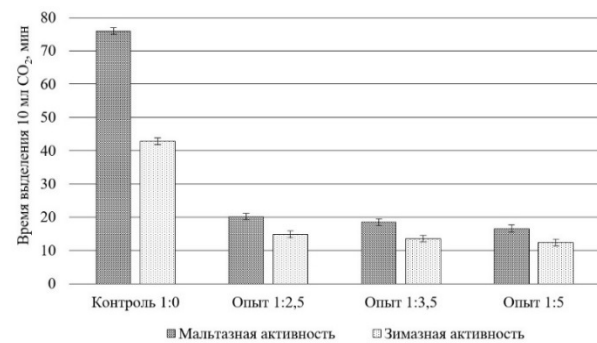
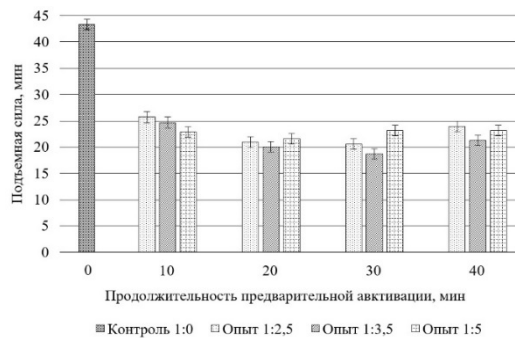




УДК 664.959:613.281

ИЗМЕНЕНИЕ БИОХИМИЧЕСКИХ И ФУНКЦИОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МЯСА ФОРЕЛИ ОЗЕРНОЙ В ПРОЦЕССЕ ХРАНЕНИЯ

О.П. Дворянинова¹, А.Е. Куцова¹, А.В. Алехина¹, И.А. Саранов¹, А.Е. Матеева²

¹Воронежский государственный университет инженерных технологий, г. Воронеж, Россия
²Алматинский технологический университет, г. Нурсултан, Казахстан

ВВЕДЕНИЕ

Изменения свойств продуктов при хранении обуславливаются происходящими в них процессами – физическими, химическими, биохимическими, микробиологическими, гистологическими и др., которые в одних случаях улучшают потребительские свойства продуктов, а в других вызывают их порчу. Поэтому целью холодильной обработки и хранения продуктов является обеспечение благоприятного протекания первых и минимизация вторых.

В основе автолитических превращений мяса рыбы лежат изменения углеводной системы, системы ресинтеза АТФ и состояния миофибриллярных белков, входящих в систему сокращения.

Течение автолитических процессов прямым образом влияет на функционально-технологические свойства (ФТС) мяса рыбы.

Исследования ФТС весьма важный этап в рациональных подходах переработки сырья, так как они определяют качество готовых продуктов и степень его приемлемости при производстве продуктов различных ассортиментных групп [1–3].

Цель работы – исследование особенностей биохимических и функционально-технологических изменений, протекающих в тканях рыбы в процессе хранения.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для исследования нами была выбрана форель озёрная, выловленная в Павловском рыбхозе Воронежской области в осенний период лова.

Мясо уснувшей рыбы служило контрольной пробой, с которой сравнили все последующие изменения в процессе хранения, определяющие консистенцию, вкус и аромат, свойственные охлажденному, а затем и созревшему мясу [4].

Для определения глюкозы, АТФ применялись оригинальные методы [4], при этом определение гликогена и актомиозинового комплекса проводили методом ВЭЖХ [3], определение ПВК согласно колориметрическому методу по Умбрайту [1, 4–6].

Для определения ФТС брали рыбу с временем хранения от 0 до 24 часов, хранение производили в холодильной камере при температуре 4–6 °С. Рыбу предварительно разделали: с удалением головы косым срезом, удалили внутренности и разделали на филе. Филе в дальнейшем использовали для определения функционально-технологических свойств.

Интенсивный распад мышечного гликогена, приводит к резкому сдвигу величины рН ткани в кислую сторону, что приводит к некоторым изменениям в химическом составе и физико-коллоидной структуре белков. Распад мышечного гликогена наблюдается уже в первые часы хранения. Минимальное его содержание приходится на 24 часа хранения. Закономерности изменения содержания гликогена имеют общий характер, что подтверждает классические представления [7].

