

Авторефер.

А 13

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
У С С Р

ОДЕССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ  
имени М.В. ЛОМОНОСОВА

На правах рукописи

АБД ЭЛЬ БАСИР ШАРАФ ЭЛЬ САЙЕД ИМАМ

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ  
ТЕХНОЛОГИИ КОНСЕРВИРОВАННЫХ СОБЕВЫХ БОБОВ

Специальность 05.18.13 - технология  
консервированных пищевых продуктов

Автореферат  
диссертации на соискание ученой  
степени кандидата технических наук

Одесса - 1981

Работа выполнена в Одесском технологическом институте  
пищевой промышленности имени М.В.Ломоносова.

Научные руководители: доктор технических наук,  
профессор Б.Л.Флауменбаум ;  
доктор технических наук,  
профессор А.Л.Фельдман

Официальные оппоненты: доктор технических наук,  
профессор К.П.Лемаринье ;  
кандидат технических  
наук Т.А.Лысогор

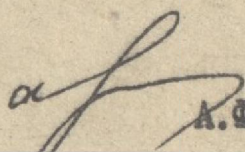
Ведущее предприятие - Одесский консервный завод

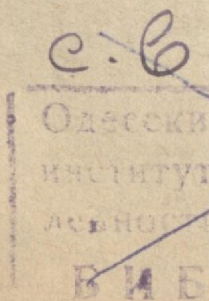
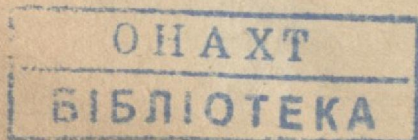
Защита диссертации состоится "31" марта 1981 г. в  
10 часов на заседании специализированного совета Д 068.35.01  
при Одесском технологическом институте пищевой промышленности  
им.М.В.Ломоносова, 270039, г.Одесса, ул.Свердлова, 112.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Одесского  
технологического института пищевой промышленности им.М.В.Ломоно-  
сова.

Автореферат разослан "26" февраля 1981 г.

Ученый секретарь  
специализированного совета,  
к.т.н., доцент

  
А.Ф.ЗАГИБАЛОВ



ОНАХТ 22.10.10  
Повышение качества и



v013595

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. С позиций современных представлений о пищевой ценности продуктов питания соевые бобы характеризуются благоприятным сочетанием адекватных количеств энергии и ряда компонентов. Соя отличается высоким содержанием белка, углеводов, жиров, витаминов, минеральных соединений, включая незаменимые факторы питания. По массовой доле белка соя превосходит мясо говядины и другие бобовые культуры. Соевые белки полноценны по аминокислотному составу, легко усваиваются организмом.

Особенное внимание к себе соя стала привлекать в связи с белковым дефицитом. В ряде стран, в том числе США и Японии, она широко используется в качестве заменителя мяса, применяется для изготовления протеинсодержащих изделий, для обогащения пищевых продуктов.

Однако, до последнего времени ассортимент и объем производства консервов из соевых бобов остается весьма ограниченным. Наиболее распространенным в СССР и Болгарии видом консервов являются "Соевые бобы в томатном соусе". В Арабской Республике Египет сейчас еще не налажено производство консервированных продуктов из сои, хотя культивированию ее с каждым годом стало уделяться все большее внимание.

Учитывая это, актуальным является увеличение выпуска консервов из видов сырья, богатых белковыми веществами, к которым относится соя.

При внимательном изучении существующей технологии консервов "Соевые бобы в томатном соусе" становится очевидной необходимость ее дальнейшего совершенствования с целью интенсификации процесса и повышения качества.

Уровень промышленно-освоенных решений при производстве кон-

сервов "Соевые бобы в томатном соусе" характеризуется следующими показателями: замачивание в воде при температуре  $50^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  в течение 1,5-2 часов; трехкратное бланширование по 10-15 мин в кипящей воде; стерилизация в полулитровых стеклянных банках по режиму  $\frac{25-115-25}{120^{\circ}\text{C}}$ .

Недостатком этой технологии является, по нашему мнению, дискретность процесса, длительность периодов замачивания и стерилизации - примерно по 2 часа и бланширование около часа в кипящей воде, при которых безусловно происходят потери водорастворимых веществ сои.

Обобщенных исследований, посвященных изучению изменений биохимической характеристики сои по широкому комплексу показателей в процессе консервирования, мы не встретили, в то время как такие данные должны служить теоретической основой при разработке новой технологии.

Не были известны данные о кинетике набухания и размягчения соевых бобов в процессе предварительного замачивания и бланширования, являющихся важным критерием оценки этих технологических приемов.

Отсутствуют данные об эффективности рекомендуемого инструкцией режима стерилизации. Математическая обработка предварительных данных позволила расшифровать летальность формулы  $\frac{25-115-25}{120^{\circ}\text{C}}$ , которая показала, что действующий режим характеризуется F-эффектом, равным 39 усл.мин ( $Z = 10^{\circ}\text{C}$ ), т.е. содержит более чем четырехкратный запас летальности по возбудителям специфической порчи, требуемой для подобных исследуемому видов консервов.

Цели и задачи исследования. В связи с этим настоящая работа посвящена совершенствованию технологии консервирования сои путем сокращения длительности технологических циклов обработки

за счет интенсификации процессов замачивания, бланширования и стерилизации.

Работа проводилась в направлении исследований, выполнявшихся на протяжении ряда лет на кафедрах технологии консервирования и биохимии и микробиологии в области совершенствования технологии и повышения качества консервов.

