

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

**БУЛАНША НАТАЛЯ АНАТОЛІВНА**



УДК 664.8.039.7:[577.151.6:579.864:635.24-03]

**РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ФЕРМЕНТОВАНИХ ПРОДУКТІВ  
НА ОСНОВІ ТОПІНАМБУРА**

Спеціальність 05.18.13 – технологія консервованих і  
охолоджених харчових продуктів

**АВТОРЕФЕРАТ**  
дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата технічних наук

Одеса – 2013

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Одеській національній академії харчових технологій  
Міністерства освіти і науки України.

**Науковий керівник** - кандидат технічних наук, доцент  
**Біленька Ірина Ремівна,**  
Одеська національна академія харчових технологій,  
кафедра технології ресторанного і оздоровчого  
харчування, доцент кафедри.

**Офіційні опоненти:** - доктор технічних наук, професор,  
лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки,  
**Погарська Вікторія Вадимівна,**  
Харківський державний університет харчування та  
торгівлі, кафедра технологій переробки плодів, овочів і  
молока, професор кафедри;

- кандидат технічних наук, доцент  
**Суткович Тетяна Юліанівна,**  
ВНЗ Укоопспілки «Полтавський університет економіки і  
торгівлі», кафедра технології та організації ресторанного  
господарства, доцент кафедри.

Захист відбудеться *26 грудня 2013 р. о 13:30* годині на засіданні спеціалізованої  
вченої ради Д 41.088.01 Одеської національної академії харчових технологій за  
адресою: 65039, м. Одеса, вул. Канатна, 112 (ауд. А - 234).

З дисертацією можна ознайомитись в бібліотеці Одеської національної академії  
харчових технологій за адресою: 65039, м. Одеса, вул. Канатна, 112.

Автореферат розісланий *25 листопада 2013 року*.

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

Г. І. Палвашова

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Одним з важливих факторів, що визначають здоров'я населення є правильне харчування, незалежно від сезонності надходження сировини. На сьогоднішній день консервна промисловість України практично не виробляє ферментовану продукцію тривалого зберігання, за винятком обмеженого асортименту квашених овочів та фруктів. Разом з тим, ферментовані продукти володіють антиоксидантними, антиканцерогенними, пробіотичними властивостями та захищають людину від хвороб цивілізації.

Зацікавленість викликає вивчення, розробка і виробництво продуктів, які отримують в результаті ферментування сировини молочнокислими бактеріями. Ці мікроорганізми мають високу метаболічну активність, беруть участь у синтезі вітамінів, гідролізі жовчних солей і холестерину, мають антагоністичну дію по відношенню до умовно-патогенної і патогенної мікрофлори, сприятливо впливають на травлення та усувають дисбіотичні порушення.

Завдяки добрим смаковим, дієтичним і оздоровчим властивостям ферментовані продукти користуються підвищеним попитом у населення.

В силу свого унікального хімічного складу бульби топінамбура позитивно впливають на організм людини, оздоровлюючи його. Вони майже не накопичують нітратів, важких металів і радіонуклідів, містять клітковину, пектин, органічні кислоти, білки, незамінні амінокислоти та вітаміни. Крім того, топінамбур є перспективною сировиною для консервної промисловості, оскільки продукцію на його основі можна виробляти в осінньо-зимовий період, що дозволяє ліквідувати сезонність роботи більшості підприємств. Тому дослідження, направлені на створення нових ферментованих продуктів харчування на основі топінамбура з пре- і пробіотичними властивостями представляють сьогодні теоретичний і практичний інтерес.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дисертаційна робота виконана відповідно до плану науково-дослідної роботи кафедри технології ресторанного і оздоровчого харчування Одеської національної академії харчових технологій за темою «Закономірності структурування складних кулінарних страв, напоїв та харчових продуктів як гетерогенних систем з високим вмістом біологічно активних речовин» (№ держ. реєстрації 0111U003150 від 09.03.2011).

**Мета і завдання дослідження.** Метою роботи є наукове обґрунтування технології виробництва ферментованих продуктів на основі топінамбура та розширення асортименту консервованих продуктів харчування.

Відповідно до поставленої мети необхідно було вирішити наступні завдання:

- визначити хімічний склад бульб топінамбура у сортовому розрізі та визначити найбільш придатні сорти для ферментації;
- дослідити вплив НВЧ-обробки бульб топінамбура і встановити найбільш доцільний режим для зниження ступеню забруднення неочищеної сировини та інактивації ферменту поліфенолоксидази;
- дослідити зміни вуглеводного складу топінамбура в залежності від тривалості ферментації та визначити необхідний для ферментації штам молочнокислих бактерій;

- встановити оптимальні умови ферментації топінамбура молочнокислими бактеріями та провести органолептичну оцінку ферментованих напівфабрикатів;
- провести оптимізацію рецептурних складових зброджених купажованих соків і пастоподібних продуктів;
- дослідити хімічні і фізико-хімічні властивості пастоподібних продуктів, виготовлених на основі вичавок ферментованого топінамбура;
- розробити науково-обґрунтований режим стерилізації пастоподібних продуктів, виготовлених на основі вичавок ферментованого топінамбура;
- провести апробацію розробленої технології пастоподібних продуктів у виробничих умовах та розробити проект нормативної документації на нові види ферментованої консервованої продукції і визначити їх економічну ефективність.

*Об'єкт дослідження* – технологія виробництва ферментованих продуктів на основі топінамбура.

*Предмет дослідження* – зміни вуглеводного складу топінамбура при ферментації, режими його обробки, показники якості розроблених харчових продуктів.

*Методи дослідження* – комплекс традиційних і сучасних фізичних, хімічних, фізико-хімічних, біохімічних, мікробіологічних, органолептичних, математичних та технологічних методів дослідження з використанням сучасних пристроїв і устаткування.

**Наукова новизна отриманих результатів.** Науково обґрунтована і доведена доцільність процесу ферментації топінамбура при виготовленні консервованих продуктів харчування; вперше розроблено маловідходну технологію переробки ферментованого топінамбура; запропонований режим НВЧ-обробки дослідної сировини з метою інактивації ферменту поліфенолоксидази; визначена енергетична цінність розроблених консервованих продуктів на основі ферментованих бульб топінамбура.

Новизна технологічних рішень підтверджена 6 патентами України на корисну модель та 1 позитивним рішенням на видачу патенту України на корисну модель.

**Практичне значення одержаних результатів.** На основі теоретичних і експериментальних досліджень розроблена рецептура і технологія ферментованих консервованих продуктів підвищеної біологічної цінності.

Розроблено проект нормативної документації на нові види харчових продуктів на основі ферментованого топінамбура та розрахований економічний ефект від впровадження.

Проведена промислова апробація розробленої технології виробництва пастоподібних продуктів у виробничих умовах на ТОВ «Ніжинський консервний завод».

**Особистий внесок здобувача** полягає в методичному оформленні роботи; проведенні експериментальних досліджень; науковому аналізі результатів роботи; формулюванні висновків за одержаними результатами; підготовці результатів досліджень до публікацій; розробці технології і проекту нормативної документації; підготовці заявок патентів на корисну модель.

**Апробація результатів дисертації.** Основні результати досліджень доповідались на щорічних наукових конференціях професорсько-викладацького складу Одеської національної академії харчових технологій в період 2011 - 2013 рр.; IV конференції молодих учених и специалистов Отделения «Хранения и переработки сельскохозяйственной продукции» Россельхозакадемии, (г. Москва, 2010 р.); III всеукраїнській конференції молодих учених, аспірантів, магістрів та студентів, (м. Севастополь, 2011 р.); 77-й та 78-й науковій конференції молодих учених, аспірантів і студентів "Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті", (м. Київ, 2011 р. та 2012 р.); IV і V Всеукраїнській конференції молодих вчених, аспірантів та студентів «Проблеми формування здорового способу життя у молоді», (м. Одеса, 2011 р. та 2012 р.); Всеукраїнській науково-практичній конференції молодих учених і студентів «Актуальні проблеми розвитку харчових виробництв, готельного, ресторанного господарств і торгівлі», (м. Харків, 2013р.).

**Публікації.** За результатами досліджень опубліковано 20 наукових праць, з яких 5 статей у фахових виданнях України, 6 патентів України на корисну модель, 1 позитивне рішення на видачу патенту України на корисну модель та тези 8 доповідей на наукових конференціях.