В соответствии с классическим представлением, кислая среда, которая формируется, в том числе, и за счет распада АТФ, дает начало необратимым процессам гликолиза и усиливает мышечное окоченение. Распад гликогена осуществляется двумя путями: гликолиз и гликогенолиз. По первому – из глюкозы образуется пируват → молочная кислота (анаэробный путь), по второму – отщепляется глюкозофосфат, который вовлекается в биохимические превращения с образованием молочной кислоты без участия кислорода. Суммарный эффект приводит к снижению рН. Процесс происходит необязательно до полного расходования гликогена, а в основном до кислой среды, при которой инактивируется ферментативная система, обеспечивающая образование молочной кислоты.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На первой стадии автолиза важное значение имеет уровень содержания в мясе энергоёмкой АТФ, вследствие распада которой осуществляется процесс фосфолиза гликогена (ферментативный процесс расщепления гликозидных связей). Одновременно процесс распада АТФ обеспечивает сокращение миофибриллярных белков. Динамика изменения содержания АТФ показана на рисунке 1.

Распад АТФ до аденозиндифосфорной (АДФ), аденозинмонофосфорной (АМФ) и фосфорной кислот приводит к усилению кислой среды в мясе рыб. Как видно на графике, распад АТФ происходит уже в первые часы хранения. Минимальное её содержание приходится на 24 часа и составляет 3,5 г / 100 г. [7, 9].

Изменения в углеводной и ферментной системах приводит к образованию актомиозинового комплекса. Исследования закономерностей изменения содержания актомиозинового комплекса (рисунок 2) в мышцах в процессе хранения рыбы имеют аналогичный характер. Окоченение мышечной ткани, наблюдающееся уже в первые часы хранения, обусловлено образованием из белков актина и миозина нерастворимого актомиозинового комплекса, предпосылкой образования которого является отсутствие аденозинтрифосфорной кислоты (АТФ), кислая среда мяса рыбы и накопление молочной кислоты из-за распада гликогена по анаэробному пути. Уменьшение и полное исчезновение АТФ связано с ее распадом до аденозиндифосфорной (АДФ), аденозинмонофосфорной (АМФ) и фосфорной кислот в результате ферментативного действия миозина. Наивысший подъем графика на рисунке развивается в первые 3–5 часов. Кислая среда, которая является закономерным явлением распада АТФ, усиливает мышечное окоченение. В связи с тем, что в мышечную ткань рыбы не поступает кислород, окислительные процессы в них заторможены, в мясе накапливаются избытки молочной и фосфорной кислоты. Активная реакция среды (рН) при этом изменяется от 7,26 до 6,02. При накоплении молочной

кислоты наступает быстрое сокращение (окочение) мускулатуры, сопровождающееся коагуляцией белка. При этом актомиозин теряет свою растворимость, белки стабилизируются, а кальций выпадает из коллоидов белка и переходит в раствор (мясной сок). Полное окочение наступает за 8 часов хранения. Затем по мере увеличения концентрации молочной кислоты и коагуляции белков происходит распад актомиозинового комплекса. Свернувшиеся белки теряют свои коллоидные свойства, становятся неспособными связывать (удерживать) воду и в известной степени лишаются своей дисперсной среды (воды).

