

УДК 606:637.5

**НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОТЕОЛИТИЧЕСКИХ ФЕРМЕНТОВ
ВНУТРЕННОСТЕЙ РЫБ В ТЕХНОЛОГИЯХ МЯСНЫХ ПРОДУКТОВ****Т.Н. Данильчук, А.В. Югай, В.В. Ахметьева, Д.В. Новикова***ФГБОУ ВО «Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)», Москва, Россия*

В последние десятилетия не теряет своей актуальности проблема рационального использования мясного сырья. Важным является решение задачи производства широкого ассортимента мясных и мясосодержащих продуктов в объеме, полностью обеспечивающем потребности населения в разнообразной и высококачественной продукции [1]. В этой связи перспективным представляется развитие технологий глубокой переработки мясного сырья, в том числе с использованием ферментных препаратов. Использование экзогенных протеаз для размягчения (тендеризации) мяса является перспективным методом улучшения качества мяса. Еще одно направление в использовании ферментов – обработка мясного сырья с жесткой консистенцией. В процессе протеолиза происходит размягчение соединительной ткани, что влечет за собой улучшение функционально-технологических свойств мясного сырья, органолептических показателей готового продукта, сокращается длительность термической обработки.

В настоящее время применяют ферменты растительного (папаин, бромелайн и фицин), животного (пепсин, трипсин), микробного (например из *Aspergillus oryzae*, *Bacillus subtilis* и др.) происхождения [2–6], а также ферменты, полученные из внутренних органов гидробионтов [7].

Протеолитические ферменты внутренностей рыб обладают достаточно высокой активностью [8, 9] и находят широкое применение в различных областях промышленности [10–12]. При обработке ферментами вторичного сырья, образующегося после разделки гидробионтов, можно получать гидролизаты с функциональными свойствами [13, 14].

Значение ферментных технологий возрастает в связи с нехваткой мясного сырья, необходимостью привлечения нетрадиционных источников и их комбинирования, а также в связи с возрастающим количеством мяса PSE, DFD и RSE. Использование ферментов может решить аналогичные проблемы в молочной и рыбной промышленности.

Несмотря на то, что потребность в ферментах в нашей стране достаточно велика, производство ферментов в промышленных масштабах практически отсутствует. В связи с этим, представляются интересными исследования в области использования ферментов рыб в технологии мясных продуктов, в частности, для получения продукта с нежной консистенцией и хорошими органолептическими свойствами из сырья с высоким содержанием соединительной ткани.

Кроме того, деятельность по переработке рыбы и морепродуктов сопровождается образованием значительного количества отходов, побочных продуктов и отходов, что приводит к негативным экономическим и экологическим последствиям. Управление устойчивым использованием ресурсов морепродуктов, в том числе переработка внутренностей рыб, имеет немаловажное значение для предотвращения экологических проблем и обеспечения ресурсосбережения.

Целью настоящей работы являлось выделение ферментов, обладающих протеолитическим действием, из желудков рыб, исследование их ферментативной активности и выявление возможности использования этих ферментов для модификации свойств мяса с большим содержанием соединительной ткани.

В качестве объектов исследования выбраны: желудки сельди атлантической; экстракты, полученные из желудков сельди атлантической; мясо голени индейки.

Сельдь атлантическая имеет большое промысловое значение. Она плавает огромными стаями. Не существует других рыб, образующих столь значительные по количеству особей косяки. Ловят сельдь круглогодично. Взрослая сельдь поедает мелких ракообразных, мальков и молодь более мелких рыб, так что условно может называться хищником. Такое питание позволяет сельди дорасти до внушительных размеров и предопределяет выработку в желудках рыб ферментов, обладающих значительной протеолитической активностью.

Мясо индейки имеет уникальный биохимический состав, при достаточном количестве калорий содержит мало холестерина и считается диетическим. Спрос на мясо индейки ежегодно увеличивается: в 2021 году потребление мяса индейки на душу населения в России составляло 2,6 кг в год, а в 2022 году выросло до 3 кг.

Общий объем производства мяса индейки в России в 2022 году во всех хозяйствах увеличился на 3,5 % до 414,5 тыс. тонн. Однако по сравнению с курятиной мясо индейки имеет более высокую стоимость. По данным исследовательского агентства ГФК Рус, мясо индейки сегодня продается лишь в 45 % продуктовых магазинов, а у курятины этот показатель вдвое выше – 94,5 %.