**Структура і обсяг дисертації.** Дисертаційна робота складається з вступу, 4 розділів, загальних висновків, списку літературних джерел, що включає 205 найменувань вітчизняних та зарубіжних авторів і 9 додатків. Робота викладена на 123 сторінках основного тексту, що включають 41 рисунок (21 стор.) і 31 таблицю (15 стор.).

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність досліджень, наведено зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, сформульована мета та завдання досліджень, наведена наукова новизна, практичне значення одержаних результатів, представлені відомості про особистий внесок здобувача, апробацію роботи, публікації.

У першому розділі «Сучасний стан і тенденції розвитку виробництва продукції оздоровчого харчування» визначено топінамбур, як сировину для виробництва продуктів оздоровчого харчування, проаналізовано виробництво ферментованих продуктів харчування на основі молочнокислого бродіння. Зроблено висновок про доцільність розробки технології ферментованих продуктів з метою розширення асортименту та скорочення технологічного циклу, збереження нативних властивостей та біологічно-активних речовин сировини.

У другому розділі «Об'єкти та методи досліджень» приведені дані про об'єкти і методи досліджень, наведена структурна схема проведення досліджень, в якій викладені методологічні основи і взаємозв'язок етапів рішення проблеми виробництва консервованих харчових продуктів на основі ферментованого топінамбура (рис.1). У роботі використані стандартні і оригінальні методи досліджень, у тому числі хімічні, біохімічні і технологічні. Результати

багаторазових експериментальних досліджень оброблені за допомогою методів математичної статистики.

Експериментальна робота була виконана в лабораторних умовах кафедри ресторанного і оздоровчого харчування ОНАХТ. Окремі дослідження виконувались в лабораторіях кафедри процесів, апаратів та енергетичного менеджменту, кафедри технологічного обладнання харчових виробництв, кафедри біотехнології, консервованих продуктів і напоїв, кафедри біохімії, мікробіології та фізіології харчування

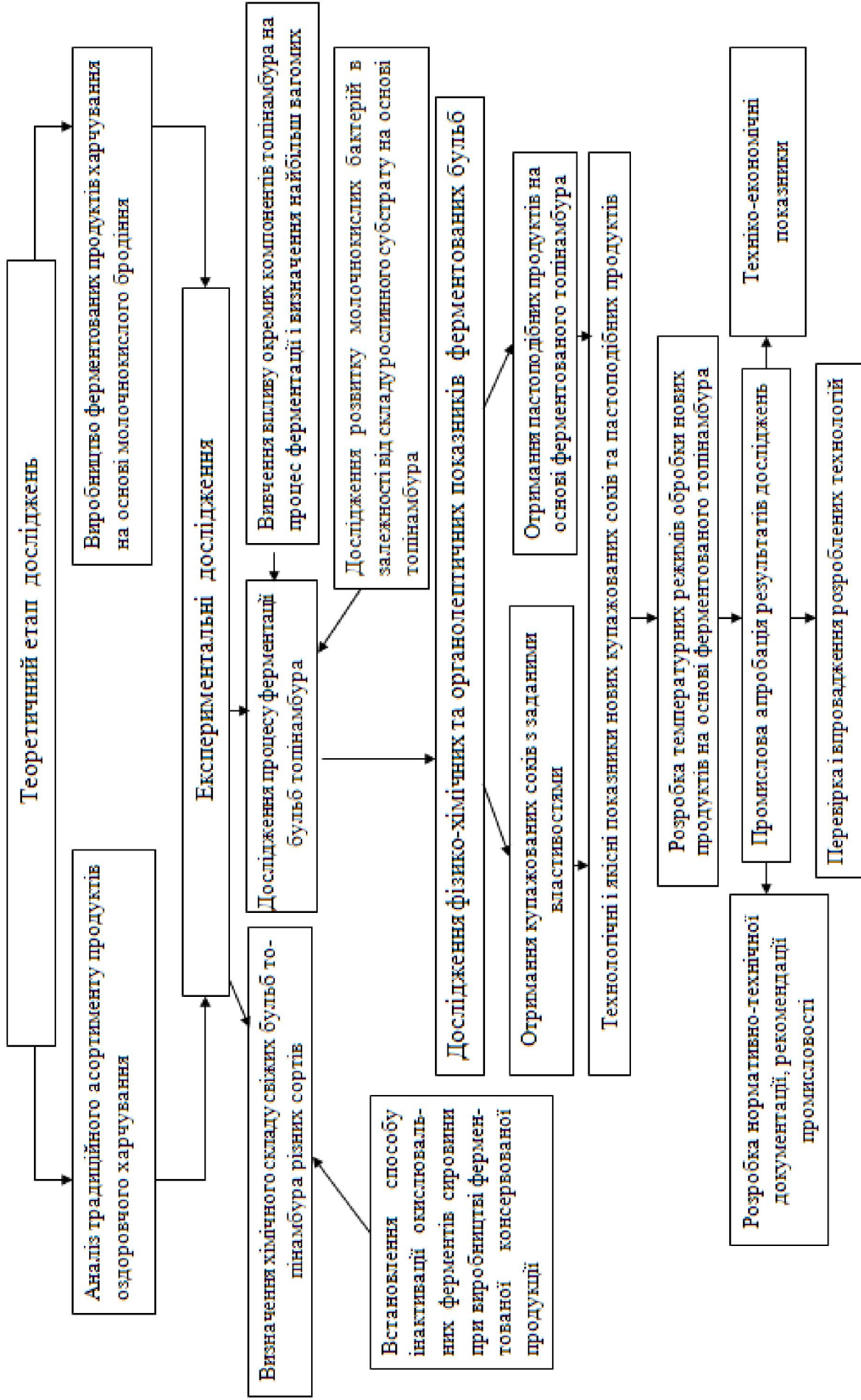


Рис. 1 Схеми проведення досліджень.

Одеської національної академії харчових технологій, лабораторії інноваційних розробок СП ТОВ «Вітмарк-Україна», у лабораторіях біохімії фізіології рослин Одеського селекційно-генетичного інституту національного центру насіннєзнавства і сортовивчення УААН.

У третьому розділі «Характеристика сировини і дослідження процесу отримання ферментованої продукції на основі топінамбура» досліджено хімічний склад бульб топінамбура сортів Інтерес та Violet de Rennes (табл. 1).

Таблиця 1

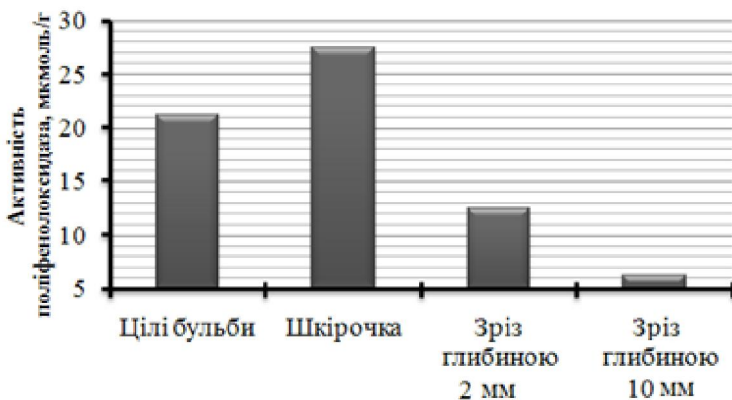
## Хімічний склад бульб топінамбура

(n = 3, p ≥ 0,95)

Показники	Сорт топінамбура	
	Інтерес	Violet de Rennes
Сухі речовини, %	23,50	22,00
Загальні цукри, %	15,26	12,53
Інулін, %	10,68	9,9
Пектинові речовини, %	4,14	3,50
Білки (N×6,25), %	1,80	1,80
Ліпіди, %	0,10	0,10
Титрована кислотність, %	0,29	0,36
Активна кислотність, рН	6,44	6,10
Мінеральні речовини мг/100г:		
К	1,06	0,90
Са	0,14	0,12
Fe	0,096	0,096
Si	0,02	0,03
Вітаміни мг/100г:		
L-аскорбінова кислота	12,60	12,70
B <sub>1</sub>	0,14	0,12
B <sub>2</sub>	0,12	0,10
β-каротин	0,01	0,01

Більшість технологій переробки сировини на підготовчій стадії передбачають здійснення наступних операцій: сортування, миття, очищення та інспекція.

Очищення бульб топінамбура від шкірочки, внаслідок їх неправильної форми, є трудоемким процесом. В промисловості відсутнє обладнання, яке б дозволило



якісно провести дану технологічну операцію. Крім того, після очищення відбувається потемніння бульб за рахунок проходження окислювальних реакцій за участю ферменту поліфенолоксидази в присутності кисню повітря, що в свою чергу негативно впливає на колір та на вміст фенольних сполук у готовій продукції.

