

Автор ер.

Н 43

ОДЕССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
ИМЕНИ М.В.ЛОМОНОСОВА

На правах рукописи

НОВИКОВ Дмитрий Петрович

ИССЛЕДОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНОГО РЕЖИМА РАБОТЫ
УСТАНОВКИ ДЛЯ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПОСОЛА МЯСА

Специальность 05.02.14 - Машины и агрегаты пищевой
промышленности.

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой
степени кандидата технических наук

Переучет 1984

Одесса - 1977

СК

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Актуальность проблемы. При производстве готовых к употреблению мясных продуктов наиболее длительным и медленно протекающим процессом является посол мяса. Сократить время посола мяса, значит, повысить эффективность производства цехов посола на мясокомбинатах. Поэтому исследование рационального режима работы установки для интенсификации посола мяса является актуальной задачей.

Цель и задачи исследования. Основная цель работы заключалась в исследовании и определении параметров процесса посола животной ткани в колеблющейся среде, влияющих на сокращение периода посола.

Для достижения этой цели оказалось необходимым решить следующие задачи:

- экспериментально проверить принятые предположения о влиянии физических факторов избыточного давления и вакуума на процесс мокрого посола мяса;
- получить данные порогового значения основных параметров поля упругих колебаний, при которых наступает кавитация в системе животная ткань - рассол;
- определить изменения температуры посолочной системы при наложении полей упругих колебаний;
- получить аналитическую зависимость содержания поваренной соли в животной ткани от частоты и амплитуды налагаемого на посолочную систему поля упругих колебаний;
- исследовать интенсификацию массообменного процесса при мокром посоле животной мышечной ткани наложением низкочастотных колебаний и экспериментально проверить полученную зависимость посола животной ткани;
- выполнить качественные определения продукта-балыка дарницкого - после обработки в рассоле с наложением полей упругих колебаний;
- разработать методику подбора стандартных вибраторов для посолочных установок.

Методы исследований. Вывод уравнения посола животной ткани при на-

Работа выполнена на кафедре технологического оборудования пищевых производств Одесского технологического института пищевой промышленности им. М.В.Ломоносова и на Днепропетровском мясокомбинате.

Научные руководители:

проф., д.т.н. ДИКИС М.Я.

доц., к.т.н. ГЛАДУШНЯК А.К.

Автор. v 012962
Н-43 НОВИКОВ П.П.

ИССЛ. РАЦИОН. РЕЖИМА 68.35.02 (специаль-
1944 514

час
нос
Оде
М.В

на мясокомбинат.

1977 г. в 1000

68.35.02 (специаль-

ности) при

ности имени

а, II2.

теке института.

г.

МАЛЬСКИЙ А.Н.)

Исследование рациона



v012962

ОНАХТ

22.06.12

Одесский технологический
институт пищевой промышленности

жении полей упругих колебаний на посолочную систему, определение параметров колебательного поля, влияющих на сокращение периода посола животной ткани, определение порога кавитации и других данных осуществлен на основе аналитико-экспериментального подхода.

Научная новизна. Предложен новый метод мокрого посола животной ткани с наложением двумерного поля упругих колебаний, возбуждаемого от пневматических вибраторов.

Получена зависимость содержания поваренной соли в животной мышечной ткани от частоты, амплитуды и времени налагаемого на посолочную систему поля упругих колебаний.

Практическая ценность работы. Наложение двух синхронных перпендикулярных полей упругих колебаний на посолочную систему рассол - мясо интенсифицирует диффузионно-осмотический процесс в 1,4 раза; при этом экономический эффект за счет сокращения времени посола составляет в среднем 30 руб. на 1 тонну мясных продуктов.

Публикации. Материалы диссертации опубликованы в 4 печатных работах и авторском свидетельстве, а также доложены на XXXV научной конференции ОТИП им. М.В.Ломоносова.

Диссертационная работа изложена на 146 страницах машинописного текста, содержащего 16 таблиц, 20 рисунков и 2 фото.

В списке использованной литературы приведено 95 наименований.

