

ОДЕСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Мельник Ірина Василівна

УДК 664. 84: 633. 654

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ КОНСЕРВОВАНИХ
ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ ІЗ НУТУ

Спеціальність 05.18.13 – технологія консервованих продуктів

Автореферат

*дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук*

Одеса – 1999

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в Одеській державній академії харчових технологій,
Міністерство освіти України

Наукові керівники: доктор технічних наук, професор, академік-радник
академії кібернетичних наук
Флауменбаум Борис Львович ,
Одеська державна академія харчових технологій,
професор кафедри технології консервування

кандидат технічних наук, доцент
Сторожук Валентина Миколаївна,
Одеська державна академія харчових технологій,
доцент кафедри технології консервування

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, старший науковий співробітник
Верхівкер Яків Григорович,
фірма "Вісма"(м.Одеса), головний технолог

кандидат технічних наук, доцент
Хомич Галина Панасівна,
Полтавський кооперативний інститут,
доцент кафедри технології та організації харчових
виробництв

Провідна установа: Український державний університет харчових
технологій, проблемна науково-дослідна лабораторія,
Міністерство освіти України, м.Київ

Захист відбудеться " 28 " травня 1999р. о 13³⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д
41.088.01 Одеської державної академії харчових технологій за адресою: 270039, м.Одеса,
вул.Канатна, 112.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Одеської державної академії харчових
технологій за адресою: 270039, м.Одеса, вул.Канатна, 112.

Автореферат розісланий " 28 " квітня 1999р.

Вчений секретар спеціалізованої
вченої ради д.т.н., професор

Пилипенко Л.М.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Теперішнім часом більше половини вироблюваного білка та енергії людство одержує за рахунок трьох культур - пшениці, рису, кукурудзи, хоча світова рослинна флора включає майже 350 тис. видів. Орієнтація на таке мале число видів обумовлює високу залежність виробництва від різних несприятливих біологічних та кліматичних умов, які різко знижують врожай.

Зернобобові є не тільки важливим джерелом рослинного білка, але й обов'язковим компонентом розроблюваних зараз альтернативних систем землеробства.

Традиційними бобовими, які використовуються у виробництві консервованих продуктів, є горох, квасоля і за результатами досліджень останніх років - соя. Нут як сировина для консервування промислового значення поки ще не одержав, хоча ця бобова культура є перспективною у південних засушливих районах України і може скласти серйозну конкуренцію гороху, котрий стоїть на першому місці серед бобових в СНД за розмірами посівних площ.

Цінний хімічний склад нуту і його переваги перед горохом за багатьма агротехнічними показниками при різко піднятому значенні зернобобових визначає необхідність перетворення нуту з маловідомої в широко розповсюджену культуру, що стримується відсутністю харчових сортів. Їх виведенням в останні роки займається селекційно-генетичний інститут УААН (м.Одеса), вже запропонувавши для досліджень нові сорти.

Технологічний процес переробки та консервування бобових культур складається з трьох основних етапів: попередньої вологотеплової обробки (ВТО) – замочування і бланшування, та заключного - стерилізації. В процесі перших двох відбувається набухання зерен та розм'якшення їх за рахунок зв'язування води відповідно білками та крохмалем, при стерилізації одночасно з мікробіологічною стабільністю досягається і кулінарна готовність бобів.

Наукове обґрунтування параметрів цих процесів базується на одержанні та використанні відповідних кінетичних показників, які характеризують закономірність цих процесів.

Нут – нетрадиційна сировина для консервної промисловості і технологічний регламент виробництва консервованих харчових продуктів із нуту відсутній. Використання ж параметрів технологій, розроблених для інших видів бобових, потребує їхнього аналізу і коректування відносно до нуту, оскільки вони науково обґрунтовані практично тільки для сої і то для одного сорту і оскільки вплив технологічних (хімічних) особливостей сировини і навіть сортів на ефективність набухання і твердість бобових при ВТО значний.

Вплив сортових особливостей на набухання інколи настільки значний, що часті випадки, коли боби залишаються твердими і не відповідають кулінарній готовності після стерилізації за режимами, перевіреними багаторічним досвідом.

Виконана робота також присвячена актуальним та перспективним питанням впровадження нуту в консервну промисловість.

Зв'язок роботи з науковими програмами. Робота виконувалася у відповідності з напрямком наукових досліджень ОДАХТ "Розробка технологій нових видів харчових продуктів із нетрадиційних видів сировини".

Мета і задачі дослідження. Розробити технологію консервованих харчових продуктів з нуту з науковим обґрунтуванням параметрів трьох етапів консервування - замочування, бланшування та стерилізації.

Для досягнення цієї мети необхідно вирішити наступні задачі:

1.Провести аналіз параметрів попередньої волого-теплової обробки бобових стосовно до нуту.

2.Дослідити процес замочування нуту та інших видів бобових культур і отримати порівняльну характеристику набухання і зниження їхньої твердості в сортовому розрізі.

3. Вивчити вплив на кінетику набухання температурного фактора.
4. Визначити константи інерції набухання f_n бобових при замочуванні та обґрунтувати параметри цього процесу.
5. Науково обґрунтувати параметри процесу бланшування бобів нуту.
6. Дослідити кінетику термічного розм'якшення бобів нуту, визначити відповідні кінетичні константи та використати їх для розрахунку реологічних показників оцінки ступеня твердості бобів нуту при стерилізації.
7. Запропонувати асортимент і розробити рецептури консервованих харчових продуктів з нуту.
8. Розробити науково обґрунтовані режими стерилізації, включаючи їх мікробіологічну та реологічну оцінку.
9. Одержати якісну оцінку сировини та консервованих харчових продуктів з нуту.
10. Розробити проект нормативно-технічної документації (НТД) на запропоновану технологію консервованих харчових продуктів з використанням нуту.