Було досліджено активність ферменту

Рис. 2. Розподіл активності поліфенолоксидази в залежності від глибини зрізу.

(рис. 2) в неочищених цілих бульбах, в шкірці і на зрізах глибиною 2 мм та 10 мм.

Згідно отриманих даних найбільша активність поліфенолоксидази спостерігалась у шкірці (27,5 мкмоль/г). Встановлено, що активність ферменту у шкірці більша у 2,2 рази за активність, яку визначали на зрізі глибиною 2 мм (12,5 мкмоль/г) та більша у 4,4 рази, ніж на зрізі глибиною 10 мм (6,25 мкмоль/г).

Результати досліджень застосування НВЧ-випромінювання показали, що при різній потужності активність поліфенооксидази змінюється з різною швидкістю, внаслідок деструкції білку, який складає основу ферменту. Встановлено наступні режими НВЧ-обробки бульб: потужність 100 Вт – 240 с, потужність 180 Вт – 210 с, потужність 300 Вт – 180 с, потужність 450 Вт – 120 с, потужність 600 Вт – 60 с. Спостереження проводили протягом 15 хв, що достатньо для підготовки сировини до наступної технологічної операції.

Проведений мікробіологічний аналіз зразків: неочищених до миття, неочищених після миття, очищених після миття та неочищених після НВЧ-обробки (табл. 2).

Таблиця 2

### Мікробіологічний аналіз поверхні бульб топінамбура

(n = 3, p ≥ 0,95)

Вид підготовки бульб топінамбура	Загальна забрудненість сировини, КУО
Неочищений: до миття	$2,15 \cdot 10^6$
після миття	$1,6 \cdot 10^5$
Очищений після миття	$2 \cdot 10^4$
Неочищений після НВЧ-обробки за режимом: 100 Вт протягом 240 с	$2,8 \cdot 10^4$
180 Вт протягом 210 с	$2,5 \cdot 10^4$
300 Вт протягом 180 с	$2,2 \cdot 10^4$
450 Вт протягом 120 с	$1,7 \cdot 10^4$
600 Вт протягом 60 с	$6 \cdot 10^3$

Отримані дані вказують, що найменш забрудненим був зразок топінамбура обробленого НВЧ-струменями за режимом 600 Вт протягом 60 с і без попереднього очищення.

Досліджено вплив параметрів НВЧ-обробки на вміст L-аскорбінової кислоти, фенольних сполук та активності поліфенолоксидази. При обробці бульб потужністю 600 Вт протягом 60 с встановлено, що вміст L-аскорбінової кислоти в порівнянні з її вмістом в свіжих бульбах зменшився на 1,8 мг/100 г і становить 10,8 мг/100 г, що пояснюється не тривалим впливом температури. Вміст фенольних сполук при такій обробці залишився без змін і дорівнює 68 мг/100 г, що пояснюється зниженням активності поліфенолоксидази у 2,1 рази.

Враховуючи вище вказане, в якості оптимального був обраний наступний режим НВЧ-обробки: потужність 600 Вт, тривалість обробки – 60 с. При даній обробці бульби не темніють протягом 15 хв, що достатньо для здійснення технологічних операцій «різання» та «ферментація».

Бульби подрібнювали на шматки довжиною 20...30 мм та піддавали ферментації за участю молочнокислих бактерій.

На першому етапі ферментації спостерігали виділення клітинного соку та інтенсивний розвиток молочнокислих бактерій. Загальна кислотність становила 0,3...0,4 %. Другий етап бродіння характеризувався подальшим накопиченням молочної кислоти. На третьому етапі відбувалися зміни органолептичних і фізико-хімічних показників продукту. Критерієм завершення ферментації було досягнення загальної кислотності 0,8...0,9 % (в перерахунку на молочну кислоту).

Для ферментації бульб топінамбура застосовували *Lactobacillus plantarum* АН 11/16, *Lactobacillus acidophilus* La-5. Були встановлені наступні умови ферментування: температура – 20 °С, тривалість – 10 діб при внесенні закваски 1 % від маси підготовленої сировини.

Зміни хімічного складу бульб топінамбура до та після ферментації наведені в таблиці 3.

Таблиця 3

**Хімічний склад ферментованого топінамбура  
в залежності від виду закваски**

(n = 3, p ≥ 0,95)

Показник	сорт Інтерес			сорт Violet de Rennes		
	свіжі бульби	ферментовані бульби		свіжі бульби	ферментовані бульби	
		<i>L.plantarum</i> АН 11/16	<i>L.acidophilus</i> La -5		<i>L.plantarum</i> АН 11/16	<i>L.acidophilus</i> La - 5
Сухі речовини,%	22,30	19,00	17,40	19,03	18,00	17,20
Інулін, %	10,68	7,45	6,95	9,90	6,95	6,77
Пектинові речовини,%	4,13	2,95	2,62	3,50	2,53	2,23
Білки (N×6,25), %	1,80	1,72	1,69	1,70	1,64	1,62
Титрована кислотність,%	0,29	0,83	0,86	0,36	0,86	0,88
Активна кислотність, рН	6,40	4,46	4,35	6,10	4,43	4,34
Поліфенольні речовини, мг/100г	68,00	67,00	66,00	59,00	58,00	57,00

В таблиці 3 наведена порівняльна характеристика змін хімічного складу двох сортів топінамбура, ферментованих заквасками на основі різних молочнокислих бактерій. Зразки досліджували на 10 добу ферментації. В усіх зразках зменшується масова частка інуліну, що зумовлено з частковим гідролізом інуліну. Спостерігається незначне зменшення масової частки білку, внаслідок переходу розчинних фракцій білку до соку, який виділився на першому етапі ферментації. Титрована кислотність підвищується і знаходиться в межах 0,8...0,9 %, що пов'язано з накопиченням молочної кислоти. За даними таблиці видно, що при застосуванні для закваски *Lactobacillus plantarum* штаму АН 11/16 відбуваються найменші зміни фізико-хімічних показників.

У результаті дослідження змін вмісту фруктози та олігосахаридів при

ферментації (рис. 3) встановлено, що протягом перших 5 діб масова частка фруктози збільшувалася в той час, як масова частка олігосахаридів зменшувалася. Це пояснюється тим, що процес сквашування характеризується збільшенням кислих складових напівфабрикату за рахунок утворення молочної кислоти. В свою чергу, молочна кислота викликає частковий гідроліз інуліну та уповільнює розвиток.



Рис. 3. Зміни масової частки фруктози та олігосахаридів при ферментації: 1– масова частка фруктози при ферментації 3 % NaCl; 2– масова частка фруктози при ферментації *L. plantarum* AN 11/16; 3– масова частка фруктози при ферментації *L. acidophilus* La-5; 4– масова частка олігосахаридів при ферментації 3 % NaCl; 5– масова частка олігосахаридів при ферментації *L. plantarum* AN 11/16; 6– масова частка олігосахаридів при ферментації *L. acidophilus* La-5.

Ферментований топінамбур пресують, після чого рідку фракцію направляють на виробництво соку, вичавки – на виробництво пастоподібних продуктів.

Лактоферментація сировини приводить до накопичення в продукті молочної кислоти, яка позитивно впливає на організм людини. Тому було вирішено, для її максимального збереження в якості кінцевої обробки при виробництві соків застосовувати заморожування.

Подрібнення вичавок здійснювали на селективній дробарці. Дослідження проводили при установці в дробарці 8 та 16 зубчастих ножів.

Для визначення розміру подрібнених частинок проводили седиментаційний аналіз, в основу якого покладено залежність швидкості осадження частинок дисперсної фази від їх розміру під дією сили тяжіння.

Для встановлення кількості частинок конкретного розміру, за отриманими даними седиментаційного аналізу побудували інтегральні криві розподілу часток (рис. 4).

Встановлено, що при застосуванні дробарки з 16 ножами найбільший розмір частинки становив  $110 \cdot 10^{-6}$  м, а при застосуванні дробарки з 8 ножами –  $160 \cdot 10^{-6}$  м.

На основі отриманих інтегральних кривих були побудовані диференціальні криві (рис. 4), що характеризують щільність розподілу часток залежно від радіусу частинок. Диференціальні криві надали можливості встановити відносний вміст частинок того або іншого радіусу.

Піки диференціальних кривих показують відповідно найбільші за вагою фракції та найбільш ймовірний розмір частинок в даній суспензії.

