И. Ф. ГОРЛОВ, М. И. СЛОЖЕНКИНА
В. Н. ХРАМОВА, Е. А. СЕЛЕЗНЕВА

ОСНОВЫ СОВРЕМЕННЫХ АСПЕКТОВ ТЕХНОЛОГИИ МЯСОПРОДУКТОВ

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ВОЛГОГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
РОССИЙСКАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ ГНУ
ПОВОЛЖСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МЯСОМОЛОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ

И. Ф. Горлов, М. И. Сложенкина
В. Н. Храмова, Е. А. Селезнева

ОСНОВЫ СОВРЕМЕННЫХ АСПЕКТОВ ТЕХНОЛОГИИ МЯСОПРОДУКТОВ

Монография

Волгоград
2013

УДК 637.5

Р е ц е н з е н т ы :

кафедра «Товароведение и экспертиза товаров»
Волгоградского филиала ВФ ГОУ ВПО РГТЭУ,
д-р биол. наук, профессор *И. М. Волохов*;
д-р с.-х. наук профессор, декан факультета биотехнологий
и ветеринарной медицины ФГБОУ ВПО ВолГАУ *В. Г. Дикусаров*;
д-р техн. наук профессор, директор института живых систем
ФГБОУ ВПО СКГТУ *И. А. Евдокимов*

Печатается по решению редакционно-издательского совета
Волгоградского государственного технического университета

Горлов, И. Ф.

Основы современных аспектов технологии мясопродуктов: монография / И. Ф. Горлов, М. И. Сложенкина, В. Н. Храмова, Е. А. Селезнева / ВолгГТУ. – Волгоград, 2013. – 84 с.

ISBN 978–5–9948–1193–1

В монографии обобщены материалы исследований по созданию функциональных комбинированных продуктов пониженной калорийности с регулированными составами жировой и белковой фаз, обогащенных витаминами, минеральными солями и другими компонентами.

Предназначено для руководителей и специалистов пищевых перерабатывающих предприятий, преподавателей, аспирантов и студентов пищевых направлений.

Ил. 12. Табл. 35. Библиогр.: 47 назв.

ISBN 978–5–9948–1193–1

© Волгоградский государственный
технический университет, 2013,
© ГНУ НИИ ММП Россельхозакадемии, 2013

ВВЕДЕНИЕ

Во все времена проблема полноценной и здоровой пищи была одной из самых важных, стоящих перед человеческим обществом. При этом она не может быть решена простым увеличением количества потребляемых продуктов. Питание должно быть рациональным и отвечать основным требованиям науки.

В последние годы получило развитие направление разработки продуктов функционального питания. В состав таких продуктов входят компоненты естественного происхождения, которые при употреблении оказывают определенное регулирующее действие как на организм в целом, так и на его отдельные системы или их функции.

В связи с изложенным, современной задачей пищевой технологии является создание комбинированных продуктов пониженной калорийности с регулированными составами жировой и белковой фаз, обогащенных витаминами, минеральными солями и другими компонентами. Это функциональные продукты, рассчитанные на массового потребителя, которые смогут найти применение в качестве профилактического и лечебного средства для всех групп населения.

1. МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОЦЕССА ПРОЕКТИРОВАНИЯ МЯСОПРОДУКТОВ

Концептуальные подходы методологии компьютерного конструирования пищевых продуктов с заданными качественными характеристиками базируются на оптимизации выбора различных видов и соотношений ингредиентов рецептур, которые в совокупности позволяют получить композицию, в наибольшей степени соответствующую по количественному содержанию и качественному соотношению нутриентов – аминокислотный состав (АКС), жирнокислотный состав (ЖКС), микро-, макроэлементного и витаминного состава – медико-биологическим требованиям [1–3].

В современных условиях этап математического проектирования, основанный на формализации качественных и количественных представлений о составе и биологической ценности отдельных ингредиентов и их сочетаний, реализуется путем моделирования с использованием методов математического расчета суммарного содержания требуемого компонента в продукте. Процесс проектирования рецептур, адекватных по выбранным показателям медико-биологическим требованиям, предъявляемым к определенным группам пищевых продуктов, обеспечен созданной усилиями многих отечественных и зарубежных исследователей информационной базой, содержащей сведения о макро- и микронутриентах различных видов сырья растительного и животного происхождения, вспомогательных материалов, готовых пищевых продуктов. Одновременно имеются и постоянно пополняются данные, характеризующие уровень переваримости и ассимиляции отдельных ингредиентов рецептур и изделий, что создает предпосылки к использованию математических методов для расчета биологической ценности суммарного белка проектируемого продукта в целом.

Этап компьютерного проектирования рецептурного состава мясопродуктов методически достаточно хорошо освоен, подкреплен математическим аппаратом, информационной базой и граничными условиями. Это позволяет в результате моделирования получать набор предпочтительных композиций – сочетание исходных ингредиентов – в совокупности максимально удовлетворяющих формализованным требованиям по уровню нутриентов и биологической ценности.

Однако определенный на первом этапе состав «оптимальных рецептур» не гарантирует их превращения в процессе технологической обработки в устойчивую мясную систему с требуемыми органолептическими показателями, структурно-механическими свойствами, выходом и т. д. Это обусловлено определенными и часто взаимоисключающими функционально-технологическими свойствами (ФТС) компонентов мясопродуктов. Для эффективной реализации второго этапа компьютерного либо аналитико-экспериментального моделирования необходимо располагать сведениями не только о химическом составе и биологической ценности отдельных компонентов, но и информацией о фактических значениях ФТС основного сырья и вспомогательных материалов, кинетике биохимических и коллоидно-химических процессов, в первую очередь – структурирования в многокомпонентных мясных системах; аналитическими и эмпирическими зависимостями, характеризующими основные закономерности поведения гомогенных и гетерогенных водо-белково-жировых систем при варьировании физико-химических факторов.

Рассмотрение теоретических основ процессов структурирования в мясных системах и вопроса их адаптации к методологии проектирования свидетельствуют о высоком уровне сложности поставленной задачи, что обусловлено следующими факторами:

– многообразием и многокомпонентностью мясного сырья, его морфологической неоднородностью, лабильностью в результате развития биохимических, микробиологических и ферментативных процессов;

– высокой изменчивостью его свойств при различных способах технологической обработки – измельчении, нагреве, массировании, посоле и т. п., и под воздействием физико-химических факторов – pH среды, температуры, ионной силы;

– наличием у многих видов животного и растительного сырья уникального биотехнологического потенциала; например, ионнотропной зависимости некоторых белков и полисахаридов; вероятности самопроизвольного комплексования «белок – белок», «белок – полисахарид»; селективности в развитии микроорганизмов и т. п.;

– использованием значительного количества пищевых добавок различной химической природы.

С точки зрения физико-химии мясопродукты являются гетерогенными гетерофазными системами. В частности, измельченное, содержащее жир мясо может быть представлено как многокомпонентный наполненный или смешанный гель. Такие системы являются термодинамически неравновесными. Однако скорость установления равновесия в них чрезвычайно мала и поэтому эти системы могут рассматриваться как стационарные.

Конечные свойства пищевых систем трудно предсказать, исходя из физико-химических свойств их компонентов. В 60-е годы было введено понятие «функциональные свойства» (ФС), под которыми понимают физико-химические характеристики, определяющие поведение биополимеров при переработке в пищевые продукты, а также обеспечивающие желаемую структуру, технологические и потребительские свойства готовых пищевых продуктов. К наиболее важным ФС относят набухание, растворимость, способность стабилизировать дисперсные системы – пены, эмульсии, суспензии, образовывать гели, а также адгезионные и реологические свойства. ФС объектов оценивают в различных модельных системах, отличающихся по уровню сложности. Характеристики, полученные на модельных системах, максимально приближенных по составу и условиям получения к реальным, называют ФТС.

С точки зрения технологии мясопродуктов, важнейшими ФТС являются водоудерживающая (ВУС), жироудерживающая (ЖУС), гелеобразующая (ГС) и эмульсионная (ЭС) способности. ФТС определяют способность конкретного пищевого ингредиента либо реального технологического объекта – определенного вида сырья, пищевой добавки и т. п. – выполнять те или иные структурные функции в пищевых системах.

В мясных и комбинированных системах роль структурообразователей в основном выполняют белки и полисахариды либо их смеси, степень выраженности ФТС которых зависит от разнообразных физико-химических и биохимических факторов – pH, температура, ионная сила, степень гомогенизации сырья, уровень развития эндо- и экзоферментных процессов и др.

Изучение и систематизация ФТС отдельных ингредиентов рецептуры, характера их изменений при различных технологических воздействиях, поведения и условий совместимости в системах определенного типа, процессов структурообразования в мясных системах является важным и сложным вопросом. Сведения, описывающие ФТС основных ингредиентов рецептур, их изменения под воздействием физико-химических факторов, носят фрагментарный характер, методология определения ФС развита недостаточно и затрагивает, в основном, простые модельные системы: изолированные белки, полисахариды или их смеси [4]. Крайне ограниченно представлена информация, позволяющая судить о численных значениях отдельных показателей ФТС конкретных видов мясного сырья и вспомогательных материалов, используемых в технологии мясопродуктов [5–8].

В настоящее время практически полностью отсутствует системный подход к разработке рецептур мясопродуктов на основе учета взаимодействия компонентов системы, что вынуждает исследователей, технологов и производственников на заключительном этапе процесса разработки рецептур и технологий осуществлять оптимизацию эмпирически, путем рутинного многоуровневого моделирования. Следовательно, целесообразно обобщить имеющиеся аналитико-экспериментальные данные, производственно-исследовательский опыт, основные принципы системного подхода к выбору рецептур с учетом потенциального влияния отдельных ингредиентов на структурообразование, органолептические показатели, структурно-механические свойства, величину выхода и предложить рациональные пути решения данной задачи, обеспечив ее информационную базу для проектирования мясопродуктов.

С этой целью, используя основные логические подходы методологии конструирования с использованием этапа компьютерного моделирования (рис. 1), предложена блок-схема процесса аналитико-экспериментального проектирования рецептуры и технологии мясопродуктов с учетом ФТС сырья и вспомогательных материалов (рис. 2). Согласно блок-схеме, после завершения этапа компьютерного моделирования набор полученных с его помощью предпочтительных рецептур подвергают дальнейшему сравнительному анализу с позиций возможности априорного получения на базе выбранной совокупности ингредиентов устойчивой структурированной дисперсной системы определенного типа с требуемым уровнем структурно-механических свойств полупродукта и органолептических показателей готовых изделий. Далее, ориентируясь на исходные данные для проектирования – тип продукта, базовая технология,

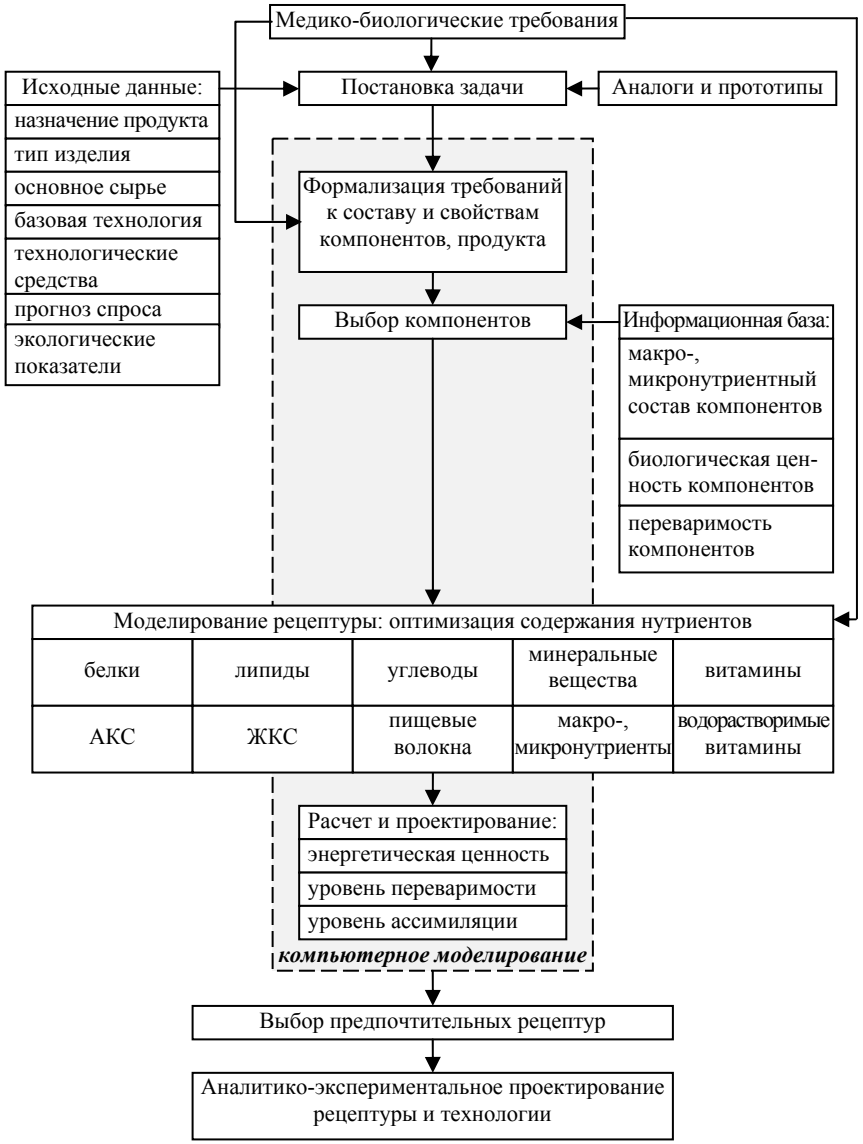


Рис. 1. Схема процесса проектирования рецептур мясопродуктов с заданными составом и свойствами

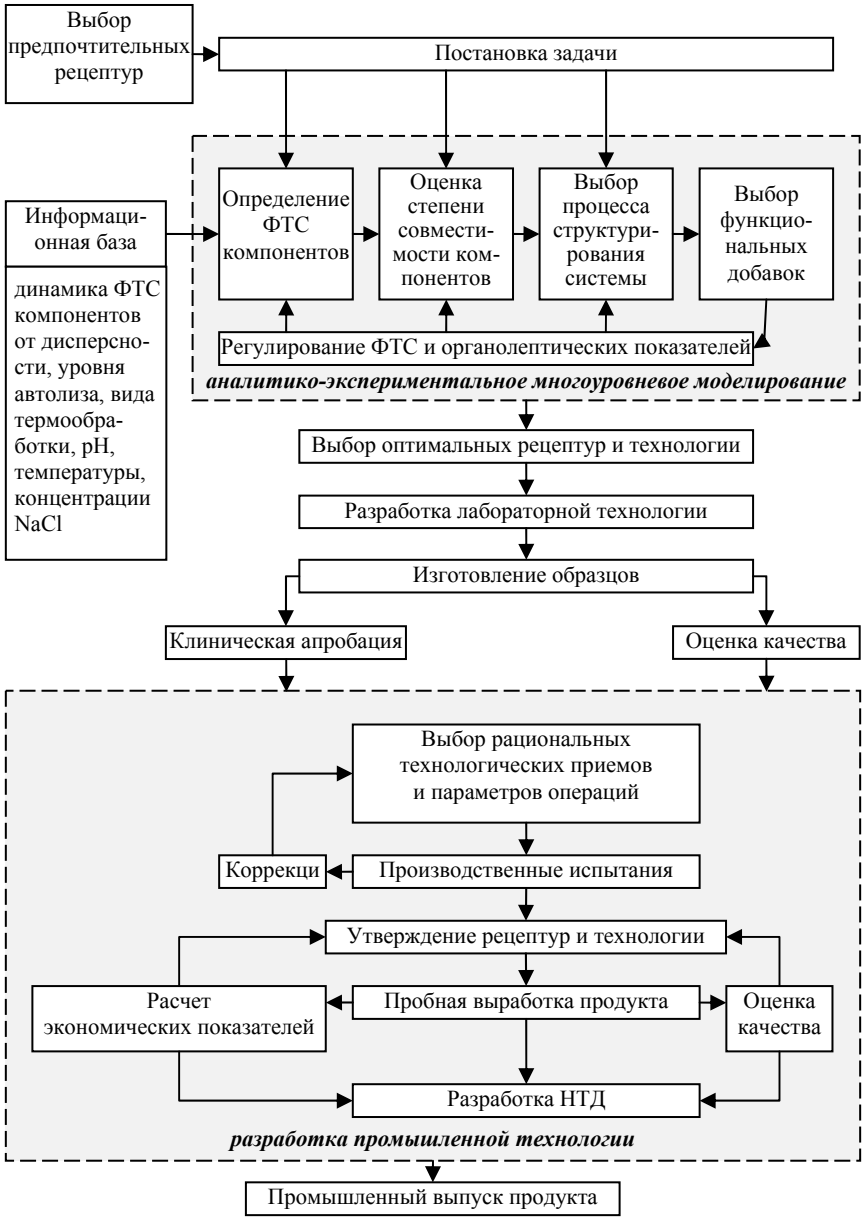


Рис. 2. Схема процесса создания новых видов мясопродуктов

технические средства, оценивают ФТС каждого из компонентов, характер их изменений в зависимости от конкретных физико-химических и биохимических факторов, свойственных для данной базовой технологии, оценивают степень совместимости ингредиентов. На следующем этапе в условиях аналитико-экспериментального многоуровневого моделирования проверяют уровень устойчивости мясных систем, приготовленных на основе предпочтительных рецептур и, в случае необходимости, осуществляют регулирование ФТС отдельных ингредиентов и модельных систем, а также органолептических свойств продукции путем выбора и применения определенных механических, физико-химических, биохимических и биотехнологических воздействий, факторов, приемов и средств, включая использование пищевых функциональных добавок. Результаты моделирования обеспечивают оптимизацию параметров отдельных операций технологического процесса, позволяют скорректировать базовый рецептурный состав, выбрать рациональные виды и количества пищевых добавок.

Окончательная фаза конструирования мясопродуктов заключается в разработке лабораторной технологии, производственных испытаниях, окончательной корректировке режимов отдельных технологических операций, проведении комплексных исследований качества, подготовке нормативных документов и организации промышленного выпуска. Апробация предлагаемой методологии конструирования мясопродуктов в научно-исследовательских лабораториях и в условиях производства показала ее высокую результативность.

Основные положения предлагаемой методологии, их обсуждение и развитие могут создать условия для перехода процесса конструирования рецептур и технологий мясопродуктов на качественно новый уровень. При этом рассмотрение и анализ представленной блок-схемы показывают, что степень эффективности ее реализации, уровень оперативности и достоверности полученных данных значительно зависят от объема информационной базы, характеризующей ФТС компонентов. Сокращение рутинной части работы и эффективное использование компьютерного моделирования может быть достигнуто за счет формализации требований к СМС мясных систем и готовых изделий, установления основных параметров процесса структурирования, нахождения регрессионных уравнений, описывающих зависимость ФТС объектов от физико-химических факторов и т. д.

2. ФТС МЯСНОГО СЫРЬЯ И СУБПРОДУКТОВ. ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СОВМЕСТИМОСТИ

Изучение ФТС ингредиентов рецептур и накопление соответствующей информационной базы дает возможность решать следующие технологические задачи. Во-первых, оценить технологическую роль и потенциальные возможности сырья в процессе формирования свойств мясных систем. Во-вторых, обосновать условия использования сырья и материалов, определить условия совместимости ингредиентов рецептур, что позволит регулировать свойства сырья и мясных систем в целом. И, наконец, в-третьих – прогнозировать изменения свойств мясных систем в процессе производства и получать продукцию высокого качества.

За последние десятилетия накоплен массив фрагментарных данных по основным ФТС мясного сырья и пищевых субпродуктов, их динамике от дисперсности системы и вида термообработки [7, 9–11]. Эти данные позволяют объективно подойти к оценке технологических возможностей мясного сырья, определить условия совместимости и взаиморегулирования свойств фаршевых систем. (табл. 2, 3). В зависимости от уровня ФТС, в сырье можно идентифицировать 5 групп (табл. 1).

Приведенные данные позволяют рационализировать процесс многоуровневого моделирования мясных систем, конкретизируют информационную базу данных (табл. 4).