Целью работы явилось установление комплексного показателя пищевой ценности соевых бобов и использование его в качестве критерия для оценки эффективности разрабатываемой интенсифицированной технологии консервов из сои.

В соответствии с целью исследования, в настоящей работе были поставлены следующие задачи:

1. Изучить кинетику набухания и размягчения соевых бобов в процессе предварительного замачивания и бланширования и установить наиболее рациональные тепловые режимы для достижения нужной степени кулинарной готовности.

2. Определить показатели химического состава, включая витамины, минеральные элементы, аминокислоты, белковые фракции соевых бобов в процессе предварительной обработки для выявления возможностей оптимизации состава готового продукта.

3. Изучить реакцию микроорганизмов на температурное воздействие при стерилизации консервов из соевых бобов с целью нахождения констант  $D$  и  $Z$ .

4. Разработать научно обоснованные режимы стерилизации консервов из соевых бобов в жестяной и стеклянной таре, включающие параметры температуры, времени и давления.

5. На основе глубокого биохимического изучения разработать комплексный показатель пищевой ценности соевых бобов и построить математическую модель эксперимента для оценки его эффективности и качества готовых консервов.

Научная новизна результатов исследования. Новые факты и положения, обнаруженные в ходе микробиологических, реологических, теплофизических и биохимических исследований, сводятся к следующему:

1. Получены данные о кинетике набухания соевых бобов в процессе предварительного замачивания и установлены аналитические зависимости для расчетов времени набухания в интервале температур 20-90°C.

2. Получены характеристики требуемой и фактической летальности новых режимов стерилизации консервов из сои, гарантирующих промышленную стерильность.

3. Установлен химический состав сои, в том числе определены закономерности и взаимосвязи биохимических изменений в процессе переработки, что дало возможность выделить наиболее рациональную технологию. Разработан комплексный показатель качества сои и с помощью математического моделирования выявлен наиболее оптимальный режим переработки при консервировании соевых бобов: замачивание -- 80°C -- 30 мин, бланширование паром -- 130°C -- 10 мин, стерилизация --  $\frac{25-45-25}{130^\circ\text{C}}$  0, 300 МПа в банках I-82-500.

Практическая ценность работы заключается в разработке новой технологии производства консервов из сои, позволяющей сократить время технологического цикла почти на 75% при повышении комплексного показателя качества продукта на 35,4%.

Апробация диссертационной работы. Основные положения диссертационной работы докладывались на республиканской научной конференции в ГрузНИИПП г.Тбилиси 24 апреля 1980 г. и на кафедре биохимии и микробиологии 30 июня 1980 г.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, обзора литературы, экспериментальной части (4 главы), выводов и приложения. Работа содержит 150 страниц машинописного

текста, 12 рисунков, 23 таблицы. Библиография включает 139 наименований, из которых 50 иностранных.

Методы исследований. Применяемые в исследованиях сырье и вспомогательные материалы отвечали требованиям стандартов и технических условий. В работе использовали соевые бобы типа желтая согласно ГОСТ 17/09-71.

Замачивание соевых бобов производили в термостате в воде в диапазоне температур 20-90°C с интервалом в 10°C. Определение массы, твердости и ряда показателей пищевой ценности проводили через каждые 10 мин в течение от 30 мин до 2 часов.

Бланширование осуществляли водой и раствором соды в автоклаве АВ-1.

Бланширование паром проводили на установке, состоящей из парообразователя и шпарителя. Обработку соевых бобов паром проводили при температуре 100, 110, 120, 130°C; время экспозиции составляло 10, 20, 30, 40 мин.

Изучение термоустойчивости спор тест-культуры *C. sporogenes* -25 выполняли капиллярным способом в модификации ВНИИКОП.

Исследование выживаемости спор проводили при 110, 115, 121°C. Полученные данные, обработанные методом математической статистики, позволили определить константы выживаемости  $D$  и термоустойчивости  $\Sigma$  и рассчитать величину требуемой летальности.

Изучение прогреваемости консервов выполняли на лабораторном стенде. Для теплофизических исследований температуру в автоклаве и банках измеряли медь-константановыми термопарами по потенциометру Р 2/1. О прогреваемости консервов судили по результатам десяти опытов. Расчет фактической летальности проводили по формуле  $Fg = \int K_F d\tau \approx \tau_p (K_{F1} + K_{F2} + \dots + K_{Fn})$ .

Определение динамики внутреннего давления проводили компенсационным методом с использованием мембранного датчика.

Критерием эффективности разработанных режимов явилась характеристика пищевой ценности стерилизованных по этим режимам консервов. О качестве продукта судили по широкому комплексу показателей. Сухие вещества, рН, кислотность, цветность, общий азот, жир, сахара, крахмал, зольность, число аромата определяли общепринятыми методами.

При изучении состава азотистых веществ по белковым фракциям, формам азота их разделяли по Клименко и Ермакову. Аминокислотный состав устанавливали на аминокислотном анализаторе модели КЛА-5 по методу *Moore* и *Stein*. При определении метионина гидролиз белков проводили с помощью ферментного препарата проназы "Спектролометер", гидролизат количественно анализировали колориметрическим методом с помощью реакции Маккарти и Солливана. Триптофан определяли с помощью тонкослойной хроматографии щелочного гидролизата белка на видеоденситометре Телехром ДЕ 976.

В основу энзиматического метода определения переваримости белков по Левицкому и Вовчук положено проведение гидролиза сои комплексом протеолитических ферментов проназы в условиях, близких к действию ферментов человека.

