

Изменение сенсорных свойств мышечной ткани рыб под влиянием термической обработки краткого интервала времени

Тамара Михайловна Сафронова¹, Екатерина Мироновна Панчишина²,
Виктория Владимировна Кращенко³

¹⁻³ Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, Владивосток, Россия

¹ tsafronova1933@gmail.com, ORCID: 0000-0001-8394-2092

² ekaterina.pan.8@mail.ru, ORCID: 0000-0002-5069-0316

³ victoriy_vl@mail.ru, ORCID: 0000-0001-8394-2092

Аннотация. Состав и характеристики сенсорных свойств пищевого продукта в значительной мере зависят от сырья и технологии его переработки, в том числе широко используемого процесса термической обработки. В работе исследуется мышечная ткань трех видов рыб рода Макруросов (*Macrougus*), сенсорные свойства которой подвергались воздействию термической обработки краткого интервала времени. В эксперименте использованы средние параметры термической обработки: $T=100\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\tau=12$ мин, разделенных на интервалы продолжительностью 3 мин. Словесное описание сенсорных свойств объектов исследования предусмотрено в качестве исходной информации, сопровождаемой эмоциональной гедонической оценкой, которую выполняла экспертная группа. Количественная оценка сенсорных свойств проводилась на основе интервальных семибалльных шкал, разработанных авторами для каждого единичного показателя со словесным сопровождением каждого балла. Установленные изменения сенсорных свойств мышечной ткани рыб под влиянием термической обработки краткого интервала времени в целом соответствуют подобным фактам, известным в технологии водных биоресурсов. Частные режимы вызывают изменения сенсорных свойств с индивидуальными различиями, которые появляются в результате: качественных изменений в диапазоне положительная – отрицательная; приобретения, замены или потери единичных показателей; изменения по времени интенсивности основных показателей качества; стационарных периодов (полное сохранение свойств) в пределах эксперимента. Гедоническую оценку можно рекомендовать использовать одновременно с другими видами изучения сенсорных свойств или в критических по времени и кадрам экспертов обстоятельствах.

Ключевые слова: рыбное сырье, сенсорные свойства, словесное описание, гедоническая оценка, термическая обработка

Для цитирования: Сафронова Т. М., Панчишина Е. М., Кращенко В. В. Изменение сенсорных свойств мышечной ткани рыб под влиянием термической обработки краткого интервала времени // Научные труды Дальрыбвтуза. 2025. Т. 74, № 4. С. 74–88.

FOOD SYSTEMS

Original article

Changes in the sensory properties of fish muscle tissue under the influence of short-term heat treatment**Tamara M. Safronova¹, Ekaterina M. Panchishina², Victoria V. Kraschenko³**^{1–3} Far Eastern State Technical Fisheries University, Vladivostok, Russia¹ tsafronova1933@gmail.com, ORCID: 0000-0001-8394-2092² ekaterina.pan.8@mail.ru, ORCID: 0000-0002-5069-0316³ victoriy_vl@mail.ru, ORCID: 0000-0001-8394-2092

Abstract. The composition and characteristics of the sensory properties of a food product largely depend on the raw materials and processing technology, including the widely used heat treatment process. The paper examines the muscle tissue of three species of fish of the genus *Macrourus* sensory properties, which were exposed to heat treatment for a short period of time. The average parameters of heat treatment were used in the experiment.: $T = 100\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\tau = 12\text{ min}$, divided into intervals of 3 min. A verbal description of the sensory properties of the study objects is provided as initial information, accompanied by an emotional hedonic assessment performed by an expert group. The quantitative assessment of sensory properties was carried out on the basis of seven-point interval scales developed by the authors for each single indicator with verbal accompaniment of each score. The established changes in the sensory properties of fish muscle tissue under the influence of heat treatment of a short time interval generally correspond to similar facts known in the technology of aquatic biological resources. Particular modes cause changes in sensory properties with individual differences that result from: qualitative changes in the positive–negative range; acquisition, replacement, or loss of individual indicators; time-related changes in the intensity of the main quality indicators; stationary periods (complete preservation of properties) within the experiment. Hedonic assessment can be recommended to be used simultaneously with other types of study of sensory properties or in circumstances critical to the time and staff of experts.