Наукова новизна одержаних результатів.

1. Одержана порівняльна характеристика кінетики набухання різних видів та сортів бобових при різних температурах в процесі замочування.
2. Визначені кінетичні константи інерції набухання f_n , котрі для гороху, нуту, а також для сої в сортовому розрізі одержані вперше.
3. Досліджена кінетика розм'якшення бобів нуту при термічній обробці на стадіях технологічної підготовки зерен нуту при консервуванні. Вперше одержані константи термостійкості розм'якшення бобів нуту при стерилізації - D і Z , котрі використані для розрахунку нормативного та фактичного реологічних показників оцінки кулінарної готовності бобів при стерилізації - "ефективність розм'якшення" бобів, який введено вперше.
4. Розроблена технологія консервованих харчових продуктів з нуту, яка передбачає ведення процесу за двома схемами: з використанням процесу бланшування і без нього.

Практичне значення одержаних результатів. На основі експериментальних і теоретичних досліджень розроблена технологія консервованих харчових продуктів з нетрадиційного виду бобової сировини - нуту, НТД (рецептури, ТУ і ТП) для промислового виробництва таких видів консервів з нуту:

- нут натуральний;
- нут в бульйоні;
- нут в томатному соусі;
- нут з м'ясом в бульйоні;
- нут з кількою в томатному соусі.

Особистий внесок здобувача. Полягає в проведенні теоретичного обґрунтування та експериментальних досліджень процесів замочування, бланшування, розробки режимів стерилізації, дослідження якості сировини і готової продукції, а також в обґрунтуванні і публікації одержаних результатів, розробки технології і нормативно-технічної документації.

Апробація роботи. Основні положення дисертаційної роботи обговорювалися і були схвалені на кафедрі технології консервування ОДАХТ, а також на 57-ій науковій конференції ОДАХТ (м. Одеса, 1997 р.); на 58-ій науковій конференції ОДАХТ (м. Одеса, 1998 р.); на Міжнародних науково-технічних конференціях: "Проблеми та перспективи розвитку виробництва та споживання хлібопродуктів" (м. Одеса, 1997 р.); "Екологія людини і проблеми виховання молодих вчених", присвяченої пам'яті академіка Б. Л. Флауменбаума (м. Одеса, 1997 р.); "Екологія міст і рекреаційних зон" (м. Одеса, 1998 р.).

Публікації. За результатами досліджень по темі дисертаційної роботи опубліковано 5 наукових робіт, в тому числі 3 - в наукових працях ОДАХТ і 1 - в науковому журналі.

Структура та обсяг роботи. Дисертацію викладено на 186 сторінках друкованого тексту; складається із вступу, 5 розділів, основних висновків, списку використаної літератури та додатків. Містить 35 рисунків (29 стор.), 28 таблиць (14 стор.), 5 додатків (14 стор.). Список літератури складається з 264 бібліографічних джерел (22 стор.).

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтована актуальність роботи, сформульовано мету і задачі досліджень, подано новизну та практичне значення роботи.

В першому розділі розглянута харчова цінність та використання зернобобових культур в харчуванні та технології; викладені основні переваги зерна нуту перед іншими зернобобовими та зерновими культурами за показниками харчової, біологічної і сільськогосподарської цінності, технологічним властивостям; приведена характеристика та закономірності попередньої теплової обробки зернобобових, де розглянуто її вплив на якість бобової сировини, способи та параметри вологотеплової обробки та її кінетичні закономірності. Показана оцінка процесу стерилізації за мікробіологічними, хімічними та реологічними показниками і приведено асортимент та харчову цінність консервів з бобових, які в даний час випускаються промисловістю. Саме це дозволило сформулювати мету і задачі дослідження.

В другому розділі "Об'єкти і методи досліджень" приведена характеристика об'єктів досліджень та лабораторного обладнання, приведено перелік використаних методів досліджень. Робота виконувалась в лабораторіях кафедри технології консервування, аналітичної хімії Одеської державної академії харчових технологій, а також в селекційно-генетичному інституті УААН (м.Одеса).

Об'єкти досліджень: зерно сої, нуту і гороху по три сорти кожного. Для вивчення процесів набухання та розм'якшення зернобобових при замочуванні використовували температури 20-60°C з інтервалом в 20°C. При визначенні ступеня розм'якшення бобів користувались угорським приладом - фінометром. Бланшування проводили парою при температурі 120°C в автоклаві АВ-1.

При вивченні кінетики термічного розм'якшення бобів нуту користувались тест-циліндрами, які прогрівали в гліцериновій бані в ультратермостаті УТ-15 при температурах 100, 110 і 120°C.

Розробку науково обґрунтованих режимів стерилізації проводили на основі експериментальних досліджень прогрівання продукту згідно з Положенням про розробку режимів стерилізації та пастеризації консервів та консервованих напівфабрикатів.

Визначення показників якості сировини та готових консервів проводили загальноприйнятими методами.

В третьому розділі наведені результати порівняльної оцінки кінетики набухання бобів нуту і інших зернобобових культур у процесі замочування з метою обґрунтування параметрів процесу.