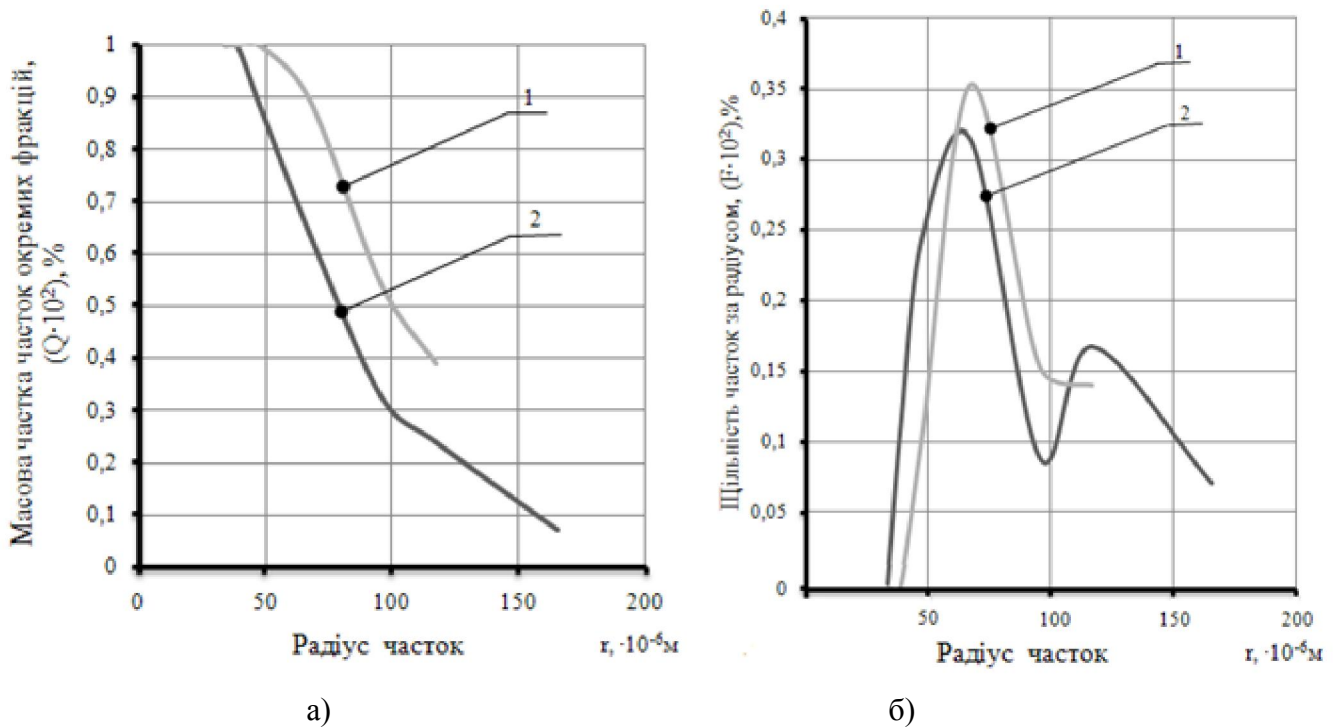


Рис. 4. Інтегральна (а) та диференціальна (б) криві розподілу часток за радіусом: 1 – дроблення на 16 ножах, 2 – дроблення на 8 ножах.

Встановлено, що при дробленні з застосуванням 16 ножів найбільша фракція за масою має розміри  $60 \dots 80 \cdot 10^{-6}$  м. При побудові диференціальної кривої для дробарки з застосуванням 8 ножів спостерігається неоднорідна структура пастоподібного продукту і найбільші фракції за масою становлять  $50 \dots 70 \cdot 10^{-6}$  м та  $110 \dots 140 \cdot 10^{-6}$  м.

**У четвертому розділі** «Розробка науково обґрунтованої технології виробництва ферментованих продуктів на основі топінамбура» розроблені технології консервованих ферментованих соків та пастоподібних продуктів.

Технологія виробництва ферментованих продуктів з топінамбура передбачає первинну підготовку бульби: сортування, миття, обробку НВЧ-струменями та інспекцію. Далі бульби топінамбура піддають різанню та ферментації, для чого використовують закваску, виготовлену на основі чистої культури *L. plantarum* AN 11/16, потім із сквашеного топінамбура отримують сік пресуванням, а вичавки направляють на виробництво паст.

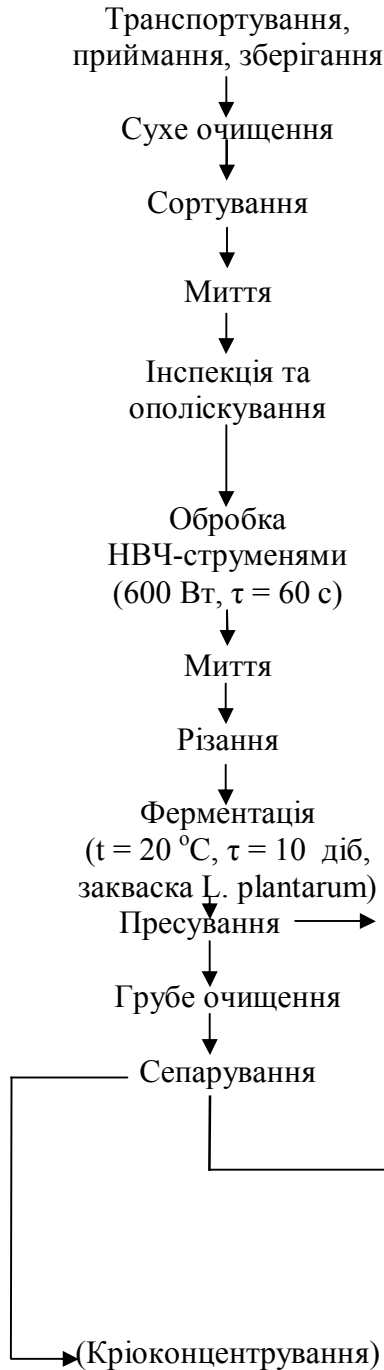
У результаті проведених досліджень, розроблено технології виробництва купажованих соків та пастоподібних продуктів на основі ферментованого топінамбура. Технологічна схема виробництва соку «Вітамінна свіжість» наведена на рис. 5.

Топінамбур піддають сухому очищенню від ґрунту за допомогою контейнероперекидача з рухомою рамою з отворами. Сортують бульби на

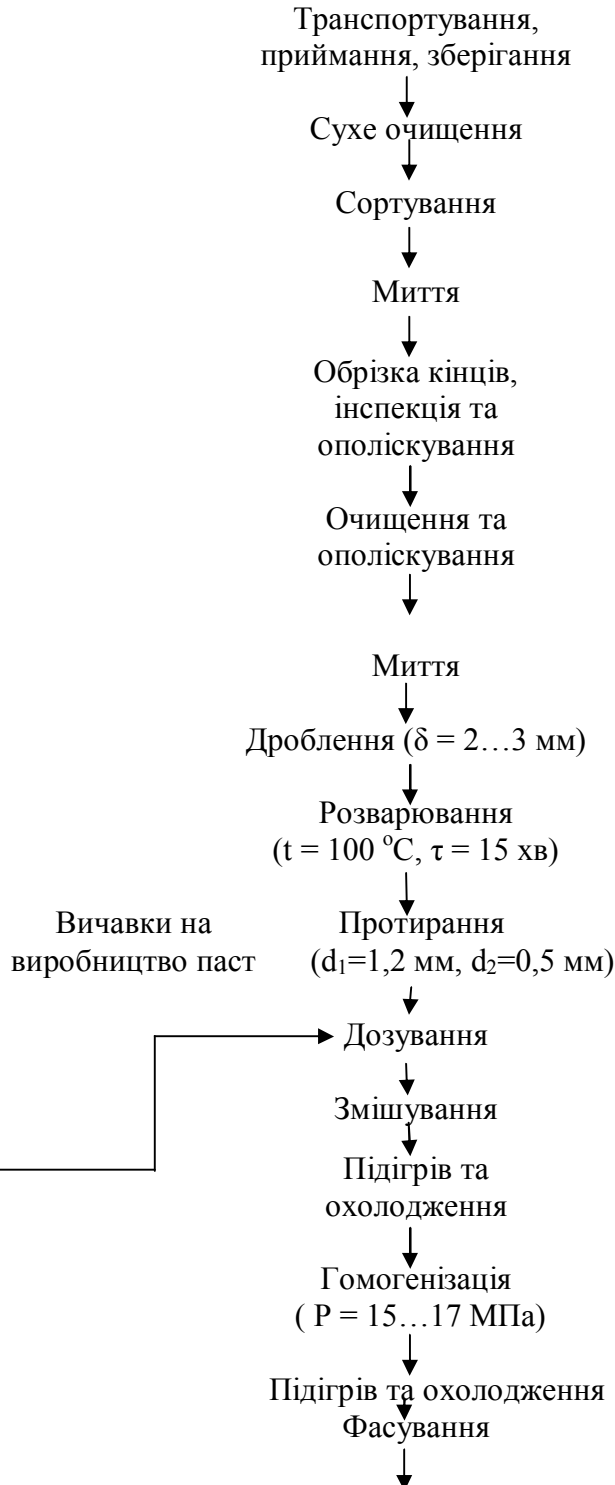
стрічковому конвеєрі, відбираючи некондиційну сировину. Миття відбувається у двох послідовно встановлених мийних машинах: щіткового і барабанного типу.