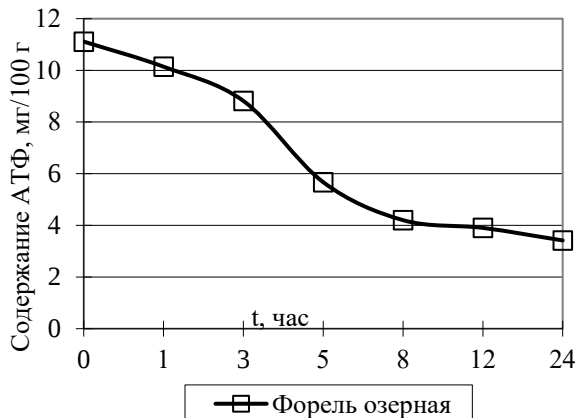


Рисунок 1 – Изменение содержания АТФ в процессе хранения

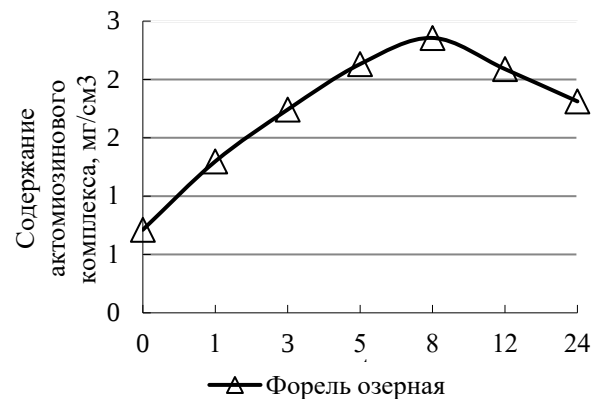


Рисунок 2 – Динамика изменения содержания актомиозинового комплекса в процессе хранения

В результате накопления молочной, фосфорной и других кислот в мясе рыбы увеличивается концентрация водородных ионов, вследствие чего происходит снижение рН. В кислой среде при распаде АТФ происходит частичное накопление неорганического фосфора. Резко кислая среда и наличие неорганического фосфора считается причиной диссоциации актомиозинового комплекса на актин и миозин [6]. Распад этого комплекса начинается после 8 часов хранения, т. е. снимается явление окочения и жесткости мяса, наступает мышечное разрыхление и затем созревание – глубокий автолиз [9].

В процессе хранения мяса рыбы решающую роль при его созревании играет протеолиз, который катализируется катепсинами – группой протеолитических ферментов, гидролизующих пептидные связи белков и полипептидов. Установлено, что катепсины форели озерной имеют кислый характер и проявляют максимальную активность при рН 4,5–5,0.

Графическая зависимость функционально-технологических свойств мышечной ткани от времени хранения при температуре 4–6 °С представлена на рисунке 3.

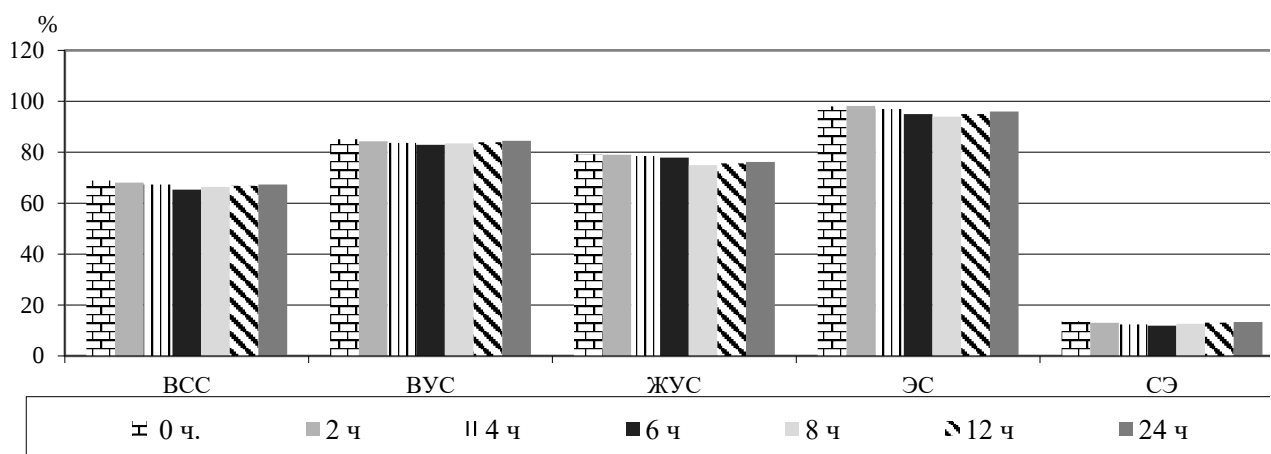


Рисунок 3 – Функционально-технологические свойства мышечной ткани форели озерной в процессе хранения

На диаграммах видно, что функционально-технологические свойства в промежутке от 0 до 8 часов хранения уменьшаются, а в промежутке 8–24 часа – увеличиваться, что абсолютно совпадает с теорией автолиза, так как в период от 0 до 8 часов начинается мышечное окоченение, пиком которого является 8 часов хранения. Именно в этот период мышечная ткань обладает минимальными функционально-технологическими свойствами. В целом, полученные результаты свидетельствуют о способности мяса рыб удерживать жир, образовывать эмульсии, а, следовательно, возможность на их основе создания широкого спектра продуктов, в том числе и кулинарных.

