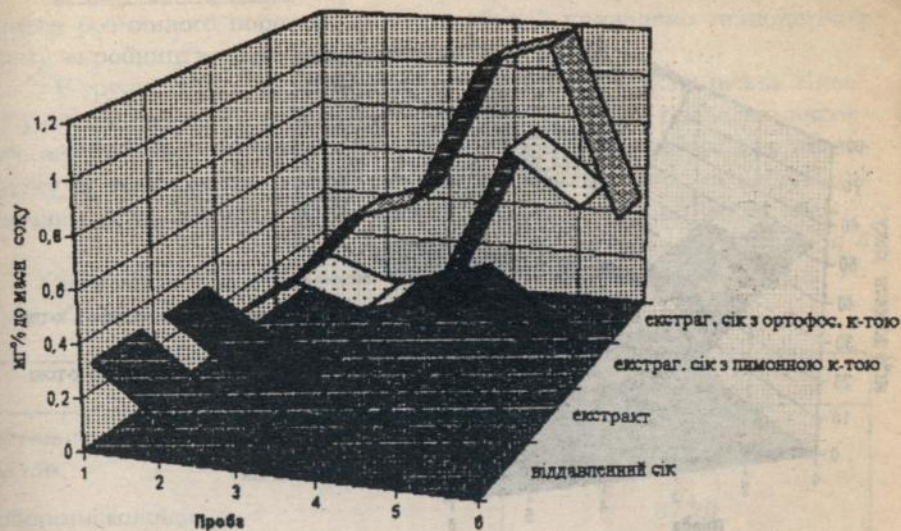


Рис. 5. Зміна вмісту Si в соку в залежності від способу отримання

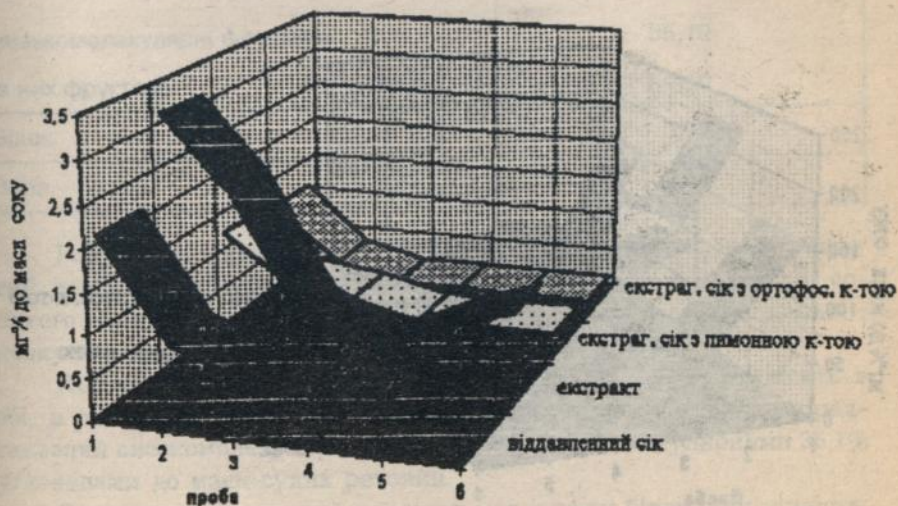


Рис. 6. Зміна вмісту Fe в соку в залежності від способу отримання

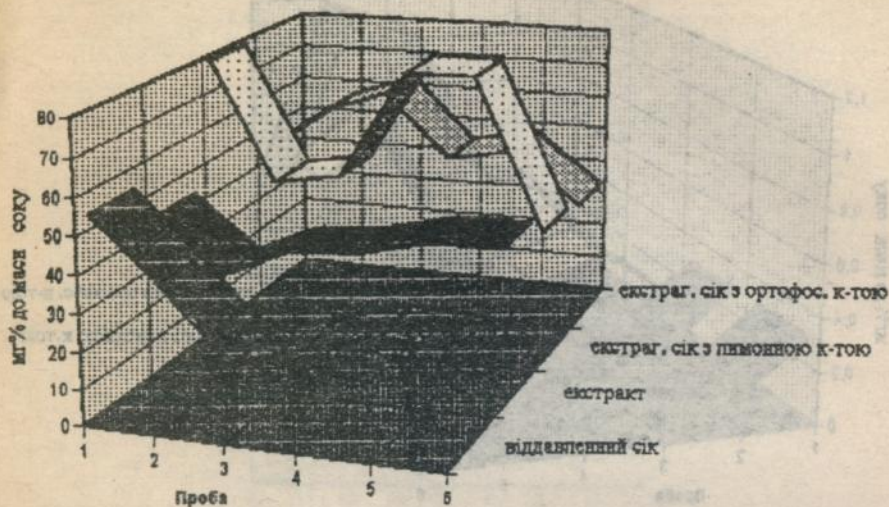


Рис. 7. Зміна вмісту Са в соку в залежності від способу отримання

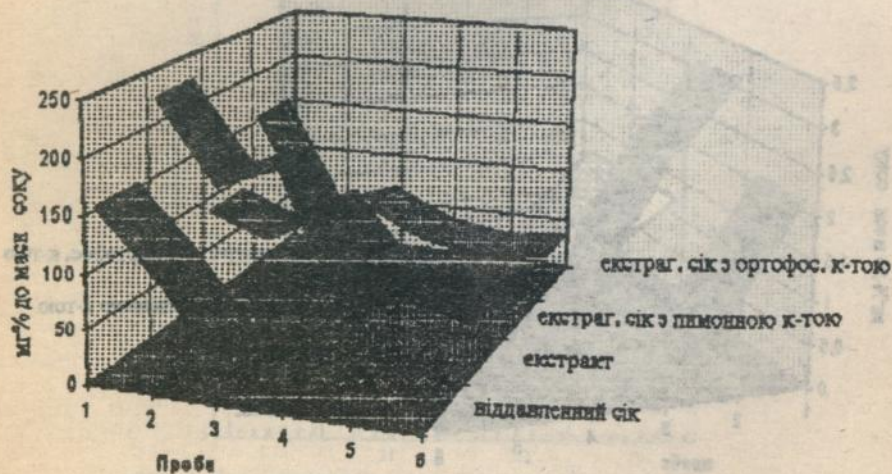


Рис. 8. Зміна вмісту К в соку в залежності від способу отримання

В шостому розділі “Організація дослідно-промислового виробництва розчинного порошку із топінамбура” приведено технологічну схему виробництва розчинного порошку.

В грудні 1996 р. на консервному заводі АНВТ “Українська Нива” с. Сунки Смілянського району Черкаської області були проведені виробничі випробування запропонованої технології отримання розчинного порошку із топінамбура і вироблено розчинний порошок із слідуючим хімічним складом (табл. 4). Акт випробувань в дисертації надається.

Таблиця 4

Хімічний склад розчинного порошку з бульб топінамбура  
(в % до маси СР)

Показники	Склад
Речовини колоїдної дисперсності із них:	69,50
оборотні колоїди	87,20
необоротні колоїди	12,80
Вуглеводи в тому числі:	80,30
високомолекулярні фруктани	45,20
низькомолекулярні фруктани	35,10
із них фруктоза	21,10
Білок	3,2
Зола	3,6

Розчинний порошок з бульб топінамбура являє собою розсипчастий порошок світло-жовтого кольору, добре розчинний у воді, солодкого смаку з вологовмістом 5%, має присмак вихідної сировини і високу гігроскопічність.

Хімічний склад розчинного порошку із топінамбура містить в собі, в основному, вуглеводний комплекс, який в свою чергу представлений високомолекулярними 45,2% та низькомолекулярними 35,1% вуглеводами до маси сухих речовин.

Отриманий розчинний порошок має високу біологічну цінність, що підтверджується його амінокислотним складом білкових речовин, який представлений рядом незамінних кислот, таких як треонін, валін, метіонін, фенілаланін та лізин, які складають 35,2% до загальної маси

амінокислот. Співвідношення вмісту замінних амінокислот до незамінних 0,65:0,35 в розчинному порошок близьке до оптимального, що підтверджує харчову цінність білків.

