

Автор 000  
4-651

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ УССР

ОДЕССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
имени М.В. Ломоносова

---

Т. Ф. ЧИРКИНА

**ИССЛЕДОВАНИЕ  
ПРОЦЕССА СТЕРИЛИЗАЦИИ МЯСНЫХ  
КОНСЕРВОВ ПРИ ПОВЫШЕННЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ**

(Специальность № 371—технология консервирования  
пищевых продуктов)

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук.

Принят 19.8.69

ОДЕССА — 1969

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ УССР

ОДЕССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА

Т. Ф. ЧИРКИНА

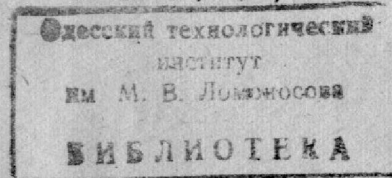
ИССЛЕДОВАНИЕ  
ПРОЦЕССА СТЕРИЛИЗАЦИИ МЯСНЫХ  
КОНСЕРВОВ ПРИ ПОВЫШЕННЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ

(Специальность № 371—технология консервирования  
пищевых продуктов)

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук.

v001797v



ОДЕССА — 1969

ОНАХТ 10.05.12  
Исследование процесс



v001797

Автор, | v001797  
Ц-65 | ЧИРКИНА Т. Ф.  
Иссл. проц. стер. мясн.  
1969 814

72

Работа выполнена в Восточно-Сибирском  
технологическом институте.

Научные руководители:

кандидат технических наук доцент ФЛАУМЕНБАУМ Б.Л.,  
доктор технических наук профессор МАРХ А.Т.

Официальные оппоненты:

доктор технических наук профессор БОЛЬШАКОВ А.С.,  
кандидат технических наук доцент КАГАН И.С.

Ведущее предприятие - Улан-Удэнский ордена Ленина  
мясоконсервный комбинат.

Автореферат разослан *12 декабря* 1969 г.

Защита диссертации состоится *23 января* 1972 г.

на заседании Совета Одесского технологического института  
имени М. В. Ломоносова, ул. Свердлова, 112.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке  
института.

Отзыв на автореферат в двух экземплярах, заверенный  
печатью учреждения, просим направить в Совет института по  
адресу: г. Одесса, А-39, ул. Свердлова, 112.

Ученый секретарь Совета

(ЗАПОРОЖЕЦ Л.А.)

## ВВЕДЕНИЕ

Одним из замечательных итогов пятидесятилетия Советской власти является рост материального благосостояния трудящихся на базе неуклонного подъема социалистического производства.

В удовлетворении непрерывно растущих потребностей населения необходимыми продуктами питания немаловажная роль принадлежит мясоперерабатывающей промышленности, перед которой стоит задача довести к 1970 г. производство мяса до 6558 тыс. тонн, производство мясных консервов—до 683,0 муб, причем из общего объема консервов выпуск деликатесных намечено увеличить в 1970 г. в 2,9 раза по сравнению с 1965 годом.

Стоящие перед мясоперерабатывающей промышленностью задачи могут быть успешно решены только благодаря созданию, разработке и внедрению совершенной технологии производства. Среди технологических процессов, определяющих производительность консервных заводов и доброкачественность выпускаемой продукции, одно из важнейших мест занимает стерилизация консервов. Несмотря на то, что процессам стерилизации консервов уделяется большое внимание, в настоящее время не существует единого подхода к вопросам влияния температуры и времени нагрева на качество консервов. Принятые в производстве режимы стерилизации не всегда научно обоснованы, часть из них установлена методом подбора, эмпирически, при этом иногда не учитываются такие факторы: как размер тары, консистенция продукта, его предварительная обработка перед стерилизацией. Вот почему проблема разработки научно—обоснованных режимов стерилизации не теряет своей актуальности.

Существующие технологические инструкции предусматривают стерилизацию мясных консервов в температурных пределах 110°C—120°C, хотя автоклавы периодического действия, которые пока являются основным оборудованием мясоконсервных заводов, позволяют осуществлять тепловую обработку и при более высоких температурах порядка 130°C.

Эффективность интенсификации режимов стерилизации путем повышения температурного уровня вполне очевидна с экономической точки зрения, но до сих пор не установлена максимальная граница для различных консервов, которая обеспечила бы получение продукта хорошего качества при условии его практической стерильности.

Таким образом, проблема интенсификации процессов тепловой стерилизации за счет повышения температурного уровня связана, с одной стороны, с получением практически стерильных консервов; с другой стороны — с получением высококачественного, полноценного в пищевом отношении продукта.

Разработка режимов стерилизации как по методу заражения, так и по «приведенному» стерилизующему эффекту, дает гарантии практической стерильности нового режима, но не предопределяет его органолептических свойств и пищевой ценности. Оптимальный же вариант любого разрабатываемого режима в отношении качества получаемого консерва уточняется методом подбора, другими словами, в настоящее время нет достаточно объективного критерия оценки качества консервов, который можно было бы взять за основу при разработке научно обоснованных режимов стерилизации. В настоящей работе была поставлена цель — выявить возможность применения температур стерилизации мясных консервов выше традиционного диапазона 113°C—120°C и найти объективный показатель оценки режимов тепловой обработки по качеству получаемых консервов.

При выборе вида консерва представлялось интересным исследовать параллельно консервы, в которых, с одной стороны, передача осуществляется разными способами и которые, с другой стороны, характеризуются различной предварительной обработкой сырья перед стерилизацией. С этой точки зрения возможность интенсификации теплового процесса было решено изучать на наиболее распространенных деликатесных консервах — «Говядине отварной в собственном соку» в банках № 3 и «Колбасе свиной» в банках № 9.