Для впровадження бобів нуту в технологію консервованих харчових продуктів та з'ясування можливості використання параметрів попередньої ВТО, приведених для інших бобових, нами, в першу чергу, експериментально перевірені варіанти стосовно нуту сорту Розанна. Для наукового обґрунтування параметрів визначали технологічні показники - ступінь набухання Q , а також рівень розм'якшення бобових - показник твердості, °Ф. Зміна цих основних показників стану сировини має велике значення при виборі способів та режимів технологічної обробки її у виробництві консервів. Від цього може залежати рецептура вироблюваних консервів, отже, і питомі витрати сировини, смакові та поживні властивості готового продукту, а також можливість виникнення у процесі виробництва фізичного браку консервів.

Одержані результати Q та °Ф представлені в табл. 1. Вони показують, що рекомендовані для інших бобових параметри ВТО стосовно нуту дають різні результати і скористатись ними дуже важко. Крім того, в цих варіантах не обумовлюється та не враховується вплив сортових особливостей; не регламентуються величини твердості бобів, які потрібно досягати на різних етапах ВТО.

Із перерахованих у табл. 1 видів бобових найбільше число варіантів відноситься до сої та гороху. Ці бобові і були вибрані для порівняння як об'єкти дослідження при вишукуванні параметрів замочування нуту. Також враховувалось, що технологічні параметри переробки будь-якого виду сировини

диктують її хімічні властивості, і що соя та горох характеризуються різним хімічним складом: горох близький до нуту по вмісту білка та крохмалю (відповідно, % - 20,5 і 20,1; 44,0 і 43,2), соя ж різко відрізняється – 34,9 і 3,5 і саме тільки для сої є наявна науково обґрунтована технологія. Значний вплив на ефективність процесу і сортових особливостей сировини, вибраний для замочування рівень температури не перевищував 60°C через схильність білків до денатурації, яка супроводжується втратою ряду гідрофільних властивостей, зокрема, зв'язуванню вологи та набуханню.

Для об'єктивної кількісної оцінки впливу на набухання природи продукта і температури в практиці технології консервування для інженерних розрахунків замість константи набухання k прийнята зворотня величина – кінетична характеристика – константа інерції набухання f_n . Саме по величині f_n можна визначити, до якої сировини ближче нут за своїми технологічними властивостями. Для розрахунку f_n використовували експоненціальні криві набухання бобових при різних режимах - 20, 40 та 60°C в порівнянні для нуту, сої та гороху по трьом сортам кожного і величини максимального ступеня набухання - Φ_{max} , які досягались при цьому. Як приклад, на рис. 1 наведено криві зміни Φ при 20°C. Одночасно на рисунках нанесені експериментальні дані, які характеризують вплив досліджених режимів на твердість зерен.

а) б) в)

Рис.1. Зміна набухання та твердості зернобобових у процесі замочування при 20°C

а) соя: б) нут: г) горох:
 1- Аркадія Одеська 1- Розанна 1- Топаз
 2- Альтаір 2- Краснокутський 2- Орловчанин
 3- Успіх 3- Олександрит кофейний 3- Уладовський ювілейний

Криві набухання нуту і криві інерції набухання при 60°C представлені на рис.2, а результати обробки кінетичних кривих – в табл.2.

а) б)

Рис.2. Зміна набухання нуту при замочуванні при температурі 60°C:

а) криві набухання; б) криві інерції набухання;
 Розанна; 2- Краснокутський; 3- Олександрит

Таблиця 2

Кінетичні константи, максимальний ступінь набухання та досягнута твердість бобових культур при замочуванні

Вид бобових	Сорти бобових	Температура замочування, °C								
		20			40			60		
		$\Phi_{max}, \%$	$f_n, \text{хв}$	Φ^0	$\Phi_{max}, \%$	$f_n, \text{хв}$	Φ^0	$\Phi_{max}, \%$	$f_n, \text{хв}$	Φ^0
Горох	Топаз	79,0	518	33	93,0	286	56	74,6	112	56
	Орловчанин	89,0	355	29	95,0	213	58	84,7	119	56
	Уладовський Ювіл.	101,0	366	29	100,3	162	44	88,7	95	46
Соя	Аркадія Одеська	128,0	417	34	135,3	172	42	141,3	105	42
	Альтаір	108,0	602	38	115,0	303	40	128,4	60	44
	Успіх	127,0	323	42	130,6	100	48	124,6	59	46

Нут	Розанна	102,0	435	54	98,0	159	60	80,7	70	54
	Краснокутський	107,0	455	58	99,0	135	58	82,0	74	56
	Олександрит	106,0	455	58	103,0	159	52	97,4	67	54

Як видно з наведених даних, бобові за видовими та сортовими ознаками при замочуванні поводяться по різному. Так, φ_{\max} сої з підвищенням температури замочування збільшується (наприклад, у сорту Аркадія Одеська φ_{\max} при 20°C складає 128%, при 40°C – 135,3%, а при 60°C – 141,3%); в усіх сортах нуту φ_{\max} з підвищенням температури замочування зменшується (так, у сорту Розанна φ_{\max} при 20°C складає 102%, при 40°C – 98%, при 60°C – 80,7%). Різні ж сорти гороху при підвищенні температури поводять себе по різному. Очевидно, з підвищенням температури у нуту і гороху частину вологи забирає крохмаль і білки набухають менше. Соя ж бідна крохмалем.

