

Технология мясных продуктов из биомодифицированного сырья

Бараненко Д. А.
denis@baranenko.com

*Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет ИТМО
Институт холода и биотехнологий*

В статье рассматривается влияние параметров инкубации ферментного препарата СГ-50 на степень протеолиза мясного фарша. Приведены полуэмпирические зависимости содержания продуктов гидролиза мышечной и соединительной ткани телятины от концентрации СГ-50, температуры и продолжительности инкубации. Представлены рецептуры и технологическая схема производства фрикаделек из телятины, обоснованы сроки годности мясопродуктов при хранении в охлажденном состоянии.

Ключевые слова: ферменты, СГ-50, телятина, протеолиз, фрикадельки, пищевая ценность.

Пищевая и биологическая ценность, качество и функционально-технологические свойства мясного сырья зависят от многих факторов, важнейшими из которых являются вид и порода животных, части туш и их состояние, технологии первичной обработки и переработки. Химический состав мяса сложен и характеризуется составом мышечной, соединительной и жировой ткани. Низкосортное сырьё богато соединительной тканью, доля которой составляет 20-33% в зависимости от вида и породы животных. Таким образом, до 30% производимого мясного сырья используется не рационально или не используется вообще и требует дополнительных затрат на утилизацию. Между тем, в условиях глобальной недостаточности ресурсов белка животного происхождения, особую актуальность имеют технологии переработки обедненного вторичного сырья с целью для получения полноценных пищевых продуктов, богатых незаменимыми макро- и микронутриентами [1].

Для повышения пищевой и биологической ценности, функционально-технологических свойств (ФТС) и усвояемости такого сырья могут использоваться ферментные препараты протеолитического и липолитического действия, полученные из животного и растительного сырья, а также путём микробиологического синтеза [2]. Под действием ферментов происходит разрыв пептидных связей белковых молекул и сложно-эфирных молекул липидов. Преимущество ферментативной модификации в сравнении с физико-

химическими способами связаны с возможностью направленного регулирования свойств, повышения биологической ценности и усвояемости продукции.

Ферментные препараты отличаются специфичностью воздействия на саркоплазматические (водорастворимые), миофибрилярные (щелочерастворимые) и белки соединительной ткани (щелочерастворимые) [3]. Использование ферментных препаратов в технологии производства мясных изделий позволяет интенсифицировать технологический процесс и вовлечь в процесс нетрадиционное, более низкосортное сырьё [4]. Протеолиз белков, образование полипептидов различной молекулярной массы и свободный аминокислот зависит от типа и концентрации препарата, а также от технологических параметров ферментации [5].

Цель работы – теоретически и экспериментально обосновать получение продуктов биомодификации сырья животного и растительного происхождения повышенной биологической ценности; разработать технологии функциональных пищевых продуктов с их использованием и установить сроки годности при хранении с применением искусственного холода.

Для выполнения поставленной цели решались следующие задачи:

- исследовать и обосновать выбор ферментных препаратов для биотехнологической модификации свойств мясного сырья с повышенным содержанием соединительной ткани;
- исследовать и обосновать технологические параметры протеолиза белковых фракции мясного сырья;
- разработать рецептуры мясных продуктов функционального назначения на основе биомодифицированного сырья;
- исследовать пищевую, в том числе биологическую ценность, показатели качества и безопасности разработанных продуктов;
- разработать технологию мясных продуктов на основе биомодифицированного мясного сырья; обосновать сроки их годности с учетом коэффициента резерва.

Объектами исследования выбраны:

- отруба телятины, отличающиеся повышенным содержанием соединительной ткани и жёсткостью;
- ферментный препарат протеолитического действия СГ-50 активностью 100 тыс. ед., состоящий из химотрипсина и пепсина в соотношении 1:1.