Приступая к разработке новых режимов стерилизации при повышенных температурах, мы исходим из того, что наиболее объективным критерием качества мясных консервов может служить степень изменения азотистых веществ и, в первую очередь, степень распада белков при нагреве. В связи с этим исследования проводили по следующим этапам:

1) предварительное установление длительности стерилизации для исследуемых видов консервов при повышенных температурах путем получения теплофизических характеристик проникновения

тепла в центр содержимого банки с их математической оценкой по методу установления  $F$  — эффекта;

2) уточнение предельно допустимой температуры и продолжительности стерилизации исследуемых видов консервов на основании сравнения органолептических показателей и данных  $F$  — эффекта существующих и вновь разработанных режимов;

3) изучение изменений азотистых веществ мяса при гидротермической обработке в интервале температур от 113°C до 130°C при разной продолжительности их воздействия;

4) выявление возможности получения показателя количественной оценки степени распада белковых веществ для любого режима стерилизации и сравнение по этому показателю режимов стерилизации в отношении пищевой ценности;

5) проверка микробиологическими, химическими и биохимическими исследованиями консервов возможности применения температур стерилизации выше 120°C;

6) установление целесообразности применения повышенных температур стерилизации для мясных консервов путем сопоставления фактора стерильности ( $F$  — эффект) и фактора качества (степени распада белков) с результатами химических и микробиологических исследований консервов.

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Экспериментальная часть настоящей работы состоит из двух разделов. В одном отражены исследования, связанные с установлением влияния различных режимов тепловой обработки на изменения азотистых веществ мяса, при этом мясо нагревалось в виде гомогенизированного фарша в узких длинных трубках, запаянных под вакуумом. Второй раздел связан с проверкой существующих и разработкой новых режимов стерилизации консервов «Говядина отварная в собственном соку» и «Колбаса свиная» и последующими микробиологическими, химическими и биохимическими исследованиями указанных видов консервов.

Технологические, бактериологические и химические исследования проводили в лабораториях Восточно-Сибирского технологического института, производственные испытания — на Улан-Удэнском ордена Ленина мясоконсервном комбинате.

Физиологические опыты, связанные с перевариваемостью консервов, ставили на кафедре нормальной физиологии Бурятского сельскохозяйственного института. Автор выражает признательность заведующему кафедрой, кандидату ветеринарных наук В. М. Нелюбину за консультацию и предоставленную возможность проведения экспериментов.

Работа выполнена в период 1962 — 68 гг. и является одним из направлений проблемы «интенсификации процессов стерилизации», разрабатываемой на кафедре технологии консервирования Одес-

ского технологического института пищевой и холодильной промышленности под руководством кандидата технических наук Б. Л. Флауменбаума. В то же время работа вытекает из основного направления исследований в области биохимических основ консервирования, ведущихся на кафедре биохимии ОТИПХП под руководством профессора А. Т. Марха.

## 1. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Сырьем при проведении опытов служило мясо крупного рогатого скота I категории в охлажденном состоянии и свинина полужирная охлажденная. В целях сохранения идентичности материала пробы брались из длиннейшего мускула.

Гидротермический распад азотистых веществ изучали в пробах гидрогенизированного фарша, нагреваемого в запаянных трубках в масляном термостате при температурах 113°C, 120°C, 125°C, 130°C и при различной длительности нагрева. В каждой пробе определяли влажность, общий, белковый, остаточный и аминокислотный азот.

Опытные консервы «Говядина отварная в собственном соку» в банках № 3 и «Колбаса свиная» в банках № 9 изготавливали в цехах консервного завода Улан-Удэнского мясокомбината, стерилизацию же осуществляли в лабораторном автоклаве, который вместе с хромель-копелевыми термопарами и измерительными приборами составлял стенд для проведения теплофизических измерений. Стенд был смонтирован в лаборатории кафедры технологии мяса Восточно-Сибирского технологического института. Теплофизические исследования процесса стерилизации консервов проводили с целью получения теплофизических характеристик существующих и новых режимов с их последующим математическим анализом по методу, предложенному Б. Флауменбаумом. «Приведенный» стерилизующий эффект ( $F$  — эффект) определяли по формуле:

$$F_{\text{эф}} = \int_0^t \frac{L_u}{L_F} \cdot dt = \tau \left( \frac{L_{u1}}{L_F} + \frac{L_{u2}}{L_F} + \dots + \frac{L_{un-1}}{L_F} \right)$$

где:  $L_u$  — смертельная скорость при любой температуре,  
 $L_F$  — смертельная скорость при температуре 121,1°C

Отношение  $\frac{L_u}{L_F}$  находили из преобразованного уравнения кривой смертельного времени для *C1. botulinum*:

$$\frac{L_u}{L_F} = \frac{1}{10^{\frac{121,1 - t}{z}}}$$

где:  $T$  — температура в центре банки в момент замера, °C.

$Z$  — константа кривой смертельного времени для *C1. botulinum*  
 Все химические исследования, связанные с определением основных азотистых веществ, влажности, активной кислотности, содержания жира и его количественных показателей, осуществляли по общепринятым методикам. Содержание олова определяли по ГОСТу 5370—58 с применением метода сухого озоления в модификации, предложенной на кафедре биохимии Одесского технологического института пищевой и холодильной промышленности А. Г. Тертиловой.

Количественное определение свободных аминокислот в средней пробе консерва проводили методом распределительной хроматографии на бумаге нисходящим способом. Свободные аминокислоты извлекали из мяса 80% этиловым спиртом, технику проведения хроматографического анализа осуществляли по прописи Т. Пасхиной. При количественном определении свободных аминокислот использовали метод Гири в модификации Т. Пасхиной.

Физиологические опыты осуществляли на собаках, определяя перевариваемость азотистых веществ по количеству введенного с консервами и выведенного с калом азота в учетные периоды. Параллельно определяли степень расщепления белков в исследуемых консервах под действием пепсина. Активность пепсина устанавливали по молокосвертывающему действию методом Пятницкого, определение степени расщепления белка вели по прописи Миндливой.