Різну поведінку при замочуванні сої, гороху і нуту можна пояснити і відмінністю фракційного складу білків цих бобових: згідно літературним даним, у сої переважає водорозчинна фракція, у гороху – солерозчинна, у нуту частки обох фракцій приблизно рівні.

Одержані дані показують, що кінетика набухання бобів нуту, виражена через f_n , суттєво залежить від температури (у порівнянні з замочуванням у воді з температурою 20°C процес при 40°C проходить інтенсивніше приблизно в 3 рази, а при 60°C – в 6,5 разів) і практично не залежить від сорту нуту, що можна пояснити близькістю хімічного складу досліджуваних сортів - Розанна, Краснокутський та Олександрит і що значно полегшує подальший пошук науково обґрунтованих параметрів процесу.

Вважаємо, що, можливо, в подальшому перевагу слід віддати сорту Розанна, який має більш крупні і світлі зерна у порівнянні з Краснокутським та Олександритом, хоча ступінь набухання у нього при 60°C менше, ніж у останнього.

Для практичних цілей в залежності від умов можна розрахувати час τ досягнення будь-якого заданого ступеня набухання φ_t , скориставшись рівнянням

$\tau = f_n \lg \frac{\varphi_{\max}}{\varphi_{\max} - \varphi_{\tau}}$, даними про φ_{\max} при даній температурі і константою f_n (f_n - час десятикратного зниження ($\varphi_{\max} - \varphi_{\tau}$)). Можна, навпаки, знаючи f_n і φ_{\max} , задатись реальним часом τ і прогнозувати досягнення того чи іншого ступеня набухання. Для цього рівняння можна перетворити до вигляду

$$\varphi_{\tau} = \varphi_{\max} - \frac{\varphi_{\max}}{10^{\frac{\tau}{f_n}}}$$

риту до вигляду

Ще одним позитивним моментом в розроблюваній технології консервування нуту, у порівнянні із соєю, є необов'язковість лушення для двох з трьох сортів. За літературними даними, активність інгібітора трипсину (ІТ) в сім'ядолях нуту (6,77 мг/г) в 5 разів більша, ніж в оболонці (1,32 мг/г), тому попереднє лушення мало буде сприяти зниженню ІТ в зернах нута при ВТО, тим більш, що обробка нуту парою під тиском $0,2 \pm 0,05$ МПа протягом 20 хвилин знижує вміст ІТ з 8,09 мг/г до 0,88 мг/г (що в 2,3 рази менше допустимого - 2 мг/г). В досліджених сортах нуту встановлений вміст ІТ від 5,6 до 10,3 мг/г, а технологічні режими при 120°C перевищують 20 хвилин.

Крім того, лушення нуту для використання в консервах погіршує їх зовнішній вигляд, бо після теплової обробки зерна нуту розпадаються на сім'ядолі, при цьому крохмаль зерна нуту переходить в заливку, внаслідок чого вона мутніє, що знижує якість готових консервів.

Лушення можна використати для сорту Олександрит з послідуочим виробництвом консервованих продуктів із подрібнених бобів.

Таким чином, одержані експериментальні дані підтверджують, що нут відрізняється за своїми технологічними особливостями від гороху і сої, котрі вже використовуються в консервуванні, і для нього потрібно визначати свої параметри обробки.

Встановлено, що обумовлений технологічним регламентом рівень набухання бобових у 1,8 раза для нуту можна досягнути при таких режимах замочування у воді: 20°C - 360 хв, 40°C - 150-180 хв, 60°C - 90-120 хв.

При таких параметрах процесу твердість бобів складала, відповідно, 76-80, 74-78 і 58-62 °Ф.

Виходячи з того, що тривалість наступних процесів бланшування та стерилізації направлена на зниження ступеня твердості, перевагу слід віддати варіанту замочування з найменшим його значенням при 60°C. Замочування нута при 20°C збільшує технологічний цикл, а замочування при 90°C показало, що протягом 180 хв. при цій температурі φ_{\max} досягла значення 88,4%, а зниження ступеня твердості спостерігалось до рівня 59°Ф; ці показники ідентичні значенням φ і °Ф, одержаним при замочуванні у воді з температурою 60°C.

Оптимальним варіантом для замочування нуту сорту Розанна вибрано 2 год. при 60°C (φ досягає $\approx 180\%$). Подальше розм'якшення передбачається при наступному етапі ВТО – бланшуванні.

В четвертому розділі подано наукове обґрунтування параметрів процесу бланшування нуту та характеристика термічного розм'якшення зерен бобів нуту з розрахунком відповідних констант.

Встановлено, що при бланшуванні практично не відбувається збільшення φ (або ж воно незначне - від 1,2 до 6,4%), а відбувається тільки подальше розм'якшення бобів нуту (табл.1). Саме тому в подальшому при встановленні тривалості термічної обробки використовувався тільки один технологічний показник - ступінь твердості бобів, °Ф.

Попередні дослідження показали, що при твердості після замочування 50-60°Ф для досягнення кулінарної готовності бобів нуту твердістю в 15°Ф, її значення після бланшування повинно бути на рівні 35-40°Ф (рис.3).

Рис.3. Схема зміни ступеня твердості ($^{\circ}\Phi$) та набухання (ϕ) бобів нуту в процесі консервування

На основі проведеного аналізу варіантів бланшування бобових стосовно нуту (табл. 1), літературних даних про недоліки способу бланшування в киплячій воді та ефективність використання високих температур вибрано спосіб бланшування парою при температурі 120°C.