Таблица 1

Идентификация групп мясного сырья по диапазону ФТС

Показатель	Диапазоны значений для группы				
	1	2	3	4	5
ВУС, ВСС, % к общей влаге	20–40	41–60	61–80	81–90	91–100
ВПС, % (мас.)	4–10	11–30	31–60	61–100	101–120
ЖУС, % (мас.)	1–10	11–20	21–30	31–40	41–50
Пластичность, $см^2/г$	4–6	7–10	11–15	16–20	21–30

Примечание: виды мясного сырья сгруппированы по возрастанию ФТС;
1 группа – низкие свойства, 2 – ниже среднего, 3 – средние, 4 – высокие, 5 – очень высокие

Таблица 2

Зависимость ФТС мясного сырья от дисперсности и наличия термической обработки

Вид сырья	Без термообработки								Термообработанное							
	ВСС, %		пластичность, $\times10^{-1}$ м^2/кг		ВПС, % (мас.)		ЖУС, % (мас.)		ВСС, %		пластичность, $\times10^{-1}$ м^2/кг		ВПС, % (мас.)		ЖУС, % (мас.)	
	3 мм	куттер	3 мм	куттер	3 мм	куттер	3 мм	куттер	3 мм	куттер	3 мм	куттер	3 мм	куттер	3 мм	куттер
Говядина высшего сорта	90,3±2	94,8±1,6	7,69±0,4	8,92±0,2	50,4±1,3	118±2,8	37,4±2,4	46,8±4,1	78,9±2,8	86,4±2	5,1±0,4	6,6±0,3	31±2,6	28,3±2,8	22,8±1,4	36,6±1,7
Мясо котлетное	85,9±3,4	88,4±4,6	10,6±0,8	12,13±1	52,3±3,7	54,8±6,2	26,3±3	31,4±1,8	54,8±3,3	56,6±4,7	4,4±0,4	5,8±0,4	20,4±0,7	19,4±1,1	19,6±0,8	23,5±1,3
Свинина нежирная	68±4	70,2±3,2	8,8±0,7	9,7±0,8	49,7±2,6	67±3,2	29,6±1,7	36,4±2,4	64,8±4,4	65,2±5,1	6,8±0,3	7,2±0,4	29,7±0,8	30±1	24,2±2,3	28,2±1,6
Баранина мясная	79,7±5,4	83,2±7,2	6,1±0,5	6,7±0,6	52,8±6,1	54,4±4,2	29,7±1,3	42,5±0,8	72,2±3,5	74±5,1	5±0,3	5,8±0,3	26,3±1,4	25,8±1,2	26,2±0,8	28,8±1
Баранина жирная	–	–	9,6±0,6	10±0,5	24,3±1,8	27,2±1,1	18,7±1,8	26,4±1,5	–	–	8,1±0,2	9,2±0,3	5,8±0,1	6±0,2	9,4±0,4	9,6±0,4
Баранина односортная	70,4±3,2	78,8±2,6	7,8±0,4	8,9±0,4	40,2±3,7	43,4±3,4	24,9±1,6	35,8±1,3	58,8±2,2	60±1,8	6,4±0,5	7,8±0,2	12,7±0,8	17,3±1,1	18,8±1,7	20,2±1,4
Мясо говяжьих голов	64,4±1,8	68,6±2	6,2±0,2	6,6±0,2	36,9±1,3	37,3±1,2	12,9±0,9	17,5±0,5	67,3±2,4	70,1±1,6	4,2±0,2	4,7±0,2	22,7±1,3	26,1±1,7	26,4±0,8	38,8±1,2
Мясо свиных голов	–	–	5,8±0,6	6,8±0,5	26,6±2,4	28,7±2,1	18,8±0,7	21,9±1,3	26,6±3	29,9±1,4	8,4±0,2	9±0,4	12,6±1	15,2±0,8	14,4±1,2	14,6±1,1
Рубец говяжий	49,8±3,7	65,4±4,2	5,78±0,6	7,7±0,4	53,2±4,4	58,3±3,8	26,1±2,2	27,8±2,5	78,3±3,8	84,8±3,1	8,8±0,7	10,4±0,3	40,8±3,4	44,4±4,1	28,9±1,7	43,5±2,5
Легкое говяжье	94,3±1,6	96±1,2	11,3±0,9	11,5±0,8	30,6±2,8	35±4	25,2±2,2	32,8±3,1	82,5±1,5	90,3±1,2	9,7±0,6	6,9±0,6	33,2±2,7	33,8±2,3	32,7±1,9	36,7±2,2
Селезенка говяжья	66,6±3,4	64,2±4	18,1±0,4	18,8±0,3	26±2	29,3±2,7	16,6±1,1	18,2±0,8	77,2±1,4	71,4±2,6	8,7±0,3	8,7±0,3	29,1±1,9	32,2±2,4	28,3±1,7	30,3±2,6
Печень говяжья	87,1±2,4	89,4±1,8	20,3±0,2	20,5±0,2	–	–	–	–	82,4±2,5	74,5±4,5	9,1±0,14	9,4±0,14	–	–	30,4±2,6	48,6±3,1
Мясо пищевода	78,2±3,3	80,2±2,8	8,1±0,6	8,7±0,4	15,1±1,1	16,5±1,4	9,8±0,9	12,2±1,3	58±3,6	59,9±4,3	6,4±0,7	6,6±0,5	21,2±1,8	23,4±1,7	20,9±1,9	20,4±2,2
Шквара пищевода	–	–	–	–	–	–	–	–	100	100	10,6±0,2	11,2±0,2	42,1±1,6	50,7±2,4	32±2,4	52,2±1,7

Таблица 3

Зависимость ФТС субпродуктов от дисперсности и наличия термической обработки

ФТС	Вид сырья						
	печень	сердце	мозги	язык	вымя	почки	диафрагма
Массовая доля, %							
влаги	72,2	76,7	78,8	71,2	62,3	80,8	74,5
белка	17,6	16,8	10,7	17,2	11,6	15,9	15,1
жира	3,4	3,2	8,5	9,4	24,8	3,7	6,6
Без термической обработки							
ВСС, % к общей массе							
3 мм	80,4 ± 1,8	46,8 ± 2,6	–	70,9 ± 4,4	47 ± 3,8	91,1 ± 2,8	78,6 ± 3,5
куттер	83,2 ± 1,4	58,3 ± 3,4	–	77,2 ± 6,2	61,3 ± 2,4	88,6 ± 3,2	80,2 ± 2,2
Пластичность, $см^2/г$							
3 мм	22,4 ± 0,7	11,3 ± 0,9	26,8 ± 0,2	9,3 ± 0,8	16 ± 0,8	4,2 ± 0,4	8,4 ± 0,5
куттер	22,8 ± 0,4	13 ± 0,6	26,8 ± 0,2	10,4 ± 0,2	18,7 ± 0,6	4,9 ± 0,3	8,6 ± 0,5
ВПС, % к исходной массе							
3 мм	–	7,9 ± 0,8	4,8 ± 0,3	5,8 ± 0,6	8,1 ± 0,7	6,4 ± 0,7	9,3 ± 0,9
куттер	–	10,5 ± 0,5	5,7 ± 0,2	7,1 ± 0,5	10,4 ± 0,4	6,8 ± 0,6	10,2 ± 0,8
ЖУС, % к исходной массе							
3 мм	–	2,5 ± 0,3	1,4 ± 0,1	9,4 ± 0,6	17,2 ± 0,6	3,7 ± 0,4	9,8 ± 0,7
куттер	–	4,2 ± 0,2	1,7 ± 0,2	11,4 ± 0,5	13,9 ± 0,4	5,6 ± 0,3	11,4 ± 0,6
Термически обработанные							
ВУС, % к общей влаге							
3 мм	78,1 ± 2,6	44 ± 3,2	60,2 ± 1,4	87,4 ± 2,2	37,5 ± 1,8	93,4 ± 2,4	64,3 ± 2,7
куттер	75,4 ± 2	59 ± 2,8	62,1 ± 1,7	88,6 ± 1,9	56,5 ± 0,7	91 ± 1,6	66,2 ± 1,8

Окончание табл. 3

ФТС	Вид сырья						
	печень	сердце	мозги	язык	вымя	почки	диафрагма
Пластичность, $см^2/г$							
3 мм	9 ± 0,6	8,3 ± 0,8	13,4 ± 0,2	8,2 ± 0,8	7,6 ± 0,6	5,8 ± 0,3	6,8 ± 0,6
куттер	9,6 ± 0,5	8,7 ± 0,4	13,8 ± 0,2	9,1 ± 0,6	8,7 ± 0,4	7,2 ± 0,3	7 ± 0,7
ВПС, % к исходной массе							
3 мм	18,2 ± 1,1	18,3 ± 2	5,6 ± 0,4	14,2 ± 1,4	32,5 ± 1,6	8,8 ± 0,9	18,9 ± 1,3
куттер	28,8 ± 0,9	26,8 ± 0,8	5,2 ± 0,3	12,4 ± 1,6	21,5 ± 1,2	9,6 ± 0,7	21,2 ± 0,8
ЖУС, % к исходной массе							
3 мм	31,5 ± 1,7	20,6 ± 1,9	12 ± 0,9	14,3 ± 1,2	32,9 ± 2,2	10,1 ± 1,2	19,9 ± 2,1
куттер	33,4 ± 1,4	28,2 ± 1,2	12,7 ± 0,6	26,3 ± 1,3	27,6 ± 1,5	10,9 ± 0,8	20,6 ± 1

Таблица 4

Классификация мясного сырья по группам (см. табл. 3)

Вид сырья	Без термообработки								Термообработанное							
	ВСС, % (мас.)		пластичность, $\times 10^{-1}$ $м^2/кг$		ВПС, % (мас.)		ЖУС, % (мас.)		ВСС, % (мас.)		пластичность, $\times 10^{-1}$ $м^2/кг$		ВПС, % (мас.)		ЖУС, % (мас.)	
	3 мм	куттер	3 мм	куттер	3 мм	куттер	3 мм	куттер	3 мм	куттер	3 мм	куттер	3 мм	куттер	3 мм	куттер
Говядина																
высшего сорта	4	5	2	2	3	5	4	5	3	4	1	2	3	2	3	4
1 сорта	4	5	2	2	4	5	4	5	3	3	1	1	2	2	3	4
2 сорта	3	4	2	3	3	3	3	3	3	3	1	1	2	2	2	4
односортная	4	4	3	3	3	3	3	4	2	2	1	1	2	2	2	3
Свинина																
нежирная	3	3	2	2	3	4	3	4	3	3	2	2	3	2	3	3
полужирная	3	3	2	3	3	4	3	3	3	3	2	2	2	2	2	3
жирная	–	–	3	3	2	3	3	3	1	1	2	2	1	1	2	1

Окончание табл. 4

Вид сырья	Без термообработки								Термообработанное							
	ВСС, % (мас.)		пластичность, $\times 10^{-1}$ м^2/кг		ВПС, % (мас.)		ЖУС, % (мас.)		ВСС, % (мас.)		пластичность, $\times 10^{-1}$ м^2/кг		ВПС, % (мас.)		ЖУС, % (мас.)	
	3 мм	куттер	3 мм	куттер	3 мм	куттер	3 мм	куттер	3 мм	куттер	3 мм	куттер	3 мм	куттер	3 мм	куттер
Баранина																
мясная	3	4	1	1	3	3	3	5	3	3	1	1	2	2	3	3
жирная	–	–	2	2	2	2	2	3	–	–	2	2	1	1	1	1
односортная	3	3	2	2	3	3	3	4	2	2	1	3	2	2	2	2
Субпродукты говяжьи 1 категории																
Печень	3	4	5	5	–	–	–	–	3	3	1	2	2	2	4	4
Почки	5	4	1	1	1	1	1	1	5	5	1	2	1	1	1	2
Мозги	–	–	5	5	1	1	1	1	2	3	3	3	1	1	2	2
Сердце	2	2	3	3	1	2	1	1	2	2	2	2	2	2	3	3
Язык	3	3	2	2	1	1	1	2	4	4	2	2	2	2	2	2
Диафрагма	3	4	2	2	1	2	1	2	3	3	2	2	2	2	2	3
Субпродукты говяжьи 2 категории																
Мясо голов	3	3	2	2	3	3	2	2	3	3	1	1	2	2	3	3
Вымя	2	3	4	4	1	2	2	2	1	2	2	2	3	2	4	3
Рубец	2	3	1	2	3	3	3	3	3	4	2	3	3	3	3	5
Легкие	5	5	3	3	3	3	3	4	4	4	2	1	3	3	4	4
Селезенка	3	3	4	4	2	2	2	2	3	3	2	2	2	3	3	3
Губы	5	5	1	1	1	1	1	1	4	4	1	2	2	2	2	3
Мясо пищевода	3	3	2	2	2	2	1	2	2	2	1	2	2	2	3	2
Шквара пищевая	–	–	–	–	–	–	–	–	5	5	2	3	3	3	4	5
Мясо голов свиных	–	–	1	1	2	2	1	2	1	1	2	2	2	2	1	2

3. ФТС СТРУКТУРООБРАЗОВАТЕЛЕЙ РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Среди природных полимеров, широко применяемых в пищевой технологии, мука зерновых и зернобобовых культур, крахмалы, горчичный порошок занимают приоритетное положение. Интерес к расширению области использования этих видов сырья, часть из которых является белоксодержащими, постоянно возрастает, но вопросы практической реализации во многом затруднены из-за ограниченности сведений об основных свойствах муки, горчицы и крахмалов, о характере их изменения в специфических условиях мясных систем. Изучение ФТС таких видов традиционного растительного сырья, как порошок горчичный, разные виды муки, а также крахмалы может позволить переосмыслить сложившиеся принципы их технологического применения, выявить новые аспекты в механизме взаимодействия в гетерогенных мясных системах, оптимизировать параметры и нормы введения, создать научно обоснованные технологии высококачественных мясных изделий, противодействовать экспансии импортных белковых препаратов и функциональных добавок на отечественном продовольственном рынке.

3.1. ФТС крахмалов

В химическом отношении природные крахмалы представляют собой смесь полисахаридов амилазы и амилопектина. Важнейшим свойством нативного крахмала является его способность к набуханию и клейстеризации при нагревании с последующим гелеобразованием. ГС при охлаждении крахмалов характеризуется его критической концентрацией гелеобразования (ККГ) или «гель-точкой», причем уровень ККГ зависит как от вида крахмала, так и от условий среды гидратации – pH, температуры, ионной силы. Для натуральных и модифицированных крахмалов изучены влияние концентрации NaCl, уровня pH среды на характер изменения ККГ и СМС гелей, а также адгезивные свойства.

Таблица 5

Основные характеристики крахмалов [12]

Вид	Производитель	ГОСТ	Зола, %	Массовая доля влаги, %	pH 2 % водной суспензии	ККГ, %
Х-амило-100	«КМС», Дания	–	≤ 0,5	15,33	8,6	4,2
Картофельный	ОАО «Чаплыгинский крахмальный завод»	7699–78	0,3	17,6	8,3	3,3
Кукурузный	ОАО «Сырятинский крахмальный завод»	7697–82	0,2	14,7	7,5	4,3

Результаты исследования позволили выявить ряд следующих тенденций: увеличение концентрации NaCl сопровождается возрастанием ККГ, причем для каждого вида крахмала эти изменения имеют особенности. Для картофельного крахмала минимум гелеобразующих свойств наблюдается при исходном значении pH и концентрации NaCl 2,5 %; ККГ при этом составляет 4,97 %. Для кукурузного крахмала минимум гелеобразующих свойств имеет место при pH 6, концентрации NaCl 2,5 % и соответствует ККГ 7,68 %. Установлено, что в отличие от нативных крахмалов гелеобразующие свойства модифицированных крахмалов практически не зависят от концентрации NaCl и pH во всем исследованном диапазоне. Наблюдаемое действие NaCl на ГС нативных крахмалов, по всей видимости, объясняется чувствительностью содержащихся в них фосфатных групп к присутствию низкомолекулярных ионов.

Полученные данные позволили определить оптимальные условия применения исследованных типов крахмалов при производстве эмульгированных мясопродуктов, имеющих pH от 6 до 6,8 и содержащих до 2,5 % NaCl, и доказать, что наилучшей гелеобразующей способностью обладают картофельный и модифицированный крахмалы.

Сравнительный анализ характеристик водных гелей, полученных на основе различных крахмалов при концентрациях в 2 раза выше ККГ, обеспечивающих гарантированное гелеобразование в условиях мясных систем при pH 6,4 и концентрации NaCl 2,5 % показал, что все гели непрозрачны, не тиксотропны, проявляют синерезис. Наиболее пластичные и одновременно упругие гели с высоким уровнем ВСС дал модифицированный крахмал Х-амило-100

(табл. 6). Принимая во внимание широкое применение крахмалов в составе шприцовочных рассолов, используемых в технологии реструктурированных и цельномышечных изделий, представлялось целесообразным оценить влияние повышенных концентраций соли – до 16 % – на величину ККГ.

Таблица 6

ФТС крахмалов [12]

Вид	Концентрация раствора, % (мас.)	Показатели ФТС		
		ВСС, % к общей влаге	пластичность, $см^2/г$	пенетрация, мм
Картофельный	10	45,6	16,2	11,9
Кукурузный	11	50,7	19,7	17,2
Х-амило-100	9	52,7	21,4	15,8

Экспериментальные данные свидетельствуют о необходимости увеличения концентрации крахмала с повышением концентрации соли для стабильного гелеобразования. При концентрации от 0 до 5 % значения ККГ для картофельного крахмала оказались ниже, чем для модифицированного, однако, при содержании соли 10–16 %, наименьшими значениями ККГ характеризовался модифицированный крахмал. Увеличение концентрации крахмала в системе приводит к упрочнению гелей, повышению ВСС и снижению пластичности. Суточная выдержка вызывает дальнейшее упрочнение гелей вследствие старения.

Исследования адгезивных свойств крахмала проводились на модельных растворах-гелях (рис. 3) и реальных мясных системах [12]. В качестве мясных моделей использовали пластины сырья с низким содержанием миофибриллярных белков. Установлено, что при прочих равных условиях уровень «приклеивания» зависит от вида и морфологического строения мясного сырья: величина адгезии легкого максимальна, почек – минимальна, вымя занимает промежуточное положение.

Исследования, выполненные на композиционных модельных мясных системах – смеси грубоизмельченных почек, вымени, мозгов – свидетельствуют о том, что введение в рецептуры от 3 до 4 % крахмала позволяет существенно повысить монолитность формованного субпродуктового изделия при одновременном увеличении его сочности (табл. 7).

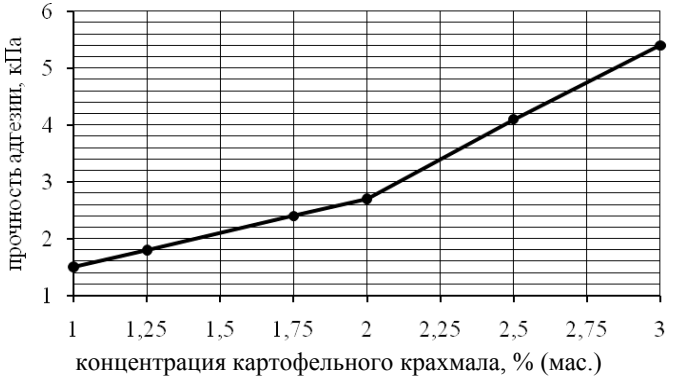


Рис. 3. Изменение адгезии гелей картофельного крахмала

Таблица 7

Зависимость ФТС формованных изделий из субпродуктов от содержания крахмала, % (мас.)

Содержание крахмала, %	Визуальная оценка монолитности, балл	Пенетрация, мм	ВСС, % к общей влаге	Напряжение среза, $н/м^2$	Работа резания, $Дж/м^2$
0 (контроль)	3,2	10,6	84,2	188,0	176,8
1	5,0	8,7	92,4	224,0	179,9
2	7,1	5,8	98,2	254,0	182,4
3	8,1	5,6	100,0	306,0	219,2
4	8,1	5,6	100,0	362,0	221,5

Анализ экспериментальных данных дает возможность объективно подойти к выбору типа и концентрации крахмала, обосновать нормы и условия применения, прогнозировать его влияние на отдельные качественные характеристики и технологические показатели продукции.

3.2. ФТС муки

Дефицит белков животного происхождения и развитие технологии комбинированных пищевых продуктов постоянно инициируют исследования в плане совместного использования

мясного и растительного сырья. Так как в состав муки разных видов входит от 10 до 49 % белка и от 25 до 74 % углеводов, включая 16–67 % крахмала, ее можно рассматривать как структурообразователь, обладающий определенным уровнем биологической ценности. Несмотря на широкое применение муки в пищевой промышленности, необходимо отметить отсутствие данных, характеризующих ее ФТС в диапазоне физико-химических условий, соответствующих технологическим параметрам процессов производства мясопродуктов, что не позволяет объективно оценить функциональный потенциал муки как белоксодержащего ингредиента, оптимизировать условия ее использования, выбрать средства для направленного регулирования свойств.

Для решения этих задач был выполнен цикл исследований по изучению основных ФТС муки четырех видов: соевой дезодорированной полуобезжиренной, гороховой, пшеничной высшего сорта и рисовой [13]. Экспериментальные данные (табл. 8) свидетельствуют, что мука разных видов при исходных значениях pH существенно различается по уровням водо- и жироудерживающей способностей, причем введение в систему NaCl снижает ВУС большинства препаратов, за исключением муки гороховой. По уровню убывания величин ВУС и ЖУС муку можно ранжировать следующим образом: пшеничная > гороховая > рисовая > соевая, причем пшеничная и гороховая мука существенно превосходят по жиро- и водоудерживающей способностям соевую и рисовую.