В В Е Д Е Н И Е

Ускорение роста производительности труда при высоком качестве выпускаемой продукции определяется дальнейшим развитием научно-технического прогресса.

Наряду с другими факторами, обеспечивающими решение этой задачи, важнейшим является интенсификация отдельных технологических процессов, которая уменьшает затраты основных средств, повышает производительности труда и уменьшает трудоемкость технологических процессов.

В качестве интенсификаторов используются пневматические вибраторы

ры с частотой возбуждаемых колебаний 200 гц и амплитудой смещения в нижней точке до 0,8 мм.

Поисковыми опытами установлено, что хорошие результаты дает установка с двумя перпендикулярно один другому установленными вибраторами.

Каких-либо зависимостей, определяющих ускорение процесса посола наложением поля упругих колебаний низкой частоты на систему животной ткани - рассол, в литературных источниках нет.

Мокрый посол мяса связан с большими затратами основных средств (помещения и посолочные емкости). Повысить эффективность использования этих производственных фондов можно путем интенсификации диффузионного проникновения поваренной соли в животную ткань.

Автором предложена установка для интенсификации процесса мокрого посола животной мышечной ткани размерами 350x70x35 мм (сырье свиного бейла), которая может без больших затрат изготовлена и установлена на любом мясокомбинате.

1. ОБЗОР ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ВОПРОСУ ПОСОЛА ЖИВОТНОЙ ТКАНИ

Посол мясопродуктов наиболее длительная и медленная операция, препятствующая созданию поточного технологического процесса. Существуют способы сухого, мокрого и смешанного мокро-сухого посола. При мокром посоле скорость диффузии соли, в основном, подчиняется диффузионно-осмотическим закономерностям.

Характеристика диффузионно-осмотических закономерностей при посоле животной ткани изложена в работах Н.В.Чернова, А.Н.Михайлова, Б.А.Кузнецова и Е.В.Гаевого. Исследованиями А.А.Соколова и А.С.Большекова доказана возможность применения классических законов диффузии к явлениям массопереноса в животных тканях.

При диффузионной обработке мяса в рассоле осуществляется сложный комплекс физических, физико-химических, биохимических и микробиологических процессов. При массообмене у поверхности животной ткани образуется неподвижный пограничный слой.

Пограничный слой обуславливает сопротивление диффузии, пропорцио-

нально его толщине.

При уменьшении толщины пограничного слоя интенсифицируется процесс переноса соли из раствора в животную ткань.

Положительным является также фактор, приводящий к перемешиванию рассола.

Движение рассола вдоль поверхности раздела фаз согласно законам гидродинамики вызывает между двумя любыми точками этой поверхности разность давлений, которая может вызывать движение жидкости (рассола) в капиллярах животной ткани.

В практике нет надежной простой и дешевой аппаратуры для массовой интенсифицированной обработки сырья копченостей мокрым посолом.

В соответствии с основной задачей в диссертационной работе были выполнены исследования и определения в следующем порядке:

а) определение зависимости содержания поваренной соли в животной мышечной ткани от частоты, амплитуды смещения и времени наложения полей упругих колебаний на систему животная ткань - рассол;

б) поисковые исследования, направленные на определение наиболее целесообразного способа и средства интенсификации мокрого посола животной ткани;

в) исследование влияния полей упругих колебаний на скорость диффузионно-осмотического процесса при мокром посоле мяса (на примере балыка);

г) исследования и определения качественных показателей и факторов влияющих на эти показатели;

д) разработка методики подбора вибраторов для установки с интенсификацией мокрого посола мяса.

П. ВЫВОД КРИТЕРИАЛЬНОЙ ЗАВИСИМОСТИ ПОСОЛА

Выводу зависимости предшествовало определение характеристик полей упругих колебаний, энергетических соотношений при межфазовом переносе вещества и нахождение общих закономерностей процесса.

В соответствии с наблюдениями при поисковых опытах параметрами, обеспечивающими ускорение процесса мокрого посола животной ткани при прочих равных условиях, является частота и амплитуда смещения налагаемых на посолочную систему полей упругих колебаний, а также время их действия.