Літературні дані про фракційний склад крохмалю гороху та нуту (вміст амілози і амілопектину відповідно 25,74 і 68,69% в горосі та 75,77 і 20,01% в нуті) дозволили пояснити неприйнятність для нуту варіанту бланшування сухого зерна, який використовується для гороху.

З допомогою математичного методу планування експерименту одержано рівняння регресії, яке описує вплив параметрів процесу бланшування на твердість бобів нуту - температури (x_1) і тривалості (x_2):

$$y=63,75 - 12 x_1 - 6,125 x_2 - 4,375 x_1 x_2.$$

Основні рівні і інтервали варіювання факторів вибрані на основі літературних даних для інших бобових та попередніх досліджень стосовно до нуту.

Встановлений характер зміни ϕ і Φ , пов'язаний з хімічними особливостями сировини, наочно видно на рис.3, однаковий температурний рівень процесів бланшування та стерилізації - 120°C дозволили поєднати ці процеси та вивчити кінетику термічного розм'якшення бобів нуту.

Одержані криві зміни твердості бобів в стаціонарному тепловому режимі (рис.4,а) мають експоненціальний характер, подібно кривим відмирання мікроорганізмів і кривим руйнування деяких хімічних речовин, у тому числі розм'якшення кісткової тканини риби. Випрямлення цих кривих в напівлогарифмічній анаморфозі (рис.4,б) дозволило визначити відповідні кінетичні константи D при трьох температурах :

t, °C	100	110	120
D, хв.	210,2	161,0	126,7

На основі цих величин D розрахована константа Z , яка складає 91°C.

а)

б)

Рис. 4. Криві розм'якшення бобів нуту у воді при температурах:

1 - 100°C; 2 - 110°C; 3 - 120°C

а) в лінійних координатах; б) в напівлогарифмічних координатах

Одержані значення констант D і Z значно перевершують аналогічні константи руйнування мікроорганізмів та хімічних речовин і характеризують малу швидкість процесів розм'якшення бобів та в зв'язку з цим значну тривалість процесу.

Обидві константи використані для розрахунку часу досягнення кулінарної готовності бобів нуту при стерилізації - реологічного показника "ефективність розм'якшення" P - в постійному (P_n) та перемінному (P_d) температурному полі по аналогії з розрахунками величин летальності.

Встановлено, що при бланшуванні та стерилізації відбувається зниження вмісту амілози в нуті, яке характеризується відповідно зі зміною "синього числа", що підтверджує взаємозв'язок процесів клейстеризації крохмалю та розм'якшення бобів нуту.

П'ятий розділ містить результати досліджень по підборі асортименту, розрахунку рецептур, науковому обґрунтуванню режимів стерилізації нових видів консервів з оцінкою їх ефективності за мікробіологічними та реологічними показниками і встановленню їх харчової цінності.

При розробці асортименту та рецептур в першу чергу було враховано, що боби нуту використовуються для консервування цілими зернами, без лущення.

Для оптимізації рецептур консервів був використаний метод лінійного програмування, котрий вважається класичним для рішення задач такого роду (так званих "задач про дієту"), які були вирішені на ПК IBM PC/XT з допомогою симплексного методу, реалізованого в розрахунковій комп'ютерній програмі "SIMPLEX".

В основу розробленої технологічної схеми покладені як обґрунтовані параметри

попередньої ВТО, так і закономірності зміни твердості бобів при термічному впливі (рис.4), згідно яким розм'якшення бобів нуту від початкової твердості Φ_0 до $\Phi_k = 15^\circ\Phi$ в готовому продукті можна досягнути двома способами:

I - традиційним, який використовується на практиці - сумарною дією бланшування і стерилізації; $\Phi_0 = 35-40$ одиниць;

II - тільки за рахунок стерилізації, виключенням процесу бланшування;
 $\Phi_0 = 60$ одиниць;

Варіант II (новий), враховує хімічні особливості сировини і став можливим тільки після вивчення кінетики розм'якшення бобів нуту. Раніше для бобових він не використовувався.

Слід зазначити, що другий варіант можна пропонувати тільки для консервів з одним компонентом - бобами нуту, наприклад, натуральних і в бульйоні. Виключення теплового процесу з технологічної схеми слід розглядати як енергозберігаючу технологію. При наявності в продукті інших компонентів, наприклад, томатного соусу, збільшення часу стерилізації за рахунок виключення бланшування негативно відіб'ється на їх якості.

Заключний етап технологічного процесу консервування нуту - стерилізація - направлений на забезпечення мікробіологічної стабільності консервованого продукту та досягнення одночасно кулінарної готовності бобів. Дослідження та оцінка параметрів цього процесу велися за наперед заданими (розрахованими) показниками: величин необхідної летальності F_n (по *Vac.stearothermophilus*, $z=12^\circ\text{C}$, та *Cl.sporogenes*, $z=10^\circ\text{C}$), необхідного розм'якшення бобів P_n та фактичним значенням цих показників при стерилізації по розробленим режимам, відповідно F_d і P_d (табл. 3).

P_n – нормативне (плановане) розм'якшення, розраховували з використанням константи D_e :

$$P_n = D_e \lg \Phi_0 / \Phi_k$$

де: Φ_0 і Φ_k – відповідно початкова та планована після теплової обробки твердість бобів, $^\circ\Phi$;

D_e – константа при еталонній температурі, в її якості прийнято 120°C .