Перечисленные показатели определялись в сырье и в консервах, стерилизованных по существующим и вновь разработанным интенсифицированным режимам (в физиологическом опыте применяли только консервы).

При микробиологических исследованиях термостойкость штаммов культуры *C1. sporogenes* устанавливали ампульным способом. Отбор проб для посева на питательные среды из зараженных термостатированных банок осуществляли по ГОСТу 10444—63.

## 2. ИЗУЧЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ АЗОТИСТЫХ ВЕЩЕСТВ МЯСА ПРИ ГИДРОТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ

Известно, что при одной и той же длительности нагрева распад высокомолекулярных азотистых веществ увеличивается с повышением температуры нагрева. Мы же исходили из того, что возможно получить одну и ту же степень распада белков при разных температурах, если с повышением температуры длительность ее воздействия уменьшить. Поэтому нагрев проводили по следующим режимам: при 113°C — 50, 70, 90, и 110 мин, при 120°C — 30, 50, 70, 90, 110 мин, при 125°C — 10, 30, 50, 70, 90 мин, при 130°C — 5, 10, 15, 20, 30, 40, 50, 70, 90 мин,

После нагрева трубки охлаждали холодной водой и хранили в холодильнике при температуре + 8°C.

Содержание общего, белкового и небелкового азота в мясе при разной тепловой обработке, в процентах на сухое вещество, приведено в таблице 1, динамика уменьшения форм азота в процентах к начальному количеству соответствующих форм азота в сыром мясе представлена таблицей 2.

Характер изменения содержания количества аминокислотного азота при нагреве представлен рис. 1.

Анализ приведенных цифровых данных позволяет установить уменьшение содержания общего и белкового азота с одновременным увеличением количества небелкового. При этом характер изменений количества общего и белкового азота весьма сходен, но гидролиз белковых веществ с увеличением продолжительности нагрева проходит с большей скоростью по сравнению со степенью уменьшения общего азота. Далее, из таблицы 2 видно, что потери как общего, так и белкового азота с повышением температуры, но при одной и той же длительности нагрева увеличиваются. Так, при нагреве мяса в течение 90 мин. потери белкового азота составляют: при 113°C — 8,84%, при 120°C — 14,13%, при 125°C — 18,56%, при 130°C — 23,10%. Однако не менее очевиден и другой факт — изменяя длительность нагрева, можно добиться при разных температурах одной и той же степени распада белков. Так, например, количество белкового азота уменьшается на 8,8% по отношению к исходному его содержанию в сыром мясе, если нагрев мяса проводится при температуре 130°C в течение 30 мин, при 125°C — 37 мин, при 120°C — 62 мин, при 113°C — 90 мин.

Все перечисленные режимы оказываются равноценными в отношении скорости распада основных азотистых веществ мяса — белков.

Степень гидролиза белков тесно связана с содержанием аминокислотного азота. Из рис. 1 видно, что содержание аминокислотного азота мяса при разных температурах нагрева в зависимости от длительности тепловой обработки может быть больше исходного, меньше исходного или равно ему. Такой характер изменения содержания аминокислотного азота можно объяснить тем, что при нагреве мяса в нем параллельно идут процессы гидролиза белков и пептидов до стадии накопления аминокислот и процессы деструкции свободных аминокислот. В общем случае, следует считать нецелесообразной тепловую обработку мяса при таких режимах, когда скорость деструкции аминокислот становится больше скорости их накопления, а именно, при 130°C нагрев нецелесообразно вести дольше 10 мин, при 125°C — дольше 30 мин, при 120°C — дольше 50 мин, при 113°C — дольше 90 мин.

Таблица 1.

Уменьшение азотистых веществ мяса при нагреве (в % на сухое вещество).

Формы азота	Температура 113°C						Температура 120°C					
	Мясо сырое		50	70	90	110	30	50	70	90	110	
	18,38	17,94	17,70	17,34	16,96	16,65	17,50	17,08	16,52	16,15		
Общий	16,06	15,45	15,08	14,64	14,16	15,20	15,01	14,41	13,79	13,19		
Белковый	2,32	2,49	2,62	2,70	2,80	2,45	2,49	2,67	2,73	2,96		
Азот небелковых растворимых веществ												

Формы азота	Температура 125°C						Температура 130°C								
	Продолжительность нагрева в мин.		Продолжительность нагрева в минутах												
	10	30	50	70	90	110	5	10	15	20	30	40	50	70	90
Общий	17,89	17,46	17,21	16,74	16,37	15,90	17,95	17,81	17,65	17,55	17,16	17,10	16,88	16,49	15,71
Белковый	15,54	14,97	14,02	13,50	13,08	12,56	15,62	15,38	15,20	15,06	14,64	14,53	13,66	13,29	12,35
Азот небелковых растворимых веществ	2,35	2,49	3,19	3,24	3,29	3,34	2,33	2,43	2,45	2,49	2,52	2,57	3,22	3,20	3,36

Таблица 2.

Динамика уменьшения форм азота (в % к началу) количеству соответствующих форм азота в мясе).

Уменьшение азота (в % к началу)	Мясо	Температура 113°C			Температура 120°C					
		Продолжительность нагрева в мин.			Продолжительность нагрева в минутах					
		50	70	90	110	30	50	70	90	110
Общий	18,38	2,40	3,69	5,56	7,74	3,97	4,79	7,08	10,12	12,06
Белковый	16,06	4,38	6,02	8,84	11,83	5,36	6,55	10,28	14,13	17,88

Уменьшение азота (в % к началу)	Температура 125°C			Температура 130°C											
	Продолжительность нагрева в мин.			Продолжительность нагрева в мин.											
	10	30	50	70	90	110	5	10	15	20	30	40	50	70	90
Общий	2,67	5,01	6,38	8,93	10,94	13,48	2,34	3,10	3,98	4,51	6,64	6,96	8,16	10,29	14,51
Белковый	3,24	6,79	12,71	15,94	18,56	21,80	2,74	4,17	5,37	6,24	8,84	9,53	14,94	17,25	23,10