Массовую долю витамина В<sub>1</sub> находили флуориметрическим методом по Одинцовой, сумму каротиноидов -- по *Wettstein*.

Минеральные элементы устанавливали химическими методами и на спектрографе ДФС-8.

Результаты химических анализов подвергали математической обработке на ЭВМ.

### ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

#### I. Изучение процессов замачивания и бланширования сои

##### I. I. Изменение массы бобов сои

В процессе консервирования сои требуемое технологией двух-

кратное увеличение массы бобов достигается при замачивании. В дальнейшем при бланшировании и стерилизации масса бобов почти не увеличивается, а достигается их кулинарная готовность.

В результате исследований найдено, что увеличения исходной массы соевых бобов с 30 до 60 г и сокращения времени замачивания со 120 до 30 мин можно добиться за счет повышения температуры воды с 50 до 80°C (рис. I). В дальнейшем этот усовершенствованный вариант замачивания — 30 мин при 80°C — выбран как исходный при поиске путей совершенствования процесса бланширования.

### I.2. Изменение твердости бобов сои

Влияние тепловой обработки на консистенцию соевых бобов оценивали по их твердости, измеряемой в единицах финометра — Ф. Этот показатель является достаточно объективным для суждения о кулинарной готовности бобов.

Определение этого показателя на разных этапах технологии (в соответствии с инструкцией) показало, что после замачивания в течение 120 мин при 50°C твердость соевых бобов составляла 49,5 единиц Ф, после бланширования (45 мин при 100°C, без смены воды при бланшировке через каждые 15 мин) — 28, а после стерилизации по режиму  $\frac{25-115-25}{120^\circ\text{C}}$  — 6 единиц Ф. При такой твердости бобы характеризовались мягкостью при сохранении формы. Поэтому это значение Ф и было выбрано в дальнейшем как оптимальная характеристика консистенции.

При консервировании сои кулинарная готовность бобов достигается за счет суммарного воздействия факторов замачивания, бланширования и тепловой стерилизации.

При замачивании по сокращенному режиму — 30 мин при 80°C твердость бобов составляла 42 единицы.

Дальнейшими предварительными исследованиями было установле-

но, что требуемая степень стерильности исследуемых консервов может быть обеспечена режимом  $\frac{25-65-25}{120^{\circ}\text{C}}$ . При этом твердость бобов до стерилизации при сокращении длительности периода собственно стерилизации со 115 до 65 мин должна составлять 20-22 единицы.

После бланширования в течение 45 мин (3 x 15) при  $100^{\circ}\text{C}$  твердость бобов составляла 34 единицы, что было выше требуемых 20-22 единиц.

Поиски путей совершенствования процесса бланширования показали, что одним из методов может быть проведение этого процесса в растворе соды.

Как показали результаты, при бланшировании соевых бобов в растворах соды различной концентрации - от 0,07 до 0,5% лучшие результаты - твердость порядка 17 единиц  $\Phi$  - получены при бланшировании в течение 30 мин в растворе соды концентрацией 0,3%.

При дальнейшем увеличении концентрации раствора до 0,5% твердость практически не уменьшалась, зато появлялся вкус соды.

В выбранном же лучшем варианте - бланширование 30 мин в растворе соды концентрацией 0,3% вкус соды не ощущался.

В связи с тем, что при бланшировании в воде и в соде происходит значительное выщелачивание сои и накопление сухих веществ в среде бланширования, было принято решение заменить бланширование в воде обработкой острым паром. Такая замена позволила за счет повышения температуры бланширования до  $130^{\circ}\text{C}$  сократить время до 10 мин со значительным понижением твердости - до 11 единиц.

Таким образом, в процессе исследований усовершенствован процесс предварительной тепловой обработки соевых бобов перед стерилизацией. Найденные оптимальные варианты заключаются в тридцатиминутном замачивании в воде при температуре  $80^{\circ}\text{C}$  с последующим десятиминутным бланшированием острым паром при температуре  $130^{\circ}\text{C}$ .