Таблица 8

Значения ВУС и ЖУС разных видов муки

Вид муки	Характеристики муки		ВУС, г жидкости/г препарата			ЖУС, г масла/ г препарата
	массовая доля влаги, %	pH 2 % суспензии	вода	растворы NaCl		
				2,5 %	5 %	
Пшеничная	11,45	6,8	13,8 ± 0,7	9,8 ± 0,5	9,5 ± 0,5	6,23 ± 0,31
Рисовая	11,22	7,3	6,5 ± 0,3	6,2 ± 0,3	5,9 ± 0,3	1,28 ± 0,06
Соевая	3,72	7,2	2,9 ± 0,2	2,6 ± 0,1	2,6 ± 0,1	1,07 ± 0,05
Гороховая	8,76	6,9	10,9 ± 0,6	11,7 ± 0,6	13,5 ± 0,7	4,77 ± 0,24

Основные компоненты муки – белки и крахмал – играют существенную и многообразную роль в образовании и стабилизации

мясных эмульсий. Белки, растворимые в водной фазе эмульсии, выполняют, прежде всего, функцию поверхностно-активных веществ, облегчающих процесс эмульгирования; кроме того, они участвуют в формировании межфазных адсорбционных слоев, препятствующих коалесценции в эмульсиях. Процесс образования белковых гелей связан с денатурацией, то есть разрушением нативной трехмерной структуры белка, чаще всего при нагревании, и высвобождением полипептидных цепей, которые в результате этого могут затем образовывать пространственную сетку при охлаждении раствора, стабилизированную, главным образом, гидрофобными взаимодействиями. Крахмал проявляет способность к клейстеризации и гелеобразованию вследствие наличия в нем линейного полисахарида амилазы и разветвленного амилопектина. Наконец, и белковая, и крахмальная фракции муки играют роль загустителя водной фазы, повышающего седиментационную устойчивость эмульсии.

С целью получения конкретной информации изучалась ЭС различных видов муки в модельных суспензиях, сырых и подвергнутых термообработке, с концентрацией муки в водной фазе 2 % [13]. В качестве контроля использовали системы, приготовленные на основе соевого белкового изолята (СБИ) СУПРО 500Е. Соевая мука, несколько уступающая СУПРО 500Е, и гороховая мука обладают наиболее выраженной ЭС по сравнению с пшеничной и рисовой, что объясняется более высоким содержанием белка в соевой и гороховой видах муки.

Термическое воздействие на суспензию способствует повышению ЭС как гороховой, так и пшеничной, и рисовой муки. Вероятно, умеренные температуры инициируют развитие двух процессов: растворения белков муки и клейстеризации крахмалов. Первый из них приводит к усилению ЭС белка и одновременно создает условия термотропного структурообразования его дисперсий; второй процесс обеспечивает термотропное гелеобразование крахмала. В совокупности структурные преобразования этих двух биополимеров существенным образом увеличивают устойчивость эмульсии.

Введение NaCl в систему негативно повлияло на ЭС практически всех видов муки, в данных условиях среды – pH 6,3 и концентрации NaCl 2,5 % наилучшую ЭС проявляют гороховая и соевая мука. Рисовая и пшеничная мука существенного влияния на процесс стабилизации эмульсии не оказывают. Таким образом, наибо-

лее устойчивые эмульсии могут быть получены с применением соевой и гороховой муки при концентрации жира 20 и 40 % соответственно.

С учетом различия в химическом составе муки разных видов, целесообразно сравнить уровни ВУС и СМС гелей, приготовленных на основе суспензий муки в 2,5 % растворе NaCl. В условиях эксперимента концентрация муки соответствовала предельному уровню ее гидратации. Как следует из табл. 9, наилучшими СМС обладают гели на базе гороховой и рисовой муки. Доля прочно связанной влаги максимальна для геля соевой муки. Установленные отличия в показателях гелей можно объяснить различной способностью к гелеобразованию биополимеров, входящих в состав муки: гелеобразование соевой муки обусловлено исключительно белками, так как в ней отсутствуют гелеобразующие полисахариды; напротив, гелеобразующие свойства гороховой муки объясняются высоким содержанием гелеобразующего крахмала, поскольку белки гороха не способны образовывать гель. Специфические свойства гелей на основе пшеничной и рисовой муки связаны с особенностями качественного состава и количественных соотношений белков.

Таблица 9

Характеристики гелей на основе муки разных видов

Показатель	Вид муки			
	соевая	гороховая	пшеничная	рисовая
Содержание белка, %	27,8	8,3	9,3	10,9
ВСС, % к общей влаге	91,2	43,3	64,5	71,3
Пластичность, $см^2/г$	20,2	14,1	28,1	18,2
Структура геля	слаботиксотропный	нетиксотропный	тиксотропный однородный	тиксотропный крупитчатый

Обобщение результатов исследования и сравнительная оценка основных ФТС отечественных структурообразователей растительного происхождения с характеристиками соевой полуобезжиренной дезодорированной муки (табл. 10) позволяет сделать заключение о наиболее эффективном структурообразователе – пшеничной

и гороховой муке; причем последняя обладает очень высокой устойчивостью к воздействию поваренной соли. Низкие ЭС пшеничной и рисовой муки при их применении в мясных системах не имеют принципиального значения, поскольку основными эмульгаторами являются миофибриллярные белки.

Таблица 10

Основные ФТС различных видов муки, % к соевой муке

Вид муки	Показатели				Солетолерантность (по ВУС)
	ВУС	ЖУС	ЭС	ГС	
Соевая	100	100	100	100	–
Пшеничная	476	582	–	299	– –
Рисовая	224	120	–	255	–
Гороховая	376	446	83	335	+ +

Таким образом, сведения о фактических значениях показателей ФТС различных видов муки, учитывая характер их изменения под воздействием концентрации NaCl, pH среды и температуры, а также предложенную выше систематизацию, дают возможность оптимизировать как выбор вида норм и условий использования муки – последовательности ввода в мясную систему, так и прогнозировать параметры структурирования.

3.3. ФТС горчичного порошка

Семена горчицы и продукты их переработки являются сложной смесью химических соединений разного класса триглицеридов, белков, углеводов, свободных жирных кислот, фосфолипидов, альдегидов, кетонов, ферментов, витаминов, тиогликозидов и ряда других соединений.

Вырабатываемый промышленностью горчичный порошок содержит белки и углеводы (табл. 11), имеет в составе тиогликозиды синигрин и синалбин, аллилгорчичное масло, придающие продукту специфический жгучий вкус и обусловливающие фунгицидные и бактерицидные свойства. Область технологического применения горчичного порошка достаточно обширна: приготовление различных вкусовых приправ, соусов, майонезов; использование горчицы

в качестве консерванта, подавляющего рост и развитие дрожжей и плесневых грибов; известны примеры применения горчицы в процессах осветления вин, хлебобулочном, консервном и колбасном производствах. При этом следует признать, что, несмотря на имеющийся опыт использования горчичного порошка в технологии эмульгированных мясопродуктов, потенциальные возможности данного вида высокоресурсной отечественной белоксодержащей пищевой добавки практически не изучены.

С целью конкретизации сведений о ФТС горчичного порошка, расширения представлений о его влиянии на свойства мясных систем, обоснования условий технологического применения проведены исследования ВУС, ЖУС и ЭС горчичного порошка первого и второго сорта и изучено влияние на эти показатели pH среды, концентрации хлорида натрия и температуры [14]. Экспериментальные данные (табл. 12) свидетельствуют о достаточно высокой водо- и жироудерживающей способностях горчичного порошка, причем введение в систему 2,5 % поваренной соли позитивно влияет на величину ВУС.

Таблица 11

Химический состав горчичного порошка

Наименование	Количество
Вода, %	7,3
Белки, %	37,1
Жиры, %	11,1
Углеводы, %	
моно- и дисахариды	3,9
крахмал	2
Зола, %	6
Минеральные вещества, мг:	
Na	67
Ca	365
P	797
K	828
Mg	453
Fe	40

Таблица 12

Значения ВУС и ЖУС горчичного порошка при pH 5,7 и (18±2) °С

Порошок горчичный	ВУС, г/г порошка		ЖУС, г/г порошка
	в водном растворе	в 2,5 % растворе NaCl	
1 сорт	4,64	6,00	1,52
2 сорт	5,25	5,34	1,51

Изучение ЭС горчичного порошка проводили в параллельных сериях с общепризнанным стабилизатором эмульсий СБИ СУПРО 500Е. Результаты сравнительной оценки ЭС горчичного порошка 1 сорта и эталонного препарата – СУПРО 500Е в исходных системах при концентрации масла 10–70 % и в системах после термообработки свидетельствуют о том, что горчичный порошок по сравнению с изолированными белками обладает достаточно хорошими ЭС. Устойчивость стабилизированных эмульсий увеличивается с ростом концентрации масла в эмульсии. Термообработка снижает стабильность эмульсий.

По численным значениям ЭС горчицы несколько ниже аналогичного показателя СБИ СУПРО 500Е. Этот факт объясняется, в первую очередь, содержанием белка в горчичном порошке – 36–37 %, что в 2,5 раза ниже, чем в изоляте СУПРО 500Е – 90–94 %. Перерасчет величины относительного уровня ЭС препаратов на единицу белка показывает, что, например, при 40 % масла в системе изолированный белок СУПРО 500Е имеет уровень ЭС 66,6 %, а горчичный порошок первого сорта – 127 %, то есть ЭС горчичного порошка выше в 1,9 раза по сравнению с белком СУПРО 500Е.

Принимая во внимание высокую ЭС горчичного порошка, практический интерес представляет изучение ЭС комбинированных систем со смесями белка СУПРО 500Е и горчичного порошка в различных соотношениях. Сопоставление диаграмм стабильности показывает, что горчичный порошок проявляет высокую ЭС в смеси с СБИ СУПРО 500Е при соотношениях от 1 : 2 до 1 : 1. Установлено, что устойчивость термообработанных эмульсий выше показателей эмульсий собственно препарата СУПРО 500Е без внесения горчичного порошка. При этом более стабильные эмульсии получаются в следующем соотношении основных компонентов: масло – 40 %, водная фаза – 60 %. Введение горчичного порошка

в эмульсии на основе 2 % белка СУПРО 500Е снижает стабильность сырых эмульсий максимально на 9 %, однако стабильность аналогичных термообработанных эмульсий повышается. Наиболее высокую ЭС имели термообработанные эмульсии на основе смеси белка СУПРО 500Е и горчичного порошка в соотношениях от 2 : 1 до 2 : 1,5, что имеет важное практическое значение.

Стабильность комбинированных термообработанных эмульсий увеличивается в диапазоне pH 6,7–7. Уровень pH 7 обеспечивает максимум стабильности при соотношении белка СУПРО 500Е и горчичного порошка от 2 : 2 до 2 : 2,5.

Введение NaCl от 2 до 5 % на 10–15 % снижает стабильность сырых эмульсий, однако после термообработки наблюдаемый эффект менее выражен – ниже на 2–4 %. При соотношении белка СУПРО 500Е и горчичного порошка 2 : 0,5, 2 : 0,25 стабильность термообработанных эмульсий выше при введении 2 % и 5 % NaCl, чем стабильность термообработанных эмульсий только с белком СУПРО 500Е при добавлении аналогичных количеств хлорида натрия.

Таким образом, горчичный порошок более термоустойчив и более солетолерантен по сравнению с изолятом СУПРО 500Е. Изучение свойств суспензий, приготовленных на основе белка СУПРО 500Е и горчичного порошка, показало, что термообработка увеличивает ЭС белка СУПРО 500Е и горчичного порошка, при pH 6,3 эмульсии отличаются относительно постоянной стабильностью, с ростом концентрации горчицы в системе от 0 до 0,25 % стабильность эмульсий на основе термообработанных суспензий возрастает.

ГС горчичного порошка ниже, чем ГС соевого изолята. Отмечено, что введение NaCl в системы с белком СУПРО 500Е приводит к снижению ВСС и ухудшению пластичных свойств гелей. Добавление к такой системе горчичного порошка приводит к крупчатости геля, но при этом улучшаются его пластичные свойства (табл. 13).

В составе горчичного порошка присутствует от 1 до 3 % эфирных масел и ненасыщенных жирных кислот. В свете актуальности разработки доступных, безопасных отечественных пищевых добавок с многофункциональным действием для нужд колбасного производства, выполнен цикл комплексных микробиологических и физико-химических исследований, направленных на изучение антимикробного и антиоксидантного действия горчицы «Сарептской» в модельных и реальных системах (табл. 14).

Таблица 13

ГС комбинированных эмульсий

Концентрация, %		Содержание NaCl, %	Характеристика образца			
СУПРО 500Е	горчичного порошка		влага, % (мас.)	пенетрация, мм	ВСС, % к общей влаге	пластичность, $см^2/г$
20	0	0	80,49	16,8	92,3	7,04
20	0	2,5	77,39	13	86,4	6,19
20	3	0	78,64	13,6	78,6	8,55
20	3	2,5	76,26	12,4	77,3	8,43

Таблица 14

Результаты микробиологических исследований

Наименование препарата, концентрация в системе, %	Группы микроорганизмов								Плесневые грибы, ед.
	кишечная палочка, ед. граммотрицательных палочек	протей	сульфит-редуцирующие клостридии	КМАФАнМ, КОЕ/г	стрептококки		стафилококки		
					помутнение	осадок	помутнение	осадок	
Горчица									
0,5	11	++	++	620	–	++	++	++	3
1	10	++	++	610	–	++	++	++	2
2	9	+	+	580	–	+	+	+	1
Хлорид натрия									
0,5	10	++	++	610	–	++	+++	++	4
1	9	++	++	600	–	++	+++	++	3
2	9	++	++	600	–	++	+++	++	3
Йодированный хлорид натрия									
0,5	12	++	++	620	–	++	++	++	4
1	11	++	++	610	–	++	++	++	3
2	10	++	++	600	–	++	++	++	3
Контроль	12	++	++	630	–	++	++	++	4

Примечание : + слабый рост; ++ средний рост; +++ интенсивный рост.

На первом этапе оценивалось бактериостатическое действие растворов трех веществ: хлорида натрия, йодированного хлорида натрия и горчицы, взятых в концентрациях 0,5, 1 и 2 %. Контролем служили стандартные питательные среды. В сравнении с обычной и йодированной пищевой солью, горчица обладает более выраженным бактериостатическим действием, которое увеличивается по мере роста концентрации препарата в питательных средах. Горчица в концентрации 2 % эффективно подавляет развитие протея, клостридий, стрептококков, стафилококков и микроскопических плесневых грибов.

Далее, в производственных условиях выполнен эксперимент для оценки изменения периода хранения охлажденной говядины на кости за счет аэрозольной обработки 2 % водной дисперсией горчицы. В процессе хранения при (0,5±0,5) °С и влажности воздуха (85±2) % было выявлено, что горчица задерживает развитие микробиологических и окислительных процессов, ингибирует гидролиз белкового компонента сырья и увеличивает период хранения охлажденного мяса на двое суток (табл. 15).

Таблица 15

Динамика качественных характеристик говядины в процессе хранения

Показатели	Период хранения, сут.							
	8		10		14		16	
	опыт	контроль	опыт	контроль	опыт	контроль	опыт	контроль
Летучие жирные кислоты, мг КОН/25 г мяса	3,8	4,6	5,2	8,8	7,9	12,1	11,6	20,8
Реакция с $CuSO_4$ (состояние бульона)	прозрачный			слегка мутный		осадок	хлопья	осадок «желе»
Содержание аминоаммиачного азота, мг%	48,2	54,6	76,8	87,7	91,4	126,8	128,1	152,4
Пероксидное число покровного жира, % J_2	0,008	0,012	0,016	0,021	0,024	0,032	0,028	0,040
Органолептические показатели	в норме		в норме		в норме	признаки порчи	удовлетворительно	признаки порчи

Таким образом установлено, что горчичный порошок, уступая по уровню ГС соевым изолятам, конкурентоспособен по показателям ВУС и ЭС, причем значительно превосходит СБИ по степени солетолерантности. Подтверждено наличие у суспензий горчичного порошка антимикробного и антиоксидантного действий.

3.4. ФТС нута, топинамбура и семян тыквы

С целью создания продуктов лечебно-профилактического назначения проведены исследования [15–17] химического состава нута, топинамбура и белкового наполнителя из семян тыквы. Изучался также механизм взаимодействия их отдельных компонентов с основными микронутриентами животного сырья – липидами, полисахаридами, биологически активными веществами и др.

3.4.1. Нут

Для экспериментов использовалось зерно нута сортов «Волгоградский-5» и «Волгоградский-10». Разработана и утверждена нормативно-техническая документация [18], получены заключение института питания РАМН и гигиеническое заключение Минздрава РФ на нутовую муку как пищевую добавку. Нутовая мука представляет собой продукт высокой пищевой ценности с массовой долей белка до 31 %, жира – до 8 %, углеводов – до 60 % и имеет высокое содержание биологически активных веществ, таких как микроэлемент селен и флавоноиды, обладающие антиканцерогенной активностью. С использованием нутовой муки разработано и внедрено на мясоперерабатывающих предприятиях более 20 наименований мясных изделий, в том числе полукопченые и вареные колбасы, паштеты, полуфабрикаты, пельмени. При этом установлено, что повышение функционально-технологических характеристик готовых изделий – водосвязывающей способности (ВСС) связано с размерами частиц муки. Наиболее высокой ВСС обладает нутовая мука со степенью измельчения 0,15–0,2 мм. Биологическая ценность колбасных изделий с нутом на 19–20 % выше, чем у традиционных изделий. Высокая биологическая ценность комбинированных колбас подтверждена данными эффективности и усвояемости белков (табл. 16).

Таблица 16

Биологическая ценность белков изделия колбасного с нутом

Продукт	Коэффициенты	
	КЭБ* (PER)	КЧУБ* (NPR)
Контрольный образец	2,8	3,5
Изделие колбасное с нутом	3,7	4,5

Примечание: КЭБ – коэффициент эффективности белка: отношение прибавки в весе растущего животного к количеству белка, скормленного в период эксперимента; КЧУБ – коэффициент чистой утилизации белка: доля азота, усвоенного организмом, от общего количества азота, поступившего с пищей.

Разработана и утверждена нормативно-техническая документация на мясной продукт, в котором в качестве рецептурного ингредиента использовано пророщенное зерно нута [19]. При прорастании семян в клеточных органеллах активизируются ферменты, усиливающие дыхание и гидролиз запасных веществ нута, способствующий синтезу белков, флавоноидов, активизируется действие фитогормонов, повышается содержание токоферолов, каротиноидов, фосфолипидов, эссенциальных жирных кислот. Содержание белка в продукте увеличилось в 1,7 раза, а витаминов группы *B* – в 3 раза. Содержание эссенциальных жирных кислот составило 80 % от общего количества жирных кислот.

Изучено влияния селена пророщенного нута на эндогенное образование *N*-нитрозосоединений или нитрозодиэтиламина (НДЭА), обладающих канцерогенной активностью. Исследования проводились на белых крысах-самцах массой 200–250 г. В результате установлено, что пророщенное зерно нута оказывает выраженное ингибирующее действие на синтез НДЭА.

Использование нутовой муки в качестве заменителя части основного мясного сырья в производстве колбасных изделий позволяет:

– получить продукты с высокой степенью сбалансированности пищевых веществ и повышенной биологической ценности;

– улучшить экономические показатели производства – увеличить объем выработки продукции при одновременном снижении расхода мясного сырья до 15 %, сократить потери массы при термообработке колбасных изделий;

– повысить качество продукции – снизить риск образования бульонно-жировых отеков стабилизацией мясной эмульсии;

– обеспечить стабильность технологического процесса – применение нутовой муки не требует изменений в оборудовании и технологии.

3.4.2. Семена тыквы

Разработана и утверждена нормативно-техническая документация на белковый наполнитель из семян тыквы, который содержит до 32 % белка. Наличие в этом белке аминокислоты кукурбитин, обладающей антигельминтным действием, позволяет придать продукту лечебно-профилактические свойства. Установлены минимально действующие дозы вводимого компонента – 3–4 % – для достижения лечебно-профилактического эффекта и основные технологические параметры выработки нового вида мясного продукта. Использование белкового наполнителя из семян тыквы позволяет скорректировать аминокислотный, липидный, жирнокислотный, минеральный и витаминный состав колбас. Разработана техническая документация на изделия колбасные полукопченая «Антоновская» [20] и вареная «Сарпинская оригинальная» [21].

3.4.3. Топинамбур

Исследована возможность использования сухих овощных порошков в производстве колбасных изделий. Разрабо-тана нормативно-техническая документация на колбасу вареную «Сарпинская диетическая» [22]. Продукт обладает лечебно-профилактическими свойствами при нарушении деятельности органов пищеварения.

С учетом содержание полисахаридов в концентрате топинамбура (КТ) – до 75 % проведены исследования возможности его использования для направленного регулирования окраски изделий в производстве мясопродуктов и повышения их безвредности за счет снижения содержания остаточного нитрита. Установлены зависимости изменения гемовых пигментов модельных систем из свинины от наличия КТ, нитрита натрия, жира и степени измельчения. Определен оптимальный уровень замены свинины на КТ – 3 % в рецептурах вареных колбасных изделий.