Методом диференціально-термічного аналізу досліджено термостійкість отриманого порошку і зроблена порівняльна характеристика з термостійкістю чистого інуліну. Виявлено, що термостійкість порошку вище ніж чистого інуліну і сягає температури 187° С. Ця властивість порошку, дає нам можливість рекомендувати його як додаток в харчові продукти, які підлягають термічній обробці.

Запропоновано напрями вдосконалення розробленої технології.

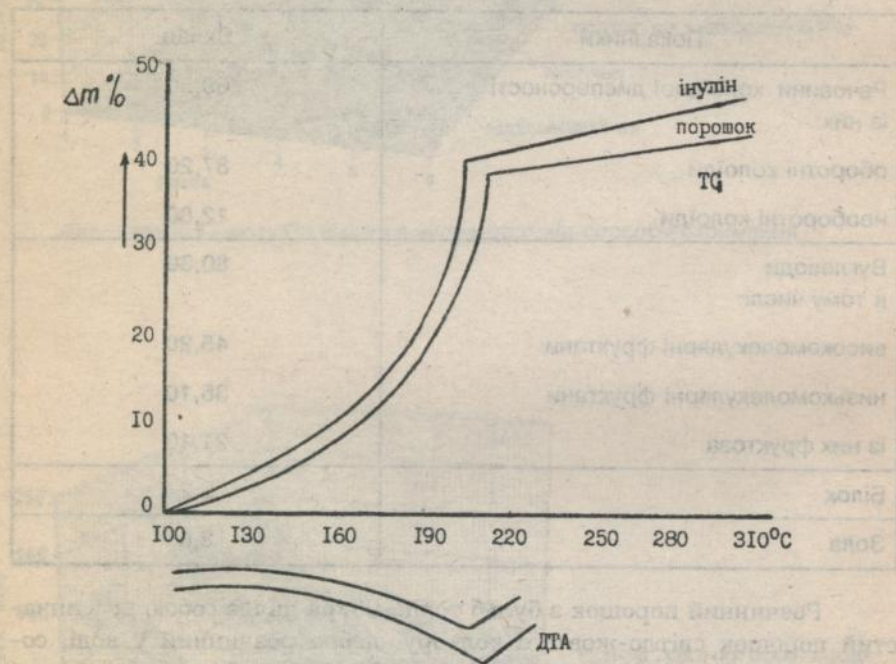


Рис. 9. Диференціальні термограми та криві зміни маси розчинного порошку із топінамбура та інуліну

1. На основі дослідження хімічного складу топінамбура та характеристики його основних складових біорганічного комплексу обгрунтована доцільність одержання з нього розчинного порошку.
2. Доведено, що основні складові біорганічного комплексу топінамбурного соку складають РКД (фруктани, білок, харчові волокна). Вивчено їх перетворення під час вегетації та зберігання бульб топінамбура.
3. По результатам сортових досліджень динаміки метаболізму РКД топінамбура рекомендується переробляти бульби по гнучкому графіку, в залежності від ступеня зрілості.
4. Запропонована оцінка способів зберігання бульб за якісною і кількісною зміною РКД.
5. На основі порівняльного аналізу різних способів одержання соку із бульб топінамбура із урахуванням повноти переходу у сік РКД, рекомендовано промисловості пресо-екстракційний спосіб з використанням лимонної кислоти як підкислюючого агента, рН середовища 4,0, температура 90° С.
6. Досліджена кінетика гідролізу ВМф та НМф, встановлена область максимальної їх стійкості, складена математична модель процесу, яка дозволяє оптимізувати технологічні параметри гідролізу фруктанів.
7. Доведена необхідність ферментативної та адсорбційної обробки соку для забезпечення необхідних органолептичних показників розчинного порошку одержаного на його основі.
8. Встановлені технологічні умови підготовки соків до висушування: рН - 4,0; СР - (25,0-35,0%); РКД - (16,0-24,0%). Одержаний за таких умов розчинний порошок має високу термостабільність, що забезпечує можливість його використання в технологіях харчових продуктів з термообробкою.
9. На основі проведених досліджень розроблено технологію розчинного порошку із топінамбура, розроблена технологічна інструкція, що успішно пройшла апробацію у виробничих умовах. На що отримано акт промислових випробувань.

# ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ ДИСЕРТАЦІЇ ВИКЛАДЕНО В ТАКИХ ПУБЛІКАЦІЯХ:

## Наукові статті

1. Перспективные направления топинамбура в пищевой промышленности / Бобровник Л.Д., Гулий И.С., Сидорченко Е.И., и другие // Известия вузов СССР, Пищевая технология. - 1990 - № 4. - с. 12—13.
2. Сидорченко Е.И., Бобровник Л.Д., Ремесло Н.В., Вещества коллоидной дисперсности топинамбура // Сахарная свекла: производство и переработка ВО Агропромиздат - 1991. - № 6. - с. 54—55.
3. Продукти з топінамбура / Бобрівник Л.Д., Гулий І.С., Сидорченко О.І., та інші. // Харчова і переробна промисловість - 1993 - № 10. - с. 6—7.
4. Федоренченко Л.О., Сидорченко О.І., Ремесло Н.В. Про склад білкових речовин соку з бульб топінамбуру // Харчова промисловість. - Вип. № 42 - 1996 - с. 6—8.
5. Сидорченко О.І., Ремесло Н.В., Бобрівник Л.Д. Зміна речовин колоїдної дисперсності топінамбура при збереженні // Харчова промисловість. - Вип. № 42 - 1996 - с. 35.

## Патент та заявка

6. Патент України № 10539 А, бюл. "Промислова власність" Держпатенту України. Спосіб отримання концентрату з бульб топінамбура // Сидорченко та інші.
7. Заявка № 4899829/13. Способ производства пшеничного хлеба // Е.И. Сидорченко и другие - положительное решение.

## Тези доповідей на наукових конференціях

8. Топинамбур - новый вид нетрадиционного сырья / Бобровник Л.Д., Ремесло Н.В., Сидорченко Е.И. и другие // Тез. док. Всесоюзн. конф. "Научные основы получения искусственной пищи" - Черновцы - 1989 - с. 235.
9. Топинамбур - лечебное сырье / Бобровник Л.Д., Ремесло Н.В., Сидорченко Е.И. и другие // Тез. докл. Республикан. конф. "Интенсификация технологий и совершенствование оборудования пищевой промышленности" - Киев - 1989 - с. 88.
10. Динамика массы углеводного комплекса топинамбура в процессе хранения / Степанец Л.Ф., Бобровник Л.Д., Сидорченко Е.И. и другие // Тез. докл. там же, с. 89.

11. Динамика высокомолекулярных фруктанов клубней топинамбура при метаболизме / Бобровник Л.Д., Ремесло Н.В., Сидорченко Е.И. и другие // Тез. докл. Всесоюз. конф. "Химия пищевых веществ" – Могилев БССР – 1990 – с. 25.
12. Некоторые технологические особенности получения сиропа из топинамбура / Борбовник Л.Д., Сидорченко Е.И., Ремесло Н.В. и другие // Тез. докл. Всесоюз. конф. "Топинамбур и топинсолнечник – проблемы возделывания и использования" – Иркутск – 1990 – с. 75.
13. Влияние физико-химических факторов на процесс экстрагирования углеводного комплекса из стружки топинамбура / Василик О.И., Бобровник Л.Д., Сидорченко Е.И. // Тез. докл. там же – с. 56—57.
14. Гипохолестеринемическое действие топинамбура / Ефимов А.С., Бобровник Л.Д., Сидорченко Е.И. и другие // Тез. докл. там же – с. 109—110.
15. Влияние продуктов ферментативного гидролиза пектинов на качество соков из топинамбура / Ремесло Н.В., Сидорченко Е.И., Бобровник Л.Д. и другие. // Тез. докл. Всесоюз. конф. "Химические превращения пищевых полимеров". – Светлогорск – 1991 – с. 197.
16. Топинамбур – источник диабетических углеводов / Доценко В.Ф., Ремесло Н.В., Сидорченко Е.И. и другие. // Тез. докл. там же – с. 198.
17. Исследование кинетики кислотного гидролиза инулина из клубней топинамбура. / Сидорченко Е.И., Ремесло Н.В., Бобровник Л.Д. и другие // Тез. докл. респ. конф. "Разработка и внедрение высокоэффективных ресурсосберегающих технологий, оборудования и новых видов пищевых продуктов в пищевую и перерабатывающие отрасли АПК" – Киев – 1991 – с. 160.
18. Влияние технологии переработки клубней топинамбура на фракционный состав углеводов / Федоренченко Л.А., Сидорченко Е.И., Бобровник Л.Д. и другие // Тез. докл. там же – с. 148—149.
19. Разработка рациональных режимов экстрагирования углеводного комплекса / Василик О.И., Сидорченко Е.И., Бобровник Л.Д., Ремесло Н.В. // Тез. докл. там же – с. 150.
20. Анализ строения и изменения растительной ткани топинамбура под воздействием технологических параметров / Василик О.И., Сидорченко Е.И., Ремесло Н.В. и другие // Тез. докл. там же – с. 161.
21. Сидорченко Е.И., Ремесло Н.В., Федоренченко Л.А. Влияние изменения количества веществ коллоидной дисперсности на процесс переработки // Тез. докл. III Всесоюз. научн.-произв. конф. "Топинамбур и топинсолнечник – проблемы возделывания и использования" – Одесса – 1991 – с. 84—85.
22. Сидорченко Е.И., Ремесло Н.В., Федоренченко Л.А. Изменение органического комплекса топинамбура в процессе получения высокофрук-