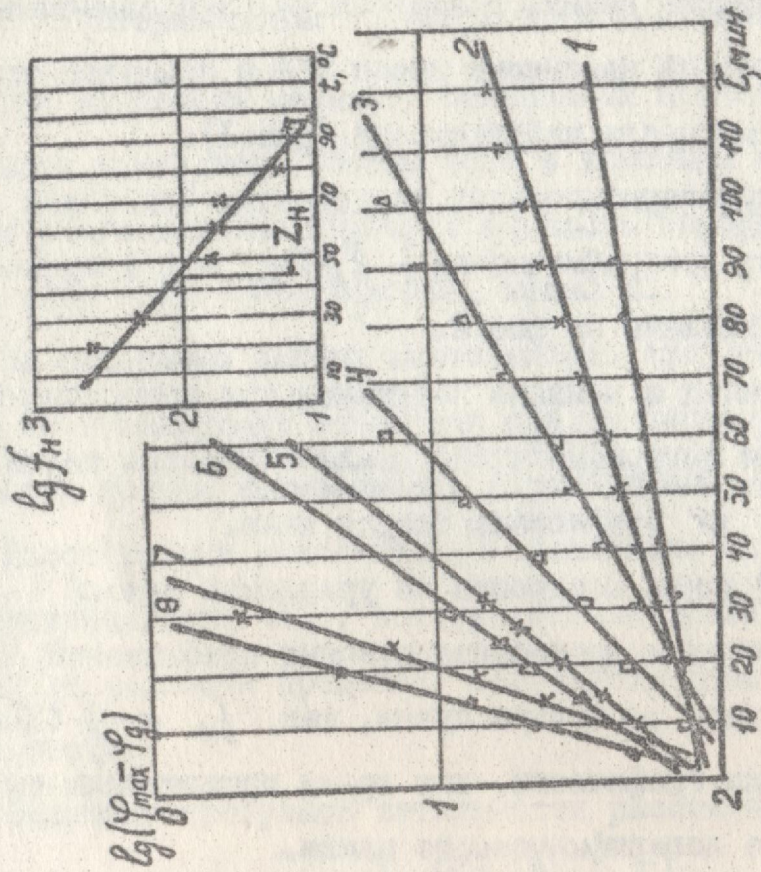


Рис. 2. Характеристика инерции набухания бобов сои в процессе замачивания и зависимость константы инерции набухания  $f_H$  от температуры

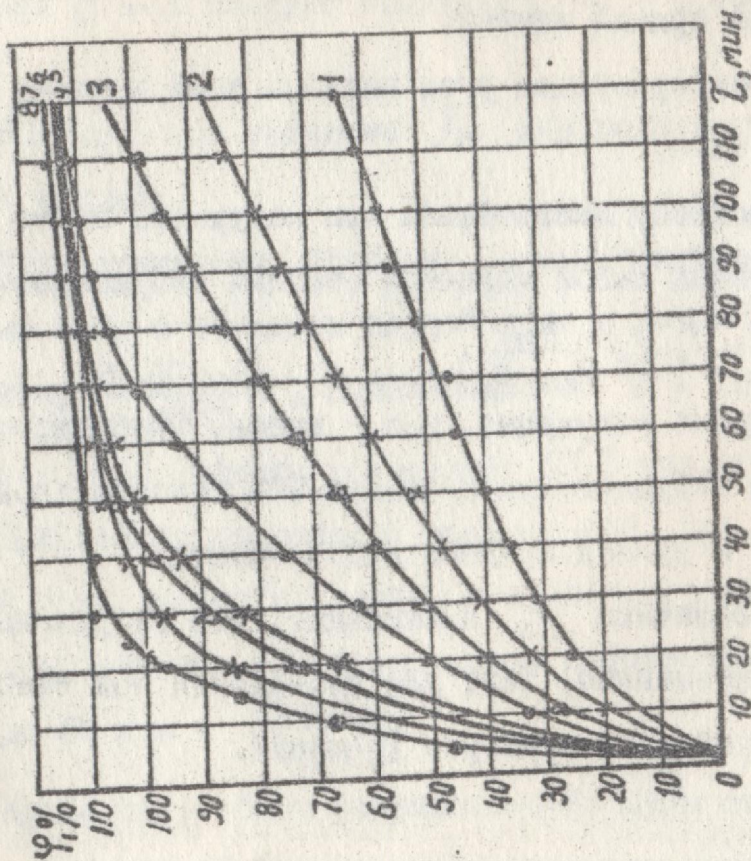


Рис. 1. Характеристика набухаемости бобов сои в процессе замачивания при различных температурах

1 - 20°C, 2 - 30°C, 3 - 40°C, 4 - 50°C, 5 - 60°C, 6 - 70°C, 7 - 80°C, 8 - 90°C.

### 1.3. Изучение кинетики набухания соевых бобов

Графическое изображение данных о влиянии условий замачивания (время и температура) на изменение массы бобов показало экспоненциальный характер процесса набухаемости (рис.1).

Выпрямленные в полулогарифмических координатах (линейная шкала -- время набухания; логарифмическая --  $\lg(\varphi_{max} - \varphi_g)$ ) кривые инерции набухания представлены на рис.2.

Для удобства сравнения с кривыми набухания при вычерчивании кривой инерции набухания логарифмическая шкала строилась таким образом, чтобы разность  $\varphi$  возрастала сверху вниз.

Кривые инерции набухания построены по уравнению прямой  $y = a + bx$ , решаемого методом среднеквадратичных приближений.

Величины  $f_H$  находили расчетным путем, как  $f_H = -\frac{1}{b}$  ( $b$  -- постоянная уравнения) или графически, как время прохождения выпрямленной кривой одного логарифмического цикла.

Зависимость  $f_H$  от температуры в полулогарифмических координатах также выражается прямой линией.

Константа  $Z_H$ , характеризующая угол наклона этой кривой, для соевых бобов равна  $53^\circ\text{C}$ .

Применительно к процессу массообмена при набухании можно рассчитать время достижения любой заданной степени набухаемости

$$\varphi_g \text{ по уравнению: } \tau = f_H \lg \frac{\varphi_M}{\varphi_{max} - \varphi_g},$$

где  $f_H$  -- константа инерции набухания, мин; время, требующееся для того, чтобы степень набухаемости достигла 90% максимальной;  $\varphi_{max}$ ,  $\varphi_g$  -- максимальная и данная степень набухаемости.

Экспериментальные величины  $f_H$  показывают, что набухание соевых бобов проходит интенсивно. Так, для достижения 90% степени набухания при  $80^\circ\text{C}$  требуется примерно 15 минут.

## 2. Изыскание научно обоснованных параметров процесса стерилизации консервов из соевых бобов

При изыскании научно обоснованных параметров процесса стерилизации консервов "Соевые бобы в томатном соусе" (рН = 5,30) прежде всего изучена термоустойчивость возбудителя специфической порчи спор *C. sporogenes*, штамм 25.