4. НАТУРАЛЬНЫЕ КОНСЕРВАНТЫ ДЛЯ КОЛБАСНЫХ ИЗДЕЛИЙ

4.1. Экстракт грецких орехов

В деликатесные колбасные изделия для продления сроков хранения традиционно добавляют искусственные или синтетические консервирующие вещества, подавляющие окислительную и микробную порчу. В качестве натурального консервирующего компонента предложено использовать водно-спиртовой экстракт грецких орехов молочно-восковой спелости [23], улучшающий микробиологические характеристики сырокопченых колбасных изделий и повышающий их безопасность для потребителя.

В рецептуру сырокопченого колбасного изделия вносился экстракт грецких орехов в количествах, адекватных традиционно используемому коньяку. Экспериментальные данные показали, что в отличие от контрольного образца с коньяком в опытных партиях колбас гибель санитарно-показательной микрофлоры – *E. Coli*, наиболее устойчивой – происходила на 16 сутки, что повышает степень санитарной безопасности продукции. Все опытные партии сырокопченых колбас обладали улучшенными вкусо-ароматическими характеристиками. Вместе с тем отмечена способность водно-спиртового экстракта грецких орехов стимулировать рост молочной микрофлоры. Концентрация молочнокислых микроорганизмов в партиях сырокопченых колбас с использованием водно-спиртового экстракта грецких орехов превышала аналогичный показатель партий с коньяком в 1,2–2,8 раза.

4.2. Раствор горчицы

Проведены исследования [14] по использованию горчицы против плесневения сырокопченых колбасных изделий в процессах производства хранения. Суспензию горчицы 10, 15 и 20 % концентрации испытывали в сочетании с 7 % раствором поваренной соли и без него. В первом случае, белковую оболочку для

колбас замачивали на 15 мин в этих растворах перед формованием батонов, во втором – после формования поверхность колбасных батонов обрабатывали методом орошения. В качестве контроля использовалась оболочка, замоченная перед формованием в воде.

Аналогично испытывали ферментированные растворы горчицы 5, 10 и 20 % концентрации. Для накопления аллилгорчичного масла в процессе ферментации 20 % суспензию горчичного порошка выдерживали 3–4 суток, после чего центрифугировали 10 мин при 3000 об/мин. Затем фугат разводили водой до концентрации 5 и 10 %. В результате установлено, что все образцы, обработанные орошением свежеприготовленными растворами горчицы, после 7 суток имели на поверхности легкий точечный налет плесени белого цвета. При замачивании оболочки в растворах той же концентрации плесень на поверхности колбасных батонов отсутствовала на протяжении всего процесса сушки. Использование ферментированных растворов в сочетании с 7 % раствором NaCl и без нее способами орошения и замачивания не вызывало роста плесени.

4.3. Раствор бишофита

Для предотвращения плесневения колбасных изделий предложено использовать 2 % раствор природного бишофита [24]. Препарат испытывали тремя способами: замачиванием колбасных оболочек в течение 25–30 мин, погружением формованных колбасных батонов на 10–15 с и распылением на поверхность колбасных батонов после копчения. Последующие операции проводили по традиционной технологии. Наилучший эффект обеспечил способ предварительного замачивания оболочки или погружения батонов в сочетании с орошением после копчения.

5. ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПАРНОГО МЯСА

В связи с наметившимся ростом поголовья скота в РФ в последние годы возрос интерес технологов мясной промышленности к проблеме использования в колбасном производстве парного мяса. Следует напомнить, что горяче-парным считают мясо, полученное непосредственно после убоя животных, не потерявшее животного тепла – температура мяса при этом 38–39 °С, и находящееся в состоянии, предшествующем началу наступления посмертного окоченения.

Привлекательность горяче-парного мяса обусловлена рядом весьма существенных причин:

– сокращение технологического процесса производства до 18–26 ч;

– уменьшение потерь влаги при обвалке туш на 6–7 % против охлажденного;

– максимальные уровни ВСС и ЭС за счет повышенного содержания солерастворимых белков и высокого уровня pH – в частности, ВСС созревшего охлажденного мяса не превышает 85 % от уровня ВСС парного;

– высокие органолептические показатели – нежная консистенция, стабильный розово-красный цвет вследствие отсутствия окисленных форм миоглобина, низкая прочность нативного коллагена соединительной ткани;

– высокие санитарно-гигиенические показатели – микробное число 10 КОЕ/г в отличие от охлажденного мяса – 10^3 КОЕ/г, размороженного – 10^4 КОЕ/г, блочного жилованного – $5 \cdot 10^5$ КОЕ/г, механической дообвалки – $5 \cdot 10^6$ КОЕ/г, шпика охлажденного или замороженного несоленого – $5 \cdot 10^4$ КОЕ/г;

– снижение на 6–7 % потерь массы при термообработке изделий;

– снижение на 80 % потребностей в холодильных площадях и на 60 % – энергозатрат.

Основным препятствием для широкого использования горяче-парного мяса в производственных условиях является чрезвычайно короткий период, в течение которого сырье сохраняет эти свойства: свинина до 3 ч; говядина, баранина и конина – 4–6 ч. По истечению этого времени интенсифицируются процессы распада гликогена, АТФ, и наступает фаза посмертного окоченения. В результате накопления молочной кислоты, смещения pH мяса в сторону изоэлектрической точки белков, ассоциации актина и миозина снижается растворимость и эмульгирующая способность мышечных белков, падает уровень их водосвязывающей способности, резко возрастает механическая прочность, т. е. свойства мясного сырья принципиально изменяются. Посмертное окоченение при температуре 0–4 °С у свиней наступает через 18–24 ч после убоя, у говядины и баранины через 24–48 ч. Температура парного мяса может достигать 38–39 °С, что, с одной стороны, требует использования специальных приемов при его технологической обработке в колбасном производстве – быстрое охлаждение, жесткий контроль температурно-временными параметрами отдельных операции и т. д., а с другой стороны, наличие столь высоких температур может инициировать развитие окислительных, гидролитических, ферментативных и микробиологических процессов. В связи с изложенным, исходя из анализа работы отраслевых предприятий с учетом производственных возможностей, следуют несколько способов работы с горяче-парным мясом.

5.1. Первый способ

Этот способ был наиболее распространен в отрасли в период 1970–1980 годов. Он заключается в необходимости переработки сырья до наступления периода посмертного окоченения. Способ требует высокой оперативности и синхронизации работы цеха первичной переработки скота и цехов по производству изделий из мяса, и в настоящее время наиболее приемлем для предприятий средней и малой мощности.

Убой животных, получение мяса и его использование осуществляют в предельно сжатое время: от момента убоя до начала обвалки – не более 45–60 мин, а до начала посола – не более 2 ч. Особое внимание уделяют контролю температуры и величины pH. Температура говядины в толще тазобедренной части через 45–60 мин

с момента убоя должна быть не менее 36–38 °С, свинины – 35–36 °С. Величину pH определяют через 45–60 мин после убоя и определяют вид мяса – NOR, DFD или PSE (табл. 17).

Таблица 17

Значения pH мяса с аномальным развитием автолиза

Вид мяса	pH	
	через 1 ч после убоя	через 24 ч после убоя
Говядина		
PSE	5,2–5,6	5,2–5,5
NOR	6,3–7	5,6–6
DFD	6,6–7	6,2–6,6
Свинина		
PSE	5,2–5,5	5,2–5,5
NOR	5,7–6,8	5,6–6,2
DFD	6,3–6,8	6,2–6,4

Жиловку парного мяса проводят традиционно – выделяют высший сорт на изготовление цельномышечных мясных изделий и колбас высших сортов; односортное мясо с температурой около 24–26 °С направляют на производство сосисок, сарделек и т. п.

После жиловки осуществляют посол либо поваренной солью, либо посолочной смесью, содержащей фосфаты. Введение 2–4 % (мас.) NaCl способствует ингибированию развития гликолиза, что позволяет в процессе выдержки при 0–2 °С в течение 9 ч сохранится достаточно высокому уровню pH. Также NaCl препятствует ассоциации актина и миозина, т. е. задерживает развитие процесса посмертного окоченения, ускоряет распад АТФ. В результате посол позволяет увеличить время переработки парного мяса до 8–10 ч с момента убоя. Однако ввиду ряда технических причин в производственных условиях данный способ не получил широкого распространения.

Парное жилованное односортное мясо без выдержки в посоле можно направлять на выработку колбасных эмульсий, используя несколько приемов:

– парное мясо – говядину в течение 2–3 ч, свинину в течение 1 ч с момента убоя – измельчают на волчке с диаметром отверстий решетки 2–3 мм, добавляют 10–15 % (мас.) NaCl либо переохлажденного до минус (9 ± 1) °С рассола с концентрацией 15–20 % NaCl, охлаждают полученный соленый фарш до температуры не выше 4 °С и в количестве 20–35 % используют в сочетании с замороженным или размороженным сырьем для приготовления эмульсий;

– парную говядину измельчают на волчке с диаметром отверстий решетки 2–3 мм, куттеруют 3–6 мин на малой скорости, последовательно добавляя фосфаты, 2,5 % (мас.) NaCl и 40–50 % (мас.) водо-ледяной смеси, выгружают полученную эмульсию с температурой 14–18 °С в лотки слоем не толще 15 см и выдерживают 12–24 ч при 0–4 °С;

– односортную парную говядину с температурой 22–24 °С измельчают на волчке с диаметром отверстий решетки 2–6 мм, фарш смешивают с 2,5 % (мас.) NaCl и выдерживают в емкостях при 2–4 °С 24 ч.

5.2. Второй способ

Основан на увеличении продолжительности периода, предшествующего наступлению посмертного окоченения, что достигается за счет торможения развития биохимических процессов, – в частности, гликолиза. В результате этого интервал времени нахождения мяса в парном состоянии существенно возрастает. Достигается такой эффект либо введением в горяче-парное мясо поваренной соли, фосфатов, либо замораживанием сырья.

Известно, что гликолиз подавляется и соответственно задерживается наступление периода посмертного окоченения при введении животным через артерию в момент закалывания и обескровливания холодных рассолов под давлением с концентрацией поваренной соли 0,9–1 % либо водных растворов триполифосфатов и их смесей с поваренной солью. Количество вводимого рассола составляет 1–3 % к массе туши. Мясо сохраняет свойства парного в течение 6 ч, одновременно протекают процессы охлаждения и посола сырья.

В колбасном производстве так же стабилизируют свойства парного мяса, сочетая его посол и последующее замораживание. При этом парную жилованную говядину измельчают на волчке с диаметром отверстий в решете 2–3 мм, перемешивают с 2,5 % (мас.) поваренной соли и замораживают блоками при температуре

минус (19 ± 1) °С. Блочное сырье хранят не более 30 суток либо используют непосредственно в производстве.

Крупнокусковое парное сырье массой не более 1 кг с температурой 24–26 °С допускается замораживать без предварительного посола. Установлено, что после длительного хранения мясо, замороженное в парном состоянии, имеет лучшие показатели водосвязывающей способности, более интенсивный аромат и вкус по сравнению с сырьем, охлажденным перед замораживанием.

Следует иметь в виду, что низкотемпературная обработка парного мяса сопряжена не только с энергоемкостью процесса, но и с высокой вероятности появления при использовании однофазного замораживания горяче-парной говядины так называемого «холодового сокращения, шока» или холодной контрактации вследствие совпадения по времени значений двух основных показателей мяса – pH не более 6,4, температура не более 12 °С, что приводит к существенному ухудшению его ВСС и структурно-механических свойств (СМС).

5.3. Третий способ

Предусматривает искусственное ускорение автолитических процессов путем применения электростимуляции горяче-парных туш, в результате чего длительность периода посмертного окоченения, с которым связано приобретение сырьем негативных ФТС, существенно сокращается. Сущность электростимуляции заключается в кратковременном воздействии на горяче-парные туши импульсов переменного электрического тока, вследствие чего:

– в 2–2,5 раза возрастает скорость процесса распада гликогена и накопления молочной кислоты;

– сокращается до нескольких десятков минут продолжительность периода нахождения туш в состоянии посмертного окоченения;

– интенсифицируются процессы созревания сырья;

– снижается вероятность развития «холодового шока» мышц при последующем охлаждении и замораживании;

– повышается нежность мяса и уровень проницаемости клеточных мембран для посолочных веществ.

В России электростимуляция применялась на ряде мясокомбинатов – Улан-Удэйский, Нижне-Тагильский, Новосибирский –

в 1980 годы для обработки мясных туш, предназначенных для получения замороженных блоков из парного жилованного мяса, изготовления копченостей и вареных колбас. Электростимуляцию осуществляли на опытных и промышленных установках типа Я-10-ФОЭ, смонтированных на участке обескровливания свиней и крупного рогатого скота, а также после распиловки туш. В первом варианте промежуток времени между оглушением животных и проведением электростимуляции не превышал 8–10 мин. При использовании второго варианта время с момента убоя не превышало 6 мин.

Анализ публикаций свидетельствует, что в основном применяются три способа электростимуляции туш животных. При первом способе используют переменный ток 50–60 Гц напряжением 440–550 В, который подается импульсами с длительностью от 0,5 до 2,5 с; перерывы между импульсами от 0,5 до 1,8 с, а общее количество импульсов может доходить до 25–50. Во втором случае используют специальные источники высокого напряжения 700–1100 В с частотой тока 12–25 Гц с прямоугольной или синусоидальной формой импульсов. Электростимуляцию осуществляют в течение 2 мин. При стимуляции туш в шкуре для преодоления электрического сопротивления кожного покрова используют ток с напряжением 3600 В. По третьему способу, который применяется наиболее часто, электростимуляцию проводят током с напряжением 45–110 В, частотой импульсов от 14 до 40 Гц и длительностью обработки от 1 до 10 мин.

Условно электростимуляцию можно разделить на высоковольтную 700–1100 В, средневольтную 380–500 В и низковольтную 36–110 В. Широкий диапазон применяемых напряжений объясняется, прежде всего, тем, что электростимуляция проводится на разных стадиях убоя и разделки животных, а также использованием разных частот и форм импульсов, отличием электродов и мест их накладывания. Низковольтная электростимуляция применяется не позднее 3–5 мин после обездвиживания животного, высоковольтная – 500–700 В – после разделки туш.

Как следует из многочисленных публикаций, наилучшего результата удается достигнуть при использовании электрического тока напряжением 220–300 В. По некоторым сведениям, низковольтная электростимуляция может провоцировать появление мяса с признаками PSE.

Ток высокой частоты при электростимуляции лучше применять при наличии затянутого до 40–60 мин периода между моментом оглушения или закалывания и электрической обработкой, в то время как обработка током низкого напряжения более эффективна только в течение нескольких минут непосредственно после смерти животного. Чем больше интервал времени между моментом убоя и электрообработкой, тем продолжительнее должен быть цикл электростимуляции. Например, для туш крупного рогатого скота, обрабатываемых через 5 мин после убоя, этот цикл составляет 3–5 мин, через 15–20 мин – 15 мин, спустя 25–30 мин – 40–60 мин.

В практике Новой Зеландии, Австралии при электростимуляции крупного рогатого скота используют напряжение в 40–2000 В в течение 0,2–0,6 с. Это обеспечивает возможность работы с горяче-парным мясом в колбасном производстве, возможность последующего однофазного замораживания мяса на костях и обваленного мяса, сокращение периода полного биохимического созревания сырья с 5–7 суток до 10–12 ч.

5.4. Особенности технологии использования остывшего мяса

Следует иметь в виду, что парное мясо, также как и сырье ранних стадий автолиза, не имеет выраженного аромата, который появляется лишь на 3–4 сутки выдержки полутуш при температуре 0–4 °С и обусловлен образованием продуктов ферментативного распада белков и пептидов – глутаминовой кислоты, треонина, серосодержащих аминокислот; нуклеотидов – инозина, гипоксантина; углеводов – молочной и пировиноградной кислоты; креатина, креатинина и других азотистых экстрактивных веществ. По этой причине, говоря об использовании разных видов парного мяса в колбасном производстве, большинство компетентных отечественных и зарубежных специалистов в основном ориентируются на говядину, являющуюся базовым функционально-технологическим ингредиентом рецептур, ответственным за структурирование получаемой системы, степень эмульгирования, уровень водосвязывания и т. п., но не оказывающим существенного влияния на вкусоароматические характеристики готовой продукции.

В отношении целесообразности применения горяче-парной свинины при производстве мясопродуктов у технологов нет твердой уверенности по ряду достаточно серьезных причин:

– слишком короток период – не более 3 ч – в течение которого свинина сохраняет высокие технологические свойства;

– свинина в основном предназначена для производства деликатесных цельномышечных и реструктурированных мясопродуктов, для которых характерны специфические вкус, запах и текстура, что может быть достигнуто только за счет естественного развития биохимических процессов в ходе созревания сырья;

– используемая в колбасном производстве свинина, с одной стороны, формирует вкусоароматические показатели и СМС – пластичность, консистенцию, с другой – свиная жировая ткань является базовым компонентом мясных эмульсий и должна, соответственно, обладать рядом таких необходимых свойств, как диспергируемость, определенная температура плавления и т. д.

Как показывает практика, свинина в горяче-парном состоянии:

– не имеет выраженного запаха и вкуса;

– шпик и внутримышечный жир слишком долго сохраняют живое тепло и поступают на переработку с повышенной температурой;

– жировая ткань парной свинины обладает такими негативными свойствами, как низкая температура плавления и высокая сорбционная способность к вносимым в рецептуру пряно-ароматическим веществам – шпик поглощает и инактивирует эфирные масла, что требует увеличения закладки пряностей на 30–50 % от нормы; способность к образованию водо-жировых пен приводит к интенсивному появлению пористости в колбасных изделиях;

– существенно снижает интенсивность розово-красного цвета у готовых мясопродуктов.

Альтернативой парному является остывшее мясо. Остывшим считают сырье, выдержанное после убоя в цеховых условиях при (10 ± 2) °С в течение 12–14 ч. В зарубежной практике осуществляют выдержку парных говяжьих полутуш перед последующим охлаждением или замораживанием в течение 16 ч при 15–16 °С во избежание появления «холодового шока». В этот период при данных температурных условиях автолиз протекает ускоренно, и мясо приобретает свойства, близкие к свойствам охлажденного сырья.

В соответствии с данными ВНИИМПа [25, 26], при повышении температуры процессы посмертного окоченения и его разрешения и созревания говядины интенсифицируются в 2–3 раза (табл. 18).

Таблица 18

Зависимости pH, длительности созревания и скорости развития психрофильных организмов от температуры хранения

Показатель	Температура хранения, °С							
	0	2	7	10	15	18	20	25
Период достижения требуемого уровня pH, ч	48	–	18–19	–	–	14	–	10
Период полного созревания мяса, сут.	14	10	–	5	4	3	1,5	–
Относительная скорость роста психрофильных микроорганизмов, усл. ед.	0,64	1	2,25	3,24	–	–	5,29	10,89

Получение остывшего мяса требует соблюдения ряда условий:

– у полутуш, направляемых на обработку, поверхность должна быть сухой с целью предотвращения развития микроорганизмов;

– туши должны располагаться на подвесном пути изолированно друг от друга, с расстоянием между ними не менее 5 см во избежание появления «загара»;

– необходимо поддерживать высокое санитарное состояние производства, так как в температурном диапазоне 7–10 °С скорость роста психрофильных микроорганизмов возрастает в 2–3 раза.

На некоторых зарубежных предприятиях существует практика работы с парным или остывшим мясом при следующей организации процесса переработки (рис. 4). Оценивая возможность работы с парным либо остывшим мясом в конкретных производственных условиях, технолог должен учитывать состояние сырьевой базы – вид поступающего скота, возраст, упитанность, условия его откорма и содержания, породу, особенности доставки животных и организации убоя. Эти факторы предопределяют долю получаемого при первичной переработке сырья с аномальным развитием автолиза – мяса с признаками PSE и DFD, характер автолиза которого существенно различается с нормальным мясом.

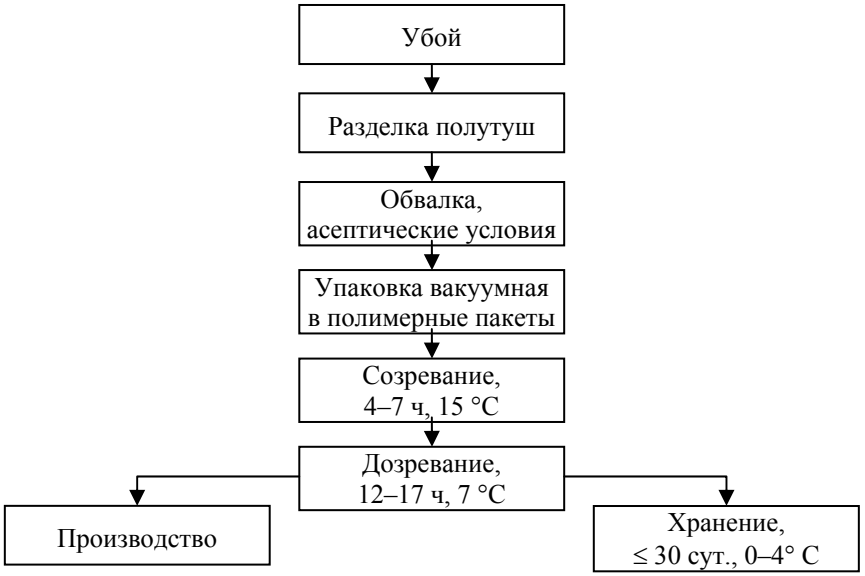


Рис. 4. Технологическая диаграмма переработки парного мяса

Как известно, причины, инициирующие появление после убоя животных мяса PSE и DFD, достаточно разнообразны и могут возникнуть как на этапе, выращивания животных, так и при их промышленной переработке. В частности, в прижизненный период предпосылки к последующему аномальному развитию автолиза могут быть обусловлены:

– генотипом животного;

– уровнем его стрессоустойчивости;

– проявлением гиподинамии;

– дисбалансом основных нутриентов и дефицитом макро- и микроэлементов в кормовом рационе;

– условиями содержания;

– нарушениями гормональной деятельности.