Учитывая данные исследований влияния температуры и толщины животной ткани на процесс ее посола и принимая на основании поисковых опытов ускорение времени посола на 30%, принимаем эти параметры постоянными ($t = 8^{\circ}\text{C}$; толщина $h = 35$ мм) и общее время посола (балыка) $T_0 = 4$ суток (вместо 6 по существующим нормам).

Диффузионный процесс массообмена системы животная ткань-раствор поваренной соли может быть выражен функционально в виде зависимости процентного содержания соли в животной ткани от следующих величин

$$m = f(W; \rho; \mu; V; U_m; J; T) \%, \quad (I)$$

где m - процентное содержание поваренной соли в животной ткани, %;

W - процентное содержание влаги в животной ткани, %;

ρ - плотность рассола, кг/м^3 ;

μ - вязкость рассола, н.с/м^2 ;

V - объем посолочной системы, м^3 ;

U_m - амплитуда колебательной скорости, м/с ;

J - интенсивность волновой энергии, Вт/м^2 ;

T - время наложения колебательных полей на посолочную систему, с.

Используя "П-теорему" метода анализа размерностей при восьми переменных и четырех основных единицах измерения уравнения (I), составили четыре безразмерных группы

$$\pi_1 = \frac{m}{W} \quad (2)$$

$$\pi_2 = \frac{\mu}{\rho U_m V^{1/3}} \quad (3)$$

$$\pi_3 = \frac{J}{\rho U_m^3} \quad (4)$$

$$\bar{P}_v = \frac{\Sigma U_m}{V \frac{1}{2}}$$

(5)

В результате сделанного анализа размерностей с учетом принятых допущений и раскрытия значений уравнение (1) приобретает следующий вид

$$m = A, \Sigma^n (\alpha \nu)^2 \%,$$

(6)

где A, n, Σ - коэффициент и показатели степени, определение которых производится при экспериментах.

Упругие колебания при некотором значении своих параметров вызывают в жидкой среде кавитацию, что приводит к ухудшению биологической ценности обрабатываемого продукта. На основании уравнения неразрывности получено выражение так называемого порога кавитации - комплекса амплитуды и частоты колебаний, значение которого не должно быть больше величины, определяемой давлением над посолочной системой P_a (Па), давлением паров насыщения рассола P_s (Па) и плотностью ρ ($\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$)

$$\alpha \nu \leq \frac{1}{\pi} \sqrt{\frac{P_a - P_s}{2\rho}} \quad \text{м/с} \quad (7)$$

В процессе посола происходит изменение веса животной ткани.

Практически важно определение потерь

$$a' = \frac{100a}{m_1} \%, \quad (8)$$

где

m_1 - масса мяса в рассоле, кг;

a - масса потерь, кг.

При интенсификации процесса мокрого посола животной ткани наложением колебательных полей возможно повышение температуры системы.

Повышение температуры без учета поглощения волновой энергии ничтожно мало для жидких сред, равно

$$\Delta t = \frac{W_2 \Sigma}{M C_1} \text{ град}, \quad (9)$$

где

W_2 - поглощенная мощность, Вт;

Σ - продолжительность времени наложения колебательного поля на

посолочную систему;

M - масса системы, кг;

C_1 - удельная теплоемкость среды, Дж/кг.град.

При низкочастотном поле колебаний повышение температуры системы может быть обусловлено, главным образом, теплоотдачей от возбудителя колебаний. Однако вибратор, использующий в качестве рабочего тела сжатый воздух, лишен этого недостатка. Процесс расширения сжатого воздуха в камере такого вибратора протекает практически адиабатически.

В основу аналитических исследований при создании методики подбора пневматических вибраторов положен закон сохранения количества движения и теорема импульсов.

III. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Экспериментальные исследования процессов массообмена в системе животная ткань-раствор поваренной соли проводились поэтапно-поисковые опыты с целью определения рационального интенсификатора диффузионного процесса проникновения поваренной соли в животную ткань, затем исследование интенсификации процесса. Кроме указанного, в работе проведены исследования по выяснению влияния избыточного давления, вакуума и полей упругих колебаний на процесс мокрого посола животной мышечной ткани.