На основании данных выживаемости спор тест-культуры в вытяжке из исследуемых консервов при температуре 110, 115 и 121°C построены кривые выживаемости и рассчитаны константы  $D$ .

Рассчитанные константы  $D$  позволили определить константу термоустойчивости  $Z$ , которую использовали при расчете фактической летальности процесса. Соответствующие кривые представлены на рис. 3.

Величину требуемой летальности рассчитывали по формуле:

$$F_H = D_{121} \left( \lg \frac{B}{B_0} + x \right)$$

принимая  $B_0$  - 1 спор/г продукта;  $B = 0,0001$  (0,01% брака),  $x = 2$ .

Рассчитанное значение  $F_H$  для полулитровой тары составляет 9,9 усл.мин.

Математическая обработка данных прогреваемости консервов "Соевые бобы в томатном соусе" в таре I-82-500 при стерилизации по режиму  $\frac{25-115-25}{120^\circ\text{C}}$ , выполненная по  $Z = 16^\circ\text{C}$ , показала, что величина  $F_H$  - эффекта составляет 57,5 усл.мин.

Дальнейшие разработки подтвердили, что для достижения требуемой летальности исследуемые консервы следует стерилизовать по новому режиму, в котором время собственно стерилизации сокращено до 65 мин -  $\frac{25-65-25}{120^\circ\text{C}}$ .

Кроме того, были разработаны формулы стерилизации для жестяных банок I2 и предпринята попытка интенсифицировать про-

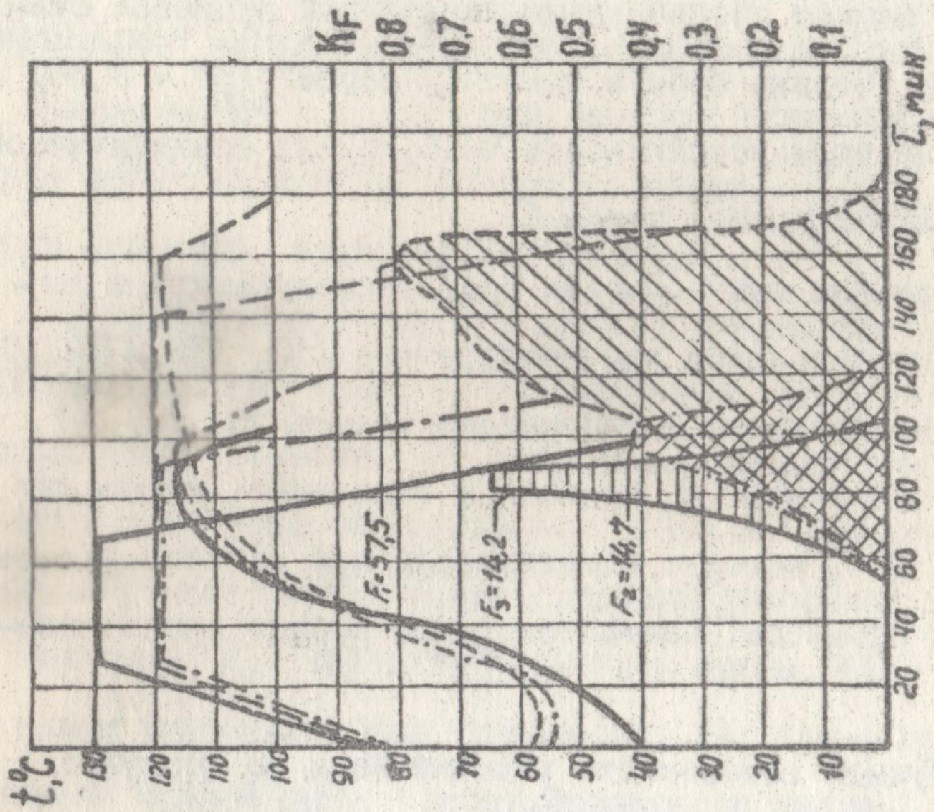


Рис. 4. Характеристика прогреваемости и летальности действующего и новых режимов стерилизации консервов "Соевые бобы в томатном соусе" в банках I-82-500