В мясном сырье до и после ферментации определяли ФТС, массовую долю белков, водо-, соле- и щелочерастворимые фракции белков, аминокислотный состав, жирнокислотный состав. Использовались физико-химические, биохимические, структурно-механические, микробиологические, органолептические методы исследования; газовая и жидкостная хроматография, спектрометрия, колориметрия, микроскопия.

С целью оптимизации концентрации ферментного препарата, температуры и продолжительности инкубации в мясном фарше использовали метод

планирования полного трехфакторного эксперимента. В качестве функции отклика выбрано содержание белков, растворимых в фильтрате продуктов гидролиза мышечной ткани. В качестве кодированных переменных X_1 , X_2 , X_3 выбраны массовая доля ферментного препарата, температура и продолжительность инкубации его в мясном фарше соответственно. При анализе воспроизводимости опытов определяли погрешность опытов, оценку дисперсии воспроизводимости и критерий Фишера. В табл. 1 приведены основные характеристики полного трехфакторного эксперимента.

Таблица 1

Результаты полного трехфакторного эксперимента по действию ферментного препарата на мышечную и соединительную ткань

№	Концентрация ферментного препарата, %	Температура инкубации, °С	Продолжительность инкубации, ч	Y_1	Y_2
1	0,03	23	6	0,263	0,232
2	0,09	23	6	0,271	0,160
3	0,03	30	6	0,303	0,262
4	0,09	30	6	0,293	0,171
5	0,03	23	10	0,304	0,171
6	0,09	23	10	0,296	0,158
7	0,03	30	10	0,353	0,188
8	0,09	30	10	0,319	0,166

На основании представленных в табл. 1 данных, рассчитаны коэффициенты уравнения регрессии, определена их значимость и составлены уравнения для мышечной и соединительной ткани (Y_1 и Y_2 , соответственно):

$$Y_1 = 0,292 - 0,012X_1 + 0,024X_2 + 0,025X_3 + 0,006X_2X_3$$

$$Y_2 = 0,189 - 0,025X_1 + 0,0083X_2 - 0,0178X_3 + 0,016X_1X_3$$

Полученные уравнения использовали для оптимизации технологических параметров инкубации ферментного препарата СГ-50 в мясном фарше. Методом крутого восхождения (наискорейшего спуска) оптимизировали технологические параметры протеолиза белков. Для мышечной ткани рекомендуется температура 23 °С, $C = 0,04\%$, время выдержки 6 ч. Для соединительной ткани рекомендуемая температура 25 °С, концентрация ферментного препарата 0,05%, время выдержки 8 ч.

Определены константы скорости реакции псевдопервого порядка при концентрации ферментного препарата 0,03% при температуре 23 и 30 °С, составившие соответственно 0,154 ч⁻¹ и 0,178 ч⁻¹ для мышечной ткани; для соединительной ткани – 0,215 ч⁻¹ и 0,235 ч⁻¹.

В результате ферментации фарша наблюдается накопление свободных аминокислот, что способствует формированию специфического вкуса и аромата готового продукта. В аминокислотном составе преобладают глицин, гистидин, глутаминовая кислота и глутамин, лейцин. Кроме того, частичный протеолиз мышечной ткани под воздействием пробиотических микроорганизмов способствует повышению усвояемости и улучшению консистенции продукции.

С целью обогащения готовых изделий минеральными элементами, пищевыми волокнами, витаминами, антиоксидантами, полиненасыщенными жирными кислотами: омега-3 и омега-6 в качестве наполнителей использовали растительные компоненты. При составлении рецептов (табл. 2) использовали метод планирования для смеси, состоящей из трех и более компонентов.