Після миття бульби інспектують на стрічковому конвеєрі, перевіряючи якість миття та ополіскують. Далі топінамбур піддають обробці НВЧ-струменями при потужності 600 Вт на протязі 60 с, після чого ріжуть на ломтики довжиною 20...30 мм на універсальній різальній машині та заквашують закваскою на основі чистих культур *Lactobacillus plantarum* штам АН 11/16 в кількості 1 % від підготовленої маси топінамбура. Ферментацію проводили в термостатній камері при температурі 20 °С протягом 10 діб.

### Топінамбур



### Морква та корінь селери



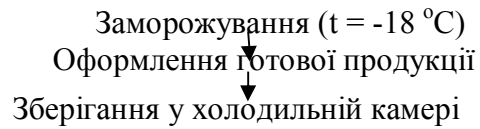


Рис. 5. Технологічна схема виробництва соку «Вітамінна свіжість».

Сквашений топінамбур подають на стрічковий прес для отримання рідкої фракції та вичавок. Рідку фракцію спрямовують на виробництво купажованих соків, а з вичавок отримують овочеві пасти. Для заключної операції при виробництві соків запропоновано застосовувати заморожування.

Вичавки направляють до селективної дробарки для отримання пастоподібної консистенції. З цією метою використовують результати раніше проведених експериментів, за якими встановлюють 16 зубчастих ножів та діаметр отворів сита 1,2 мм.

Подрібнений напівфабрикат змішують з підготовленими допоміжними матеріалами відповідно до рецептури. Дозування пасти проводять за масою. Змішування

відбувається у випарному апараті, після чого суміш уварюють до масової частки сухих речовин 25 % протягом 10...15 хв при температурі 100 °С.

Отриману масу підігрівають до температури 40 °С, направляють на фасування, закупорювання і стерилізацію.

Експериментально були встановлені оптимальні співвідношення складових компонентів отриманих соків та паст, що було відкореговано шляхом математичної обробки.

Розроблений наступний асортимент консервованих харчових продуктів:

- купажований сік з ферментованого топінамбуру «Вітамінна свіжість», до складу якого за рецептурою входять соки з моркви та селери (зразок 1);
- сік топінамбурово-томатний з додаванням соку селери (зразок 2);
- сік топінамбурово-морвяний з додаванням соку яблук та настоянки м'яти перцевої (зразок 3);
- овочева паста, яка включає вичавки ферментованого топінамбуру, морквяне пюре, пюре з селери, сіль та оливкову олію (зразок 4);
- овочева паста, яка включає вичавки ферментованого топінамбуру, томатне пюре, пюре з селери, сіль та оливкову олію (зразок 5).

Отримані експериментальним шляхом співвідношення рецептурних компонентів були відкориговані за допомогою уніформрототабельного плану другого порядку. Основною складовою частиною рецептур запропонованих нових продуктів ( $C_0$ ) є сік (для соків) або вичавки (для овочевих паст) з ферментованого топінамбуру. Два інших компоненти  $C_1$  та  $C_2$  надавали зазначеним вище новим п'яти продуктам оригінальні органолептичні показники. Співвідношення (масові частки) цих двох компонентів  $C_1$  та  $C_2$  визначали на основі експериментальної оцінки створюваних композицій. Крім вище вказаних компонентів ( $C_0$ ,  $C_1$  та  $C_2$ ) у окремі продукти додавали у фіксованій кількості додаткові компоненти: у зразок 3 – 0,5 % настоянки м'яти перцевої, у зразки 4 та 5 – по 2 % оливкової олії та по 0,2 % солі.

Після математичної обробки експериментальних даних, для досліджених зразків отримали наступні залежності:

- зразок 1,  $Y_1 = 21,92 + 0,59x_2 - 2,36x_1^2 - 0,51x_2^2 + 0,75x_1x_2$ ;
- зразок 2,  $Y_2 = 21,72 + 1,26x_1 - 2,16x_1^2 - 1,26x_2^2 - 0,025x_1x_2$ ;
- зразок 3,  $Y_3 = 21,40 + 1,43x_1 + 2,21x_2 - 2,78x_1^2 - 2,38x_2^2$ ;
- зразок 4,  $Y_4 = 21,90 + 0,99x_1 - 2,62x_1^2 - 0,77x_2^2 - 0,57x_1x_2$ ;
- зразок 5,  $Y_5 = 21,06 - 2,54x_1^2$ .

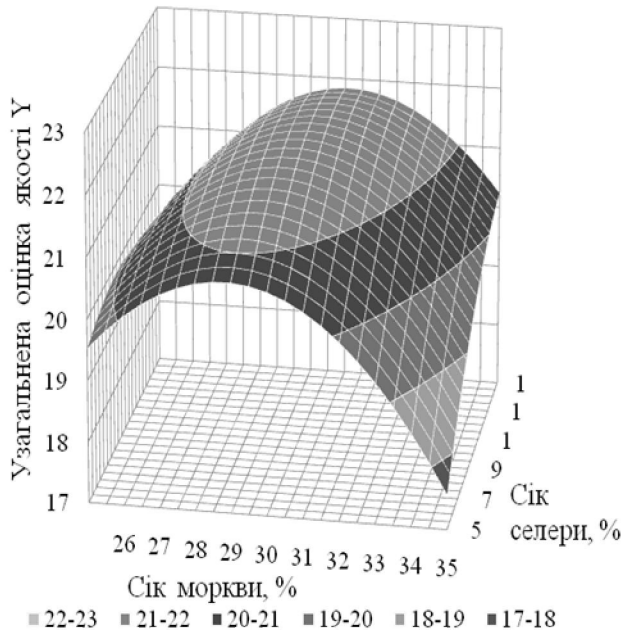


Рис. 6. Залежність узагальненої оцінки якості соку «Вітамінна свіжість» від співвідношень компонентів рецептури.

значення узагальненої органолептичної оцінки продукту  $Y_i^{\max}$ , а також, використавши формули для кодування факторів, знайдені значення масових часток компонентів  $C_1$  та  $C_2$  у всіх досліджених продуктах. Зведені результати проведених розрахунків представлено у таблиці 4. Масову частку основного компонента  $C_0$  – ферментованого топінамбуру – знаходили за різницею  $C_0 = 100 - C_1 - C_2$  (з урахуванням фіксованих значень додаткових компонентів).

Таблиця 4

#### Оптимальний рецептурний склад розроблених продуктів

( $n = 3, p \geq 0,95$ )

Компоненти рецептури, %	Номери зразків				
	зразок 1	зразок 2	зразок 3	зразок 4	зразок 5
	соки			пасти	
Сік ферментованого топінамбура	56,61	68,54	65,89	–	–
Сік моркви	30,10	–	21,29	–	–
Сік селери	13,29	21,46	–	–	–
Сік томату	–	10,00	–	–	–
Сік яблук	–	–	12,32	–	–
Настоянка м'яти перцевої	–	–	0,50	–	–

Результати залежності узагальненої органолептичної оцінки нових продуктів (зразки 1, 2, 3 та 4) від масових часток компонентів описуються поверхнями другого порядку. Лише для зразка 5 ця залежність представлена одно-факторним параболічним рівнянням  $Y=f(C_1)$ . Другий компонент  $C_2$  виявився незначущим, тобто таким, що не впливає на узагальнену органолептичну оцінку якості пасти (зразок 5). Для зразків 1, 2, 3 та 4 поверхні відгуку являють собою еліптичні параболоїди. Парабола для зразка 5 має максимум для фактора  $x_1$ . Для ілюстрації сказаного на рис. 6 наведено

графічний вигляд рівняння для зразка 1.