— 25-115-25, 120°C; - - - 25-65-25, 120°C; - · - · 25-45-25, 130°C

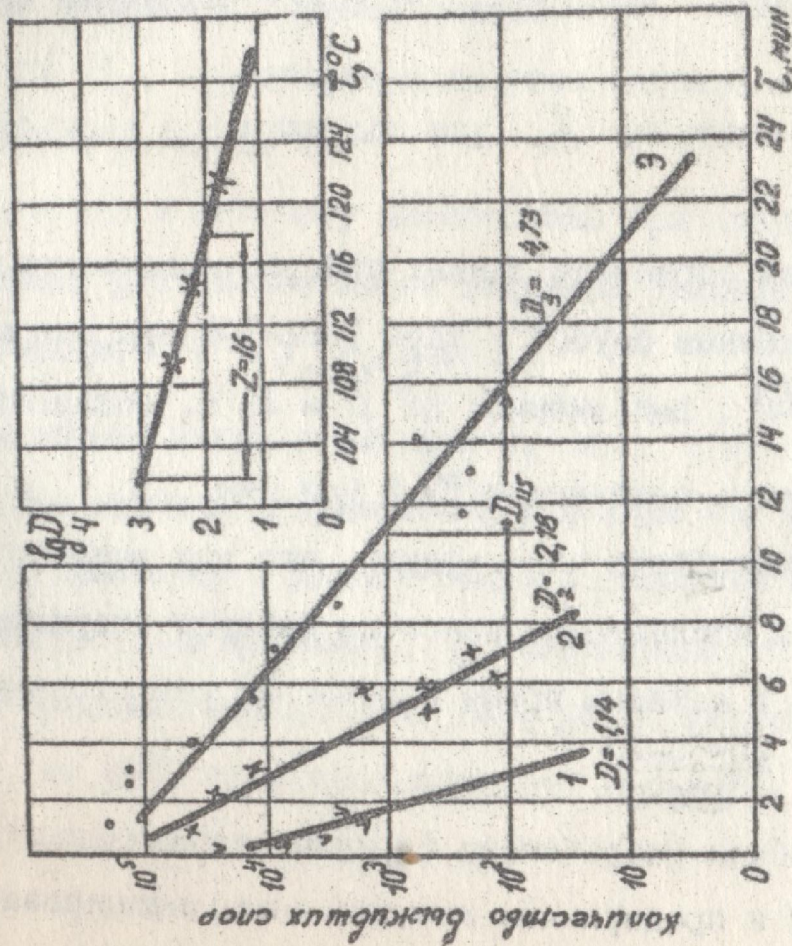


Рис. 3. Кривые выживаемости и термоустойчивости спор *C. sporogenes* - 25 в вытаяжке консервов "Соевые бобы в томатном соусе"

1 - 121°C, 2 - 115°C, 3 - 110°C

цесс стерилизации за счет повышения температурного уровня процесса до  $130^{\circ}\text{C}$ , являющегося предельным для действующих автоклавов периодического действия.

Этот прием позволил сократить длительность тепловой обработки в целом на 17%.

Графическая характеристика действующего и новых вариантов режимов для тары I-82-500 представлена на рис. 4.

Величина третьего, обязательного параметра процесса стерилизации консервов в стеклянной таре — противодействия — установлена на основании экспериментальных данных кинетики внутреннего давления в таре при стерилизации. Установлено, что максимальная величина внутреннего давления при  $120^{\circ}\text{C}$  составляет 0,224 МПа, а при  $130^{\circ}\text{C}$  — 0,268 МПа, что позволяет рекомендовать противодействие соответственно 0,25 и 0,30 МПа.

### 3. Разработка комплексного показателя качества — критерия оценки эффективности тепловых обработок при консервировании сои

#### 3.1. Изучение пищевой ценности сырья, используемого для консервирования

Качество готового продукта оценивается по многим параметрам, в том числе характеризующим микробиологическую стабильность, основные физико-химические, органолептические свойства, существенные показатели пищевой ценности и др. Оно определяется рядом факторов, среди которых главная роль отводится способу консервирования, составу и свойствам сырья.

Проведено исследование биохимических и других особенностей сырья. Судя по полученным данным, сою можно отнести к высокобелковым продуктам (43,9%), богатым жирами (22,9%), моно- и дисахаридами (11,3%), крахмалом (2,7%) и рядом незаменимых факторов

питания, в том числе витаминов и минеральных веществ.

Высока массовая доля отдельных форм азота и белковых фракций сои (таблица I). Белки соевых бобов типа желтая согласно ГОСТ 17/09-71 характеризуются наличием 17 аминокислот. Исследованные белки отличаются сбалансированным составом: лимитирующей аминокислотой является метионин (аминокислотный скор в сравнении со шкалой ФАО - 78,6%). Спектр минеральных элементов включает в себя 14 ингредиентов. Среди микроэлементов сырья имеет место особенно высокая массовая доля калия - 1,62%, фосфора - 0,6%, им значительно уступают кальций и магний (0,29%). Витаминный комплекс сои разнообразен, количественные показатели его намного выше, чем у гороха и фасоли. В частности, массовая доля тиамина составила 1,312 мг/гг, рибофлавина 0,228 мг/гг, а каротиноидов - 0,485 мг/гг. Получены данные о цветности, твердости, перевариваемости, числе аромата сырья.

### 3.2. Изучение кинетики формирования качества в процессе консервирования сои

В сравнительном аспекте изучали изменение показателей качества сои под влиянием различных II способов замачивания, бланширования, режимов стерилизации с целью научного обоснования выбора оптимальных параметров.

В центре внимания оказались изменения азотсодержащих веществ, ряда эссенциальных компонентов и других показателей в динамике на всех этапах производственного цикла. В таблице I приведены лишь выборочные результаты исследований исходного сырья и готового продукта после стерилизации, а кинетика формирования качества анализируется путем построения математической модели процесса.

При рассмотрении таблицы I видно, что переработка сои со-

Таблица I.