Подготовка сырья для всех видов экспериментов осуществлялась на устройстве для сбора и выдачи жилованного мяса (в.с. № 475142).

I. Для определения влияния гидростатического столба различной высоты на степень накопления поваренной соли в животной мышечной ткани был использован цилиндрический сосуд высотой 2 метра. Объектом исследований были куски мышечной ткани размером 150x60x30 мм свинины и говядины. Куски мяса фиксировались в пяти равноудаленных одна от другой точках по высоте сосуда и выдерживались в рассоле в течение 6 суток. Перед изъятием мяса из сосуда на уровне каждого куска мяса через отверстие диаметром 1 мм были забраны пробы рассола. Изменение среднего значения концентрации рассола и содержания соли в мышеч-

колебаний на посолочную систему.

Экспериментально порог кавитации наблюдали на установке, использующей стробоскопический эффект, на кафедре прикладной механики Днепропетровского университета.

Объект исследований - система, состоящая из спинной мышечной ткани свиной туши размером $300 \times 70 \times 35$ (сырье балыка дарницкого) и рассола плотностью 1109 и 1200 $\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ при жидкостном коэффициенте $K_{ж} = 1 : 1$. Экспериментально полученные средние значения порога кавитации в виде амплитудного значения колебательной скорости и его расчетные значения приведены на графиках рис.2.

По некоторым данным литературных источников и в результате поисковых опытов установлено, что ускорение процесса мокрого посола животной мышечной ткани практически одинаково при частотах в диапазоне до 4000 Гц, процесс при этом от одинарного поля упругих колебаний ускоряется в 1,2 раза.

Исследовано влияние на процесс посола двух перпендикулярных синхронных полей упругих колебаний. Использование таких полей ускоряет процесс посола животной ткани в 1,4 раза.

Исследование способа интенсификации процесса мокрого посола мяса наложением двух синхронных перпендикулярных полей вибраций проводилось на экспериментальной установке, представленной на рис.3.

Пневматические вибраторы 2 закреплены в емкости I через устройство, исключающее возникновение шумовых эффектов.

Для измерений вибрации использована виброизмерительная аппаратура типа ВА-2 с вибродатчиком ДИ4, принцип работы которого основан на прямом пьезоэффекте. При эффективном радиусе распространения колебаний от вибраторов, равном 1 м, величина амплитуды в объеме посолочной системы ввиду малости (150 л) практически неизменна.

Контрольный и опытный посол проводился при одинаковых температурных условиях и соотношении мяса и рассола. Значение частоты колебаний

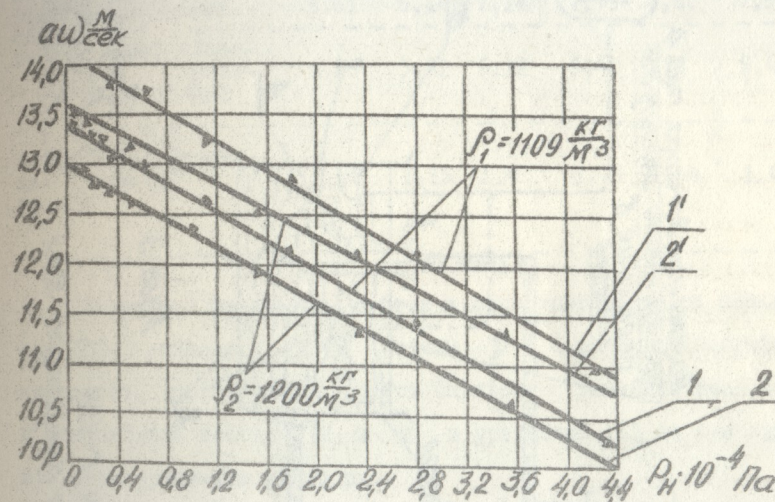


Рис.2

1 и 2 - кривые, построенные по аналитической зависимости.

1' и 2' - экспериментальные кривые.