Розрахунок інтегрального реологічного показника фактичного розм'якшення бобів нуту при стерилізації – P_d – виконували по формулі наближеного інтегрування з використанням константи Z :

$$P_d = \int_0^{\tau} k_p dt \cong \tau_p (k_{p_1} + k_{p_2} + \dots + k_{p_n}); \quad \text{де: } k_p = 10^{\frac{T_0 - T_d}{Z}}$$

Розрахунок переводних коефіцієнтів k_p в інтервалі температур $100-130^\circ\text{C}$ виконаний на ПК IBM PC/XT.

Таблиця 3

Характеристика режимів стерилізації консервів з нуту в тарі ПІ-82-500

Найменування консервів	рН	t, $^\circ\text{C}$ фасув. *	Режим стерилізації	Летальність, ум. хв.			Ефективність розм'якшення бобів, ум.хв.	
				Символ	F_n	F_d	P_n	P_d
Нут натуральний (з бланшуванням)	5,9	80	$\frac{25 - 45 - 25}{120^\circ\text{C}}$	F_{121}^{12}	18,72	25,3	47-54	52,2
Нут натуральний (без бланшування)	5,9	80	$\frac{25 - 70 - 25}{120^\circ\text{C}}$	F_{121}^{12}	18,72	43,46	76,3	77,23

Нут в бульйоні (з бланшуванням)	5,9	80	$\frac{25 - 45 - 25}{120^0 \text{ C}}$	F_{121}^{12}	18,72	19,81	47-54	47,64
Нут в бульйоні (без бланшування)	5,9	80	$\frac{25 - 75 - 25}{120^0 \text{ C}}$	F_{121}^{12}	18,72	42,1	76,3	77,27
Нут в томатному соусі	4,9	85	$\frac{25 - 50 - 25}{120^0 \text{ C}}$	F_{121}^{10}	8,33	19,6	47-54	52,46
Нут з м'ясом в бульйоні	5,6	85	$\frac{25 - 60 - 25}{120^0 \text{ C}}$	F_{121}^{12}	14,94	19,1	47-54	58,0
Нут з кількою в томатному соусі	4,9	85	$\frac{25 - 50 - 25}{120^0 \text{ C}}$	F_{121}^{10}	8,33	19,6	47-54	52,46

температура заливки, бульйону та томатного соусу при фасуванні

Умовою наукового обґрунтування режимів стерилізації є виконання рівнянь:

$$F_d \geq F_n, \quad P_d \geq P_n$$

Як зразок, на рис.5 наведено теплофізичну та мікробіологічну характеристику режиму стерилізації консервів “Нут натуральний”. На основі кривої тиску в банці (рис.5) розроблені параметри тиску в автоклаві – протиску.

Використання розробленої технології з науковим обґрунтуванням параметрів попередньої ВТО і режимів стерилізації, якісної сировини (табл.4) дозволяє одержати консерви високої харчової цінності (табл. 5).

Таблиця 4

Хімічний склад досліджених бобів нуту

Сорти нуту	Маса 1000 зерен (г)	Протеїн Nx6,25, %	Жир, %	Кліт-кови-на, %	Крохмаль, %	Інгібітор трипсина, мг/г зерна			
Розанна	330-340	18,4	3,9	3,5	44,8	8,6			
Краснокутський	250-260	18,9	3,4	4,1	43,2	10,3			
Олександрит	290-310	17,4	2,9	6,4	41,9	5,6			
Мінеральний склад нуту									
Сорти нуту	макроелементи, мг/100г					Мікроелементи, мкг/100г			
	Na	K	Ca	Mg	P	Fe	Cu	Zn	Cd
Розанна	25,8	1139,0	118,72	154,15	219,5	4222,39	4,0035	2115,304	5,3325
Краснокутський-28	21,4	1151,6	128,61	149,57	221,89	4439,95	4,0686	2389,016	5,2044
Олександрит	23,7	1101,1	113,12	153,91	218,63	4825,05	5,5275	2083,247	5,5641

Таблиця 5
Характеристика харчової цінності консервів з нуту
(на 100 г їстівної частини)

Асортимент консервів	Во-да	Біл-ки	Жи-р	Заг. вуглеводи	Кліт-кови-на	Зо-ла	мінеральні речовини						Енергетична цінність	
							Na	K	Ca	Mg	P	Fe		
г р а м и							м і л і г р а м и						ккал	кДж
Нут натуральний	72,3	6,7	1,67	18,1	1,23	1,00	24	361	64	42	148	0,9	114,75	479,7
Нут в бульйоні	69,6	7,7	2,29	18,1	1,23	1,05	27	377	65	43	158	1,0	118,95	497,2
Нут в томатному соусі	68,3	7,3	1,72	20,1	1,36	1,24	39	440	73	46	158	1,1	137,05	572,9
Нут з м'ясом в бульйоні	65,8	9,5	5,89	16,6	1,13	1,09	33	386	61	42	170	1,3	152,92	639,2
Нут з кількою в томатному соусі	80,7	8,8	2,75	6,3	0,41	1,05	21	237	32	11	45	0,6	100,45	419,9

Розроблена технологія нових консервованих продуктів із нуту не відрізняється від своїх аналогій по використаному обладнанню і може здійснюватися на будь-якому консервному заводі без додаткових витрат.

ВИСНОВКИ

Виконана робота є закінченим науковим дослідженням, в якому вирішена актуальна задача промислового виробництва консервованих харчових продуктів з нуту та широкого використання його в продуктах харчування, що має важливе економічне і соціальне значення для України.