Установлено, что некоторые животные весьма восприимчивы к макромиру: их биоритмы и степень возбудимости зависят от активности солнца, фазы луны, времени года и т. д. [27, 28]. Поэтому в предубойный период особое внимание должно быть уделено устранению стресс-факторов. Переработка утомленных и сильно возбужденных животных, как правило, приводит к появлению у сырья

признаков PSE и DFD. Рекомендуемый период предубойной выдержки для свиней составляет 3–4 ч, крупный рогатый скот может поступать на убой непосредственно после транспортировки.

Немаловажное значение имеет способ оглушения, продолжительность интервала между оглушением и закалыванием. Технологу следует иметь в виду, что если склонность к образованию мяса PSE большей частью обусловлена генетически, то образование DFD-мяса можно предотвратить оптимальным обращением с животными перед убоем. При этом в любом случае, организуя систему получения и переработки парного мяса в колбасном производстве, следует осуществлять контроль за уровнем pH получаемого сырья, классифицируя его по группам: NOR, DFD, PSE.

При определении признаков PSE- и DFD-мяса в цехах убоя и переработки не всегда можно получить надежные результаты на основе определения показателя pH. Для оценки качества мяса туши недостаточно замерить pH лишь в одной мышце, так как в разных мышцах значения pH могут быть различными. На практике из-за недостатка времени на конвейере цеха первичной переработки определяют pH максимум в двух мышцах.

Существует несколько способов, позволяющих с определенной достоверностью выявить мясо с PSE- и DFD-свойствами. Так, по данным ряда исследователей мясо с PSE-свойствами через 1 ч с момента убоя имеет значения $pH < 6{,}1$, а у мяса с DFD-характеристиками величина $pH \geq 6{,}4$, мясное сырье с NOR-свойствами к этому времени имеет pH 6,2–6,8. Однако трудно через 1 ч определить качественную принадлежность мяса к той или иной группе, поэтому рекомендуется произвести вторичное измерение величины pH через 24 ч, что позволяет уменьшить ошибку при классификации мяса по группам качества. У мяса с PSE-свойствами через 24 ч величина $pH < 5{,}9$–$5{,}8$, а у мясного сырья с DFD-характеристиками $pH > 6{,}4$.

Запатентован способ эффективной сортировки мяса на PSE, DFD и NOR, в соответствии с которым предусмотрено измерение величины *pH* туш непосредственно после убоя животных, выделение сырья с PSE свойствами, имеющего значение pH 5,8–5,9, воздействие на оставшиеся полутуши электростимуляцией и повторное измерение величины pH. При этом pH мяса с NOR уменьшится на 0,2–0,6 единицы, а с DFD – менее чем на 0,1 единицу. С помощью данного способа полутуши можно разделить на три качественные группы через 1 ч с момента убоя животного.

Наряду с использованием метода поэтапной pH-метрии делаются попытки применять для идентификации мяса методы, основанные на количественном определении АТФ и ИМФ, изменении величины ВСС мяса и показателей его цвета и т. д. Однако каждый из данных методов имеет определенные недостатки, в связи с чем используется в практике весьма ограниченно.

Наиболее рационально проводить измерение pH через 1 ч с момента убоя и после 24-часовой выдержки, так как при сопоставлении именно этих значений имеется возможность достаточно точно идентифицировать и выделить мясо с аномальным развитием автолиза. Характерные значения pH для различных групп сырья приведены в табл. 18. Определение величины pH проводят в области длиннейшей мышцы спины, для говяжьих туш – между восьмым и двенадцатым позвонками; для свиней – между пятым и шестым поясничными позвонками, либо шейно-лопаточной части. На основании результатов pH-метрии через 1 ч после убоя, оценки различий в цвете мышечной ткани – PSE бледное, DFD бордовое, темно-красное, – а также с учетом упругости мяса по скорости восстановления ямки от надавливания, можно идентифицировать среди партии горяче-парного мяса сырье с признаками PSE и DFD.

Развитие гликолитических процессов в мясе в послеубойный период определяет последующую направленность в нем физико-химических и биохимических процессов, оказывающих существенное влияние на состояние белковых веществ. При резком понижении pH среды в течение 1 ч после убоя уменьшается количество отрицательно заряженных групп белка, что приводит к выравниванию отрицательно и положительно заряженных групп и, как следствие, к уменьшению влагосвязывающей способности и нежности тканей – мясо PSE. Учитывая низкие функциональные свойства мяса PSE и возможность быстрой микробиологической порчи, такое сырье следует перерабатывать после охлаждения как можно раньше. С учетом особенностей функционально-технологических свойств мяса с признаками PSE при выработке из него продукции рекомендуется особое внимание обращать на выбор типа фосфатов, белковых препаратов, связующих и вкусоароматических добавок.

Для мяса DFD характерна высокая влагосвязывающая способность как в парном, так и в охлажденном состоянии за счет высокой ионизации белков при малой концентрации ионов водорода в мышцах. Водосвязывающая способность мясного сырья с DFD-

свойствами практически не снижается в процессе хранения. В наименьшей степени послеубойным изменениям подвергаются белки DFD-мяса. Учитывая, что в DFD-мясе посмертное окоченение в выраженной форме протекать не будет, сырье в горяче-парном виде можно направлять для использования в колбасном производстве. Кроме того, вследствие вероятности микробиальной порчи такое сырье желательно направлять на выработку мясных продуктов на ранних стадиях автолиза с применением интенсивных технологий посола – массирования, тумблирования.

Таким образом, следует подчеркнуть, что проблема эффективного использования горяче-парного мяса сопряжена не только со спецификой его химико-технологических свойств и пониманием сущности протекающих биохимических процессов, но и с имеющимися организационно-техническими возможностями конкретного предприятия.

6. ФЕРМЕНТНАЯ МОДИФИКАЦИЯ СВОЙСТВ МЯСА КУР-НЕСУШЕК

В связи с реализацией программы увеличения выработки объема мяса птицы на 40–45 % до 2010 г. приобрела актуальность проблема повышения эффективности использования мяса птицы, в т. ч. кур-несушек, для производства полуфабрикатов, колбас и деликатесной продукции. Несмотря на удовлетворительный химический состав и высокий уровень биологической ценности, мясо кур-несушек в связи со специфичностью морфологического строения – повышенным содержанием соединительной ткани, грубой волокнистостью мышечной ткани – в массовом производстве используют ограниченно.

После убоя и первичной обработки тушки направляют на замораживание и реализацию. Для их последующей кулинарной обработки требуется 5–6-часовая варка при 100 °С, что сопровождается потерями белковых веществ, влаги и не решает полностью проблемы снижения жесткости и улучшения вкуса. Мясо кур-несушек используют в консервном производстве; частично направляют на механическую обвалку, однако мясная масса при этом имеет пониженный уровень влагосвязывания при высокой себестоимости.

Более эффективно использовать мясо кур-несушек позволяет технология ферментной модификации [29]. При разработке этой технологии в качестве объекта исследования служила мякотная часть – грудные мышцы потрошеных тушек кур-несушек, предварительно подвергнутых кратковременному 7-суточному и долговременному 12-месячному хранению при температуре минус 18 °С.

По результатам определения протеолитической активности (ПС) методом Ансона для ферментной обработки мяса кур-несушек предложены препараты коллагеназа и куриный концентрированный пепсин. Средняя протеолитическая активность ферментных препаратов отражена в табл. 19.

Таблица 19

Протеолитическая активность ферментных препаратов

Препарат	Протеолитическая активность, ед/г	Относительная ошибка опыта, %
Коллагеназа	76,1 ± 5,54	7,3
Пепсин		
СГ-50	10,67 ± 1,8	11
КС-50	13,96 ± 2,1	14
Куриный концентрированный	250 ± 20,72	8,2

На основе экспериментального моделирования определены рабочие концентрации вводимых ферментов: 0,076 ед. ПС/г мяса, количество вводимого раствора фермента – 25 % (мас.). Для интенсификации действия ферментов мясо инъецируют раствором препарата, кратковременно массируют и отправляют на 18 ч для ферментации при (4 ± 2) °С. Эффективность этого способа оценивали по динамике pH, ВСС, массовой доли влаги, механических и микроструктурных изменений в образцах мяса кур-несушек до и после термообработки. В качестве контроля использовали образцы, инъецированные водой.

Несмотря на различия в периодах хранения исходного сырья, ферментная модификация привела к явному улучшению ВСС (рис. 5), повышению пластичности и прочностных характеристик мяса. Средние данные, полученные при ферментной модификации мяса кур-несушек, отражены в табл. 20. В большей степени модификации подверглись ФТС мяса кур-несушек после ферментации раствором коллагеназы (рис. 6).

С помощью гистологических исследований установлено, что пепсин оказывает существенное влияние преимущественно на мышечную ткань, о чем свидетельствуют более глубокие деструктивные изменения мышечных волокон как до, так и после термообработки. При этом изменения в структуре соединительной ткани по глубине деструкции приближаются к контрольным образцам.

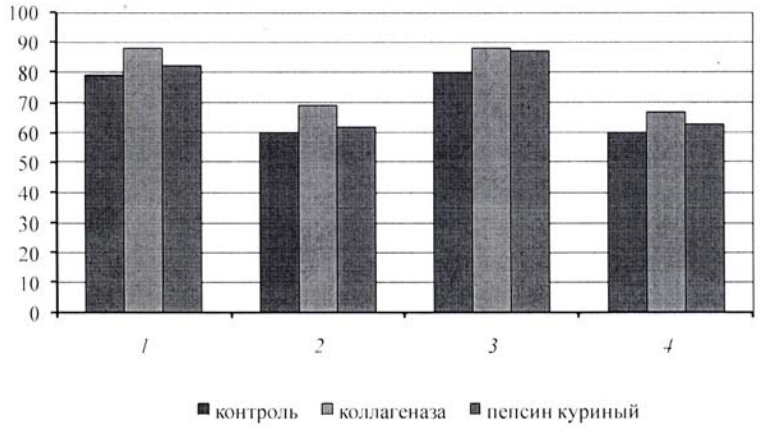


Рис. 5. ВСС мяса кур-несушек
1 – образцы 12-месячного хранения; *2* – образцы 12-месячного хранения, термообработанные; *3* – образцы 7-суточного хранения; *4* – образцы 7-суточного хранения, термообработанные

Таблица 20

ФТС мяса кур-несушек

Срок хранения	Образец	До термообработки			После термообработки			
		пластичность, $см^2/г$	доля влаги, % (мас.)	pH	пластичность, $см^2/г$	доля влаги, % (мас.)	pH	работа резания, $Дж/м^2$
12 мес.	контрольный	10,86	73,3	6,06	4,06	66,9	6,1	1088,46
	ферментированный коллагеназой	16,01	76,9	6,02	5,59	72,0	6,16	506,89
	ферментированный пепсином куриным концентрированным	12,31	75,9	5,91	5,25	70,8	6	781,51
7 сут.	контрольные	9,62	71,3	5,62	4,49	66,4	5,96	969,69
	ферментированный коллагеназой	13,15	76,5	5,81	5,91	71,8	5,94	331,78
	ферментированный пепсином куриным концентрированным	11,40	74,9	5,82	5,51	70,8	6,06	596,5

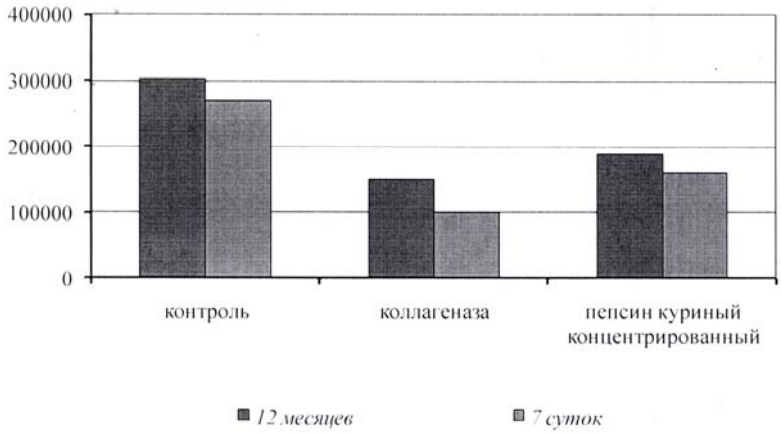


Рис. 6. Предельное напряжение сдвига мяса кур-несушек до и после ферментации

Обработка сырья коллагеназой приводит к существенной модификации соединительной ткани, при этом изменения в мышечной ткани носят умеренный характер, деструкция мышечной ткани выражается без существенных разрушений целостности сарколеммы, что, вероятно, оказывает положительное влияние на ВСС ферментированного мяса.

7. ФРАКЦИОННЫЙ СОСТАВ БЕЛКОВ КАК ФАКТОР ФТС МЯСНОГО СЫРЬЯ

В технологии производства мясных изделий принципиально важны как количественное содержание белка в основном сырье, так и его фракционный состав. Наличие и соотношение водо- и солерастворимых белков предопределяют адгезионно-когезионные свойства мясных дисперсных систем, уровень их ГС, ВСС и ЭС, что оказывает непосредственное влияние на органолептические показатели – монолитность, нарезаемость, сочность и выход изделия. Актуальность вопроса обостряется в случае использования нетрадиционных видов сырья – мяса цыплят, кур, индейки, оленины и др. в технологии реструктурированных полуфабрикатов или формованных изделий.

Мышечная ткань любого вида мясного сырья характеризуется сложным белковым составом. Отдельные фракции белка существенно отличаются по строению, физико-химическим свойствам и их количественному содержанию. В состав белков мышечной ткани входят миофибриллярные, саркоплазматические, белки стромы и ядер; при этом первые две группы имеют наибольшее технологическое значение.

Белки саркоплазмы водорастворимы, обычно имеют глобулярное строение, обладают высокой ВСС и слабой ГС. Миофибриллярные белки солерастворимы, характеризуются фибриллярным строением, на поверхности молекул находится значительное количество как полярных гидрофильных групп, обусловливающих ВСС, так и неполярных гидрофобных групп, инициирующих достаточно сильное межмолекулярное взаимодействие и одновременно проявляющих ЭС.

В табл. 21 представлена систематизация основных ФТС соле- и водорастворимых фракций белков. Для повышения эффективности практического использования имеющихся ресурсов, исследовано количественное содержание соле- и водорастворимых белков в охлажденных говядине высшего сорта, свинине полужирной, мясе цыплят-бройлеров 40-дневного возраста и кур-несушек 420-су-

точного возраста [30, 31]. Определяли общее содержание белка, небелковый азот, количество соле- и водорастворимых белковых фракций. Результаты первичных экспериментальных исследований на усредненных пробах сырья (табл. 22) показали, что:

– несмотря на более высокое содержание общего белка – 20,8–22 % – мясо птицы характеризуется низким по сравнению с говядиной и свининой содержанием как соле-, так и водорастворимых фракций;

– мясо кур-несушек имеет более низкие значения исследованных показателей, чем мясо цыплят-бройлеров, что обусловливается повышенной долей коллагенсодержащих белков;

– белковые компоненты говядины и свинины представлены в основном солерастворимыми белками, количество которых в 2–5 раз превышает их содержание в мясе птицы разных видов;

– содержание водорастворимых фракций белка в говядине и свинине значительно выше по сравнению с мясом птицы.

– содержание водорастворимых фракций в мясе кур-несушек в 2 раза ниже, чем в мясе цыплят-бройлеров, в 2,5 раза ниже, чем в говядине и в 3 раза ниже, чем в свинине.

Таблица 21

ФТС белковых фракций

Белковая фракция	ВСС	Способность к гелеобразованию	Эмульгирующая способность	Адгезия	Когезия
Водорастворимая	+ +	+ –	+ +	–	+
Солерастворимая	+	+	+ + +	+	+ +

Примечание: «+» наличие и степень выраженности свойства; «–» отсутствие данного свойства

Таблица 22

Содержание белка в мясном сырье

Сырье	Белок общий, %	Азот, %		Белки, % к общему белку	
		белковый	небелковый	солерастворимые	водорастворимые
Говядина, высший сорт	17,5	2,8	0,62	37,1	19,2
Свинина полужирная	14,2	2,27	0,58	46,4	22,4
Мясо цыплят-бройлеров	20,8	3	0,5	19,5	16,1
Мясо кур-несушек	22	3	0,2	8,7	7

Соотношения содержания соле- и водорастворимых белков для говядины высшего сорта составило 1,95 : 1, для свинины полужирной – 1,2 : 1, для мяса птицы – 1,2 : 1. Изучение фракционного состава белков в белом и красном мясе цыплят-бройлеров и кур-несушек (табл. 23) показали, что:

– не зависимо от вида птицы содержание общего белка в красном мясе на 3,8–5,1 % ниже, чем в белом;

– в белом мясе доля солерастворимых белков ниже, чем в красном;

– содержание солерастворимых белков в мясе цыпленка-бройлера более чем в 2 раза превышает их содержание в мясе кур-несушек.

Таблица 23

Фракционный состав белков мяса птицы

Вид		Белок общий, %	Азот, %		Белки, % к общему белку		Отношение водорастворимых к солерастворимым белкам
птицы	мяса		белковый	небелковый	солерастворимые	водорастворимые	
Цыплята-бройлеры	белое	23,3	3,4	0,5	17,2	14,6	1,2
	красное	18,2	2,5	0,4	21,9	17,6	1,2
Куры-несушки	белое	23,9	2,8	0,2	8,0	7,5	1,1
	красное	20,1	3,2	0,3	9,4	6,5	1,4

Судя по количественному содержанию и соотношению соле- и водорастворимых белков, наиболее приемлемыми технологическими свойствами обладает красное мясо цыплят-бройлеров. Мясо кур-несушек – как белое, так и красное – имеет низкий функционально-технологический потенциал.

Результаты изучения специфичности состава различных частей тушки птицы и мяса механической обвалки (ММО) позволили установить снижение содержания общего белка в последовательности: филе → бедро → голень → ММО (табл. 24). По всем характеристикам мясо бройлеров имеет явные преимущества; можно ожидать, что повышенное содержание водорастворимых белков в бедре и филе предопределяет наличие у данных видов сырья хороших ФТС. Снижение содержания водорастворимых белков частей тушки цыпленка-бройлера соответствует последовательности:

бедро → филе → голень → ММО; кур-несушек: филе → ММО → бедро → голень. Соответствующая градация по содержанию солерастворимых белков для цыплят-бройлеров: филе → бедро → ММО → голень; для кур-несушек: филе → голень → бедро → ММО. Максимальное содержание солерастворимых белков составляет 46,4 % от общего белка, а водорастворимых – 22,4 % от общего белка, что характерно для свинины полужирной.

Таблица 24

Специфичность белкового состава частей тушек птицы

Часть тушки	Белок общий, %	Азот, %		Белки, % к общему белку	
		белковый	небелковый	солерастворимые	водорастворимые
Цыплята-бройлеры					
Филе	21,8	3,48	0,4	18,5	21,2
ММО	16,6	2,65	0,31	16,3	17,4
Бедро	17,5	2,81	0,29	17,5	23,2
Голень	16,2	2,59	0,32	16,1	17,9
Куры-несушки					
Филе	21,6	3,45	0,38	11,6	8,3
ММО	17,4	2,78	0,21	8,3	7,6
Бедро	20,3	3,24	0,2	8,4	7,1
Голень	19,5	3,11	0,12	10,5	6,1

В результате исследования установлено, что количественное содержание соле- и водорастворимых белков в образцах свинины и говядины превышает их концентрацию в мышечной ткани мяса птицы, а мясо кур-несушек уступает мясу цыпленка-бройлера по содержанию как соле-, так и водорастворимых белковых фракций.

Для определения зависимостей ВСС и ЖУС исследованных видов мяса от соотношения фракций общего белка была выполнена серия опытов с учетом значений pH сырья. Результаты исследования (табл. 25) свидетельствуют, что уровень pH говядины и свинины 6,1–6,2; pH мяса птицы существенно отличается: для голени, бедра и ММО pH в пределах 6,5–6,75, для филе pH < 6.