Таблица 2

Рецептуры мясных продуктов на основе телятины

Сырье, г на 100 г:		
Телятина	65	60
Брокколи зеленая отварная	15	-
Цветная капуста отварная	-	15
Чернослив сушеный	10	-
Морковь	-	15
Яйца куриные свежие	5	5
Масло подсолнечное и льняное (купажированное)	5	-
Масло оливковое	-	5
итого	100	100
Пряности, г на 100 г несоленого сырья:		
соль поваренная	2	2
перец черный молотый	0,1	0,1

На основании данных о химическом составе продукции следует, что фрикадельки, изготовленные по разработанным рецептурам, обладают высокой пищевой ценностью и функциональными свойствами, которые формируются за счет различных комплексов биологически активных веществ. Изделия, изготовленные по данным рецептурам, рекомендуются для детского и диетического питания за счет низкой калорийности телятины и большого содержания пищевых волокон, улучшающих деятельность желудочно-кишечного тракта. Продукт так же богат калием и железом, поэтому полезен для стабильной работы сердца и при анемии.

Технологическая схема производства мясных продуктов представлена на рис. 1.

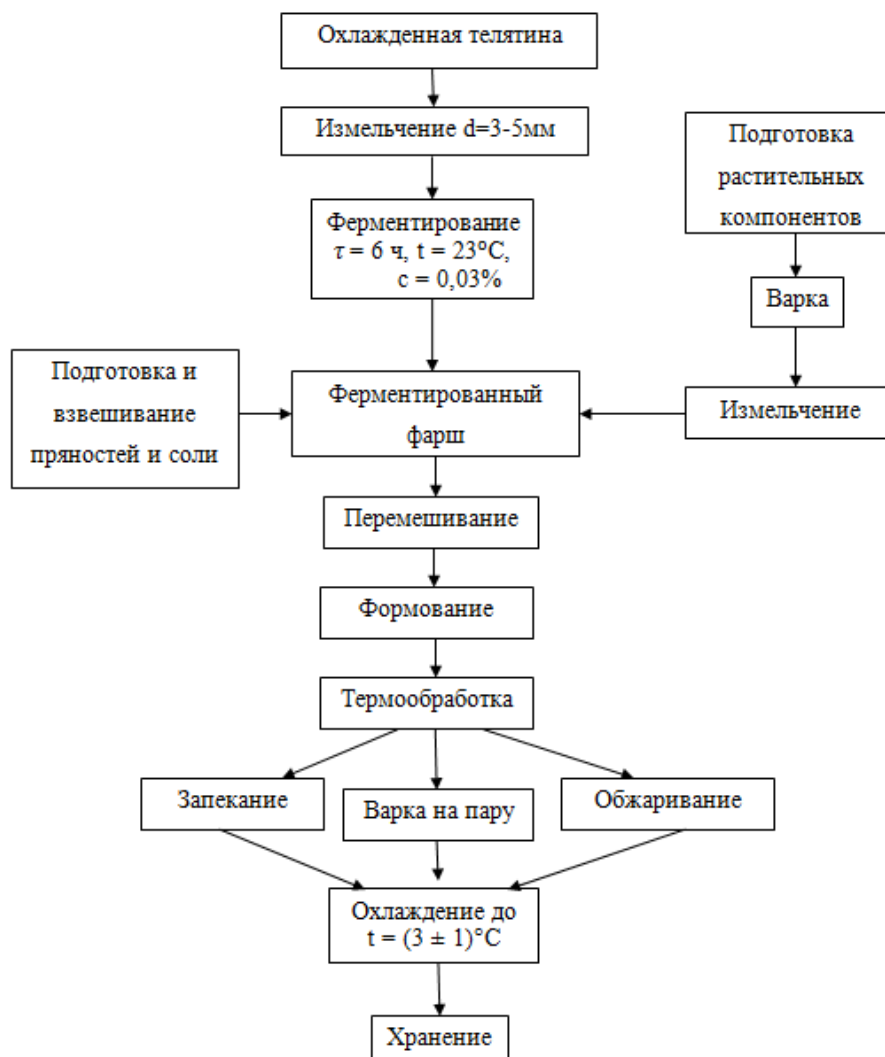


Рисунок 1. – Технологическая схема производства мясопродуктов из телятины.