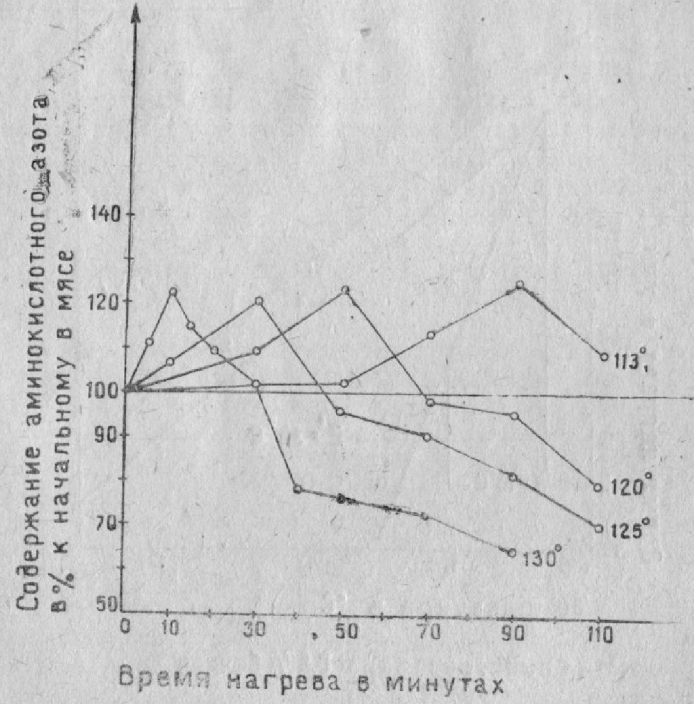
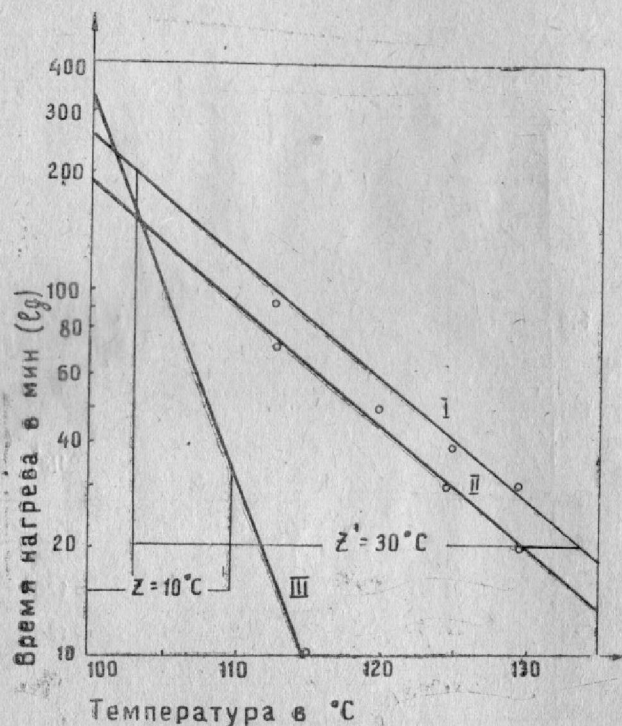


Рис. 1. Содержание аминокислотного азота в мясе при нагреве.



I - гидролизовано 8,8 % белков

II - гидролизовано 6 % белков

III - кривая смертельного времени для *Cl. botulinum*

Рис. 2. Кривая степени распада белков.

При построении кривой зависимости степени распада белка от времени и температуры нагрева в полулогарифмических координатах обнаружен экспоненциальный характер этого химического процесса (рис. 2), совершенно аналогичный характеру отмирания микроорганизмов под влиянием тепловой обработки.

Для сравнения на рис. 2 приведена кривая смертельного времени для термоустойчивого анаэроба *Cl. botulinum*, построенная по данным Ести и Мейера. Константа, характеризующая наклон этой кривой, равна  $10^\circ\text{C}$ , наклон же кривой степени гидролиза белка характеризуется константой  $Z = 30^\circ\text{C}$ .

При повышении температуры на  $10^\circ\text{C}$  смертельное время для *Cl. botulinum* снижается в 10 раз, а время, необходимое для распада белков до определенного уровня, только в два раза, т. е. химические процессы с повышением температуры протекают с меньшей скоростью, чем процесс отмирания микроорганизмов, что позволяет сделать вывод о целесообразности интенсификации режимов тепловой стерилизации за счет повышения температурного уровня.

### 3. НОВЫЙ КРИТЕРИЙ ОЦЕНКИ РЕЖИМОВ СТЕРИЛИЗАЦИИ ПО ПОКАЗАТЕЛЮ КАЧЕСТВА.

Способность кривых степени гидролиза белков выпрямляться при построении их в полулогарифмических координатах дала возможность охарактеризовать их уравнением прямой:

$$\lg \frac{U}{H} = \frac{X}{Z} \quad (1)$$

где:  $U$  — ордината любой точки на кривой, т. е. время, в течение которого распадается определенное количество белков при соответствующей температуре в этой любой точке;

$H$  — время, необходимое для гидролиза определенного количества белка при температуре, принятой за мерило;

$X$  — абсцисса любой точки на кривой или разность температур между какой-то заранее обусловленной температурой, взятой за мерило для сравнения и любой другой температурой нагрева.

$Z$  — расстояние по оси абсцисс, которое проходит кривая за время, равное одному логарифмическому циклу, константа кривой степени распада белка.

Тот факт, что кривая выживаемости микроорганизмов характеризуется таким же уравнением, которое положено в основу метода определения «приведенного» стерилизующего эффекта, позволило по аналогии разработать метод оценки любого режима стерилизации по показателю качества, а именно, показателю степени гидролиза белковых веществ.