Результати роботи дозволили зробити такі висновки:

1. Запропоновані для зернобобових культур параметри попередньої ВТО характеризуються надзвичайною строкатістю і відносно нуту - нетрадиційної для консервної промисловості сировини - дали різні результати і по набуханню (ϕ , %), і по твердості ($^{\circ}\Phi$).

2. Підтверджено, що при однакових умовах замочування ступінь набухання та розм'якшення досліджених видів бобових – сої, нуту та гороху є видовою та сортовою ознакою цих культур і складає відповідно (при 20°C): ϕ ,% - 108 -128; 102-106; 79-101; $^{\circ}\Phi$ – 34-42; 54-58; 37-43.

3. Обумовлений технологічним регламентом рівень набухання бобових в 1,8 рази для нуту можна досягнути при таких режимах замочування у воді: 20°C - 300-360 хв; 40°C - 150-180 хв; 60°C - 90-120 хв.

4. Константи інерції набухання f_n різних бобових культур при замочуванні досить різко відрізняються між собою, що кількісно характеризує вплив на набухання виду бобових, сорту та температури. Встановлено, що вплив сорту особливо значний для гороху та сої і незначний для

нугу.

5. Рівняння регресії, яке адекватно описує вплив бланшування на твердість бобів нугу, представляється у вигляді: $y=63,75-12x_1-6,125x_2-4,375x_1x_2$,

де: x_1, x_2 – фактори температури та тривалості процесу.

6. Термічне розм'якшення нугу за рахунок клейстеризації крохмальних зерен, про що свідчить зниження вмісту амілози і "синього числа" амілози, протікає у відповідності з кінетикою реакції I-го порядку та характеризується такими константами: $D_{100} = 210,2$ хв; $D_{110} = 162,0$ хв; $D_{120} = 126,7$ хв; $Z = 91^\circ\text{C}$.

7. Параметрами попередньої ВТО в розробленій технології консервів із нугу сорту Розанна (при відповідній твердості зерен) є:

-замочування: 120 хв. при 60°C ($^{\circ}\Phi=50-60$);

-бланшування (парою): 25-30 хв. при 120°C ($^{\circ}\Phi=35-40$).

8. Розроблені рецептури і НТД на виробництво таких видів консервів з використанням нугу:

- "Нут натуральний";

- "Нут в бульйоні";

- "Нут в томатному соусі";

- "Нут з м'ясом в бульйоні";

- "Нут з кількою в томатному соусі".

9. Науково обгрунтовані режими стерилізації забезпечують мікробіологічну стабільність продуктів і характеризуються величинами реологічного показника "ефективність розм'якшення" бобів (P_{120}^{91}) в 46-54 ум. хв. (по традиційній технології - з бланшуванням) і 76 ум. хв. (по новій технології - без бланшування), що забезпечує кулінарну готовність бобів.

10. Розроблена технологія консервованих харчових продуктів з нугу враховує хімічні особливості сировини, може проводитись за двома схемами і при використанні науково обгрунтованих параметрів дозволяє одержати нові продукти високої харчової цінності.

ПЕРЕЛІК РОБІТ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Флауменбаум Б. Л., Сторожук В. Н., Мельник И. В. Кинетические закономерности процесса влаготепловой обработки семян нуга // Наук. праці ОДАХТ "Проблеми та перспективи розвитку виробництва та споживання хлібопродуктів". – Т.1.- Одеса: ОДАХТ, 1997. - С. 84-86.

2. Флауменбаум Б. Л., Сторожук В. Н., Мельник И. В. Математическое описание процесса бланширования бобов нуга // Научн.труды ОГАПТ "Экология человека и проблемы воспитания молодых ученых". - Одесса: Астропринт, 1997. - С. 31-34.

3. Мельник И. В., Литвина Т. М., Сторожук В. Н. Минеральный состав зерна нуга // Матер. межд. научно-практ. конф. „Экология городов и рекреационных зон". - Одесса: Астропринт, 1998. - С. 322-326.

4. Мельник И. В., Флауменбаум Б. Л., Сторожук В. М. Аналіз та обгрунтування параметрів попередньої обробки бобів нугу в технології консервованих харчових продуктів // Наукові праці ОДАХТ.- Одеса: ОДАХТ, 1998. - Вип. 18.- С. 67-70.

5. Флауменбаум Б. Л., Мельник И. В., Сторожук В. Н., Шерстобитов В.В., Сичкарь В. И. Кинетика набухания семян зернобобовых культур при замачивании // Перспективы.- 1998.- №2.- С. 10-14.

АНОТАЦІЯ

Мельник И.В. Розробка технології консервованих харчових продуктів із нугу.- Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.18.13 – технологія консервованих продуктів.

Одеська державна академія харчових технологій, Одеса, 1998.

Дисертація присвячена питанням розробки технології харчових продуктів з нуту з метою впровадження його у виробництво і широкого використання в харчуванні.

Розроблена технологія консервованих харчових продуктів з нуту, яка включає наукове обґрунтування параметрів трьох основних етапів процесу консервування – замочування, бланшування та стерилізації.

В основу обґрунтування параметрів покладено відповідні кінетичні характеристики закономірностей досліджених процесів.

Оцінка процесу стерилізації проведена по мікробіологічним та реологічним показникам. Запропоновано асортимент нових видів консервів з нуту та досліджена їх харчова цінність.

Ключові слова: нут, замочування, бланшування, стерилізація, кінетика, набухання, твердість, термічне розм'якшення, реологія, консервовані продукти.

АННОТАЦІЯ

Мельник И.В. Разработка технологии консервированных пищевых продуктов из нута. - Рукопись.