Предложены три варианта термообработки фарша после формования, которые оказывают влияние на органолептические характеристики и пищевую ценность готовой продукции.

Данные микробиологического анализа фрикаделек при хранении представлены на рис. 2.

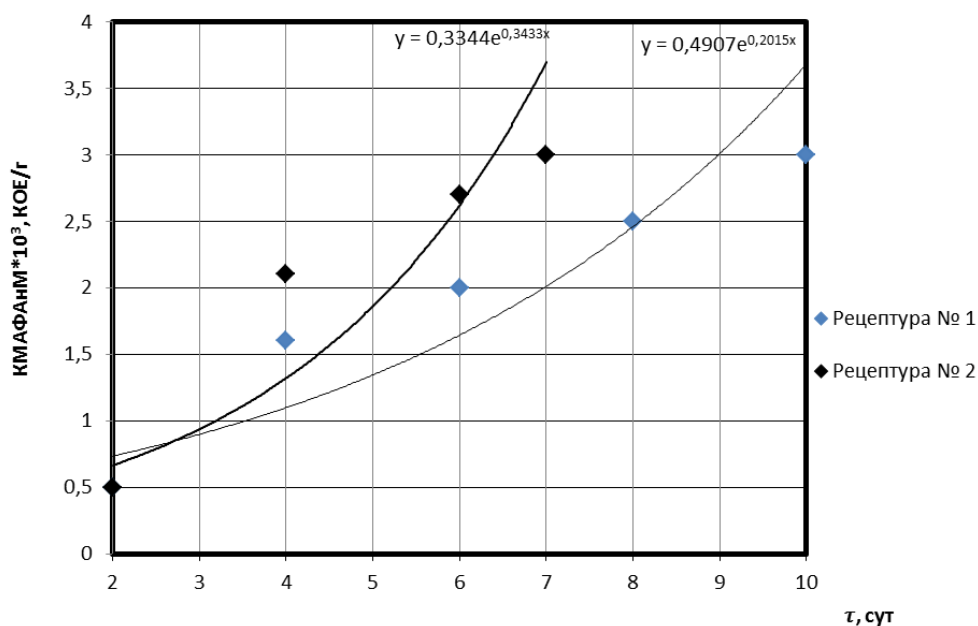


Рисунок 2. – КМАФАнМ фрикаделек при хранении ($t = 3 \pm 1$ С).

Отмечено превышение установленных СанПиН 2.3.2.1078-01 значений КМАФАнМ для фрикаделек $1 \cdot 10^3$ КОЕ/г после 3 сут хранения. Для увеличения сроков годности могут быть рекомендованы дополнительные к холоду микро- и бактериостатические средства и способы упаковки, а также хранение в замороженном состоянии.

Органолептическая оценка фрикаделек при хранении представлена на рис. 3.