Таблица 25

Состав и ФТС мясного сырья

Сырье	pH	Общий белок, %	Водорадст-воримый белок, г/г	ВСС, г воды/ г мяса	Соле-растворимый белок, г/г	ЖУС, г жира/ г мяса
Свинина полужирная	6,21	14,2	0,0326	0,51	0,0659	0,42
Говядина, высший сорт	6,11	17,5	0,0336	0,52	0,065	0,48
Цыпленок-бройлер						
филе	5,98	21,8	0,0477	0,025	0,0456	0,276
голень	6,75	16,2	0,0341	0,198	0,0315	0,255
бедро	6,7	17,5	0,0419	0,227	0,0325	0,267
ММО	6,56	16,6	0,0304	0,187	0,0284	0,2
Куры-несушки						
филе	5,85	21,6	0,0179	0,242	0,0251	0,281
голень	6,48	19,5	0,0120	0,22	0,0246	0,24
бедро	6,43	20,3	0,0144	0,24	0,0173	0,228
ММО	6,65	17,4	0,0132	0,131	0,0158	0,19

Значения величины pH образцов из мяса кур-несушек, были более низкими, чем у мяса бройлеров, за исключением ММО. Экспериментальное определение ВСС и ЖУС (табл. 25) позволило установить, что:

– наиболее высокими значениями ВСС и ЖУС обладают говядина и свинина, которые превышают аналогичные показатели, характеризующие мясо птицы обоих видов;

– мясо цыпленка-бройлера почти в 2 раза уступает по показателям ВСС и ЖУС говядине.

Приведенные результаты исследования расширяют научно-практические представления о функционально-технологическом потенциале мясного сырья разных видов, а также обеспечивают возможность оптимизации процесса выбора основных ингредиентов рецептур и получения продукции с заданными качественными характеристиками.

8. КРАСИТЕЛЬ ДЛЯ МЯСОПРОДУКТОВ НА ОСНОВЕ ГЕМОГЛОБИНА

Использование в колбасном производстве некоторых видов мясного сырья не позволяет при традиционных способах нитритного посола получить готовые мясные изделия с устойчивым розовым цветом. Это сырье, в составе которого снижено содержание естественного пигмента мяса – миоглобина: замороженное после длительного хранения; с повышенным содержанием жировой и соединительной тканей; с аномальным развитием автолитических процессов, имеющее признаки PSE, RSE, DFD; мяса механической дообвалки и др. В то же время, для снижения себестоимости продукции в мясоперерабатывающей отрасли широко применяют белковые препараты растительного и животного происхождения, а также пищевые гидроколлоиды типа каррагинанов, нативных и модифицированных крахмалов, муки и т. п. Отсутствие пигментов в таких препаратах вызывает необходимость корректировать цвет как колбасных изделий, так и продуктов из мяса.

На российском продовольственном рынке пищевые колоранты розово-красной гаммы представлены двумя группами красителей. К первой группе относят натуральные красители – каротины Е160, каротиноиды Е161, красный свекольный Е162, карамели Е150, кармины Е120, аннато Е160b, ферментированный рис, «АпроРед», «Рекорбин». Вторая группа – это синтетические красители – тартразин Е102, желтый «Солнечный закат» Е110, азорубин или кармазин Е122, «Понсо 4R» Е124, «Красный 2G» Е128, «Красный очаровательный АС» Е129 и др.

Ассортимент импортных колорантов постоянно расширяется за счет появления новых видов синтетических препаратов, подкупающих технологов простотой применения. Однако специалисты Европейского Сообщества (ЕС) осторожно относятся к использованию пищевых колорантов в своих странах. Наиболее распространенными красителями для мясных продуктов в странах ЕС являются натуральные препараты на основе крови убойных животных, β-каротина и кошенили. Большая часть синтетических колорантов экспортируется в страны СНГ, причем ряд зарубежных красителей имеет весьма сомнительное качество, особенно по критериям безопасности. Отсутствие достоверной информации о колорантах, безответственность некоторых специалистов, преобладание философии бизнеса над гуманными соображениями могут привести к катастрофическим последствиям.

Формирование цвета в мясных системах – сложный процесс, зависящий от состояния и вида сырья, состава и свойств пищевых добавок, условий среды, параметров технологической обработки и других факторов. Проблему корректировки цвета мясных продуктов отечественные специалисты достаточно успешно решали еще четверть века назад за счет использования биологических препаратов гемоглобина, получаемых на основе пищевой крови убойных животных [32]. Как известно, гемоглобин является не только природным белоксодержащим пигментом, но и наиболее легкоусвояемым естественным источником органического железа. То есть, гемоглобин можно рассматривать и как биологически активную пищевую добавку с лечебно-профилактическим действием при железодефицитных заболеваниях.

Специалистами ОАО «Росбиотех» и кафедры «Химия пищи и биотехнология» МГУ прикладной биотехнологии (МГУПБ) разработаны отечественные пищевые красители на основе гемоглобина [33–36]. Это препараты гемоглобина нового поколения, полученные из эритроцитарной массы крови свиней или крупного рогатого скота в результате ее гемолиза, отделения стромы, выделения и очистки с помощью мембранной макро-, микро- и ультрафильтрации с последующей сублимационной или распылительной сушкой продукта. Особенности технологии обеспечивают получение порошкообразного препарата, полностью соответствующего требованиям СанПиН 2.3.2.560-96.

На основе этого препарата разработано четыре вида колорантов – «Гемо-кол», «Гемо-тон», «Гемо-бин» и «Гемо-фор». Эти новые пищевые красители отличаются наличием определенных восстановителей, синергистов либо ингредиентов, обеспечивающих варьирование интенсивности отдельных спектральных характеристик готового продукта – розовости, желтизны, яркости.

Таблица 26

Физико-химические, санитарно-химические и санитарно-микробиологические показатели базового препарата гемоглобина

Наименование показателя	Значение показателя
Цвет	коричнево-бурый
Вкус и запах	характерный для крови
Массовая доля, %, не более	
влаги	5–7
золы	1–3
Растворимость 1 г, мин, не более	15–30
Содержание	
гемоглобина, %, не менее	60–90
железа, мг/г, не менее	2,5
свинца, мг/кг, не более	1
кадмия, мг/кг, не более	0,1
ртути, мг/кг, не более	0,01
мышьяка, мг/кг, не более	1
цезия-137, Бк/кг, не более	160
стронция-90, Бк/кг, не более	80
КМАФАнМ, КОЕ/г, не более	10^3–10^4
S. aureus в 1 г	не допускается
БГКП в 0,1 г	не допускается
Патогенные микроорганизмы, в том числе сальмонеллы, в 25 г	не допускается
Дрожжи КОЕ/г, не более	10^2
Плесени КОЕ/г, не более	10^2

Модельные опыты, выполненные на гелевых системах на основе гидратированных соевых белковых изолятов и водо-белково-жировых эмульсий, позволили ранжировать новые пищевые красители по цвету, его интенсивности и оттенкам с учетом типа мясных изделий, уровня содержания жира и концентрации миоглобина. Соответственно, «Гемо-кол» рекомендован для использования

в технологии производства эмульгированных, цельномышечных и реструктурированных мясных продуктов, колбас и деликатесов из мяса птицы; «Гемо-тон» – для полукопченых и варено-копченых колбас; «Гемо-бин» – для мясных рубленых полуфабрикатов. Препараты «Гемо-кол» и «Гемо-фор» индивидуально либо в смеси с «Гемо-бин» могут быть использованы для окрашивания гранулированных гелей соевых белковых изолятов, предназначенных для имитации структуры мясного сырья в полукопченых, варено-копченых, сырокопченых и вареных колбасах.

В лабораторно-производственных испытаниях разработаны условия подготовки красителей на основе гемоглобина, уровни дозировки и технологический регламент их применения. Перед внесением в мясные системы препарат гидратируют в соотношении 1 : (10–15) в течение 30–40 мин до проявления окраски. Готовые к применению растворы препаратов «Гемо-кол», «Гемо-фор» и «Гемо-тон» имеют цвет от розово-красного до красно-коричневого в зависимости от концентрации; «Гемо-бин» – коричнево-бурый. (0,2 ± 0,1) % (мас.) раствора препарата вносят в фаршевую систему за 2–3 мин до окончания процесса куттерования.

Наиболее выражены спектральные характеристики препаратов при их совместном использовании с аскорбиновой кислотой либо аскорбинатом натрия. Устойчивый розовый цвет мясным и белково-жировым эмульсиям придает комплексное применение препаратов «Гемо-кол» или «Гемо-тон» с нитритной солью.

Интенсивность получаемого цвета и его оттенки зависят от физико-химических факторов: передозировка препарата, повышение уровня pH > 6,8 фаршевой системы, осадка свыше 30 мин при температуре 15–18 °С вызывают у колорантов «Гемо-кол» и «Гемо-тон» трансформацию розовой части спектра с появлением коричнево-серого оттенка, близкого к гамме, создаваемой карамельным красителем. Данные, характеризующие цвет вареных колбас с разным содержанием мясного сырья при внесении ферментированного риса и новых видов гемоглобинсодержащих красителей приведены в табл. 27.

Представленные результаты свидетельствуют о том, что применение новых отечественных колорантов дает возможность сформировать цвет мясных продуктов, соответствующий по спектральным характеристикам современным требованиям. Органолептическая оценка практически не показала достоверных различий в сенсорных показателях контрольных и опытных образцов. Уста-

новлено, что новые виды колорантов обладают достаточно высокой стабильностью и не снижают интенсивности цвета в течение 7 суток хранения готовой продукции.

Таблица 27

Динамика характеристик цвета изделий колбасных вареных от содержания мясного сырья, вида применяемого красителя и срока хранения

Мясное сырье		Краситель		Период хранения при (4 ± 4) °С, сут.	Спектральные характеристики*				
вид	% (мас.)	вид	% (мас.)		*a*	*b*	*L*	*Y*	*S*
Говядина, 1 сорт; свинина полужирная	58	рис ферментированный	0,04	1	10,95–12,95	11,13–11,9	66,25–67,85	35,64–35,77	15,61–17,58
				8	10,69–12,68	10,77–11,57	66,48–68,01	35,94–36,07	15,2–17,17
		«Гемо-кол»	0,018	1	11,06	11,23	67,67	37,53	15,76
				8	12,23	12,57	67,22	37,05	16,12
Говядина, 2 сорт	26	рис ферментированный	0,05	1	12,3	12,56	66,25	35,61	17,58
				8	12,72	13,35	65,51	34,69	18,44
		«Гемо-фор»	0,185	1	15,59	12,54	64,54	33,47	20,01
				8	15,15	12,93	64,96	33,99	19,92
Говядина, 2 сорт; мясо птицы мехобвалки	17	рис ферментированный	0,05	1	12,16–16,66	13,27–13,37	64,27–67,72	33,13–37,58	18,07–21,29
				8	12,47–18,86	13,19–14,3	62,71–67,6	31,23–37,43	18,48–23,67
		«Гемо-фор»	0,19	1	15,11	12,73	63,15	32,23	19,75
				8	15,82	11,5	62,28	31,15	19,28

Примечание: *a* – розовость, *b* – желтизна, *L* – светлость, *Y* – яркость, *S* – насыщенность.

Следует отметить, что в настоящее время при принятии решения об использовании какой-либо пищевой добавки в конкретной технологии главным вопросом является ее безопасность. Особенно это относится к группе пищевых красителей. Известно, что некоторые синтетические колоранты хотя и не отличаются острой токсичностью, но могут проявлять канцерогеность, мутагенность или аллергенность. Натуральное происхождении красящих добавок также не дает гарантии их полной токсикологической безопасности, так как они могут содержать нежелательные примеси, такие, как алкалоиды и физиологически активные гликозиды. Однако, как показывает анализ научно-технической литературы, допустимые суточные дозы потребления установлены не для всех колорантов.

В свете изложенного проведены исследования по оценке степени безопасности красителей «Гемо-кол» и «Гемо-фор». В результате анализа и систематизации комплекса экспериментальных данных, позволивших осуществить сравнительную оценку уровня токсичности пищевых красителей, установлено, что:

– микробиологический колорант «Ферментированный рис», широко используемый в технологии производства мясных продуктов, является одним из наиболее токсичных пищевых красителей;

– натуральные препараты Карамель, Масло смолы паприки более токсичны, чем синтетические азокрасители;

– наиболее безопасными являются красители, созданные на основе препаратов гемоглобина крови убойных животных – «Гемокол», «Гемо-фор», «АпроРед» и «Vepro 70 Col P», при этом явные преимущества имеет препарат «Гемо-кол».

Основываясь на результатах исследований, можно рекомендовать для производства мясных продуктов новые виды отечественных пищевых красителей на основе гемоглобина, которые по эффективности не уступают зарубежным аналогам, а по уровню безопасности превосходят их.

9. ИЗМЕНЕНИЯ СОЕВЫХ БЕЛКОВЫХ ПРЕПАРАТОВ В ПРОЦЕССЕ ХРАНЕНИЯ

В результате развития биотехнологии на российском пищевом рынке появился широкий ассортимент препаратов, полученных из генетически модифицированных источников и предназначенных для изготовления пищевых продуктов. Обычно это препараты на основе сои, кукурузы, картофеля, генетически модифицированные сорта которых выращиваются в масштабах, сопоставимых с производством традиционных культур.

Особое место среди генетически модифицированных культур занимает соя – уникальный объект, широко применяемый в современных технологиях пищевых продуктов с целью регулирования уровня пищевой и биологической ценности, повышения устойчивости гелей и эмульсий, снижения себестоимости готовой продукции. В настоящее время Россия не в состоянии обеспечить себя отечественной соей: по последним данным всего 20 % сои на российском рынке являются отечественным продуктом, остальные 80 % импортируются, причем значительная часть поступающей сои может являться генетически модифицированной. Доля генетически модифицированных источников пищи растительного происхождения (ГМИ) в мировом производстве сои в 2001 году оценивалась в 54 %. В самой же России генетически модифицированная соя пока не выращивается.

В технологической практике пищевого производства соя применяется в виде муки, концентратов, изолятов, текстурированных форм. Соевые белковые препараты (СПБ), полученные с применением ГМИ, входят в состав рецептур мясных, молочных, рыбных, кондитерских и других продуктов в количестве от 2 до 48 % от массы основного сырья. Согласно нормативным документам об обязательности маркировки препаратов, содержащих более 0,9 % генетически модифицированных компонентов, а также для проведения медико-биологической оценки безопасности пищевой продукции, изготовленной с применением ГМИ, необходимо располагать данными как об общем количестве ДНК в продукте, так и о доле рекомбинантной ДНК.

В этой же связи весьма актуальной является проблема снижения содержания суммарной ДНК и определения ее количества в коммерческих соевых препаратах за счет использования доступных и простых методик. Рядом ведущих специалистов-биотехнологов было высказано предположение о том, что при хранении в этих препаратах могут развиваться гидролитические, окислительные и микробиологические процессы, приводящие к увеличению ферментативной нуклеазной активности и, как следствие, к деградации ДНК.

Анализ доступной отечественной и зарубежной литературы показывает отсутствие каких-либо сведений по оптимизации условий хранения СБП в различных температурно-влажностных условиях, в частности, по сохранности ДНК-матрицы в различных соевых препаратах. Исследование влияния условий хранения – длительности, относительной влажности и температуры среды – на содержание общей ДНК в СБП и на качественный состав и свойства их различных видов были проведены коллективом сотрудников центра «Биоинженерия» РАН и МГУПБ [37–39].

В качестве объектов исследования использовали СБП из разных типов соевого сырья отечественных и импортных производителей: белковый изолят, белковый концентрат; муку двух типов: полножирную и обезжиренную дезодорированную (табл. 28). Все препараты хранили в течение 6 месяцев при (20 ± 2) °С и различной относительной влажности воздуха 5–8 %, 79 % и 93 %. Характер изменения качественных показателей СБП в процессе хранения оценивали по органолептическим, физико-химическим и микробиологическим показателям в соответствии со стандартными методами исследования.

Для изучения характера изменения общего количества ДНК и ее целостности как матрицы полимеразно-цепной реакции применяли модифицированную методику выделения ДНК из белкового препарата. При этом использовали низкотемпературные режимы кислотной экстракции по методу Шнайдера. Количественные изменения общей ДНК исследовали спектрофотометрическим методом при помощи дифениламиновой реакции.

Таблица 28

Концентрация белка в соевых препаратах

Соевые препараты	Фирма-производитель	Концентрация белка, %
Мука полножирная	ООО «Анкор», г. Благовещенск	42
Мука обезжиренная дезодорированная	Иркутский масложировой комбинат	54
Белковый концентрат	«Loders croksaan B.V.», Нидерланды	≥ 70
Белковый изолят	«Central soya»	≥ 92

Анализ результатов экспериментальных исследований показывает, что в процессе длительного хранения вне зависимости от температурно-влажностных условий во всех образцах наблюдается монотонное снижение концентрации ДНК в расчете на 1 г белка. Наиболее выражены эти изменения в препаратах на основе муки полножирной, обезжиренной дезодорированной и соевого белкового изолята, хранившихся при относительной влажности воздуха 93 %. Минимальные изменения были характерны для соевого белкового изолята при относительно низких значениях влажности 5–8 %. Таким образом, в результате развития гидролитических процессов в СБП имеет место деградация ДНК, причем скорость снижения ее концентрации зависит как от вида СБП, так и от продолжительности хранения и относительной влажности среды.

Снижение содержания ДНК в белковых препаратах после 1,5–2 месяцев хранения особенно существенно. Интенсивное развитие гидролиза белка вызывает смещение pH в кислую сторону из-за появления большого количества отрицательно заряженных аминокислот и распада липидов. Однако накопление продуктов гидролиза белков в СБП, быстрое окисление их липидной фракции, сопровождающееся увеличением содержания перекисей, кетонов, альдегидов, приводит к ускорению развития окислительных, микробиологических процессов и негативным изменениям органолептических характеристик СБП – запаха и цвета.

Изучение динамики основных микробиологических показателей соевых белковых препаратов в процессе хранения при варьировании относительной влажности среды показало, что исходные образцы СБП до начала хранения имели даже лучшие значения микробиологических показателей, чем указано в ТУ и сертификатах соответствия. При этом уровень КМАФАнМ во всех соевых препаратах был ниже допустимого, дрожжи и плесени не обнаружены. С увеличением продолжительности хранения и уровня относительной влажности воздуха во всех соевых препаратах закономерно возрастала общая микробная обсемененность – от $(1{,}4–1{,}9) \cdot 10^4$ в первый месяц до $1 \cdot 10^6–8 \cdot 10^7$ к шестому месяцу.

Регрессионный анализ физико-химических и микробиологических показателей СБП в процессе длительного хранения показал высокую сходимость экспериментальных и расчетных кривых с коэффициентом корреляции 0,85–0,9. Следовательно, эти уравнения можно использовать для прогнозирования дальнейших изменений качественных показателей СБП при хранении [37–39].

На основании исследования можно сделать заключение, что максимальный период хранения СБП в разгерметизированной упаковке без появления признаков порчи может составлять 1–1,5 месяца. В герметичной упаковке СБП могут храниться до 4–5 месяцев без изменения качественных характеристик, при этом увеличение периода хранения до момента вскрытия упаковки будет, вероятно, сопровождаться снижением содержания ДНК в объектах.

10. КАЛЬЦИНИРОВАНИЕ КОМБИНИРОВАННЫХ МЯСНЫХ СИСТЕМ

Мясопродукты являются сложными многокомпонентными дисперсными системами, устойчивость которых зависит от типа и свойств структурообразователей, условий среды – температуры, pH, ионной силы и ряда других факторов. При этом необходимо отметить, что макроэлементный состав системы оказывает существенное влияние на процессы межмолекулярного взаимодействия структурообразователей: часть молочных, мышечных и плазменных белков является кальций-зависимыми, большинство препаратов каррагенанов – калий-зависимы, и т. д. Таким образом, присутствие соответствующих катионов в определенных концентрациях в мясных системах может инициировать, либо подавлять процессы гелеобразования и эмульгирования, оказывать влияние на уровень водосвязывания, величину выхода, органолептические показатели и СМС мясопродуктов.

Изучение механизма ионотропного структурирования и изменения свойств отдельных ингредиентов пищевых систем в зависимости от количественного содержания определенных катионов создает предпосылки к возможности направленного регулирования свойств, технологических показателей готовой продукции, скорости некоторых биохимических и коллоидно-химических процессов. Об этом свидетельствует опыт получения и использования в технологии мясопродуктов многофункциональных самоструктурирующихся бинарных и комплексных систем на основе плазмы крови путем ее рекальцинирования за счет природной Са-донорской функции, присущей определенным видам животного и растительного сырья [40–42]. Одновременно роль макроэлементного состава дисперсной среды в современных технологиях явно недооценивается, несмотря на значительные уровни содержания в частности, кальция – от 60 до 1200 мг%. При этом очевидно, что отсутствие контроля концентраций ионов [Ca^{2+}] в пищевых дисперсных системах может привести к изменениям качественных характеристик готового продукта.

Вторым важным аспектом, сопряженным с наличием кальция в составе мясных изделий, является вопрос его направленного использования в технологиях продукции функционального назначения, обогащенной легкоусвояемыми формами кальция. В то время как уровни физиологически необходимого количественного содержания кальция в рационах питания уже определены и обоснованы медико-биологическими требованиями, проблемы технологического характера до сих пор остаются неизученными; результаты исследований – противоречивыми и фрагментарными. С целью расширения информационной базы данных, а также научно-практических представлений о механизме ионотропного структурирования различных видов гелеобразователей – белков животного и растительного происхождения, полисахаридов – выполнены исследования зависимости структурно-механических, физико-химических и технологических свойств мясных систем от концентрации ионов кальция [43–47].