За отриманими значеннями  $x_1^{\max}$  та  $x_2^{\max}$  було розраховано максимальне

Вичавки топінамбура ферментованого	–	–	–	56,19	67,80
Пюре з селери	–	–	–	21,98	10,00
Пюре з моркви	–	–	–	19,63	–
Пюре томатне	–	–	–	–	20,00
Оливкова олія	–	–	–	2,00	2,00

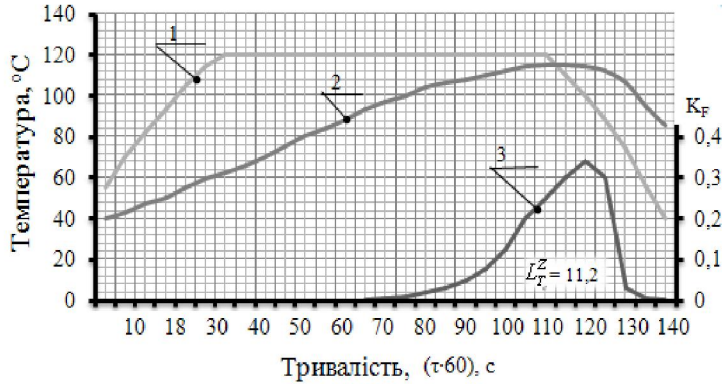


Рис. 7. Теплофізична та мікробіологічна характеристика режиму стерилізації овочевих паст на основі вичавок ферментованого топінамбура в тарі П-82-500.

Режим стерилізації  $\frac{30-85-30}{120^\circ\text{C}}$ : 1 –

температура в автоклаві; 2 – температура продукту; 3 – летальність.

Сіль	–	–	–	0,20	0,20
------	---	---	---	------	------

Розроблені консервовані пасто-подібні продукти за рецептурним складом відносяться до малоокислих, так як їх рН знаходиться в межах 5,1...5,2. Для визначення потрібної летальності режимів стерилізації розрахунки здійснювали відносно термофільних мікроорганізмів *B. stearothermophilus*.

Встановлено (рис. 7), що фактична летальність ( $L_{T_e}^Z$ ) більша за нормативну ( $F_{121}^Z$ ) на 1,2 умовних хвилини, що підтверджує вимогу  $L_{T_e}^Z \geq F_{121}^Z$  та забезпечує мікробіологічну стабільність при зберіганні досліджуваних паст.

Вивчений хімічний склад розробленої консервованої продукції та встановлено, що нові продукти є низькокалорійними (табл.5).

Таблиця 5

#### Хімічний склад розроблених консервованих продуктів

Показник	Сік «Вітамінна свіжість»	Сік топінамбурово-томатний з додаванням соку селери	Сік топінамбурово-морквяний з додаванням соку яблук та настоянки м'яти перцевої	Овочева паста, включає ферментованого топінамбура, морквяне пюре, пюре селери, сіль та оливкову олію	Овочева паста, включає ферментованого топінамбура, томатне пюре, пюре селери, сіль та оливкову олію
Масова частка, г/100г					
Сухі речовини	13,5	12,4	14,2	25,0	25,0
Вуглеводи	9,8	10,2	10,6	3,35	3,75
Інулін	2,9	3,55	3,39	1,25	1,49
Білки (N×6,25)	0,2	0,22	0,23	0,51	0,52
Ліпіди	0	0	0	1,24	1,31
Мінеральні речовини	0,23	0,25	0,28	0,3	0,31
Молочна кислота	0,3	0,36	0,35	0,13	0,15
Масова частка, мг/100г					
β- каротин	0,6	0,54	0,35	0,72	0,5
Вітамін В <sub>1</sub>	0,21	0,23	0,24	0,03	0,032
Вітамін В <sub>2</sub>	0,18	0,22	0,23	0,027	0,028
L- аскорбінова кислота	8,56	9,1	8,85	4,12	4,56
Калорійність, кДж ккал	167,36	174,39	181,25	111,72	120,79
	40,0	41,68	43,32	26,72	28,87

Визначено орієнтовану собівартість розробленої продукції та економічний ефект від впровадження технології у виробництво. Ціна реалізації 1 л соку складає 12 грн., а 1 кг пасти – 32 грн.

Розроблено проект нормативної документації на виробництво соків та пастоподібних продуктів на основі топінамбура, вироблено дослідну партію пастоподібних продуктів на основі ферментованого топінамбура на підприємстві ТОВ «Ніжинський консервний завод», розроблені технології захищені 6 патентами України на корисну модель та 1 позитивним рішенням на видачу патенту України на корисну модель.

## ВИСНОВКИ

Науково обґрунтовано та експериментально доведено доцільність використання процесу ферментації бульб топінамбура молочнокислими бактеріями та отримання продуктів оздоровчої спрямованості. Розширено асортимент низькокалорійної консервованої продукції на основі інулінвмісної сировини, збагаченої біологічно цінними речовинами.

1. Вивчено хімічний склад бульб топінамбура у сортовому розрізі. Встановлено, що для ферментації більш доцільно використовувати сорт Інтерес, до складу якого входить інулін 10,68 %.

2. Вивчено вплив НВЧ-обробки топінамбура на хімічний склад, біологічну цінність, технологічні властивості і мікробіологічну забрудненість сировини в залежності від потужності. Встановлено, що при обробці з потужністю 600 Вт протягом 60 с, показник загальної забрудненості неочищеної обробленої НВЧ-струменями сировини менший, ніж показник загальної забрудненості для сировини до миття у 358 разів.

3. Досліджено зміни вуглеводного складу топінамбура в залежності від виду закваски і тривалості ферментації. Найбільша кількість інуліну і фруктози визначена у зразку, який зброджений з використанням *Lactobacillus plantarum* штаму АН 11/16 для сорту Інтерес.

4. Встановлено умови ферментації топінамбура: температура – 20 °С, тривалість 10 діб, кількість внесеної закваски 1 % від маси підготовленої сировини. Найкращим за органолептичною оцінкою виявлено зразок, ферментований закваскою на основі *Lactobacillus plantarum* штаму АН 11/16.

5. Проведено оптимізацію рецептурних складових розробленого асортименту консервованих харчових продуктів. Кількість основного компоненту у продукті (ферментованого соку – для соків, вичавок – для паст) знаходиться в межах 56...68 %.

6. Досліджено хімічні і фізико-хімічні властивості пастоподібних продуктів, виготовлених на основі вичавок ферментованого топінамбура. Встановлено, що однорідна структура паста досягається шляхом подрібнення на селективній дробарці з застосуванням 16 зубчастих ножів. Найбільша фракція мала розміри  $60...80 \cdot 10^{-6}$  м.

7. Розроблено науково - обґрунтований режим теплової стерилізації пастоподібних продуктів на основі вичавок ферментованого топінамбура для тари Ш-82-500.

8. Виконано комплекс науково-практичних робіт, пов'язаних з виробництвом дослідних партій консервованих продуктів у виробничих умовах на ТОВ "Ніжинський консервний завод". Розроблено проект нормативної документації на нові види ферментованої консервованої продукції на основі топінамбура. Визначено орієнтовану собівартість розробленої продукції та економічний ефект від впровадження технології у виробництво. Ціна реалізації 1 л соку складає 12 грн., а 1 кг овочевої паста – 32 грн.

### **Список наукових праць опублікованих за темою дисертації**

1. Біленька, І.Р. Використання клубнів топінамбура у функціональному харчуванні [Текст] / І.Р. Біленька, Н.А. Буланша // Харч. наука і технологія. – 2010. – № 4(13). – С. 17-19.

*Дисертантом встановлена можливість застосування бульб топінамбура у виробництві харчових продуктів.*

2. Станкевич, Г.М. Оптимізація рецептур соків та паст на основі ферментованого топінамбура [Текст] / Г.М. Станкевич, І.Р. Біленька, Н.А. Буланша // Харч. наука і технологія. – 2011. – № 4(17). – С. 86-90.

*Дисертантом проведено оптимізацію рецептурних компонентів розроблених консервованих продуктів на основі ферментованого топінамбура*

3. Тележенко, Л.М. Ферментація топінамбура для отримання продуктів харчування спрямованої дії [Текст] / Л.М. Тележенко, І.Р. Біленька, Н.А. Буланша // Прогресивні техніка та

технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі: зб. наук. пр. / ХДУХТ.- Х., 2012. – Вип. 2 (16). – С. 296-301.