Если температуру, взятую за мерило, принять за 120°C, то уравнение (I) примет вид:

$$e^g \frac{U}{H} = \frac{120 - T}{30} \quad \text{(II), откуда}$$

$$H = U \cdot \frac{1}{10 \frac{120 - T}{z}} \quad \text{(III)}$$

Из уравнения (III), зная время, в течение которого распадается определенное количество белка при температуре T, можно пересчитать его на время распада белка до той же степени при температуре 120°C. Следовательно, появляется возможность сравнивать эффект действия любой температуры на степень гидролиза белков с эффектом действия определенной, заранее обусловленной температуры, что имеет важное практическое значение при оценке режимов стерилизации. Выражение

$$\frac{1}{10 \frac{120 - T}{z}}$$

можно рассматривать как переводной коэффициент любой температуры к температуре 120°C. Обозначив его через  $K_H$ , уравнение (III) можно записать, как  $H = U \times K_H$  (IV).

Располагая теплофизическими характеристиками процесса стерилизации, можно для каждой температуры T определить значение H для элементарного отрезка времени на кривой прогрева или охлаждения исследуемого вида консерва, а затем и общее значение  $H_0$  всего процесса стерилизации по формуле:

$$H_0 = \int_0^z K_H \cdot dU = U(K_{H_1} + K_{H_2} + \dots + K_{H_n}) \quad \text{(V)}$$

где  $H_0$  представляется собой продолжительность воображаемого стационарного 120-градусного режима, эквивалентного по своему действию на белки исходному режиму. Поскольку  $H_0$  — время, в течение которого гидролизует определенное количество белка, целесообразно назвать его гидролитическим эффектом данного режима стерилизации.

Гидролитический эффект режима стерилизации показывает, сколько минут продукт обрабатывается в пересчете на 120-градусный стационарный режим. Допустимой же тепловой обработкой при 120°C считаем продолжительность не более 50 мин. (гидролиз белков при этом составляет 6,5%), как было показано при анализе данных по изменению азотистых веществ мяса под действием гидротермической обработки.

Таким образом, 50 мин.—это нормативное значение  $H_0$ . Сравни-

вая вычисленное значение  $H_0$  данного режима стерилизации с нормативным, можно ориентировочно сделать соответствующее заключение о приемлемости этого режима в отношении его воздействия на белки. Если  $H_0$  данного режима стерилизации окажется больше 50, это значит, что гидролиз белковых веществ при такой тепловой обработке сопровождается некоторым разрушением аминокислот, что снижает пищевую ценность консерва. Режимы стерилизации, у которых значение  $H_0$  меньше 50, не приводят к глубокой деструкции белков, поэтому вполне приемлемы.

#### 4. ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СУЩЕСТВУЮЩИХ, ИЗЫСКАНИЯ ИНТЕНСИФИЦИРОВАННЫХ РЕЖИМОВ СТЕРИЛИЗАЦИИ И ОЦЕНКА ИХ ПО НОВОМУ КРИТЕРИУ КАЧЕСТВА.

Теплофизические исследования режимов стерилизации проводили с целью получения кривых прогрева консерва. Математический анализ кривых прогрева позволил получить и расшифровать для действующих режимов стерилизации микробиологические характеристики, которые варьируют в довольно широких пределах в зависимости от вида и начальной температуры консерва. Для быстро прогреваемого консерва «Говядина отварная в собственном соку» в банке №3 снижение начальной температуры консерва с 47°C до 24°C влечет за собой уменьшение F—эффекта всего на 1,5%, в то время, как уменьшение начальной температуры консерва «Колбаса свиная» только на 6°C уменьшает F—эффект уже на 4,5%. Исходя из этого, при оценке режимов стерилизации за основу взяты не максимальные, а минимально возможные начальные температуры консервов.

Для консерва «Колбаса свиная» в банках № 9 при температуре  $T_{нач} = 17^\circ\text{C}$  F—эффект существующего режима равен 6, что свидетельствует о невозможности сокращения принятого в производстве режима стерилизации при 114°C. F—эффект существующего режима стерилизации «Говядина отварная в собственном соку» в банках № 3 при  $T_{нач} = 24^\circ\text{C}$  составляет 12 мин, из чего следует что в этом режиме скрывается 100% запас, при снижении которого до 50% (т. е. до 6 условных мин) возможно уменьшить время собственно стерилизации при той же температуре. F—эффект сокращенного режима  $\frac{20-70-20}{113}$  равен 9.

113

Учитывая обнаруженную при экспериментальном исследовании возможность в определенных границах повышать температурный уровень тепловой обработки мяса без снижения его пищевой ценности, удалось разработать новые, интенсифицированные режимы стерилизации для указанных видов консервов.

Исследования новых режимов проводили как по методу «приведенного» стерилизующего эффекта, так и по методу заражения, причем количество спор десятидневной культуры *C. sporogenes* взятое на инокулирование, составило 100 тысяч на банку № 3 и 200 тысяч на банку № 9. Полученные режимы в обоих случаях оказались аналогичными. Это лишний раз подтверждает, что при разработке новых параметров стерилизации не обязательно прибегать к трудоемким микробиологическим исследованиям, так как F-эффект является вполне надежным показателем степени стерилизации консерва.

Исходным предельным значением для новых режимов была принята температура 130°C, однако для быстро прогреваемого консерва «Говядина отварная в собственном соку» она оказалась чрезмерно высокой. Приемлемыми как с микробиологических позиций, так и по кулинарной готовности, являются следующие режимы: для «Колбасы свиной» в банках № 9. —  $\frac{25-30-30}{130} \cdot 2,5$  с F-эф. = 10.

для «Говядины отварной в собственном соку» в банках № 3 —  $\frac{20-15-20}{124} \cdot 1,8$  с F-эф. = 16.