Keywords: fish raw materials, sensory indicators, verbal description, hedonic assessment, heat treatment

For citation: Safronova T. M., Panchishina E. M., Kraschenko V. V. Changes in the sensory properties of fish muscle tissue under the influence of short-term heat treatment. *Scientific Journal of the Far Eastern State Technical Fisheries University*. 2025;74(4): 74–88. (in Russ.).

Введение

Промышленное использование рыбы как ценного объекта в производстве пищевых продуктов сопровождается изменением их качества, в том числе приданием и сохранением во времени сенсорных свойств как традиционных, так и создаваемых аналоговых изделий. На состав и характеристики сенсорных свойств в значительной мере оказывают влияние сырье и технология его переработки, в том числе широко используемые процессы термической обработки.

На основании изложенного в настоящей работе исследуются несколько видов промысловых рыб, сенсорные свойства которых подвергались воздействию термической обработки краткого интервала времени.

Объекты и методы исследования

Исходная информация в работе/статье предусмотрена как словесное описание сенсорных свойств объекта исследования, оценка которого осуществляется по трехуровневой градации единичных показателей, характеризующих цвет, запах, вкус и консистенцию, соответственно оцениваемых органами чувств [1].

Словесное описание сенсорных свойств сопровождали эмоциональной гедонической оценкой (ГО), выполняемой экспертной группой одновременно и по требованиям сенсорных испытаний.

Для установления словесно описанных сенсорных свойств и гедонических характеристик осуществляли количественную оценку с использованием интервальных семибалльных шкал, разработанных авторами для каждого единичного показателя третьего уровня рассмотрения (ЕП-3) со словесным сопровождением каждого балла.

Выбор параметров термической обработки (ТО) объектов исследования (ОИ) осуществлен с учетом значительной вариабельности основных производственных режимов (температура от 20 до 180 °С, продолжительность от 2–7 мин до 3–12 ч), что вызывало широкий спектр изменений в сенсорных свойствах сырой рыбы, и в то же время низкие режимы существенно отражаются на названных выше характеристиках [2].

В эксперименте использованы средние параметры ТО: $T=100$ °С, $\tau=12$ мин, разделенных на интервалы продолжительностью 3 мин. В качестве греющей среды использована вода, соответствующая СанПиН 2.13684-21 [3].

Соотношение воды и мышечной ткани сырой рыбы устанавливали по условиям непрерывного кипения воды с порциями рыбы, загружаемыми одновременно и через каждые 3 мин извлекаемыми для своевременной доставки на экспертизу.

Характеристика образцов исследования и условия проведения сенсорных испытаний с участием группы экспертов описаны в материале предшествующей работы [1].

Результаты и их обсуждение

К задаче исследования словесного описания сенсорных свойств (СОСС) в настоящей работе/статье относятся кратковременная (продолжительность 12 мин, интервал 3 мин) термическая обработка ОИ, словесная фиксация характеристик ЕП-3 и анализ полученной информации.

Словесное описание сенсорных свойств Цвета в МТ-С и МТ-ТО включает три разновидности ЕП-3 в позициях 1.1, 1.2 и 1.3 (табл. 1).

Таблица 1

Влияние термической обработки короткого интервала времени на словесное описание Цвета мышечной ткани рыбы

Table 1

The effect of heat treatment of a short time interval on the verbal description of the Color of fish muscle tissue

ТО, мин	ЕП-3		
	1.1. Основной	1.2. Оттенок	1.3. Включения*
Малоглазый макрурус (Мм)			
0	Белёсый	Сильно водянистый	Слегка бежевый
3	Беловатый	Значительно водянистый	Светло-бежевый
6	Белый	Средне водянистый	Бежевый
9	То же	Незначительно водянистый	Светло-коричневый
12	//-	То же	Коричневый

Черный макрурус (Мч)			
0	Слегка розоватый	Отсутствует	Красный
3	Белый	Слегка бежевый	Серовато-коричневый
6	То же	То же	То же
9	-//-	Бежевый	Бурый
12	-//-	То же	То же
Макрурус неустановленного вида (Мх)			
0	Соломенно-желтый	Отсутствует	Коричневый
3	Желтоватый	Серебристый радужный**	То же
6	Светло-желтый	То же	-//-
9	Желтый	-//-	-//-
12	То же	-//-	-//-

*остатки естественных структур: - темной мускулатуры и подкожного слоя; - на МТ разделанной рыбы, допускаемые НД;