*Дисертантом розроблена технологія ферментації бульб топінамбура.*

4. Буланша, Н. А. Дослідження активності поліфенолоксидази у товщі бульб топінамбура [Текст] // Харч. наука і технологія. – 2012. – № 4(21). – С. 92-93.

*Дисертантом вивчено активність ферменту поліфенолоксидаза у товщі бульб топінамбура.*

5. Біленька, І.Р. Комплексне перероблення бульб топінамбура [Текст] / І.Р.Біленька, Н.А. Буланша // Обладнання та технології харчових виробництв: темат. зб. наук. пр. / ДонНУСТ ім. М. Туган-Барановського. – Донецьк, 2013. – Вип. 30. – С. 15-20.

*Дисертантом розроблена технологія комплексного маловідходного перероблення бульб топінамбура.*

6. Пат. на корисну модель 54830 Україна МПК А23L 1/212 (2006.01). Топінамбурово-морквяна паста функціонального призначення [Текст] / Біленька І.Р., Буланша Н.А.; заявник і патентовласник Одес. нац. акад. харч. технологій. – № u201006301; заявл. 25.05.2010; опубл. 25.11.2010, Бюл. № 22 – 4 с.

7. Пат. на корисну модель 73970 Україна МПК А23L 1/212 (2006.01). Овочева паста функціонального призначення [Текст] / Біленька І.Р., Буланша Н.А., Мельник О.С.; заявник і патентовласник Одес. нац. акад. харч. технологій. – № u201204488; заявл. 09.04.2012; опубл. 10.10.2012, Бюл. № 19 – 4 с.

8. Пат. на корисну модель 74713 Україна МПК А23L 1/212 (2006.01). Овочева паста функціонального призначення [текст] / Біленька І.Р., Буланша Н.А., Мельник О.С.; заявник і патентовласник Одес. нац. акад. харч. технологій. – № u201204450; заявл. 09.04.2012; опубл. 12.11.2012, Бюл. № 21 – 4 с.

9. Пат. на корисну модель 74699 Україна, МПК А23L 2/00 (2012.01). Купажований сік на основі топінамбуру [Текст] / Біленька І.Р., Буланша Н.А., Череднюк Г.С.; заявник і патентовласник Одес. нац. акад. харч. технологій. – № u201204358; заявл. 09.04.2012; опубл. 12.11.2012, Бюл. № 21 – 4 с.

10. Пат. на корисну модель 74712 Україна МПК А23L 2/00 (2012.01). Купажований сік з топінамбуру «Вітамінна свіжість» [Текст] / Біленька І.Р., Буланша Н.А., Череднюк Г.С.; заявник і патентовласник Одес. нац. акад. харч. технологій. – № u201204449; заявл. 09.04.2012; опубл. 12.11.2012, Бюл. № 21 – 4 с.

11. Пат. на корисну модель 79356 Україна МПК А23L 1/214 (2006.01). Спосіб комплексної переробки топінамбура [Текст] / Біленька І.Р., Буланша Н.А.; заявник і патентовласник Одес. нац. акад. харч. технологій. – № u201209750; заявл. 13.08.2012; опубл. 25.04.2013, Бюл. № 8 – 4 с.

12. Позитивне рішення на видачу патенту на корисну модель Україна МПК А23L 2/00 (2013.01). Купажований сік на основі топінамбуру [Текст] / Біленька І.Р., Буланша Н.А.; заявник і патентовласник Одес. нац. акад. харч. технологій. – № u201209795; заявл. 14.08.2012.

*(6-12) Дисертантом проведено експериментальні дослідження, підготовлено заявку на отримання патенту.*

13. Беленькая, И. Р. Функциональные свойства клубней топинамбура [Текст] / И. Р. Беленькая, Н. А. Буланша // Научно-инновационные технологии как основа продовольственной безопасности Российской Федерации: сб. тез. докл. IV Междунар. конф. молодых ученых и специалистов ин-тов Отд-ния «Хранения и переработка сельхоз. продукции» Россельхозакад., г. Москва, 09 грудня. 2010 г. / ГОСНИИХП. – М., 2010. – С. 48.

14. Біленька, І. Р. Функціональні інгредієнти топінамбура [Текст] / І. Р. Біленька, Н. А. Буланша // Зб. наук. пр. молодих учених, асп. та студ.: у 2 т. Т 2 / ОНАХТ. – О., 2010. – С. 107.

*(13,14) Дисертантом досліджено хімічний склад бульб топінамбура.*

15. Беленькая, И. Р. Продукты питания как один из аспектов защиты от неблагоприятных экологических факторов [Текст] / И. Р. Беленькая, Н.А. Буланша // Биосфера XXI века: сб. тез. докладов III Всеукр. конф. молодых ученых, асп., и студ. – Севастополь, 4-7 апр. 2011 г. / СевНТУ. – Севастополь. 2011 – С. 22-23.

*Дисертантом досліджена можливість використання бульб топінамбура в раціоні харчування.*

16. Біленька, І.Р. Використання топінамбуру для отримання лактоферментованих продуктів харчування [Текст] / І.Р. Біленька, Н.А. Буланша // 77-а наук. конф. молод. учених, асп. і студ. «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХ ст.»: прогр. і матеріали, Київ, 11-12 квіт. 2011 р.: у 3-х ч. Ч. 1 / НУХТ. – К., 2011.- С. 25.

17. Біленька І.Р. Виробництво харчових продуктів на основі ферментації [Текст] / І.Р. Біленька, Н.А. Буланша // Зб. наук. праць молодих учен., асп та студ. – Одеса: ОНАХТ, 2011 р. – Том 2. – С. 119-120

18. Біленька, І.Р. Розробка нових лактоферментованих продуктів харчування для здоров'я нації [Текст] / І.Р. Біленька, Н.А. Буланша // 78-а наук. конф. молодих учених асп. і студ., «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХ ст.»: прогр. і матеріали, Київ, 11-12 квіт. 2011 р.: у 3-х ч. Ч. 1 / НУХТ. – 2012.- С. 41-42.

*(16-18) Дисертантом розроблена технологія використання лактоферментованої продукції на основі бульб топінамбура.*

19. Біленька, І.Р. Купажовані соки на основі соку ферментованого топінамбура [Текст] / І.Р. Біленька, Н.А. Буланша // Зб. наук. пр. молод. учених, асп. та студ. / ОНАХТ. – О., 2012 р. – Том 2. – С. 60-61

*Дисертантом розроблена технологія виробництва соків на основі ферментованих бульб топінамбура.*

20. Біленька, І.Р. Особливості виробництва продуктів підвищеної біологічної цінності на основі ферментованого топінамбура [Текст] / І.Р. Біленька, Н.А. Буланша // Актуальні проблеми розвитку харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і торгівлі: тез. доп. Всеукр. наук-практ. конф. молодих учених і студентів, Харків, 25 квіт. 2013 р. / ХДУХТ: у 2-х ч. Ч.1 – Х., 2013.– С. 113

*Дисертантом розглянуті особливості виробництва продукції на основі топінамбура, яка має підвищену біологічну цінність.*

## АНОТАЦІЯ

Буланша Н.А. Розробка технології ферментованих продуктів на основі топінамбура – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.18.13 – технологія консервованих і охолоджених харчових продуктів, Одеська національна академія харчових технологій Міністерства освіти і науки України, Одеса 2013.

Дисертація присвячена розробці технологій нових продуктів на основі ферментованого топінамбура.

Аналіз існуючого асортименту та технологій ферментованої продукції дозволив зробити висновок, що доцільно застосовувати в якості сировини бульби топінамбура. Встановлено можливість виключення з технологічної схеми, при підготовці бульб до ферментації, операції «очищення».

Досліджено процес ферментації бульб топінамбура. Встановлено, що ферментація проходить в три етапи. На першому етапі спостерігається виділення клітинного соку, інтенсивний розвиток молочнокислих бактерій. Для другого етапу бродіння характерно накопичення молочної кислоти. Третій етап характеризувався зміною органолептичних якостей та фізико-хімічних показників продукту. Критерієм завершення ферментації було досягнення загальної кислотності 0,8...0,9 % (в перерахунку на молочну кислоту)

Встановлено параметри проведення ферментації: температура – 20 °С, час – 10 діб, кількість закваски – 1 % (від підготовленої сировини). Обрано для ферментації бульб молочнокислі бактерії *Lactobacillus plantarum* штаму АН 11/16.