- тозних сиропов // Тез. докл. научн. конф., посвящ. 60-летию МТИПП "Научное обеспечение хранения и переработки растительного сырья в пищевой промышленности" — Москва — 1991 — с. 93—94.
23. Федоренченко Л.А., Ремесло Н.В., Сидорченко Е.И. Влияние способов сокодобывания на биологическую и пищевую ценность сока и сиропа из топинамбура // Тез. докл. там же с. 96—97.
  24. Особенности технологического регламента получения концентрата из клубней топинамбура / Гулый И.С., Бобровник Л.Д., Ремесло Н.В., Сидорченко Е.И. и другие // Тез. докл. там же — с. 95—96.
  25. Регламент виробництва порошоків із топінамбура / Бобрівник Л.Д., Ремесло Н.В., Сидорченко О.І. та інші. // Тез. доп. Міжнар. наук.-техн. конф. "Розробка та впровадження нових технологій та обладнання у харчову та переробну галузі АПК" — Київ — 1993 — с. 254.
  26. Сидорченко О.І., Ремесло Н.В., Бобрівник Л.Д. Динаміка та кінетика гідролізу інуліну // Всеукр. Н-Т конф. "Розробка та впровадження прогресивних технологій та обладнання у харчову та переробну промисловість" — Київ — 1995 — с. 143.
  27. Сидорченко О.І., Ремесло Н.В., Бобрівник Л.Д. Зміна РКД в процесі отримання концентрату із топінамбура // Тез. доп. там же — с. 146.
  28. Процесно-технологические и энергетические характеристики конвективной сушки инулинсодержащего сырья — топинамбура. / Бобровник Л.Д., Сидорченко Е.И., Ремесло Н.В. и другие // Тез. док. Междунар. Н-П конф. "Энергоресурсосберегающие технологии переработки сельскохозяйственного сырья" — Минск — 1996 — с. 140.
  29. Бобрівник Л.Д., Сидорченко О.І., Ремесло Н.В. та інші Оптимізація процесу конвективного сушіння інуліновмісної сировини — топінамбура. // Тез. доп. ІХ Міжнар. Конф. "Удосконалення процесів та апаратів хімічних, харчових та нафтохімічних виробництв" — Одеса — 1996 — с. 25.
  30. Сидорченко О.І., Ремесло Н.В., Степанець Л.Ф. Особливості поводження високомолекулярних фруктанів під час зберігання топінамбура // Тез. доп. Науковий міжнародний семінар "Інулін у харчуванні та медицині" — Київ — 1997.
  31. Сидорченко О.І., Ремесло Н.В., Бобрівник Л.Д. Зміна біоорганічного комплексу соку в процесі отримання розчинного порошку із топінамбура. // Тез. доп. Науковий міжнародний семінар "Інулін у харчуванні та медицині" — Київ — 1997.

Висловлюю подяку доц. Бесарабу О.С. за допомогу в розробці технологічних параметрів процесу сушки концентрату.