Показатели качества сырья и консервированной сои

Показатели	Объекты	Сырье	Соевые бобы, консервированные по действующей инструкции. Режим стерилизации		
			25-115-25		
			120°C		
			Соевые бобы, консервированные по усовершенствованной технологии. Режим стерилизации:		
			25-65-25	25-45-25	
			120°C	130°C	
Общий азот (N x 6,25)%		43,9	40,0	41,7	41,8
<u>Формы азота, % от общей массы белка</u>					
<u>Азот:</u>					
солерастворимый		34,73	12,00	16,98	18,06
а) белковый		16,32	5,36	7,98	8,40
б) небелковый		18,46	6,66	8,99	9,60
щелочерастворимый		15,30	23,19	19,31	20,80
спирторастворимый		14,10	2,18	2,59	2,78
плотного остатка		35,87	62,72	61,12	58,39
общий белковый		81,60	93,34	91,01	90,40
переваримость, %		37,90	81,70	84,40	84,60
<u>незаменимые аминокислоты, мг/гг:</u>					
триптофан		1,53	0,85	1,01	1,05
лизин		6,30	3,63	4,58	4,86
треонин		4,69	3,28	4,00	4,16
валин		4,91	3,30	4,00	4,35
метионин		1,98	0,89	1,22	1,32
изолейцин		4,87	3,74	4,40	4,59
лейцин		7,66	6,17	7,15	7,40
фенилаланин		4,81	3,68	4,58	4,68
Число аромата, мл $N_2S_2O_6$ /гг		26,80	6,10	4,10	4,00
Цветность, ε		0,059	0,125	0,120	0,120
Тиамин, мг/гг		1,312	0,210	0,603	0,610
Каротин, мг/гг		0,485	0,150	0,200	0,220
Зольность, %		4,39	2,64	3,78	3,80

*С. В. 18595*

*✓ 013595*

Одесский технологический

ОНАХТ

гласно действующей инструкции приводит к значительным потерям ценных питательных веществ.

Применение интенсифицированных тепловых обработок с физиологической стороны можно оценить положительно. Массовая доля азота, незаменимых аминокислот, солерастворимых, спирторастворимых фракций, а также переваримость белков на всех этапах переработки выше у опытных образцов сои, чем в контроле.

С точки зрения органолептической оценки уровень качества сои, выработанный по новой технологии, выше, чем по действующей инструкции.

Изменение массовой доли жира, сахара, минеральных веществ, витаминов сои в процессе переработки свидетельствует о преимуществе разработанной технологии в сравнении с существующей.

### 3.3. Математическая модель эксперимента

В целом, комплексная оценка готовности и качества продукта, назовем ее целевой функцией ( $CF$ ), может быть представлена следующим образом:

$$CF = f(P_1, P_2 \dots P_n t),$$

где  $t$  - время,  $P_i$  - исследуемые параметры (показатели), каждый из которых определяется множеством условий, включая температуру. В частности, для оценки нами избран следующий комплекс показателей:  $P_1$  - азот, %;  $P_2$  - жир, %;  $P_3$  - крахмал, %;  $P_4$  - сахар, %;  $P_5$  - зольность, %;  $P_6$  - показатель цветности,  $\xi$ ;  $P_7$  - число аромата, мл/гг;  $P_8$  - твердость,  $\Phi^\circ$ ;  $P_9$  - тиамин, мг/гг;  $P_{10}$  - переваримость, %;  $P_{11}$  - каротиноиды, мг/гг;  $P_{12}$  - сумма незаменимых аминокислот, %;  $P_{13}$  - отношение незаменимых аминокислот к заменимым.

Учитывая нелинейный характер и сложность определения зависимости каждого показателя от множества условий проведения эксперимента, исследование функции  $CF$  возможно при наличии соответствующих экспериментальных данных.

При этом в каждый момент времени  $t_i$  функция  $CF$  принимает значение  $CF = \sum_{k=1}^n \bar{V}_k \bar{P}_k$ , где  $P_k$  - экспериментальное значение соответствующего параметра;  $V_k$  - весовой коэффициент.

Весовые коэффициенты устанавливаются экспертным путем. Они впервые разработаны нами для консервов из сои и позволяют определить качественную роль данного параметра в комплексной характеристике продукта. Для сравнения отдельных показателей используются их удельные значения:

$$\bar{P}_k = \frac{P_H - P_i}{\sum P_i}; \quad \bar{V}_k = \frac{V_k}{\sum V_i},$$

где  $P_H$  - начальное значение параметра;  $i = 1$  заводская технология;  $i = 2, 3, 4, 5$  - замачивание  $80^\circ\text{C} - 30$  мин + бланширование водой, паром при  $100, 110, 120^\circ\text{C}$  соответственно;  $i = 6, 7$  замачивание  $80^\circ\text{C} - 30$  мин + бланширование паром  $130^\circ\text{C} - 10$  мин + стерилизация по режимам  $\frac{25-65-25}{120^\circ\text{C}}$  и  $\frac{25-45-25}{130^\circ\text{C}}$  соответственно;  $i = 8, 9$  - замачивание при  $80^\circ\text{C} - 30$  мин + бланширование  $0,3\%$  содой + стерилизация по указанным режимам;  $i = 10, 11$  - замачивание высушенных бобов + бланширование содой + стерилизация по разработанным режимам. Кривые  $CF_1 + CF_9$  имеют ярко выраженный нелинейный участок при  $t < t_H$ . Максимальное значение функции  $CF$  при минимальных затратах времени ( $t$ ) достигается при  $i = 7$ , что с помощью ЭВМ обосновывает оптимальность данного способа консервирования сои.

## ВЫВОДЫ

Настоящая работа посвящена решению перспективной проблемы -

разработке прогрессивной интенсифицированной технологии с целью повышения качества консервов на основе максимального сохранения природных ценных свойств соевых бобов.

1. Производственный цикл консервов из соевых бобов отличается дискретностью, чрезмерной длительностью (более 325 мин) и приводит к значительным потерям питательных веществ. Режим стерилизации характеризуется  $F_{121}^{16}$ , равным 57,5 усл.мин, что более чем в 4 раза выше установленной микробиологической нормы (9,9 усл. мин).