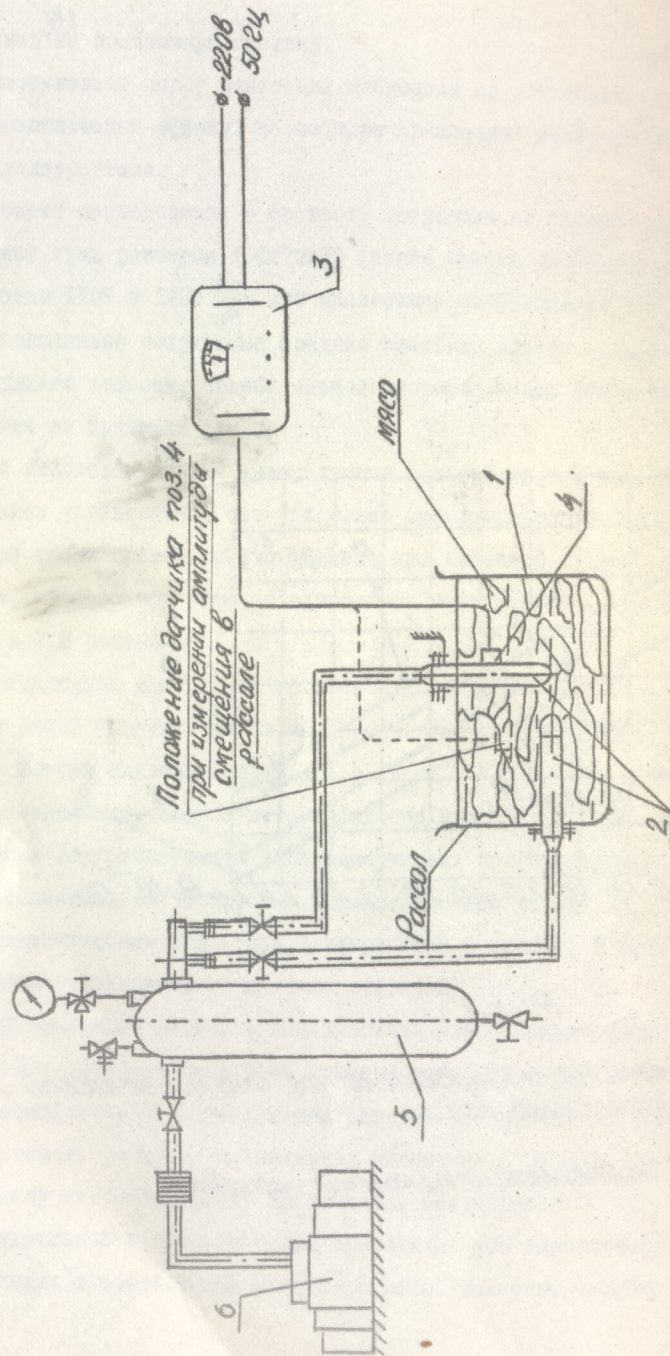


Рис. 3
1. Емкость
2. Тневмодвигатель С-698
3. Виброизмерительная аппаратура ВИ-2.

4. Вибродатчик Д-14
5. Ресивер
6. Компрессор

14.

15.
200 Гц и суммарной амплитуды смещения считывалось со шкалы прибора ВА-2. Первичный прибор-вибродатчик Д-14 тарировался на вибростенде при имитации условий мокрого посола мяса. Были получены средние значения содержания поваренной соли в образцах животной ткани, эти значения на 4-е сутки посола приведены в таблице 2.

Таблица 2

Время наложения полей вибраций, с (мин)	1200 (20)	12400 (40)	13600 (60)	4800 (80)	600 (100)	7200 (120)	8400 (140)
Содержание поваренной соли в об- разцах мяса, %	Опыт- ных 5,61	6,14	7,14	7,75	7,80	7,90	8,0
	Конт- роль- ных 5,25	5,32	5,12	5,40	5,4	5,45	5,52
Коэффициент ускоре- ния процесса посола	1,07	1,15	1,4	1,43	1,44	1,45	1,45

Используя результаты опытов и известные при этом значения време-
ни τ , амплитуды a , частоты ν с помощью логарифмических
координат, посредством графиков определены значения коэффициента
и показателей степени n и z в уравнении (6) на 4-е сутки посола;
при этом уравнение имеет вид

$$m = 1,55 \tau^{0,42} (a \nu)^{0,055} \% \quad (10)$$

Кривые зависимости содержания поваренной соли в животной мышечной
ткани от времени наложения полей упругих колебаний при мокром посоле
животной мышечной ткани представлены на рис.4:

1 - экспериментальная кривая;

2 - кривая, построенная по аналитической зависимости (10).