** на поверхности.

Анализируя данные объекта Мм по цвету, установили, что период между сырой и термически обработанной мышечной тканью рыбы (МТ-С и МТ-ТО) в течение 3 мин во всех ЕП-3 (позиции 1.1, 1.2, 1.3) за небольшим исключением меняет первостепенное значение цвета: 1.1 и 1.3 – в сторону увеличения соответственно Основного и Включений в различных направлениях – положительном и отрицательном качестве. Позиция 1.2 иллюстрировала постепенное снижение от сильно водянистой до низкой. Позиции 1.1 и 1.2 отличались образованием стационарного периода (СП) длительностью от 6 до 12 мин и от 9 до 12 мин соответственно. СП свидетельствуют об устойчивости мышечной ткани на указанных периодах к процессу ТО.

У объекта исследования Мч изменяется характер первого этапа процесса ТО (0–3 мин), однако отличительно между составляющими ЕП-3. Позиция 1.1 прошла изменение Основного цвета за период от 0 до 3 мин – от слегка розового до белого и, начиная с позиции 6 мин, сохраняет СП до 12 мин. Позиция 1.2 отличная тем, что в МТ-С Оттенок отсутствовал, а через 3 мин процесса ТО приобретал светло-бежевый оттенок, затем бежевый до образования СП от 6 до 12 мин. Позиция 1.3, пройдя изменения от красного до коричневого, образовала значительной продолжительности СП (6–12 мин).

Различным поведением отличаются позиции в образце Мх: 1.1 оставался неизменным от 0 до 6 мин, что не встречалось в подобных ситуациях, после чего устанавливался СП с 9 до 12 мин ТО. Позиция 1.2, отсутствующая в МТ-С, через 3 мин процесса ТО приобрела серебристый радужный высокой устойчивостью к ТО (3–12 мин). Позиция 1.3 имеет от 0 до 12 мин одну оценку – коричневый цвет включений, что также не встречалось в анализе других объектов.

Межвидовое сравнение Мм, Мч и Мх имеет выраженные различия, обусловленные в первую очередь внутривидовым расхождением, которые позволяют отметить большую сходимость между Мм и Мч и существенное различие их с Мх.

Запах в настоящей работе представлен двумя ЕП-3: Характерным и Сопутствующим (табл. 2).

Таблица 2

**Влияние термической обработки краткого интервала времени на словесное описание
Запаха мышечной ткани рыбы**

Table 2

**The effect of heat treatment of a short time interval on the verbal description of the Smell of
fish muscle tissue**

ТО, мин	ЕП-3	
	2.1. Характерный	2.2. Сопутствующий
Малоглазый макрурус (Мм)		
0	Рыбный* едва уловимый	Отсутствует
3	Рыбный** слабо выражен	Креветочный; Сладковатый
6	Рыбный слабо выражен	То же
9	Рыбный достаточно выражен	-//-
12	Рыбный ярко выражен	-//-
Черный макрурус (Мч)		
0	Рыбный едва уловимый	Отсутствует
3	Рыбный слабо выражен	Вареных тресковых рыб
6	Рыбный слабо выражен	То же
9	Рыбный средне выражен	-//-
12	То же	-//-
Макрурус неустановленного вида (Мх)		
0	Рыбный чрезмерно выражен	Кисловатый; Щиплющий
3	Рыбный интенсивно выражен	Вареных тресковых рыб
6	То же	То же
9	Рыбный слабо выражен	-//-
12	То же	-//-

*рыбный, характерный для сырой МТ; **рыбный, характерный для ТО МТ.

Данные ОИ Мм в позиции 2.1 свидетельствуют о функционировании термина «рыбный», который различается как Запахи МТ-С и МТ-ТО. Запахи фигурируют от слабого до ярко выраженного. Позиция 2.2 в МТ-С не содержит сопутствующего запаха, а после 3 мин процесса ТО появилось две характеристики одновременно – креветочный и сладковатый, которые, как редкий случай, образуют СП от 3 до 12 мин ТО.

Позиция 2.1 Мч близко подобна соответствующей позиции Мм, однако отличительной чертой в этом случае становится СП, имеющий меньшую продолжительность – всего от 9 до 12 мин. Позиция 2.2 в Мч повторяет специфику изменения характеристик позиции 2.2 Мм и их продолжительность от 3 до 12 мин. Между ОИ Мм и Мч отмечены близкие по характеру изменения под действием процесса ТО.