2. Новыми параметрами предварительной тепловой обработки соевых бобов, разработанными на основании определения степени размягчения бобов по финометру, изменений массы и набухаемости, являются: замачивание в воде в течение 30 мин при 80°C и бланширование паром при 130°C в течение 10 мин.

3. Процесс массообмена при замачивании сушеных бобов характеризуется теми же закономерностями, что и процесс теплообмена при регулярном тепловом режиме, что позволяет использовать соответствующие аналитические зависимости для определения констант инерции набухания  $f_H$  и расчета времени набухания при различных температурных условиях. Кинетическая константа  $\chi_H$ , характеризующая влияние температуры на инерцию набухания, составляет 53°C.

4. Реакция тест-организма *Cl. sporogenes* штамм 25 на температурное воздействие при стерилизации консервов из соевых бобов характеризуется константами выживаемости  $D$  при 110°C - 4,73 мин; при 115°C - 2,18 мин; при 121°C - 1,14 мин, и постоянной  $\chi = 16,1^\circ\text{C}$ .

5. Разработанные сокращенные режимы стерилизации консервов "Соевые бобы в томатном соусе", обеспечивающие промышленную стерильность, характеризуются следующими параметрами:

а) в банках I-82-500  $\frac{25-65-25}{120^{\circ}\text{C}}$  и  $\frac{25-45-25}{130^{\circ}\text{C}}$  ;

фактическая летальность которых составляет 14,7 усл.мин и 14,2 усл.мин при норме 9,9 усл.мин.

б) в жестяных банках I2  $\frac{20-65-25}{120^{\circ}\text{C}}$  (10,9 усл.мин) и  $\frac{25-35-25}{130^{\circ}\text{C}}$  (11,7 усл.мин).

6. Установлено, что при стерилизации исследуемых консервов максимальная величина внутреннего давления при  $120^{\circ}\text{C}$  составляет 0,224 МПа, что позволяет рекомендовать противодействие в 0,25 МПа.

При повышении температуры стерилизации до  $130^{\circ}\text{C}$  внутреннее давление повышается до 0,288 МПа и величина противодействия -- 0,30 МПа.

7. Общая тенденция изменений фракционного состава белков сои на всех этапах технологической переработки следующая: уровень соле- и спирторастворимой фракции падает, азот щелочерастворимой фракции и плотного остатка возрастает. Сравнительные данные динамики этих соединений при обработке по существующей технологии и по разработанным режимам показывают, что преимущество новых методов сказывается в снижении потерь растворимых фракций и приводит к максимальному сохранению природных свойств белка.

8. Об изменении биологической ценности сои судили по степени сбалансированности аминокислотного состава. Расчет аминокислотного сора в сравнении со шкалой ФАО и определение индекса незаменимых аминокислот (по Озеру и Митчеллу) свидетельствуют о целесообразности применения высокотемпературных и кратковременных тепловых режимов как при предварительной обработке, так и при стерилизации.

9. Полученный продукт, выработанный по новой технологии, в большей степени сохраняет такие ценные элементы, как марганец, железо, молибден, кобальт и др. и содержит их больше на 34,8-

35,2% ; 38,8-28,9% ; 51,8-54,9% ; 52,1-52,6%, чем в контроле. Аналогичная картина наблюдается при изучении микроэлементов.

10. Степень разрушения витаминного комплекса на всех этапах по новой разработанной интенсифицированной технологии ниже, чем по существующей в производстве. Так, степень разрушения кароти-на в контроле - 10,7% и 0,5% в опыте ; тиамин, соответственно, 27,5% и 7,3%.

11. Разработан комплексный показатель качества продукта - целевая функция  $CF$ , позволяющий оценить основные физико-хими-ческие свойства, существенные органолептические показатели, пи-щевую ценность и весовые коэффициенты, определяющие качественную роль данного параметра в комплексной оценке продукта.

Математическая обработка изменений параметров во времени на ЭВМ показала, что потери ряда ценных ингредиентов сои, в частно-сти, общего азота, незаменимых аминокислот, минеральных соедине-ний незначительны ; наибольшие изменения претерпевают следующие показатели: переваримость, цвет, твердость, число аромата.

Математическое моделирование процесса позволило выявить на-иболее оптимальный режим переработки: замачивание  $80^{\circ}\text{C}$ -30 мин, бланширование паром  $130^{\circ}\text{C}$ -10 мин, стерилизация  $\frac{25-45-25}{130^{\circ}\text{C}}$  0,30МПа. Указанный режим позволяет сократить время технологического цикла почти на 75% при повышении комплексного показателя качества про-дукта на 35,4%.

12. Производственные испытания, проведенные на Одесском комбинате пищевых концентратов и Одесском опытном консервном за-воде им. В.И. Ленина, подтвердили результаты лабораторных исследо-ваний и целесообразность применения разработанной технологии в промышленности.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Абд Эль Басир Шараф Эль Сайед Имам. Повышение качества консервов из соевых бобов на основе совершенствования технологии производства. Материалы республиканской научной конференции молодых ученых по вопросам пищевой промышленности, посвященной 110-летию со дня рождения В.И.Ленина. Тбилиси, 1980, с.6-8.

2. Кинетика набухания сушеных бобов. /Б.Л.Флауменбаум, В.Н.Сторожук, Мохамед Салех Мохамед Абдель Бари, Абд Эль Басир Шараф Эль Сайед Имам. - Изв.вузов СССР. Пищевая технология, 1980, № 5, с.126-128.