Отклонения расчетно-теоретических значений содержания поваренной
соли в образцах мяса от экспериментальных приведены в таблице 3.

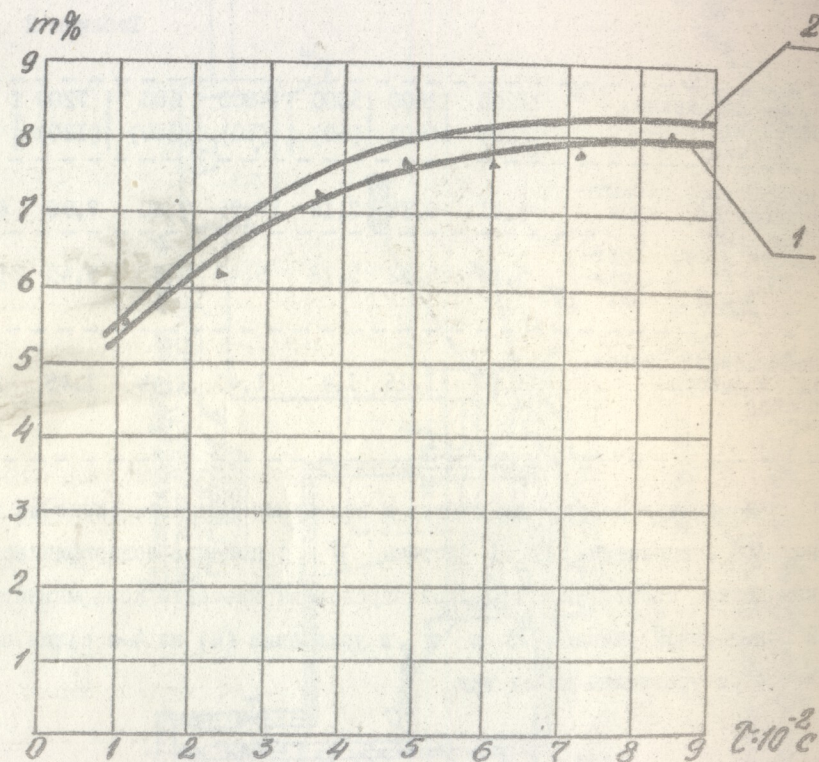


Рис. 4

1- экспериментальная кривая;
2- кривая построена по аналитической зависимости, полученной аналитическим путем.

Таблица 3

t, c (мин)	1200 (20)	2400 (40)	3600 (60)	4800 (80)	6000 (100)	7200 (120)	8400 (140)
Абсолютное значение, %	0,11	0,36	-0,12	-0,34	-0,2	-0,15	0,2
% отклонения	1,96	5,86	-1,68	-4,38	-0,256	-1,9	2,5

Таким образом, соответствие полученной аналитической зависимости (10) для выражения содержания поваренной соли в мясе при данных условиях подтверждается результатами экспериментов с достаточной точностью.

3. На экспериментальной установке (рис. 3) исследовано влияние трех перпендикулярных синхронных полей вибраций на мокрый посол животной ткани.

Ускорение диффузионного процесса при мокром посоле мяса от действия трех перпендикулярных полей вибраций в течение 60 минут по сравнению с действием двух перпендикулярных полей вибраций незначительно (в 1,085 раз).