Сделать продукты из мяса индейки доступнее для широкого круга потребителей можно с использованием для их производства более дешевых частей тушки индейки, в частности голени индейки. Голень индейки содержит значительное количество соединительной ткани, в связи с чем для производства из нее продуктов, обладающих высокими потребительскими свойствами, целесообразно использовать обработку мясного сырья ферментами [4]. В научной литературе для биотрансформации мяса голени индейки предлагается использовать либо ферментные препараты, полученные путем микробного синтеза, либо препараты, полученные из желудков крупного рогатого скота. Интересным с научной и практической точки зрения является изыскание способов модификации свойств жесткого мясного сырья с использованием ферментов, выделенных из желудков рыб.

Экстракт фермента получали следующим образом: желудки рыб отделяли от других органов, тщательно промывали в прохладной проточной воде, делали надрез, извлекали остатки корма, лишние примесей и снова промывали. После второй промывки измельчали. Далее сырье помещали в чистую емкость, добавляли воду и немного 9-ти % уксуса для того, чтобы повысить кислотность среды. Раствор оставляли на 30 мин., затем фильтровали. Протеолитическую активность экстракта определяли методом Ансона по ГОСТ 20264.2–88 «Препараты ферментные. Методы определения протеолитической активности».

Полученный экстракт использовали для обработки мяса голени индейки. Мясо индейки отделяли от костей и помещали в экстракт. Продолжительность обработки варьировали от 1 до 4 часов. Исследовали функционально-технологические и структурно-механические свойства мяса. После обработки мясо подвергали варке в течение 50 мин. Готовый продукт имел характерный белый цвет, волокна были хорошо видны. Бульон имел слабый рыбный аромат. Вкус мяса проверяли по органолептическим показателям.

Водосвязывающую способность (ВСС) оценивали по методу Грау в модификации ВНИИМП. Влагоудерживающую способность (ВУС) определяли по массе выделившейся влаги в процессе нагревания образца на водяной бане при температуре кипения воды с использованием молочного жиромера. Предельное напряжение сдвига (ПНС) образцов исследовали методом пенетрации с использованием пенетromетра ПМДП конусообразной формы. Для определения показателя pH использовали pH метр марки pH-410 со стеклянным электродом. Анализ органолептических свойств готовых продуктов проводили в соответствии с ГОСТ 9959 «Продукты мясные. Органолептический метод определения показателей качества». Оценивали внешний вид, цвет, запах (аромат), вкус. Проведено исследование микробиологических показателей готового продукта.

Исследование протеолитической активности (ПА) экстрактов из желудков сельди показало, что экстракты обладают достаточно высокой протеолитической активностью, уровень которой в значительной степени зависит от pH среды (таблица 1) – чем ниже pH, тем более активен фермент.

Таблица 1. Результаты определения протеолитической активности (ПА).

Кислотность среды	pH 5,5	pH 6,5	pH 7,2
ПА, усл. ед./мл	250	120	90

Данные экспериментов по определению функционально-технологических и структурно-механических свойств мяса голени индейки представлены в таблице 2.

Из таблицы видно, что обработка мяса голени индейки экстрактом из желудков сельди атлантической приводит к улучшению свойств мясного сырья и готового продукта. В зависимости от продолжительности выдержки в экстракте ВСС увеличивается на 1–12,5 %, а ПНС снижается в 2–7 раз. Особенно эффективно действие фермента улучшает свойства готового продукта.

Органолептическая оценка готового продукта показала, что внешний вид, цвет, запах и вкус продукта, полученного из мяса, подвергнутого биотрансформации, соответствует ГОСТ 9959 «Продукты мясные. Органолептический метод определения показателей качества».

Таблица 2. Свойства мяса голени индейки до и после биотрансформации.