Мх в позиции 2.1 повторил в большей степени Рыбный запах. В позиции 2.2 после 3 мин ТО замена сопутствующего запаха и образование СП.

Словесное описание сенсорных свойств Вкуса в МТ-С и МТ-ТО складывается на третьем уровне градации и включает четыре разновидности ЕП-3 (табл. 3).

Таблица 3

Влияние термической обработки краткого интервала времени на словесное описание Вкуса мышечной ткани рыбы

Table 3

The effect of heat treatment of a short time interval on the verbal description of the taste of fish muscle tissue

ТО, мин	ЕП-3			
	3.1. Характерный	3.2. Классический	3.3. Сравнения	3.4. Обобщенный
Малоглазый макрурус (Мм)				
3	Рыбный* слабо выражен	Сладковатый	Палтус синекорый ТО	Средний
6	То же	Едва сладковатый	То же	Хороший
9	-//-	То же	-//-	То же
12	-//-	-//	-//-	Средний
Черный макрурус (Мч)				
3	Рыбный слабо выражен	Слегка сладковатый	Тресковые рыбы ТО	Хороший
6	То же	Отсутствует	То же	То же
9	-//-	То же	-//-	-//-
12	Отсутствует	-//-	Отсутствует	-//-
Макрурус неустановленного вида (Мх)				
3	Рыбный очень слабый	Легкая кислинка	Аналог не известен	Удовлетворительный
6	Отсутствует	Отсутствует	То же	Отрицательный
9	То же	То же	-//-	То же
12	-//-	-//-	-//-	-//-

*полное описание термина «рыбный» обозначает в том числе «характерный МТ-ТО».

ОИ Мм позиции 3.1 представляет собой однообразный СП, продолжающийся от 3 до 12 мин, что свидетельствует об устойчивости, рассматриваемой МТ-ТО против изменения сенсорных свойств во Вкусе. Позиция 3.2 посредством снижения интенсивности ЕП-3 в начальный период процесса ТО от 6 до 12 мин оставалась в виде СП. Позиция 3.3 содержала неизменными характеристики в течение всего экспериментального периода термообработки – от 3 до 12 мин, однозначно свидетельствует о редко встречаемой устойчивости против ТО. В отличие от предыдущих, позиция 3.4 Обобщающий вкус меняла характеристику по трапецидальной кривой: в начальный период ТО подъем качества до хорошего, длящийся в СП 6 мин, и последующее возвращение к среднему качеству.

Мч, как ОИ Вкуса, в позиции 3.1 образовал СП продолжительностью от 3 до 12 мин, что свидетельствует о высокой сопротивляемости к изменению сенсорных свойств в рассматриваемой ситуации. Позиция 3.2 от 3 до 6 мин описана как слегка сладковатая, затем от 6 до 12 мин – СП; позиция 3.3 от 3 до 9 мин представляет СП, от 9 до 12 мин – отсутствие характеристики, что представляет разнообразные изменения и стабильность вместе взятые. У позиции 3.4 однородный СП продолжительностью от 3 до 12 мин с сохранением хорошего качества.

ОИ Мх обладает отличительными изменениями в сенсорных характеристиках. Позиции 3.1, 3.2 и 3.4 близко подобны – в первой половине процесса ТО уменьшение интенсивности ЕП, затем от 6 до 12 мин оценки отсутствуют, что также можно отнести к длительному СП. Позиция 3.3 описывает ЕП как «аналог неизвестный» на всем периоде процесса ТО. Если не принимать во внимание наличие большинства отрицательных сенсорных свойств Вкуса, то Мх можно характеризовать как устойчивый против процесса ТО объект. Устойчивость к ТО и

своеобразие сенсорных свойств значительно отличают Мх во Вкусе от Мм и Мч, где они близко подобны по внутривидовым показателям.

В данном случае Консистенция отличается от Цвета, Запаха и Вкуса превосходящим количеством характеризующих ее свойств, выраженных словесно (табл. 4).