4. Фактор действия упругих полей колебаний является причиной более глубокого проникновения соли в толщу мяса во время наложения упругих колебаний на посолочную систему. Для определения зависимости проникновения соли в толщу животной ткани, начиная с поверхности, вдоль волокон делали срезы толщиной 0,5 мм. Срезанная ткань измельчалась и в ней определялось содержание поваренной соли. Содержание соли в поверхностных слоях опытных образцов мяса превосходит содержание ее в поверхностных слоях контрольных образцов в 10-20 раз.

Увеличение содержания соли и глубины ее проникновения в толщу мяса имеет существенное значение до времени наложения полей упругих колебаний порядка 60 минут.

В. В. 12962

5. Под действием полей упругих колебаний в посолочной системе температура может повышаться на $0,5^{\circ}\text{C}$ по истечении 60 минут.

6. Гистологическая структура опытных образцов мышечной ткани, обработанных в рассоле с наложением двух перпендикулярных полей упругих колебаний и последующей выдержкой в нем в течение четырех суток, сравнивалась со структурой контрольных образцов, выдержанных в рассоле при обычном посоле в течение 6 суток. В результате не было обнаружено каких-либо нарушений структуры ткани.

7. Общая бактериальная обсемененность рассола определялась посредством стандартного чашечного метода. В результате опытов наблюдалось некое уменьшение количества содержания микрофлоры в опытных образцах по сравнению с контрольными образцами.

8. Определение органолептических показателей продукта балыка дарницкого, изготовленного из сырья, посола которого осуществлен с применением указанного метода интенсификации, проводилось по системе 30-балльной оценки, предполагающей использование как логического, так и математического анализа.

Согласно данному заключению изготовление партии балыка по отдельным и общим качественным показателям получили оценки, допускающие выпуск продукта со Знаком Качества. При этом ввиду некоторого эффекта тендеризации при интенсификации процесса посола опытный балык обладает большей нежностью.

9. При исследованиях процесса мокрого посола с интенсификацией на пневмовибрационной установке определены потери растворимых веществ мяса в рассол. Здесь приведенными исследованиями показано, что наложение упругих колебаний низкой частоты (ниже порога кавитации) не вызывает увеличения экстракции, так как упругие колебания докавитационных параметров не обладают диспергирующим действием, и белки стромы животной ткани при этом не освобождаются.

10. В соответствии с проведенными экспериментами на основании зако-

на сохранения количества движения и теоремы импульсов создана методика подбора пневматических вибраторов для посолочных установок. Масса приводимой в колебания системы животная ткань-рассол может быть больше массы двух расположенных перпендикулярно один другому вибраторов не более, чем в 80 раз.

$$M_0 \leq 80M_{\text{кг}}, \quad (\text{II})$$

M_0 — масса посолочной системы, кг;

M — масса вибратора, кг.

Из формулы соотношения массы посолочной системы и массы вибратора определяется эффективный радиус распространения колебаний

$$R = 2,66 \sqrt{\frac{M_0}{\rho_0}} \text{ м}, \quad (\text{I2})$$

R — эффективный радиус распространения колебаний, м;

ρ_0 — средняя плотность посолочной системы, кг/м^3 .

Найденные зависимости могут быть рекомендованы для целей конструирования и модернизации посолочных агрегатов.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

1. Уменьшение толщины пограничного слоя за счет использования различных факторов, приводящих к движению и перемешиванию рассола, в следовательно, к усреднению его концентрации и повышению концентрации соли у поверхности продукта, вызывает ускорение диффузии поваренной соли в животную ткань. Ускорение диффузионного процесса, обусловленное разностью давлений в направлении скорости потока, вызывается движением рассола, особенно в капиллярах животной ткани.

2. Действие гидростатического давления, обусловленного столбом рассола, в покое вызывает неравномерность содержания соли в мясе при посоле. К концу посола содержание соли в куске мяса, взятом из верхнего слоя столба рассола высотой 1,8 может быть меньше на 38% по сравнению с содержанием ее в куске мяса, взятом из нижнего слоя, что является

причиной различия в органолептических показателях для одной и той же партии продукта.

3. От воздействия избыточного давления (до $5 \cdot 10^5$ Па) процесс мокрого посола замедляется; накопление соли в образцах мяса при этом составляет 75–85% от общего накопления при атмосферном давлении.