Образец	ВСС, %	ВУС, %	ПНС*, кПа
Контроль	48	26	26,7
№ 1 (1 час выдержки в экстракте)	52	28	15,5
№ 2 (2 часа выдержки в экстракте)	53	27	10,9
№ 3 (3 часа выдержки в экстракте)	54	26	5,2
№ 4 (4 часа выдержки в экстракте)	53	27	3,5
*Исследовали сваренное мясо			

Результаты микробиологического исследования показали отсутствие в готовом продукте бактерий группы кишечных палочек, стафилококков и сальмонелл.

Таким образом, на основании проведенных экспериментов можно сделать вывод о том, что ферменты, выделенные из желудков сельди атлантической, безопасно и благоприятно влияют на функционально-технологические и структурно-механические свойства мяса с большим содержанием соединительной ткани. Такой технологический прием позволяет повысить ценность сырья, улучшить качество мясных продуктов, расширить ассортимент недорогих и биологически ценных продуктов.

Литература

1. Коденцова, В.М. Обеспеченность населения России микронутриентами и возможности ее коррекции. Состояние проблемы / В.М. Коденцова, О.К. Вржесинская, Д.В. Рисник [и др.] // Вопросы питания. – Т. 86. – 2017. – № 4. – С. 113–124.
2. Liu, F.Y. The industry development of papain and bromelain / F.Y. Liu, J.S. Liao, J.R. Qi, P.F. Tang // Science and Technology of Food Industry. – 2008. – V. 7. – P. 91.
3. Калинин, Т.П. Действие ферментных препаратов на протеолиз мяса несозревающих рыб / Т.П. Калинин, С.В. Синокова, Т.Н. Слуцкая // Рыбное хозяйство. – 1989. – № 11. – С. 78–81.
4. Данильчук, Т.Н. Нетрадиционные подходы к переработке мяса птицы / Т.Н. Данильчук, Г.Г. Абдрашитова, Д.А. Русалиева [и др.] // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2019. – № 1. – С. 35–46.
5. Касьянов, Г.И. Технология продуктов питания для людей пожилого и преклонного возраста / Г.И. Касьянов, А.А. Запорожский, С.Ю. Юдина. – Ростов-на-Дону: Изд. центр "МарТ", 2001. – 192 с.
6. Kristinsson, H.G. Fish protein hydrolysates: production, biochemical, and functional properties / H.G. Kristinsson, B.A. Rasco // Crit. Rev. Food Sci. Nutr. – 2000. – V. 40. – P. 43–81.
7. Артюхов, А.А. Ферментный препарат из гепатопанкреаса промысловых видов крабов и способ его получения / А.А. Артюхов, Н.И. Мензорова, Э.П. Козловская [и др.] // патент RU, 2004. – Опубликовано: 2006.07.20 г.
8. Баженов, Е.А. Исследование ферментного препарата из пищеварительных органов пресноводной форели ручьевой / Е.А. Баженов, Л.С. Байдалинова, Т. Гримм // Вестник Международной академии холода. – 2022. – № 3. – С. 27–28.
9. Филиппов, А.А. Влияние органических загрязнителей на пищеварительные ферменты рыб (обзор) / А.А. Филиппов, И.Л. Голованова, А.И. Аминов // Биология внутренних вод. – 2013. – № 2. – С. 78–84.
10. Fraatz, M.A. Food and feed enzymes / M.A. Fraatz, M. Rühl, H. Zorn // Adv. Biochem. Eng. Biotechnol. – 2014. – V. 143. – P. 229–256.
11. Jemli, S. Biocatalysts: application and engineering for industrial purposes // S. Jemli, D. Ayadi-Zouari, H.B. Hlima, S. Bejar // Crit. Rev. Biotechnol. – 2016. – V. 36. – P. 246–258.
12. Sana, B. Marine microbial enzymes: current status and future prospects, in Springer Handbook of Marine Biotechnology / B. Sana. – Berlin: Springer-Verlag: 2015. – P. 905–917.
13. Nguyen, H.T.M. Enzymatic hydrolysis of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) by-products using protamex protease / H.T.M. Nguyen, K.S.B. Sylla, Z. Randriamahatody et al. // Food Technol. Biotechnol. – 2011. – V. 49. – P. 48–55.
14. Пивненко Т.Н. Ферментативные гидролизаты из гидробионтов Тихого океана как основа для создания биологически активных добавок к пище и продуктов функционального питания: монография. – Владивосток: Дальнаука, 2015. – 160 с.