Судя по значениям F-эффекта новые режимы более надежны в смысле обеспечения стерильности по сравнению с существующими. Предложенный же показатель гидролитического эффекта позволил охарактеризовать исследуемые режимы по одному из важных показателей пищевой ценности консервов — степени распада белковых веществ. Графические характеристики теплофизических исследований и гидролитического эффекта действующих режимов стерилизации приведены на рис. 3 для консерва «Говядина отварная в собственном соку» и рис. 4 для консерва «Колбаса свиная». Графические характеристики интенсифицированных режимов стерилизации приведены на рис. 5 для консерва «Говядина отварная в собственном соку» и на рис. 6 для консерва «Колбаса свиная».

Как видно из рисунка 3, значение гидролитического эффекта существующего режима стерилизации консерва «Говядина отварная в собственном соку», равное 57,5 мин, несколько превышает норму (50 мин), что свидетельствует об излишне долгой тепловой обработке консерва, при которой начинает возрастать скорость распада аминокислот по сравнению со скоростью их накопления. Снижение времени собственно стерилизации до 70 мин при той же температуре (113°C) позволяет уменьшить чрезмерное тепловое воздействие на продукт, о чем свидетельствует полученное значение гидролитического эффекта  $H_0 = 45,8$  мин.

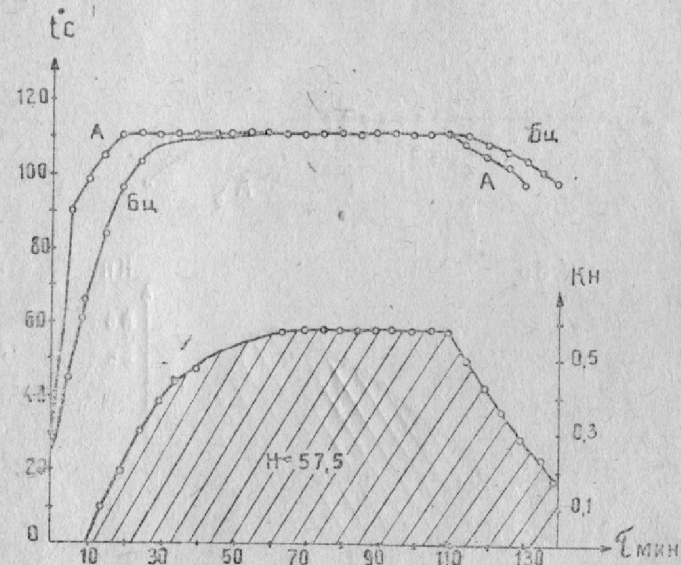
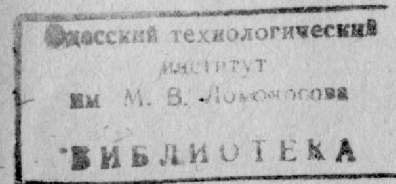


Рис. 3

A, B — кривые изменения температуры в автоклаве и центре банки.  
H — кривые гидролитического эффекта.



во 00 1797

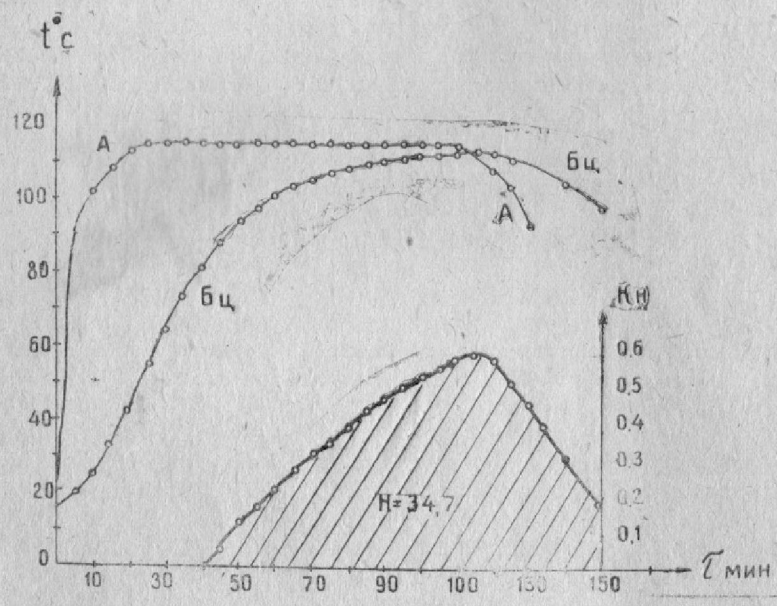


Рис. 4

А, Бц — кривые изменения температуры в автоклаве и центре банки.  
 Н — кривые гидролитического эффекта.