Экспериментальное определение уровня Са-донорской функции отдельных компонентов рецептур мясопродуктов (табл. 29) показывает колебания содержания общего кальция в весьма широких пределах – до 390 мг/100 г, что составляет около 30 ммоль. При этом доля [Ca^{2+}] в биологических объектах не имеет прямой корреляции с общим его количеством и зависит от вида сырья, его состояния, температуры и pH среды. Наибольшее содержание ионизированного кальция обнаружено в говядине высшего сорта и в белом мясе кур.

Установлено, что [Ca^{2+}] в размороженной говядине существенно превышает его концентрацию в охлажденном мясе, что, по всей видимости, обусловлено частичной денатурацией – конформационными изменениями белков в процессе криоконцентрирования и размораживания, сопровождающихся изменением заряда молекул и нарушением связей с ионами кальция (табл. 30).

С научно-практических позиций наибольший интерес представляет диапазон концентраций ионизированного кальция в интервале 10–160 ммоль. Для изучения процессов структурирования индивидуальных компонентов и модельных систем растворы $CaCl_2$ вводили на стадии гидратации в концентрациях, обеспечивающих содержание [Ca^{2+}] именно в этом интервале.

Таблица 29

Содержание общего и ионизированного кальция в компонентах рецептур мясопродуктов

Наименование компонента	pH	Содержание		
		общего кальция, мг/100 г		$[Ca^{2+}]$, ммоль
		опыт	данные [45]	опыт
Говядина высшего сорта охлажденная	5,62	13,5	9–11	$2{,}9 \cdot 10^{-2}$
Говядина высшего сорта размороженная	5,65	11	9–11	$15{,}4 \cdot 10^{-2}$
Говядина 1 сорта размороженная	6,12	10,5	8–9	$0{,}8 \cdot 10^{-2}$
Мясо кур белое	6,02	42,4	16–20	$4 \cdot 10^{-2}$
Мясо кур красное	5,61	19,4	8–10	$0{,}4 \cdot 10^{-2}$
Мясо механической дообвалки	7,24	29,7	29	$5 \cdot 10^{-2}$
Мясо рыбы речной (толстолобик)	7,38	29,8	40	$0{,}4 \cdot 10^{-2}$
Мясо рыбы морской (горбуша)	5,97	53,4	48	$1{,}1 \cdot 10^{-2}$
Вода технологическая	5,33–7,7	3,4–8,8	≥10	–
Соль поваренная пищевая	6,02–7,25	20–390	30–500	–

Таблица 30

Зависимость содержания кальция в говядине высшего сорта от ее состояния

Состояние говядины	Содержание			
	в сырье		в продукте	
	кальций общий, мг	$[Ca^{2+}]$, ммоль	кальций общий, мг	$[Ca^{2+}]$, ммоль
Охлажденная	13,5 ± 1	$(2{,}6–2{,}9) \cdot 10^{-2}$	11,7 ± 1	$(8{,}4–8{,}7) \cdot 10^{-2}$
Размороженная	11 ± 1	$(15{,}3–15{,}5) \cdot 10^{-2}$	10,1 ± 1	$(5–5{,}4) \cdot 10^{-2}$

Установлено, что различные типы белковых препаратов нелинейно реагируют на изменения концентрации $[Ca^{2+}]$ в системе (рис. 7). Введение $[Ca^{2+}]$ в концентрации до 10 ммоль вызывает повышение упруго-эластичных свойств СБИ Супро ЕХ33, которое сопровождается образованием стекловидных гелей. В диапазонах содержания $[Ca^{2+}]$ 70–100 ммоль для препарата Супро 500Е, 30–70 ммоль

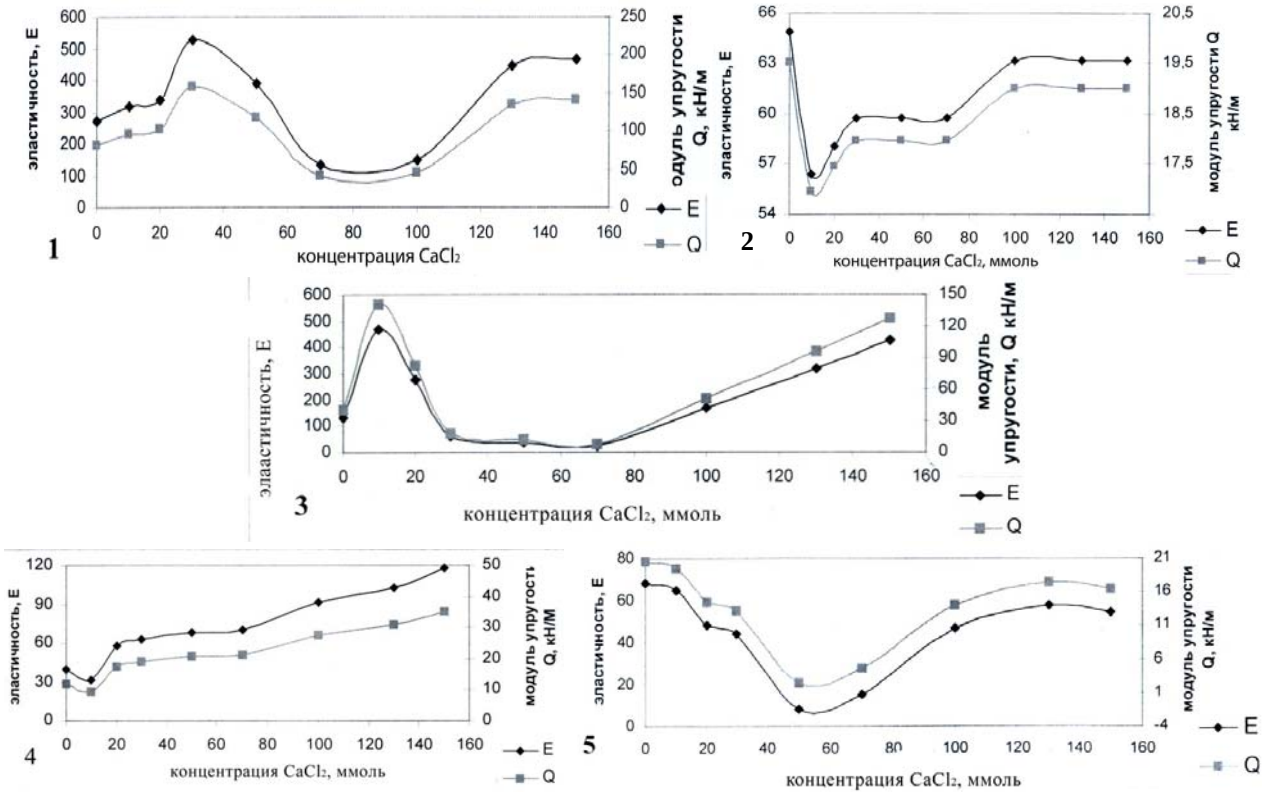


Рис. 7. Влияние концентрации ионов кальция на свойства гелевых систем на основе белковых препаратов:
1 – Супро 500 (12 %); *2* – Супро 595Е (12 %); *3* – Супро ЕХ33 (10,5 %); *4* – Типро 601 (4,5 %); *5* – Типро 600 (11,5 %)

для Супро ЕХ33 и 10–70 ммоль для Супро 595 наблюдается зона резкого ухудшения упруго-эластичных свойств гелей вплоть до расслоения системы. Дальнейшее увеличение концентрации ионов кальция приводит к агрегации белковых частиц, образованию крупитчатой структуры, что сопровождается повышением прочностных характеристик систем. Параллельное изучение структурно-механических свойств гелей показало, что в целом введение [Ca^{2+}] в белоксодержащие системы на основе СБИ вызывает снижение показателей ВУС и пластичности при одновременном увеличении предельного напряжения сдвига.

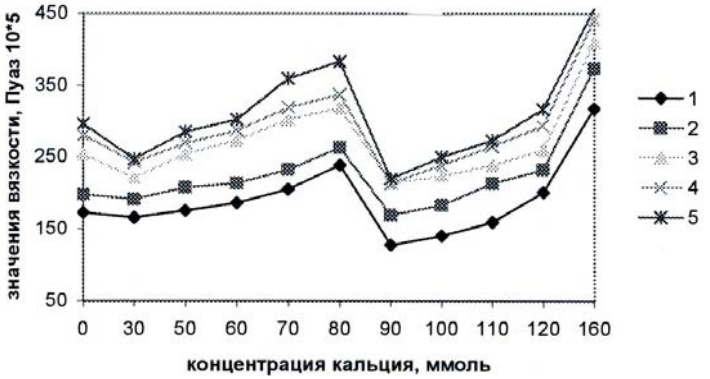


Рис. 8. Влияние [Ca^{2+}] на вязкость мясных фаршевых систем на основе охлажденного мяса с различным периодом выдержки: *1* – 5 мин; *2* – 15 мин; *3* – 30 мин; *4* – 40 мин; *5* – 60 мин

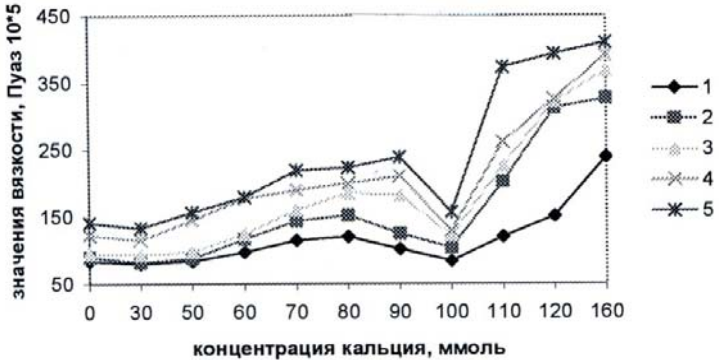


Рис. 9. Влияние [Ca^{2+}] на вязкость мясных фаршевых систем на основе размороженного мяса с различным периодом выдержки: *1* – 5 мин; *2* – 15 мин; *3* – 30 мин; *4* – 40 мин; *5* – 60 мин

В результате изучения влияния концентрации ионов кальция на СМС модельных мясных систем установлено, что варьирование концентрации [Ca^{2+}] вызывает существенные изменения их свойств. По мере увеличения концентрации [Ca^{2+}] в системе в целом наблюдается улучшение ее СМС – возрастание вязкости и снижение модуля упругости; однако в диапазоне концентраций 90–100 ммоль имеет место резкое ухудшение СМС, аналогичное эффекту обнаруженному в экспериментах на белковых препаратах (рис. 8, 9).

Параллельно изучались физико-химические и технологические показатели мясных систем в зависимости от концентрации [Ca^{2+}]. В целом внесение ионов кальция способствует увеличению доли прочносвязанной влаги в системе, о чем свидетельствует возрастание величины ВСС, снижение показателя активности воды (Aw) и увеличение пластичности. Однако в диапазоне содержания [Ca^{2+}] 100–110 ммоль имеет место резкое изменение этих показателей – снижение ВСС и пластичности, увеличение Aw (табл. 31). Та же динамика наблюдается в термообработанных мясных системах (табл. 32, 33): наличие в них [Ca^{2+}] в концентрации 90–110 ммоль вызывало снижение массовой доли общей влаги, выхода, ухудшение СМС. Увеличение значений показателя активности воды Aw позволяет предположить внутренние структурные преобразования белков – при содержании кальция в системе 90–100 ммоль происходит максимальное его связывание мышечными белками, которое сопровождается снижением заряда молекулы. Таким образом, влияние концентрации ионов кальция на основные физико-химические и технологические показатели мясных систем выражается в принципиальных изменениях динамики основных показателей, что, по всей видимости, обусловлено трансформацией механизма взаимодействия [Ca^{2+}] с мышечными белками.

Относительно низкие концентрации ионов кальция в диапазоне 3,7–29,6 ммоль приводят к повышению предельного напряжения сдвига и адгезионно-когезионной прочности фаршевых систем (рис. 10). В качестве модельных фаршевых систем здесь использовалась говядина высшего сорта в парном и охлажденном состоянии, измельченная на волчке с диаметром отверстий решетки 2–3 мм и добавлением 1,2 % (мас.) поваренной соли. Прямой зависимости между характером изменения реологических показателей модельных систем и концентрацией вводимых [Ca^{2+}] не наблюдалось.

Таблица 31

Влияние Ca^{2+} на основные характеристики мясных систем (до термообработки)

$[Ca^{2+}]$, ммоль	Система на основе охлажденного сырья				Система на основе размороженного сырья			
	влага, % (мас.)	ВСС, % (мас.)	пластичность, $см^2/г$	A_w	влага, % (мас.)	ВСС, % (мас.)	пластичность, $см^2/г$	Aw
0	77,7	69,3	16,2	0,9917	81,1	59,3	13,76	0,9917
30	78,2	73,9	16,78	0,9907	81,5	73,1	16,36	0,9907
60	78,4	80,8	16,84	0,9897	80,9	66,7	14,16	0,9897
80	78,1	84,4	16,75	0,9888	81,6	63,1	14,01	0,9888
90	78,4	76,4	17,26	0,9887	80,7	62,7	13,31	0,9987
100	78,2	70,7	15,52	0,9987	80,5	56,9	11,36	0,9869
110	78,4	72,1	15,46	0,9869	80,9	62,3	11,52	0,9869
120	78,4	72,8	15,99	0,9859	80,5	64,3	14,94	0,9857
140	78,3	76,4	16,03	0,984	81	67,5	15,83	0,984
160	78,1	81,3	16,42	0,9831	81,3	68,7	15,99	0,984

Таблица 32

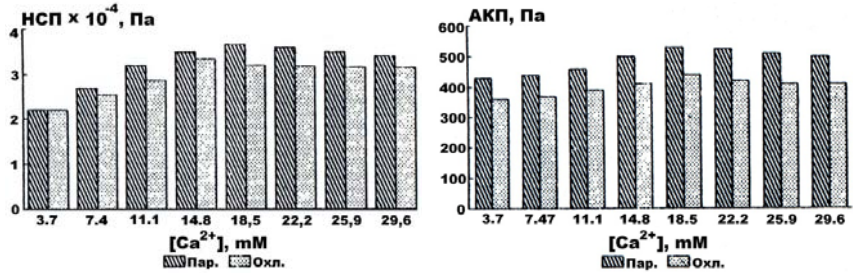
Влияние Ca^{2+} на основные характеристики мясных систем на основе охлажденного сырья (после термообработки)

$[Ca^{2+}]$, ммоль	Влага, % (мас.)	ВУС, % (мас.)	Пластичность, $см^2/г$	Пенетрация, мм	ПНС, кПа	Выход, % (мас.)	Aw
0	76,45	57,1	4,8	1,97	27,43	80,7	0,9917
30	76,67	58,4	5,5	2,15	23,03	81,62	0,9917
60	75,88	56,9	5,1	2,19	22,19	80,13	0,9907
80	76,34	57,4	5,3	2,4	18,48	80,23	0,9888
90	75,32	50,9	4,6	1,92	28,88	79,71	0,9907
100	74,29	47,7	4,2	1,94	28,28	74,94	0,9993
110	74,73	49,9	4,5	2,08	24,6	75,31	0,9987
120	75,1	51,1	4,6	2,07	24,84	78,2	0,9987
140	75,44	59,9	4,8	2,07	24,84	79,26	0,9873
160	76,77	61,7	5,5	2,05	25,33	82,16	0,984

Таблица 33

Влияние Ca^{2+} на основные характеристики мясных систем на основе размороженного сырья (после термообработки)

$[Ca^{2+}]$, моль	Влага, % (мас.)	ВУС, % (мас.)	Пластичность, $см^2/г$	Пенетрация, мм	ПНС, кПа	Выход, % (мас.)	Aw
0	72,15	52,1	4,5	1,95	28,3	76	0,9917
30	77,21	59,9	5,8	2,03	25,32	78,2	0,9907
60	75,72	54,7	5,3	2,05	25,33	75,9	0,9897
80	73,56	52,3	5,4	2,04	25,34	73,8	0,9912
90	73,96	49,5	5,1	1,78	26,16	72,2	0,9987
100	72,01	41,2	4,4	1,81	28,4	70,4	0,9987
110	72,45	42,8	4,6	2,02	24,52	71,8	0,9869
120	73,11	42,8	4,6	1,95	27,4	72,1	0,9869
140	76,43	54,5	4,7	1,96	27,41	79,5	0,9852
160	76,32	56,4	4,7	1,98	27,43	79,4	0,9859



а *б*

Рис. 10. Изменения напряжения стандартной пенетрации (*а*) и адгезионно-когезионной прочности (*б*) от $[Ca^{2+}]$ при выдержке 60 мин

Определение величины pH модельных систем показало (рис. 11), что по мере снижения pH происходит монотонное повышение концентрации $[Ca^{2+}]$, т. е. их высвобождение. Также повышение концентрации $[Ca^{2+}]$ изменяет величину Aw модельных систем (рис. 13). Таким образом, изменение концентрации ионов кальция существенно и не монотонно влияет на состав и свойства мясных систем, причем резкое изменение свойств происходит в диапазоне концентраций $CaCl_2$ 90–100 ммоль.

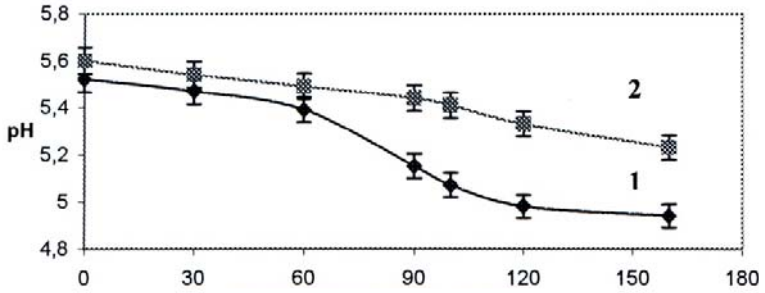


Рис. 11. Влияние концентрации $CaCl_2$ на величину pH мясной системы:
1 – из охлажденного сырья; *2* – из размороженного сырья

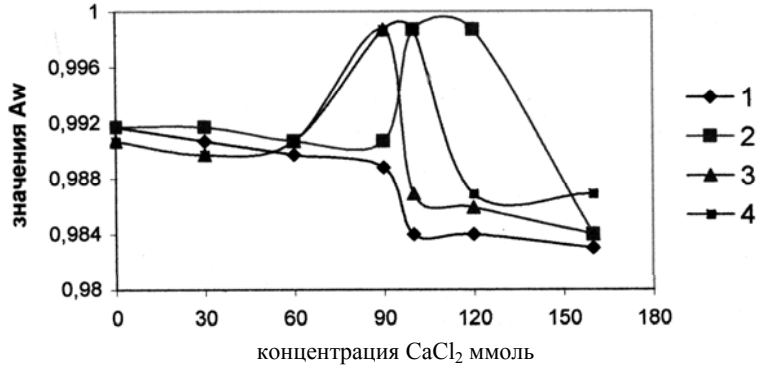


Рис. 12. Влияние $[Ca^{2+}]$, температуры и состояния сырья
на величину Aw в мясном фарше:
охлажденное мясо: *1* – до термообработки, *2* – после термообработки;
размороженное мясо: *3* – до термообработки, *4* – после термообработки

Для оценки достоверности экспериментальных результатов динамики свойств мясных систем при варьировании концентрации $CaCl_2$ был изучен характер изменения фракционного состава совокупности миофибриллярных и саркоплазматических белков, выделенных из мяса путем их электрофоретического разделения в полиакриламидном геле (ПААГ). Результаты, представленные в табл. 34 и 35 показывают, что реакция отдельных фракций белков на наличие $[Ca^{2+}]$ в системе неоднозначна. Максимальная агрегация миофибриллярных белков, а, следовательно, и связывание белками ионов кальция, наблюдается при внесении $CaCl_2$ до 60 ммоль, при

этом отмечено резкое снижение количества высокомолекулярных белков и возрастание низкомолекулярных фракций в диапазонах 90–160 ммоль $[Ca^{2+}]$.