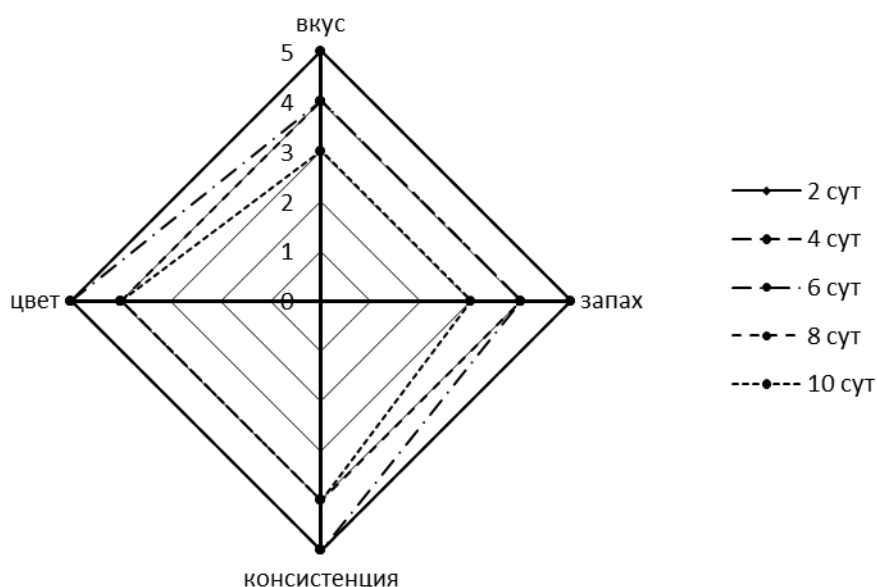


Рисунок 3. – Органолептический профиль показателей качества фрикаделек, изготовленных по рецептуре № 1, при хранении ($t = 3 \pm 1$ С).

Органолептическая оценка показала, что фрикадельки, изготовленные по рецептуре № 1 более стойки при хранении, характеризовались более высокими

оценками дегустаторов в течение всего периода хранения, по сравнению с фрикадельками, изготовленными по рецептуре № 2, что можно объяснить наличием фитонцидов в черносливе. На всём протяжении хранения содержание амино-аммиачного азота фрикаделек, изготовленных по рецептуре №1, было меньше аналогичного показателя для фрикаделек рецептуры №2.

По комплексу органолептических, физико-химических показателей качества и микробиологических показателей безопасности обоснованы сроки годности охлажденных мясных изделий: $\tau = 48$ ч при $t = (3 \pm 1)^\circ\text{C}$.

Использование биомодифицированного низкосортного мясного сырья открывает широкие возможности для производства полноценных высококачественных пищевых продуктов. Повышение доступности сырья для пищеварительной системы человека и улучшение консистенции продукции, даёт возможность применять такое сырьё при конструировании продуктов согласно теории рационального питания и пищевой комбинаторики. При последующих исследованиях следует особое внимание уделить подавлению развития нежелательной микрофлоры в процессе ферментации, а также увеличению сроков годности готовой продукции.

Список литературы

1. Pimentel D., Pimentel M. World population, food, natural resources, and survival // World Futures. – 2003. – 59. – P. 145–67.
2. Лукин А.А. Опыт применения ферментных препаратов в технологии переработки мяса и вторичных коллагенсодержащего сырья // Современное состояние и перспективы развития пищевой промышленности и общественного питания: материалы V междунар. науч.-практ. конф. в 2-х т. – Челябинск: ЮУрГУ, 2011. – Т. 1. – С. 114–120.
3. Чернуха И.М., Сметанина Л.Б., Кузнецова Т.Г., Лисицын Б.А., Кракова В.З. Модификация низкосортного сырья ферментами животного происхождения при производстве мясопродуктов // Tehnologija mesa. – 2005. – 46. – С: 271–278.
4. Антипова Л.В., Подвигина Ю.Н., Косенко И.С. Применение ферментных препаратов в технологии производства мясных изделий // Фундаментальные исследования. – 2008. – № 6. – С. 124-125.
5. Иванкин А.Н., Кузнецова Т.Г., Миталева С.И. Биотрансформированные белки животного происхождения для получения нового поколения функциональных продуктов питания // Tehnologija mesa. – 2005. – 46. – С. 283-286.

Technology of meat products from biotechnologically modified raw materials

D. A. Baranenko
denis@baranenko.com

*National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics
Institute of Refrigeration and Biotechnologies*

Incubation parameters of the enzymatic agent SG-50 impact on the proteolysis degree of ground meat is studied in the paper. Semi-empirical relations of muscle and connective veal tissue hydrolysis products content from concentration of SG-50, temperature and duration of incubation are given. Formulations and technological scheme of veal meatballs and their estimated shelf life when stored refrigerated are submitted.

Keywords: enzymes, SG-50, veal, proteolysis, meatballs, nutritional value.