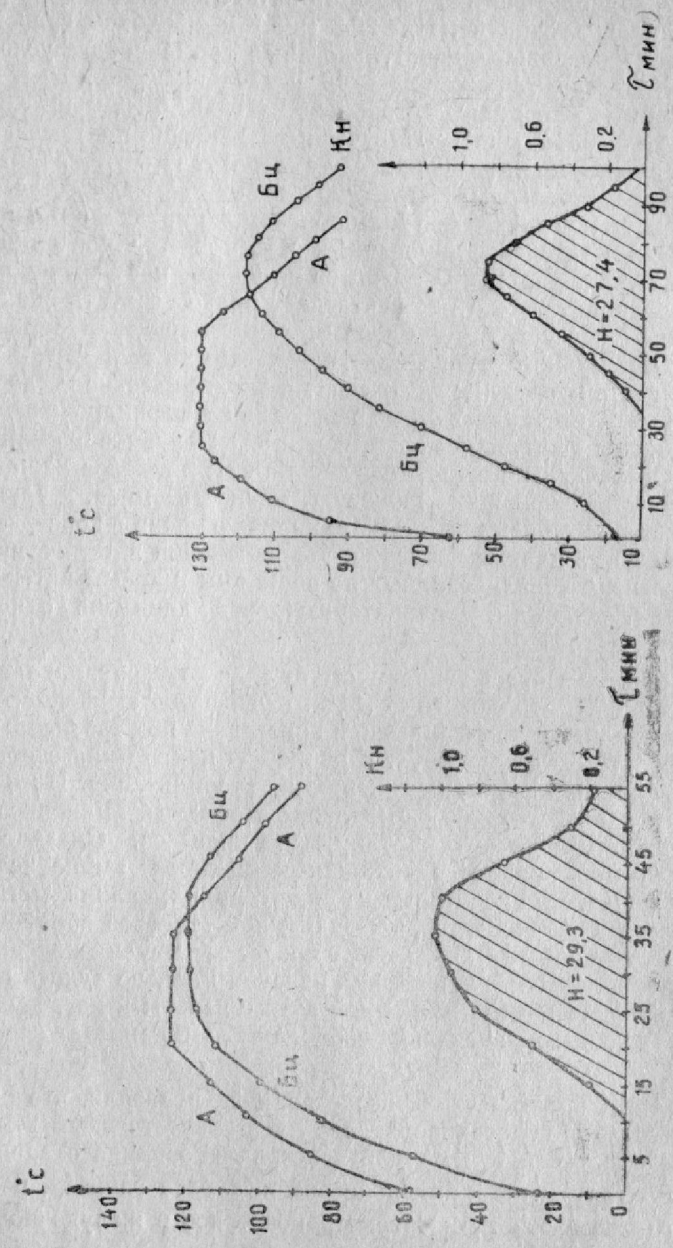


Рис. 5

А, Бц — кривые изменения температуры в автоклаве и центре банки.  
 Н — кривые гидролитического эффекта.

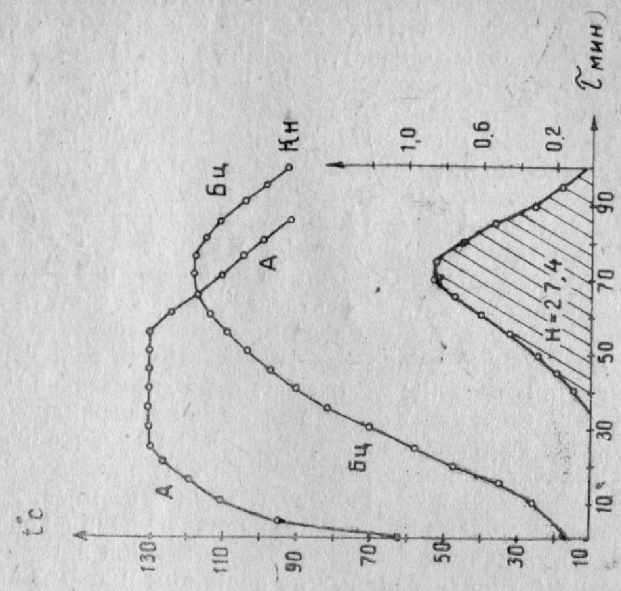


Рис. 6

Интенсифицированные режимы

А, Бц — кривые изменения температуры в автоклаве и центре банки.  
 Н — кривые гидролитического эффекта.

Значения гидролитических эффектов интенсифицированных режимов «Говядины отварной» ( $H_0$ —29,3 мин.) и «Колбасы свиной» ( $H_0$ —27,4 мин), во-первых, значительно ниже нормативного условного времени, во-вторых, ниже значений, характеризующих существующие режимы «Говядины отварной» ( $H_0$ —57,5 мин) и «Колбасы свиной» ( $H_0$ —34,7 мин). Полученные данные показывают, что новые режимы при повышенных температурах не приводят к глубокому распаду белковых веществ, в обоих случаях степень гидролиза белков меньше 6,5%. Таким образом, на предварительном этапе разработки интенсифицированных режимов стерилизации в лабораторных условиях оценка режимов по вновь предложенному показателю гидролитического эффекта дает право считать вполне целесообразным переход к повышенным температурам стерилизации. Для окончательного выявления повышенных температур на пищевую ценность проведены химические и биохимические исследования консервов, стерилизованных как по интенсифицированным, так и по принятым в настоящее время режимам. Основное внимание было уделено изучению азотистых веществ, как наиболее важных компонентов, определяющих пищевую ценность мяса, а также содержанию жира, активной кислотности, наличию олова в консервах. Экспериментальные данные показали, что изменения в химическом составе консервов, стерилизованных по принятым и новым интенсифицированным режимам, характеризуются данными одного порядка.

Потери общего азота, в зависимости от вида консерва, находятся в пределах 4—6%, белкового 8—14%. Количество аминокислотного азота, в среднем, на 12% выше в консервах по сравнению с сырым мясом, что свидетельствует о процессе накопления свободных аминокислот при изучаемых режимах стерилизации. Идентифицированное количественное определение свободных аминокислот позволило дать более точную картину этого процесса. Оказалось, на фоне увеличения общего содержания свободных аминокислот при нагреве, количество некоторых из них (глицина, валина, метионина) в консервах уменьшается. Очевидно, при тепловой обработке мяса происходят сложные химические процессы накопления аминокислот с параллельно идущим их разрушением, но судить при этом об устойчивости той или иной аминокислоты к нагреву на основании абсолютных значений свободных аминокислот невозможно.

Результаты биохимических исследований показали, что расщепляемость белков консервированного мяса искусственным желудочным соком составляет 46% для консерва «Говядина отварная в собственном соку» и 26% для консерва «Колбаса свиная», перевариваемость же азотистых веществ консервов в желудочно-ки-

шечном тракте собак равна в среднем 98%, независимо от вида консерва.

Проведенные производственные испытания новых режимов стерилизации показали, что повышение температуры не сказалось отрицательно на органолептических свойствах консервов. При хранении опытных производственных партий в течение 10 месяцев при комнатной температуре не было обнаружено ни одного случая биологического брака.

Таким образом, разработанные в лабораторных условиях интенсифицированные режимы стерилизации по фактору стерильности ( $F$ —эффекту) и оцененные по фактору качества ( $H$ —эффекту), оказались приемлемыми и на следующих этапах проверки при химических, биологических и производственных испытаниях.