Таблица 34

Площади пиков форезограмм саркоплазматических белков мясных систем

№ пика	Молекулярная масса, кДа	Концентрация $CaCl_2$, ммоль													
		система из охлажденного сырья							система из размороженного сырья						
		0	30	60	90	100	120	160	0	30	60	90	100	120	160
1	63–65	11,28	9,86	10,88	10,88	11,74	13,05	10,56	11,95	17,5	17,63	18,55	20,76	12,93	11,62
2	54–58	13,88	14,41	15,12	12,28	11,45	8,29	6,23	14,61	13,75	15,14	10,6	11,39	8,5	8,09
3	51–52	6,75	8,28	8,27	–	–	–	–	6,18	8,24	8,59	4,44	0,35	–	11,55
4	46–48	13,08	16,43	16,43	34,5	40,56	52,08	43,9	16,09	22,28	22,38	23,77	24,19	25,83	14,15
5	34–36	2,61	2,34	2,34	–	1,61	3,64	3,51	12,09	12,26	15,81	14,4	14,08	11,13	11,08
6	31–33	2,6	–	–	3,21	1,92	1,63	1,17	–	3,09	4,27	4,19	3,79	3,38	2,94
7	26–28	–	–	–	3,11	4,42	4,54	7,84	1,54	–	–	–	2,06	2,12	3,82
8	17–19	–	–	–	2,71	2,95	3,81	4,69	0,91	0,87	–	–	1,62	1,72	2,44
9	14–17	23,22	26,63	26,62	29,53	28,92	26,1	20,38	29,25	32,09	33,4	28,93	28,32	23,65	20,31

Таблица 35

Площади пиков форезограмм миофибриллярных белков мясных систем

№ пика	Молекулярная масса, кДа	Концентрация $CaCl_2$, ммоль													
		система из охлажденного сырья							система из размороженного сырья						
		0	30	60	90	100	120	160	0	30	60	90	100	120	160
1	72–74	3,42	4,66	7,26	3,59	2,45	0,88	–	4,59	4,62	5,07	3,56	1,29	1,22	–
2	58–60	1,73	2,36	1,94	–	–	–	–	1,23	0,71	–	–	–	–	–
3	49–50	1,15	1,65	4,42	9,76	–	–	–	1,36	1,88	5,06	–	–	–	–
4	44–45	1,58	2,66	4,23	–	–	3,38	16,9	3,83	4,92	4,85	–	–	2,19	8,47
5	33–36	1,02	5,34	3,64	1,83	1,53	1,36	–	1,22	3,74	1,52	1,21	0,94	–	–
6	14–16	–	0,89	0,9	0,96	1,36	1,24	0,7	–	–	1,24	2,34	2,57	1,98	1,66
7	10–12	3,96	3,94	3,17	0,9	0,42	0,85	1,45	1,21	0,91	1,12	1,93	2,76	3,91	2,74

На основании выполненных электрофоретических исследований был установлен факт изменения степени агрегации и взаимодействия белков на уровне всех молекулярных фракций. Наиболее выраженные изменения, как саркоплазматических, так и миофибриллярных белков, проявляются в диапазоне концентраций $CaCl_2$ 90–120 ммоль.

Особое функционально-технологическое значение белка миозина, его количественное преобладание среди миофибриллярных белков и его свойства – соле-, водорастворимость, кальций-зависимость – обусловило серию микроструктурных и спектроскопических исследований влияния ионов кальция в диапазоне концентраций 20–80 ммоль на процессы агрегирования белков миозиновой фракции. Установлено, что присутствие ионов кальция влияет на процессы агрегирования молекул миозина, форму и структуру образующихся агрегатов: введение ионов кальция сопровождается полимеризацией фибрилл миозина и средние размеры агрегатов составляют $(5 \pm 0{,}2 \cdot 10^{-6})$ м. Введение в системы аденозинтрифосфорной кислоты [АТФ] = 0,3 ммоль при (37 ± l) °С способствовало ускорению процесса взаимодействия молекул миозина.

Аналогично ионы кальция действуют на миофибриллярные фракции, выделенные из охлажденной говяжьей мышцы. Полученные агрегаты имеют линейные размеры $(2{,}4–0{,}2 \cdot 10^{-6})$ м, что, по всей вероятности, обусловлено уменьшением активных центров вследствие образования актомиозинового комплекса при автолизе. Результаты диализа изученных систем свидетельствует о стабильности образовавшихся связей.

Микроструктурные исследования состояния совокупности мышечных белков, выделенных из парной говяжьей мышцы, свидетельствуют о превращении мелкозернистой белковой массы в присутствии ионов кальция в ассоциаты сетчатой структуры. Наряду с этим наблюдается нарушение упорядоченности в строении агрегатов, зафиксированное при исследовании индивидуальной миозиновой фракции. Указанное явление, по всей видимости, является следствием взаимодействия миофибриллярных и глобулярных белков.

Таким образом, в результате проведения комплекса физико-химических, электрофоретических, спектрофотометрических и микроструктурных исследований влияния концентрации ионов кальция на физико-химические и технологические показатели модельных мясных систем показано, что в зависимости от диапазона концентраций $[Ca^{2+}]$ характеристики систем существенно меняются. При введении $CaCl_2$ в количестве 30–80 и 110–160 ммоль отмечается повышение вязкости, ВСС, выхода, снижение прочностных характеристик и значений Aw. В присутствии $CaCl_2$ в количестве 90–100 ммоль имеет место существенное ухудшение практически всех СМС. Наиболее выраженные изменения в характере агрегирования отдельных фракций саркоплазматических и миофибриллярных белков также проявляются в диапазоне $CaCl_2$ 90–120 ммоль. Установлены высокие агрегационная и структурирующая способности ионов кальция по отношению к мышечным белкам и белоксодержащим препаратам.

На основании выполненных исследований сформулированы рекомендации по оптимизации уровня содержания кальция в мясных продуктах:

– для продуктов высокой влажности – вареные колбасные изделия, сосиски, сардельки – не более 60 ммоль;

– для продуктов с ограниченным содержанием влаги – полукопченые и варено-копченые колбасные изделия – 60–80 ммоль;

– для сырокопченых колбасных изделий – 90–l10 ммоль;

– при использовании белковых препаратов – не более 20 ммоль.

Результаты исследований реализованы в конкретных рецептурах и технологиях двух видов реструктурированных мясопродуктов. Оценка качественных показателей опытных партий реструктурированных продуктов, изготовленных в производственных условиях, показала, что принцип кальцинирования может быть успешно использован при разработке рецептур и технологий мясопродуктов функционального и лечебно-профилактического назначения, обогащенных кальцием.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Рогов, И. А.* Общая технология мяса и мясопродуктов / И. А. Рогов, А. Г. Забашта, Г. П. Казюлин. – М.: Колос, 2000. – 367 с.

2. *Липатов, Н. Н.* Ноуменологические аспекты совершенствования качества поликомпонентных продуктов питания / Н. Н. Липатов, О. И. Башкиров, Л. В. Нескромная // Пробл. и перспективы совершенствования пр-ва пищ. продуктов с высокими потреб. свойствами на основе улучшения качества животновод. сырья. – Волгоград, 2002. – Т. 1. – С. 91–102.

3. *Титов, Е. И.* Производство вареных колбас с белково-жировыми композициями / Е. И. Титов, С. К. Апраксина и др. // Мясн. индустрия. – 2002. – № 3. – С. 25–27.

4. *Tolstoguzov, V.* (1986) Functional Properties of Protein-Polysaccharide Mixtures. In Functional Properties of Food Macromolecules. Mitchell, J. R. and Ledward, D. A. (Eds), Elsevier Applied Science Publishers, London. P. 385–415.

5. *Жаринов, А. И.* Основы современных технологий переработки мяса. В 2 ч. / А. И. Жаринов, О. Н. Кузнецова, Н. А. Черкашина: Изд-во ИТАР-ТАСС, 1997. – 189 с.

6. *Липатов, Н. Н.* Организмические подходы к формированию интегральных критериев ряда доминантных характеристик объектов пищевых производств / Н. Н. Липатов, О. И. Башкиров // Докл. РАСХН, 2003. – № 1. – С. 47–50.

7. *Мадалиев, И. К.* Разработка технологий мясных изделий на основе новых принципов модификаций функционально-технологических свойств субпродуктов II категории : автореф. дис. … канд. техн. наук : 05.18.04 / И. К. Мадалиев. – М., 1993. – 21 с.

8. *Рогов, И. Л.* Химия пищи / И. Л. Рогов, Л. В. Антипова, Н. И. Дунченко. – М.: КолосС, 2007. – 853 с.

9. *Горлов, И. Ф.* Разработка новых видов мясопродуктов на основе использования функционально-технологических свойств компонентов / И. Ф. Горлов, Ю. Н. Нелепов, Т. И. Клиженко // Проблемы увеличения производства конкурентоспособных пищевых продуктов за счет новых технологий и повышения качества сельскохозяйственного сырья. – Волгоград: Изд-во ВолГУ. – 1999. – С. 43–44.

10. *Нелепов, Ю. Н.* Функциональные свойства структурообразователей, применяемых в технологии мясопродуктов / Ю. Н. Нелепов. – Волгоград: Перемена. – 2000. – 179 с.

11. *Нелепов, Ю. Н.* Влияние технологических факторов на функциональные характеристики концентрата белково-углеводного / Ю. Н. Нелепов, С. И. Постников // Матер. докл. XXVII НТК по результатам НИР ППС, аспирантов и студентов за 1996 г. – Ставрополь: Изд-во СГТУ, 1997. – С. 1–2.

12. *Жаринов, А. И.* Исследование гелеобразующих свойств различных видов крахмала / А. И. Жаринов, Н. В. Гурова, Ю. Н. Нелепов // Пища. Экология. Человек: матер. III Междунар. науч.-теорет. конф. – М.: Изд-во МГУПБ. – 1999. – С. 40.

13. *Жаринов, Л. И.* Функциональные свойства различных видов муки / Л. И. Жаринов, Н. В. Гурова, Ю. Н. Нелепов // Продукты XXI века. Технология. Качество. Безопасность: тез. докл. Междунар. науч. конф. – М.: ВНИИ мясной промышленности, 1998. – С. 74–76.

14. *Гурова, Н. В.* Использование горчичного порошка в качестве многофункциональной добавки в технологии мясопродуктов / Н. В. Гурова, О. В. Толкач, Ю. Н. Нелепов, Т. И. Клиженко // РАСХН; науч.-практич. конф. «Прогрессивные, экологически безопасные технологии хранения и комплексной переработки сельхозпродукции для создания продуктов питания повышенной пищевой и биологической ценности»: тез. докл. – М., 1998. – С. 110.

15. *Горлов, И. Ф.* Использование зернобобовой культуры нута в производстве колбасных продуктов / И. Ф. Горлов, Н. И. Мамонтов, Л. Г. Сапожникова // Хроника и переработка сельскохозяйственного сырья. – 1996. – № 5. – С. 17–18.

16. *Горлов, И. Ф.* Мясные и молочные продукты с растительными наполнителями / И. Ф. Горлов, Л. Г. Сапожникова // Пищевая промышленность. – 1998. – № 1. – С. 66–68.

17. *Горлов, И. Ф.* Новая высокобелковая добавка из нута / И. Ф. Горлов, Л. Г. Сапожникова // Мясная индустрия. – 1999. – № 6. – С. 24–25.

18. ТУ 9293-018-34440476-98. Мука нутовая / Горлов И. Ф., Шиндялова Е. В., Сапожникова Л. Г., Цукарев В. И.

19. Пат. 2155513 Российская Федерация. Мясной продукт / Горлов И. Ф., Нелепов Ю. Н., Клиженко Т. И., Сапожникова Л. Г.; 10.09.2000 г.

20. ТУ 9213-006-3444476-96. Колбаса полукопченая «Антоновская» с белковым наполнителем из ядра тыквенных семян / Горлов И. Ф., Манджиев О. Х., Сапожникова Л. Г.

21. ТУ 9213-008-34440476-96. Колбаса вареная «Сарпинская оригинальная» с использованием мяса птицы / Горлов И. Ф., Манджиев О. Х., Ледовский А. В.

22. ТУ 9213-005-34440476-96. Колбаса вареная «Сарпинская диетическая» / Горлов И. Ф., Манджиев О. Х., Сапожникова Л. Г.

23. Пат. 2239649 Российская Федерация. МПК 7 C11B1/10. Способ получения экстракта грецких орехов молочно-восковой спелости / Горлов И. Ф., Юрина О. С., Сложенкина М. И.; заявитель и патентообладатель Волгоградский НИИ мясомолочного скотоводства и переработки продукции животно-водства. – № 2002125550; заявл. 24.09.2002, опубл. 10.11.04. Бюл. № 31. – 4 с.

24. Пат. 2183067. Способ защиты кол-басных изделий длительного хранения от плесени / Горлов И. Ф., Каренгина Т. В., Сапожникова Л. Г., Кочкарева А. В. 10.06.2002 г.

25. *Белоусов, А. А.* Особенности послеубойных изменений микроструктуры мяса различных качественных групп / А. А. Белоусов, С. И. Хвыля, Т. Г. Кузнецова // Сб. науч. тр. ВНИИМПа. – М., 1998.

26. *Лисицын, А. Б.* Теория и практика переработки мяса / А. Б. Лисицын, Н. И. Липатов, Л. С. Кудряшов, В. А. Алексахина, И. М. Чернуха. – М.: ВНИИМП, 2004. – С. 338.

27. *Волкова, Н. А.* Биометрические исследования суточных ритмов физиологических функций у коров / Н. А. Волкова // Проблемы развития АПК: тез. докл. XIV науч.-практ. конф. – Калинин, 1991.

28. *Гущин, В. Н.* Новые методические подходы прогностической оценки функционального состояния организма сельскохозяйственных животных / В. Н. Гущин, Н. А. Волкова, Л. Б. Дубовой // Итоги науч.-исследоват. работ по зоогигиене за 1986–1990 гг. и задачи НИР на период 1991–1995 гг.: тез. докл. Всесоюзного координационного совещания. – Львов, 1990. – С. 5–6.

29. *Жаринов, А. И.* Ферментная модификация свойств мяса кур-несушек / А. И. Жаринов, П. Н. Евтиков, С. А. Марушина, Т. Г. Кузнецова. – Мясная инсдустрия. – № 2. – 2002. – С. 20–21.

30. *Жаринов, А. И.* Экспериментальное определение соле- и водорастворимых белков в различии видах мясного сырья / А. И. Жаринов, А. О. Юнякова. – Вестник «Аромарос-М». – № 1. – 2008. – С. 40–45.

31. *Жаринов, А. И.* Влияние соле- и водорастворимых фракций белков на водо- и жироудерживающую способность мясного сырья / А. И. Жаринов, А. О. Юнякова // Вестник «Аромарос-М». – № 2. – 2011. – С. 57–60.

32. Использование крови убойных животных в ФРГ // Мясная промышленность: Экспресс-информ. – М.: АгроНИИТЭИмясомолпром. – 1987. – Вып. 8. – 7 с.

33. А. с. 460046 (СССР). Способ стабилизации окраски мясных изделий при их нагреве / Жаринов А. И., Силаев М. И., Рурукин И. А. [и др.]. – № 1915092. Заявл. 28.04.73, опубл. 24.03.75, Б. И., № 6.

34. А. с. 627714 (СССР). Способ выделения пищевого белка жидкой фракции крови, освобожденной от форменных элементов / Жаринов Л. И., Силаев М. П., Вильегас Х. Р. [и др.]. – № 2491001. Заявл. 26.05.77.

35. *Жаринов, А. И.* Отечественные колоранты для мясных продуктов / А. И. Жаринов, И. В. Ведерникова, А. П. Финкель // Мясная индустрия. – 2002. – № 10. – С. 13–15.

36. *Жаринов, А. И.* Сравнительная оценка токсикологической безопасности пищевых красителей / А. И. Жаринов, И. В. Ведерникова, О. А. Кузнецова, А. А. Фаль // Мясная индустрия. – 2004. – № 9. – С. 38–41.

37. *Липатов, Н. Н.* Использование компонентов «плазменно-соевого» структурированного белкового продукта в технологии комбинированной вареной колбасы / Н. Н. Липатов, И. А. Рогов, Ш. М. Мусаев, А. В. Ефимов [и др.] // Тез. докл. Всесоюзн. совщания «Физическая химия структурирования пищевых белков». – Таллин, 1983. – С. 105–107.

38. *Жаринов, А. И.* Специфика гелеобразования в белковых поликомпонентных системах / А. И. Жаринов, Л. Б. Макарова, М. Ю. Жердева // Тез. докл. Всесоюз. конф. «Химия пищевых добавок». – Киев. – 1989. – С. 57.

39. *Рогов, И. А.* Влияние условий хранения на основные качественные характеристики соевых белковых препаратов / И. А. Рогов, М. Ю. Попова, К. Г. Скрябин [и др.]. – Мясная индустрия. – 2003. – № 7. – С. 26–29.

40. *Веселова, О. В.* Изучение влияние ионов кальция на свойства мясных систем / О. В. Веселова, А. Ю. Леонов, Т. А. Сергиенкова // Матер. Междунар. науч. конф. «Живые системы и биологическая безопасность населения». – М., 2002. – С. 57–58.

41. *Жаринов, А. И.* Изучение влияния ионов кальция на структурно-механические свойства модельных фаршей / А. И. Жаринов, А. Е. Муромцева // Сб. «Современные проблемы качества мясного сырья и его переработки»: тез. докл. Межгосударственного науч. семинара. – г. Кемерово, 25–27 ноября 1993 г. – С. 19.

42. *Жаринов, А. И.* Исследование влияния ионов кальция на структурно-механические свойства и степень переваримости реструктурированного мясопродукта / А. И. Жаринов, С. Б. Юдина, А. Е. Муромцева // Сб. «Научные и практические пути решения проблемы производства пектина»: тез. докл. I Всероссийск. науч.-технич. семинара, г. Краснодар, 12–13 октября 1993 г.

43. *Жаринов, А. И.* Влияние концентрации ионов кальция на процесс образования белковых препаратов / А. И. Жаринов, А. С. Клемешов, О. В. Веселова, Т. А. Сергеева // Матер. IV Междунар. науч.-практич. конф. «Пища, экология, человек». – М., 2001. – С. 127–128.

44. *Жаринов, А. И.* Влияние ионов кальция основные характеристики гелей, получаемых на основе белковых препаратов / А. И. Жаринов, О. В. Веселова, А. С. Клемешов, И. В. Решетов // Специализированный информационный бюллетень «Мясные технологии». – № 1. – 2003. – С. 2–3.

45. *Жаринов, А. И.* Влияние ионов K^+ и Ca^{2+} на процесс гелеобразования к-каррагинана и свойства полученных гелей / А. И. Жаринов, О. В. Веселова // Пища. Экология. Человек: матер. V Междунар. науч.-технич. конф. – М., 2003. – С. 11–12.

46. *Жаринов, А. И.* Изучение влияния ионного состава среды гидратации белковых препаратов на свойства полученных гелей Системные технологии продовольственного сырья и пищевых продуктов» / А. И. Жаринов, О. В. Веселова, А. Ю. Леонов // Матер. Междунар. науч.-практич. конф. – М., 2003. – С. 32–33.

47. *Жаринов, А. И.* Влияние ионов кальция на коллоидно-химическое состояние мясных систем / А. И. Жаринов, О. В. Веселова, И. Г. Заговалов, А. Н. Леонов // Мясная индустрия. – 2004. – № 6. – С. 35–37.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение…… 3

1. Методологические принципы совершенствования процесса проектирования мясопродуктов……... 4

2. ФТС мясного сырья и субпродуктов. Оценка степени технологической совместимости…… 11

3. ФТС структурообразователей растительного происхождения……. 16
   - 3.1. ФТС крахмалов……... 16
   - 3.2. ФТС муки…… 19
   - 3.3. ФТС горчичного порошка…….. 23
   - 3.4. ФТС нута, топинамбура и семян тыквы……... 29
     - 3.4.1. Нут……. 29
     - 3.4.2. Семена тыкв…….. 31
     - 3.4.3. Топинамбур……... 31

4. Натуральные консерванты для колбасных изделий……... 32
   - 4.1. Экстракт грецких орехов……... 32
   - 4.2. Раствор горчицы……. 32
   - 4.3. Раствор бишофита…….. 33

5. Особенности технологии использования парного мяса……. 34
   - 5.1. Первый способ…… 35
   - 5.2. Второй способ……. 37
   - 5.3. Третий способ……. 38
   - 5.4. Особенности технологии использования остывшего мяса……. 40

6. Ферментная модификация свойств мяса кур-несушек…….. 47

7. Фракционный состав белков как фактор ФТС мясного сырья……. 51

8. Краситель для мясопродуктов на основе гемоглобина…….. 56

9. Изменения соевых белковых препаратов в процессе хранения……..... 62

10. Кальцинирование комбинированных мясных систем…… 66

Библиографический список.....…… 78

Научное издание

Иван Федорович **Горлов**
Марина Ивановна **Сложенкина**
Валентина Николаевна **Храмова**
Екатерина Анатольевна **Селезнева**

ОСНОВЫ СОВРЕМЕННЫХ АСПЕКТОВ ТЕХНОЛОГИИ МЯСОПРОДУКТОВ

Монография

Редактор *Л. И. Громова*
Компьютерная верстка *Е. В. Макаровой*

Темплан 2013 г. (научные издания). Поз. № 48.
Подписано в печать 01.07.2013. Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная.
Гарнитура Times. Печать офсетная. Усл. печ. л. 4,88. Уч.-изд. л. 4,84.
Тираж 100 экз. Заказ

Волгоградский государственный технический университет.
400131, Волгоград, просп. им. В. И. Ленина, 28, корп. 1.

Отпечатано в типографии ИУНЛ ВолгГТУ.
400131, Волгоград, просп. им. В. И. Ленина, 28, корп. 7.