Досліджено зміни вуглеводного складу топінамбура при ферментації та встановлено, що протягом перших 5 діб масова частка фруктози збільшувалася в той час, як масова частка олігосахаридів зменшувалася. Цей процес пояснюється із збільшенням кислих складових напівфабрикату за рахунок утворення молочної кислоти. В свою чергу, молочна кислота викликає частковий гідроліз інуліну та уповільнює розвиток молочнокислих бактерій.

Розроблено технологію виробництва ферментованих продуктів на основі топінамбура. За допомогою математичної обробки експериментальних даних встановлено співвідношення компонентів рецептури.

Економічні розрахунки підтверджують ефективність впровадження даної технології у виробництво. На розроблені технології ферментованих соків та пастоподібних продуктів є проект нормативної документації. Результати досліджень захищені патентами України на корисну модель. Технологія виробництва пастоподібних продуктів пройшла промислові випробування.

**Ключові слова:** топінамбур, ферментація, *L. plantarum* АН 11/16, пастоподібні продукти, купажовані соки.

## АННОТАЦІЯ

Буланша Н.А. Разработка технологии ферментированных продуктов на основе топинамбура – Рукопись.

Диссертация на соискание научной степени кандидата технических наук по специальности 05.18.13 – технология консервированных и охлаждённых пищевых продуктов, Одесская национальная академия пищевых технологий Министерства образования и науки Украины, Одесса 2013.

Диссертация посвящена разработке технологии производства ферментированных продуктов на основе топинамбура.

Анализ существующего ассортимента ферментированной продукции показал целесообразность использования нетрадиционного сырья для разработки новых консервированных продуктов. Результаты экспериментальных исследований позволили обосновать и установить возможность использования клубней топинамбура в консервном производстве для получения ферментированной продукции.

Изучен химический состав клубней топинамбура разных сортов. Установлено, что основную часть сухих веществ составляют общие сахара, содержание которых в клубнях сорта Интерес выше на 2,73 %, в сравнении с сортом Violet de Rennes. Клубни сорта Интерес в отличие от сорта Violet de Rennes содержат большее количество редуцирующих сахаров на 0,25 % и инулина – на 0,78 %.

Технология производства ферментированных продуктов на основе топинамбура предусматривает первичную подготовку клубней, которая включает следующие технологические операции: сортирование, мойка, обработка клубней СВЧ-токами и инспекция.

Доказана возможность исключения из технологической схемы, при подготовке клубней к ферментации, операцию «очистка». Проведены микробиологические исследования образцов: до мойки, после мойки неочищенных, после мойки очищенных и обработанных СВЧ-токами неочищенных клубней. Установлено, что наименее загрязненным было сырье без предварительной очистки с последующей обработкой СВЧ-токами при мощности 600 Вт в течении 60 с. Показатель общей загрязненности сырья неочищенного обработанного СВЧ-токами, по указанному выше режиму, меньше, чем для сырья до мойки в 358 раз, а по сравнению с очищенным после мойки клубнями меньше в 3,3 раза. Такая обработка позволяет при первичной подготовке не подвергать сырье механической очистке и тем самым сократить продолжительность технологического цикла.

Ферментация сырья дает возможность получить продукт с оригинальными вкусовыми свойствами, если не нарушена технология сквашивания. В связи с этим были исследованы этапы прохождения процесса для клубней топинамбура и установлены факторы, влияющие на качество консервированных пищевых продуктов. Определено, что ферментация клубней проходила в три этапа. На первом этапе наблюдалось выделение клеточного сока, интенсивное развитие молочнокислых бактерий. На втором этапе брожения проходило накопление молочной кислоты. Третий этап характеризовался изменением органолептических и физико-химических показателей качества клубней топинамбура. Критерием завершения ферментации было достижение общей кислотности 0,8...0,9 % (в пересчете на молочную кислоту).

Установлены параметры проведения процесса: температура – 20 °С, продолжительность – 10 суток, количество закваски – 1 % (от массы подготовленного сырья). Для ферментации клубней выбрали молочнокислые бактерии *Lactobacillus plantarum* штамма АН 11/16.

Исследованы изменения углеводного состава клубней топинамбура в зависимости от вида закваски и продолжительности ферментации. Установлено, что в первую очередь сбраживается глюкоза. На протяжении первых 5 суток наблюдали увеличение массовой доли фруктозы, что объясняется частичным гидролизом инулина. На 10 сутки ферментации наибольшее количество инулина (7,45 %) и фруктозы (2,17 %) содержалось в образце сорта Интерес, сброженном при помощи *Lactobacillus plantarum* штамма АН 11/16.

Разработаны рецептурные соотношения и технология производства консервированных ферментированных продуктов на основе топинамбура. Установлено влияние компонентов рецептурного состава на органолептические показатели качества разработанных продуктов.

Проведена оптимизация рецептурных составляющих разработанного ассортимента консервированных пищевых продуктов: соков и паст. Для сокращения количества опытов и получения достоверной информации был применен метод многофакторного планирования эксперимента – композиционный униформ-ротатабельный план второго порядка. Количество основного компонента в продукте (ферментированного сока – для соков, выжимок – для паст) находится в пределах 56 ... 59 %.

Исследованы физико-химические свойства пастообразного полуфабриката, изготовленного на основе выжимок ферментированного топинамбура, которые полу-

чили после прессования. Установлено, что однородная структура пасты достигается путем измельчения на селективной дробилке с применением 16 зубчатых ножей. Размер частиц преобладающей фракции составил  $60 \dots 80 \cdot 10^{-6}$  м.

Разработан научно - обоснованный режим тепловой стерилизации пастообразных продуктов на основе выжимок ферментированного топинамбура для тары Ш-82-500.

Изучен химический состав и рассчитана энергетическая ценность разработанных ферментированных продуктов. Новые консервированные продукты обладают повышенной биологической ценностью и являются низкокалорийными.

Экономические расчеты подтверждают эффективность внедрения данной технологии в производство. На новую технологию ферментированных соков и пастообразных продуктов разработан проект нормативной документации. Результаты исследований защищены патентами Украины на полезную модель. Технология производства пастообразных продуктов прошла промышленные испытания.

**Ключевые слова:** топинамбур, ферментация, *L. plantarum* АН 11/16, пастообразные продукты, купажированные соки.

## ANNOTATION

Bulansha N. A. The development of technology of fermented products based on Jerusalem artichoke – Manuscript.

The dissertation for the scientific degree of candidate of technical sciences by specialty 05.18.13 – Technology of preserved and cooled foodstuffs – Odessa National Academy of Food Technologies of the Ministry of education and science of Ukraine, Odessa, 2013.

The thesis is devoted to the development of technology of new products based on fermented Jerusalem artichoke.

Analysis of the existing range of products and technologies of fermented products led to the conclusion that there is a reasonable use of Jerusalem artichoke tubers as raw materials to produce this group of foods. The possibility of exclusion cleaning operation from the process flowsheet during the preparation of bubbles for the fermentation is established.

The process of Jerusalem artichoke tubers' fermentation is investigated. It is found that fermentation took place in three stages. The exudation of cell sap and intensive development of lactic acid bacteria were observed during the first phase. The second stage of fermentation was characterized by the accumulation of lactic acid. The third stage is characterized by a change in organoleptic qualities and physicochemical characteristics of the product. The criterion of the fermentation completion was achieving of total acidity 0,8...0,9 % (calculated as lactic acid).

The fermentation parameters were determined: temperature – 20 °C, time – 10 days, the amount of yeast – 1 % (prepared from raw materials). Lactic acid bacteria *Lactobacillus plantarum* strain AN 11/16 were selected for fermentation of tubers.

The changes in carbohydrate composition of Jerusalem artichoke during fermentation were determined and it was found that the mass fraction of fructose increased while the mass fraction of oligosaccharides decreased during the first 5 days. This process is ex-

plained by the increase of acidic components of semi-finished products due to the formation of lactic acid. In turn, the lactic acid causes partial hydrolysis of inulin and slows down the growth of lactic acid bacteria.

The technology of fermented products based on Jerusalem artichoke was developed. The ratio of recipe components was established using mathematical processing of the experimental data.

Economic calculations confirm the effectiveness of implementing this technology into production. The developed technologies of fermented juices and pasty products have project documentation. The research results are protected by patents of Ukraine for useful model. The technology of pasty products' producing passed industrial testing.

**Keywords:** Jerusalem artichoke, fermentation, *L. plantarum* AH 11/16, pasty foods, blended juices.

Підписано до друку 14.11.2013 р. Формат 60×90/16  
Об'єм 0,9 умов. друк. арк. Замовлення № 178 Тираж 100 прим.

---

ОНАХТ, 65039, м. Одеса-39, вул. Канатна, 112.