## ВЫВОДЫ

1. Трубочным способом изучена динамика изменений основных азотистых веществ мяса под влиянием нагрева в диапазоне температур 113°C—130°C, в результате чего получены кривые потерь общего азота, гидролитического распада белков и изменений аминокислотного азота.

2. Для каждой температуры нагрева получено предельное значение продолжительности этого нагрева, после которого нерационально продолжать тепловую обработку, так как скорость разрушения аминокислот становится больше скорости их накопления, что снижает пищевую ценность мяса.

3. Кривые гидролитического распада белков при построении их в полулогарифмических координатах «температура—логарифм времени» выпрямляются, что позволяет характеризовать их таким же экспоненциальным уравнением, каким характеризуется реакция микроорганизмов на температурные воздействия.

4. Выведена константа, определяющая угол наклона кривой гидролитического распада белка. Она составляет 30°C, против константы кривой смертельного времени, равной 10°C, а это означает, что скорость отмирания микроорганизмов значительно опережает скорость протекания химических реакций, в частности, скорость распада белковых веществ.

5. Предложен новый способ оценки режимов стерилизации по одному из важных показателей пищевой ценности мясных консервов—степени гидролиза белковых веществ. Новый показатель назван гидролитическим эффектом, или  $H$ —эффектом, режима стерилизации. Расчет его ведется на основании математической обработки кривых прогрева консерва, аналогично расчету «приведенного» стерилизующего эффекта, только в данном случае за эталон-

ную температуру условного, стационарного режима, принята температура 120°C.

6. Определение гидролитического эффекта позволяет уже на первом этапе разработки новых режимов стерилизации мясных консервов предварительно оценивать их по действию, которое они оказывают на пищевую ценность продукта, не прибегая к длительным химическим исследованиям.

7. Установлен эмпирический характер действующих режимов стерилизации исследуемых консервов на основании определения значений  $F$  — эффекта. В консерве «Говядина отварная в собственном соку»  $F$  — эффект содержит слишком большой запас стерильности (до 150%), в консерве «Колбаса свиная»  $F$  — эффект имеет предельно допустимое минимальное значение.

8. Разработаны новые режимы стерилизации консервов «Говядина отварная в собственном соку» в банках № 3 и «Колбаса свиная» в банках № 9 при повышенном, против применяемого, температурном уровне. Изыскания новых режимов проводились на основе метода заражения, с одной стороны, и теплофизических исследований процесса тепловой обработки с применением математического анализа, с другой стороны.

9. Режимы, полученные методом искусственного заражения, по степени создаваемой стерильности не превосходят режимы, предложенные на основе вычисления  $F$  — эффекта. Это еще раз подтверждает, что приведенный стерилизующий эффект можно рассматривать, как надежный показатель стерилизующего действия любого режима стерилизации.

10. Произведена оценка существующих и вновь разработанных режимов стерилизации по показателю гидролитического эффекта. Значения  $H$  новых режимов оказались ниже, чем существующих, т. е. новые режимы приводят к меньшей степени гидролиза белковых веществ мяса.

11. Неоднократными дегустациями установлена полная идентичность органолептических показателей консервов, стерилизованных по действующим и новым режимам.

12. Химические и биохимические исследования консервов (определение сухого остатка, активной кислотности, содержания олова, кислотного числа жира, общего, белкового, аминокислотного азота, небелковых растворимых веществ, свободных аминокислот, степени перевариваемости белков *in vivo* и *in vitro*) также показали, что в пищевом отношении нет существенной разницы между консервами, стерилизованными по существующим и новым режимам. Интенсифицированные режимы обеспечивают даже несколько лучшее сохранение пищевых свойств консерва, в случае, если мясо перед стерилизацией не подвергалось предварительной тепловой обработке.

13. Выполненная работа подтверждает целесообразность внедрения в производство мясных консервов интенсифицированных режимов стерилизации. Для мясных консервов без предварительной тепловой обработки стерилизацию можно проводить при 130°C без ухудшения пищевых свойств. Для быстро прогреваемых консервов, в которых мясо до стерилизации подвергалось тепловой обработке (бланшировке), температурный уровень стерилизации должен быть несколько ниже, порядка 124°C.

14. Внедрение новых интенсифицированных режимов стерилизации на действующих предприятиях позволит значительно увеличить пропускную способность стерилизационных отделений, следовательно, увеличить объем выпускаемой продукции без дополнительных затрат на капитальные вложения.

#### По материалам диссертации опубликованы работы

1. Анализ режима стерилизации консервов «Говядина отварная в собственном соку», расфасованных в жестяную банку № 3, «Мясная индустрия СССР», 1965 г № 6.

2. Новые режимы стерилизации консервов «Говядина отварная в собственном соку» в банке № 3 и «Колбаса свиная» в банке № 9 и их влияние на химический состав продукта. Тезисы докладов II научной сессии Восточно-Сибирского Совета по координации и планированию н.-и. работ по техническим и естественным наукам. Иркутск, 1965 г.

3. Разработка высокотемпературных режимов стерилизации консервов «Говядина отварная в собственном соку» в банке № 3 и «Колбаса свиная» в банке № 9. Труды Восточно-Сибирского технологического института, 1966 г. т. 1, выпуск II.

4. Перевариваемость мясных консервов в зависимости от их тепловой обработки. Труды Восточно-Сибирского технологического института, 1969 г, выпуск III.

5. Изменение азотистых веществ мяса при тепловом воздействии (в печати).

6. Химические критерии при разработке режимов стерилизации мясных консервов (в печати).

#### Основные положения диссертации доложены

1. На II научной сессии Восточно-Сибирского Совета по координации и планированию научно-исследовательских работ в г. Иркутске (декабрь, 1965 г).

2. На XXXV отчетной научной конференции ОТИПХП (март, 1966 г).

3. На научно-технической конференции Восточно-Сибирского технологического института (март, 1968 г).