Таблица 4

Влияние термической обработки короткого интервала времени на словесное описание Консистенции мышечной ткани рыбы

Table 4

The effect of heat treatment of a short time interval on the verbal description of the consistency of fish muscle tissue

ТО, мин	ЕП-3			
	4.1.Преобладающая	4.2.Визуальная	4.3.Сравнения	4.4. Деформации
Малоглазый макрурус (Мм)				
0	Нежная; Плотноватая	Однородная; Значительно водянистая	Сырого палтуса синекорого	Расползающаяся самопроизвольно; Отделяется прозрачная тканевая жидкость
3	Очень нежная; Плотноватая	Однородная; Водянистая	Вареного палтуса синекорого	Распадающаяся на крупные миосепты самопроизвольно; Отделяется прозрачный бульон
6	Очень нежная; Достаточно плотная	Несколько волокнистая; Несколько водянистая	Вареного палтуса синекорого	Разделяющаяся на крупные миосепты**
9	То же	Мелковолокнистая; Слегка водянистая	То же	То же
12	Очень нежная; Плотноватая	То же	-//-	-//-
Черный макрурус (Мч)				
0	Относительно плотная	Однородная; Мало водянистая	Тресковых рыб сырых	Незначительно расслаивающаяся на миосепты**
3	Достаточно плотная; Средней сочности	Крупноволокнистая	Тресковых рыб вареных	Разделяющаяся на миосепты**
6	Плотноватая; Средней сочности	То же	То же	Разделяющаяся полностью на миосепты**
9	Плотная; Слегка суховатая	-//-	-//-	Распадающаяся на волокна* ³ ; Ощущение мелких опилок* ⁴
12	Плотная; Суховатая	-//-	-//-	То же
Макрурус неустановленного вида (Мх)				
0	Несколько плотноватая; Сухая	Пористая	Старой сырой трески	Пружинистая**; Плохо поддается разрушению

ПИЩЕВЫЕ СИСТЕМЫ

3	Уплотненная; Суховатая; Несколько резинистая*	Съезжившаяся* ⁵	Вареного гребешка	Крошащаяся на игольчатые во- локна* ³ ; Ощущение мелких опилок* ⁴
6	Плотная; Сухая; Несколько резинистая	То же	То же	То же
9	-//-	-//-	-//-	-//-
12	Плотная; Сухая; Резинистая	-//-	-//-	-//-

*термин «резинистость» определяется при нажатии; **при нажатии столовым прибором (вилкой) под углом 45°; *³при растирании между пальцами; *⁴при разжевывании; *⁵сжавшаяся.

ОИ Мм позиции 4.1 включает две характеристики – нежная и плотная – как самостоятельные единицы, сочетание которых в одном источнике встречается редко. Характеристика «нежная» сохранилась на этапе перехода от МТ-С в МТ-ТО и от 3 до 12 мин оставалась «очень нежной», что позволяет отнести ее к устойчивым при постоянном процессе ТО и образует продолжительный СП. Характеристика «плотная», переходящая в «достаточно плотную», составляет СП от 6 до 9 мин. Позиция 4.2 Визуальная включает характеристики «однородная» и «значительно водянистая», первая из которых после периода 0–6 мин заменена «несколько волокнистой» и от 9 до 12 мин, образуя кратковременный СП. Характеристика «водянистость» изменилась за счет снижения интенсивности от 0 до 6 мин, образуя на последнем этапе СП. Сравнение (позиция 4.3) разделяется на два неравных временных периода: от 0 до 3 «сырой палтус» и от 3 до 12 мин «вареный палтус», представляющий длительный СП. Позиция 4.4 Деформация объединяет характеристики структуры «отделение жидкости» как вторая характеристика, изменяющаяся от 0 до 6 мин, переходя к постоянному состоянию от 6 до 12 мин, образуя СП.

Мч в позиции 4.1 сырая МТ включает одну характеристику – «относительно плотная», повышающаяся по интенсивности от 0 до 6 мин и образующая СП в состоянии «плотная» с 9 до 12 мин. В этой же позиции вторая характеристика «средняя сочность» после 3 мин ТО образует СП (от 3 до 9 мин), после чего идут замещения от «слегка суховатой» до «суховатой». Подобные замещения от 0 через «сочность» разной интенсивности до «суховатой» проходят период изменений от 3 до 12 мин. Позиция 4.2 иллюстрирует «однородность» и «малую водянистость» от 0 до 3 мин, т.е., характеризуя МТ-С, затем теряют их от 3 до 12 мин и переходят на постоянный термин «крупноволокнистая» и образование СП, что говорит о резкой перемене характеристик от МТ-С до МТ-ТО, совершенно не изменившей этого сенсорного свойства. Позиция 4.3 Мч полностью аналогичная с образцом Мм, расхождение имеется только в образце сравнения. Позиция 4.4 характеризует уровень деформации в период от 0 до 6 мин, после чего образует СП (6–12 мин), где дополняет второй характеристикой «ощущение мелких опилок».