Параллельно анализу ФТС определяли усилие среза мышечной ткани рыбы вдоль и поперек волокна в процессе её хранения. Структурно–механические свойства характеризуют поведение мяса рыбы в условиях напряженного состояния, основными показателями которого при приложении силы являются напряжение, величина и скорость деформации.

Изменение усилия среза как вдоль, так и поперек волокна носит аналогичный характер. Практически сразу после вылова начинается рост механической прочности. Мясо рыбы постепенно теряет эластичность и становится жёстким. Максимальная жесткость мяса рыбы приходится на 8 часов хранения. Это связано с тем, что в этот период времени начинается мышечное окоченение и мясо обладает наименьшими функционально – технологическими свойствами. Затем прочностные свойства мяса рыб уменьшаются.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, на основе классических представлений о биохимических изменениях мяса наземных животных и суммируя полученные данные по посмертным изменениям в мышечной ткани рыб, можно сделать вывод, что они имеют аналогичный характер и закономерности по сравнению с мышечной тканью наземных животных, но главным их отличием является более высокая скорость протекания автолитических превращений. Это в свою очередь приводит к более быстрому изменению ФТС мяса рыбы, которые являются определяющими показателями при определении качества рыбного сырья.

ЛИТЕРАТУРА

1. Антипова Л.В., Глотова И.А., Рогов И.А. Методы исследования мяса и мясных продуктов / – М.: Колос С, 2004. – 571 с.: ил. – (Учебники и учебное пособие для студентов высш. учеб. заведений).
2. Антипова Л.В., Алехина А.В., Дворянинова О.П., Калач Е.В. Сенсорная характеристика – как составляющая качества рыбного сырья / – Тезисы научно-практической конференции «Пищевая и морская биотехнология. Проблемы и перспективы». – Светлогорск, 2008. – С. 15.
3. Антипова Л.В., Алехина А.В. Автолитические превращения в мясе прудовых рыб // 3-я конференция молодых ученых и специалистов институтов отделения «Хранения и переработки сельскохозяйственной продукции Россельхозакадемии «Обеспечение качества и безопасности продукции агропромышленного комплекса в современных социальноэкономических условиях. М., 2009. С. 47–51.
4. Буй С.Д., Мукатова М.Д. Способ выделения ферментного препарата из внутренностей прудовых видов рыб // Современные достижения биотехнологии: сб. материалов междунар. науч.-практ. конф; СевКавГТУ. Ставрополь, 2011. С. 440–443.
5. Mills D.J. Underreported and undervalued: Small-scale fisheries in the developing world scale fisheries management: frameworks and approaches for the developing world. 2011. P. 1–15.
6. Mora C. Management effectiveness of the world's marine fisheries // PLoS Biology. 2009. № 7(6). P. 12–19.
7. Антипова Л.В., Дворянинова О.П., Алехина А.В., Калач Е.В. Определение зависимости концентрации триметиламина от времени хранения рыбы / – Материалы международной научно – практической конференции «Инновационные технологии переработки сельскохозяйственного сырья в обеспечении качества жизни: наука, образование и производство». – Воронеж, 2008. – С. 404–410.
8. Алехина А.В., Дворянинова О.П. Биохимические изменения мяса прудовых рыб в процессе хранения / Вестник Воронеж. гос. техн. акад. – Воронеж, 2009. – № 3. – С. 95–97.
9. Антипова Л.В., Алехина А.В. Автолитические превращения в мясе прудовых рыб / 3 я конференция молодых ученых и специалистов институтов Отделения «Хранения и переработки сельскохозяйственной продукции» Россельхозакадемии «Обеспечение качества и безопасности продукции агропромышленного комплекса в современных социально-экономических условиях» – Москва, 2009. – С. 47–51.