Сидорченко О.І. Дослідження перетворень біокомпонентів топінамбура і розробка на його основі технології розчинного порошку.

Дисертація на здобуття вченого ступеня кандидата технічних наук по спеціальності 05.18.05 – Технологія цукристих речовин, Український державний університет харчових технологій, Київ, 1997.

Захищається 31 наукова робота, 1 патент та 1 позитивне рішення на видачу авторського свідоцтва, які містять результати теоретичних та експериментальних досліджень вивчення перетворень біокомпонентів топінамбура в процесі отримання розчинного порошку, та також при метаболізмі та зберіганні бульб. Вивчені зміни речовин колоїдної дисперсності топінамбура в процесі його досягання та зберігання, в залежності від сортових особливостей, що дозволило рекомендувати промисловості доцільні строки переробки. Розроблен технологічний регламент отримання розчинного порошку із топінамбура, який випробуваний в заводських умовах, наводяться дані медико-біологічних досліджень отриманного розчинного порошку.

Ключові слова: топінамбур, сік, інулін, фруктани, речовини колоїдної дисперсності, оборотні колоїди, порошок.

The dissertation, which science is reflected in 31 scientific works, 1 patent and 1 positive decision of patent are founded on the theoretical and experimental investigations of the topinambur bio-components transformation in the process of manufacturing of soluble powder, some fruits and during bulbs storage. It was studied the transformation of the substances of colloidal dispersity (CD) during the growing and storage in dependence of the topinambur varieties. The results of this study permitted to recommend the optimal term of topinambur processing. It was elaborated technological regulations of the topinambur soluble powder. The new technology was proved in the industrial condition. The results of the medical-biological investigations of soluble powder were demonstrated.

Key words: topinambur, juice, inulin, fructan, substances of colloidal dispersity, reversible colloids, powder.

2000



**Сидорченко Е.И. Исследование преобразований биоконпонентов топинамбура и разработка на его основе технологии растворимого порошка.**

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.05 – Технология сахара и сахаристых веществ, Украинский государственный университет пищевых технологий, Киев, 1997.

Защищается 31 научная работа, 1 патент и 1 положительное решение на выдачу авторского свидетельства, которые содержат результаты теоретических и экспериментальных исследований изучения преобразований биоконпонентов топинамбура в процессе получения растворимого порошка, а также при метаболизме и хранении клубней. Изучены изменения веществ коллоидной дисперсности топинамбура в процессе его созревания и хранения, в зависимости от сортовых особенностей, что позволило рекомендовать промышленности рациональные сроки переработки. Разработан технологический регламент получения растворимого порошка из топинамбура, который опробован в заводских условиях, приводятся данные медико-биологических исследований полученного растворимого порошка.

Ключові слова: топинамбур, сік, інулін, фруктани, речовини колоїдної дисперсності, оборотні колоїди, порошок.

**Sidorchenko E.I. Investigation of topinambur biokomponents transformation and dewelopment of the soluble powder technologi on this base.**

The dissertation for a candidate degree of the technical sciences on the 05.18.05 spesiality — Sugar and saccharine substances technology Ukrainian State University of Food Techologyes, Kiev, 1997.

The dissertation, which essence is reflected in 31 scientific works, 1 patent and 1 positive decision on patent are founded on the theoretical and experimental investigations of the topinambur biocomponents transformation in the process of manufacturing of soluble powder, metabolism and during bulbs storage. It was studied the transformation of the substances of colloidal dispersity (SCD) during the growthing and storage in dependence of the topinambur variaties. The results of this study permitted to recommend the optimal term of topinambur processing. It was elaborated technological regylations of the topinambur soluble powder. The new technology was proved in the industrial condition. The results of the medical-biological investigations of soluble powder were demonstrated.

Key words: topinambur, juice, inulin, fructan, substances of colloidal dispersity, reversible colloids, powder.

*Сидор*

434106

AB 38.749

Підш до друку <sup>14.07.97</sup> Формат 60x84 1/16 Папір друк № . Друк  
офсетний. Умовн. друк арк 1,5 . Умовн. фарбо-відб. . Облік-вид.  
арк . Наклад 100 прим. Зам. № 620

РВЦ УДУХТ, 252033 Київ-33, вул. Володимирська, 68