Мх позиция 4.1: как и в предыдущих исследованиях, находятся расхождения между Мх и двумя другими объектами исследований – Мм и Мч. В трехминутный переход от МТ-С до МТ-ТО свойства «несколько плотноватая» и «сухая» дополняют третьей характеристикой – «несколько резинистая», образующая от 6 до 9 мин СП, на последнем этапе все характеристики сохраняются в виде словесных описаний «плотная», «сухая» и «резинистая». Такая ситуация может быть отнесена к примеру многоступенчатых изменений интенсивности трех характеристик в позиции 4.1. Позиции 4.2 Визуальная и 4.3 Сравнения проявляют между собой

схожее поведение характеристик как в период перехода из состояния МТ-С в МТ-ТО (длительность процесса 3 мин), так и постоянства СП в период от 3 до 12 мин. Позиция 4.4 аналогична позициям 4.2 и 4.3, за исключением наличия в ней двух характеристик. В Консистенции Мх в целом различается с Мм и Мч моментом перехода от МТ-С к МТ-ТО, где происходящие перемены в интенсивности характеристик, появлением через 3 мин ТО новых сенсорных свойств.

Гедоническая оценка эмоционального характера отличается от СОСС сырья и продукции ограниченным количеством используемых лексических единиц, не относящихся к описанию результата, полученного от органов чувств (табл. 5).

Таблица 5

Влияние термической обработки краткого интервала времени на гедоническую оценку мышечной ткани рыбы

Table 5

The effect of heat treatment of a short time interval on the hedonic assessment of fish muscle tissue

ТО, мин	Цвет	Запах	Вкус	Консистенция
Малоглазый макрурус (Мм)				
0	Приятный	Приятный	–	Приятная
3	То же	То же	Довольно приятный	То же
6	-//-	-//-	Приятный	Не очень приятная
9	-//-	-//-	То же	То же
12	-//-	-//-	Довольно приятный	-//-
Черный макрурус (Мч)				
0	Приятный	Приятный	–	Приятная
3	То же	То же	Приятный	Очень приятная
6	-//-	-//-	Приятный	То же
9	-//-	-//-	Довольно приятный	Средне приятная
12	-//-	-//-	То же	Не очень приятная
Макрурус неустановленного вида (Мх)				
0	Малоприятный	Неприятный	-	Средне приятная
3	То же	То же	Не приятный	То же
6	-//-	-//-	То же	Не приятная
9	-//-	Малоприятный	-//-	То же
12	-//-	-//-	-//-	-//-

ГО Цвета кратко иллюстрирует его как приятный в ОИ Мм и Мч, который остается неизменным от 0 до 12 мин процесса ТО и представляет продолжительный СП. Аналогично Цвету характеризуется и Запах Мм и Мч. Образец Мх отличается от рассмотренных выше Мм и Мч более низкой оценкой Цвета – малоприятный, который остается неизменным в течение всего периода эксперимента, образует СП, что свидетельствует от устойчивости Цвета Мх. Запах Мх оценен как неприятный в течение от 0 до 6 мин, составляя недлительный СП, который с 9

до 12 мин характеризуется как малопрятный, что можно отметить как положительное в небольшой мере влияние процесса ТО на ГО.

Оценка Вкуса, начинающаяся с 3 мин в ОИ, представляет ряд меняющихся во времени характеристик: Мм – довольно приятный – дважды приятный и возврат к довольно приятному; Мч оценка близка к Мм, а Мх имеет неприятный Вкус в течение от 3 до 12 мин и образует СП отрицательного характера.