4. В результате воздействия на посолочную систему рассол-мясо вакуума (остаточное давление $0,15 \cdot 10^5$ Па) положительный эффект получен при посоле говяжьего мяса (ускорение посола в 1,5 раза).

5. Эффективным для интенсификации массообменного процесса при мокром посоле мяса является наложение на систему рассол-мясо двух перпендикулярных низкочастотных (200 Гц) полей упругих колебаний, параметры которых не превосходят значений, вызывающих кавитационные явления в системе (до 4000 Гц при амплитуде 0,0005 м).

6. В качестве источников колебаний целесообразно применение пневматических вибраторов (200 Гц с амплитудой в нижней точке 0,0005 м), так как возбуждение упругих колебаний этими вибраторами в системе рассол-мясо исключает необходимость энергозатрат на организацию теплоотвода от системы.

7. От воздействия 3-х перпендикулярных полей упругих колебаний на посолочную систему время мокрого посола мяса сокращается незначительно по сравнению с воздействием двух перпендикулярных полей упругих колебаний (в 1,085 раза).

8. При наложении упругих колебаний согласно полученным данным при мокром посоле животной ткани уменьшается толщина пограничного слоя рассола и увеличивается движущая сила массопроводности для посолочных ингредиентов внутри ткани.

9. Установлено, что гистологическая структура ткани от действия упругих (200 Гц) колебаний не претерпевает изменения, также соблюдается микробное благополучие продукта.

10. Применение упругих колебаний низкой частоты (200 Гц) для ускоре-

ния процесса мокрого посола не вызывает увеличения потерь массы продукта.

11. Продукт (балык дарницкий), изготовленный из сырья, мокрый посол которого осуществлен с интенсификацией упругими колебаниями, обладает высокими качественными показателями, которые соответствуют балыку, выпускаемому с Государственным Знаком Качества.

12. Время мокрого посола мяса от действия 2-х перпендикулярных полей упругих колебаний уменьшается в 1,4 раза при частоте 200 Гц и суммарной амплитуде 0,0005 м.

13. Рациональное время наложения полей упругих колебаний на систему рассол-мясо, согласно полученным данным, составляет 60 минут.

14. Ускорение мокрого посола мяса сокращает время технологического процесса.

Экономический эффект при этом составляет 30 рублей на тонну готового продукта.

15. Зависимость, полученная аналитическим путем и подтвержденная данными опытов, дает возможность определить содержание (%) соли в животной ткани в зависимости от частоты, амплитуды и времени воздействия упругих колебаний, т.е.

$$m = 1,55 \tau^{0,42} (a \gamma)^{0,055} \% \quad (13)$$

где m – содержание соли в животной ткани, %;
 τ – время воздействия упругих колебаний, с;
 a – амплитуда упругих колебаний, м;
 γ – частота колебаний, Гц.

16. На основании результатов исследований разработаны рекомендации на проектирование промышленной установки для интенсификации мокрого посола животной мышечной ткани.

ОПУБЛИКОВАННЫЕ РАБОТЫ ПО ДИССЕРТАЦИИ

1. Повиков Д.П., Гладушняк А.К. Влияние полей упругих колебаний на

скорость диффузионных процессов при мокром посоле мяса. "Мясная индустрия СССР", 1975, № 6, с.33-36.

2. Новиков Д.П. Влияние избыточного давления и вакуума на диффузионно-осмотический процесс при посоле мяса. "Мясная индустрия СССР", 1975, № 10, с.34-35.

3. Новиков Д.П., Гладушняк А.К. Определение порога кавитации при интенсификации процесса мокрого посола мясопродуктов наложением поля упругих колебаний.

"Известия вузов. Пищевая технология", 1975, № 5, с.163-165.

4. Новиков Д.П., Гладушняк А.К. Ускорение посола копченостей.

Пищевая промышленность, № 2, 1976, с.38-39.

5. Новиков Д.П., Шкиндрер Н.П. Устройство для сбора и выдачи жилованного мяса. Авторское свидетельство № 475142, бюл. № 24, 1975.