Диссертация на соискание научной степени кандидата технических наук по специальности 05.18.13 – технология консервированных продуктов.

Одесская государственная академия пищевых технологий, Одесса, 1999.

Диссертация посвящена вопросам разработки технологии пищевых продуктов из нута с целью внедрения его в производство и широкого использования в питании.

Разработана технология консервированных пищевых продуктов из нута, включающая научное обоснование параметров трех основных этапов процесса консервирования – замачивания, бланширования и стерилизации.

В основу обоснования параметров положены соответствующие кинетические характеристики закономерностей исследованных процессов.

Оценка процесса стерилизации проведена по микробиологическим и реологическим показателям. Предложен ассортимент новых видов консервов из нута и исследована их пищевая ценность.

Ключевые слова: нут, замачивание, бланширование, стерилизация, инерция, набухание, твердость, тепловое размягчение, реология, консервированные продукты.

ANNOTATION

Melnik I.V. - Processing the technology of canned foodstuff from nut-peas.- The manuscript.

Thesis on competition of a scientific degree of the candidate of engineering science on a speciality 05.18.13 - technology of canned products.

Odessa state academy of the food technologies, Odessa, 1999.

The thesis is devoted to the problems of processing the technology of foodstuff from nut-peas with the purpose of introduction it in manufacture and wide usage in human nutrition. Nut-peas - untraditional raw material for preservation, therefore under development of technology its advantage are appreciated in comparison with traditional objects of preservation - peas and soy-beans. On chemical structure - to the contents of protein, fat and starch nut is close to peas (protein and starch accordingly, % - 20,1 and 20,5; 43,2 and 44,0) and differs from soy-beans (starch accordingly, % - 34,9 and 3,5) a little.

Unfortunately, at the Ukraine and at the other CIS countries the nut-peas, as raw material for preservation, industrial importance has not received, and you see just this leguminous culture is perspective in southern droughty areas of Ukraine, besides it more high-plant, than peas, is suitable to the mechanised planting, not lie down and not dehisce, and can, as against soy-beans, to not be exposed hull at preservation.

There was developed the technology of the canned foodstuff from nut-peas including a scientific substantiation of three basic stages parameters of preservation process - soak, boil and sterilization. During first two occurs swelling of grains and softening them at the expense of linkage of water accordingly by protein and starch, under sterilization - simultaneously with microbiological stability the culinary readiness of beans is reached also. In a basis of a substantiation of parameters are fixed appropriate kinetic

characteristic of laws of the investigated processes.

The necessity for development of individual parameters of the specified processes with reference to nut-peas is confirmed as the carried out analysis of working technologies of preservation of soy-beans and peas, and revealed distinctions in swelling of this raw material under soak. The process of the soak in water investigated at temperatures 20,40 and 60°C with reference to three grades of each kind of raw material. The influence of raw material kind, grade and temperature of process on the swelling is appreciated with the help of kinetic constants of inertia swelling f_H , is significant for soy-beans and peas. For nut-peas kinetic of the swelling of beans expressed through f_H , practically does not depend on grades, that facilitates the further search is scientific - reasonable of parameters of process. The level, caused by the technological rules, swelling leguminous in 1,8 for nut-peas is possible to reach at the following modes soak in water: 20°C - 300-360 min; 40°C -150-180 min; 60°C - 90-120 min.

With reference to boil the optimization of parameters of process is carried out. The equation of regression is received, using which, it is possible, being set temperature and time, to calculate achievable in process boil the degree of hardness of beans nut-peas. It is established, that under boil nut-peas at temperatures is higher 100°C practically there is no increase of a degree swelling, and there is a further softening of beans estimated by parameter - a degree of hardness, $^0\Phi$, which ambassador boil should make 35-40 $^0\Phi$.

The exponential character of change of hardness connected with chemical features nut-peas, namely prevalence in nut-peas starch of amyloza (up to 80 %), allowed to establish laws of process of the thermal softening with the temperatures 100, 110 and 120°C and various temporary expositions and to establish the appropriate constants D and Z, having with which it is possible beforehand to predict achievement at any stage of heat treatment of the given degree of hardness, including 15-20 units after sterilization and to offer the conducting process of preservation of nut-beans by two circuits: traditional - total influence boil and sterilization, and only at the expense of sterilization by exception of process boil.

Responsible for process of the softening of nut-peas at preservation it is necessary to consider the process of the starch glue, to what the decrease of the contents of the amyloza characterized " by dark blue number " testifies.

It was offered the assortment of the new kinds of canned food from nut-peas and their food value is investigated.

It is developed the scientific - reasonable modes of sterilization with reference to container III-82-500 with modes backpressure.

The estimation of sterilization process is carried out by microbiological and reological parameters: to sizes required lethal F_H and required size " of efficiency of the softening " P_H with the subsequent account of their actual size at sterilization on the developed modes, accordingly F_d and P_d .

The developed technology of canned food from nut-peas can be carried out by two circuits: traditional - with boil of beans and new - without boil; does not differ from the analogies on the used equipment and can be carried out at any canning factory without additional expenses.

Key words: nut-peas, soak, boil, sterilization, inertia, swelling, hardness, thermal softening, reology, canned foodstuff.

Підписано до друку 08.10.1998. Формат 60x84 1/16.

Об'єм 1,0 умов друк.арк. Замовлення № 469. Тираж 100 прим.

Відділ поліграфії ОДАХТ (м. Одеса, вул. Канатна, 112).