Консистенция у Мм, Мч и Мх в ГО меняет характер в пределе 2–3 раз за период от 0 до 12 мин. Мм описан как приятный в течение 6 мин, не очень приятным далее до 12 мин. Мч оценен гораздо выше по качеству – приятная от 0 до 3 мин, очень приятная с 3 до 6 мин, затем средне приятная и не очень приятная, что представляет пример быстрой перемены качества по времени с переходом от максимальной в середине процесса ТО до низкой в конце. Мх от средне приятной оценки в течение от 0 до 6 мин снижает качество под воздействием ТО до неприятного, который остается до конца эксперимента неизменным, представляя средней продолжительности СП.

Следует отметить, что ГО, процесс выполнения которой намного менее сложный и короче по времени, позволяет получать достаточно подробные полезные сведения.

Количественная оценка изменения интенсивности изучаемых единичных показателей в зависимости от влияния термической обработки краткого интервала времени мышечной ткани рыбы выражена графически и приведена на рис. 1–5.

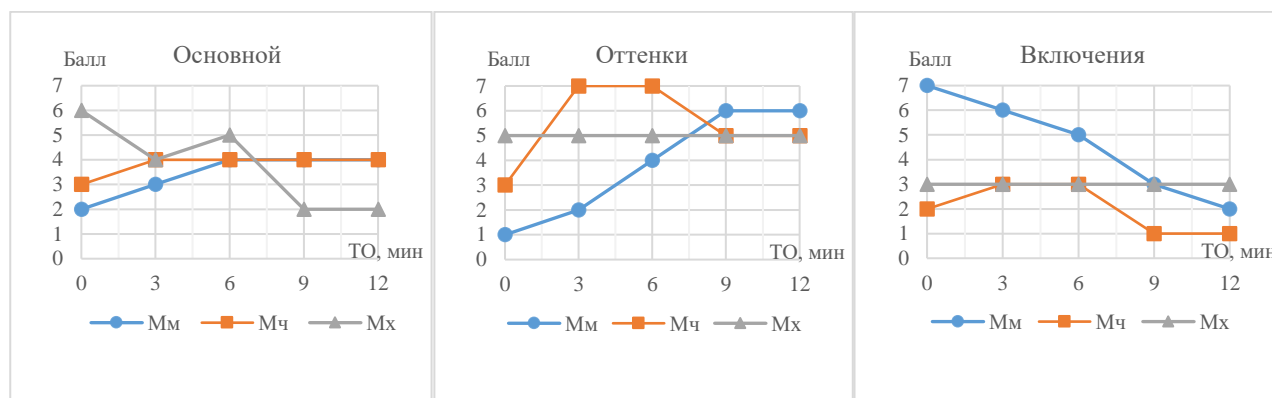


Рис. 1. Влияние термической обработки краткого интервала времени на количественную оценку Цвета мышечной ткани рыбы, балл. Составлено авторами

Fig. 1. The effect of heat treatment of a short time interval on the quantitative assessment of the color of fish muscle tissue, score. Compiled by the authors

Цвет основной в исходной позиции занимает у ОИ Мм и Мч уровень 2 и 3 балла соответственно, у Мх – на уровне 6 баллов. По истечении 3 мин ТО все три ОИ переместились к уровню 4 балла, Мм – через 6 мин, Мч – через 3 мин, Мх – по сложной зигзагообразной кривой снижается на уровень 2 баллов, занимая кратковременное стационарное положение от 9 до 12 мин. Образовавшийся период стабильности при величине 4 балла оставался неизменным для Мм в течение от 6 до 12 мин, а Мч – от 3 до 12 мин, занимая практически более половины продолжительности технологического процесса ТО, что свидетельствует об устойчивости мышечной ткани рыб Мм и Мч.

Оттенки Цвета в исходной графической позиции занимают (в баллах) 1 – Мм, 3 – Мч и 5 – Мх, при этом кривая Мх остаётся в горизонтальном положении в течение 12 мин, проявив устойчивость к ТО. ОИ Мм и Мч, преодолевая разнонаправленные изменения цвета оттенков одновременно с 9 до 12 мин обладали постоянным цветом оттенков с оценкой 5 баллов, что позволяет отметить положительное влияние ТО в рассматриваемой ситуации.

Цвет включения характеризовался наличием постоянного периода от 0 до 12 мин на уровне 3 балла у Мх и недолговременного периода от 3 до 6 мин у Мч. Включения проявили неустойчивость к перемене балльных оценок Мм, в меньшей степени Мч.

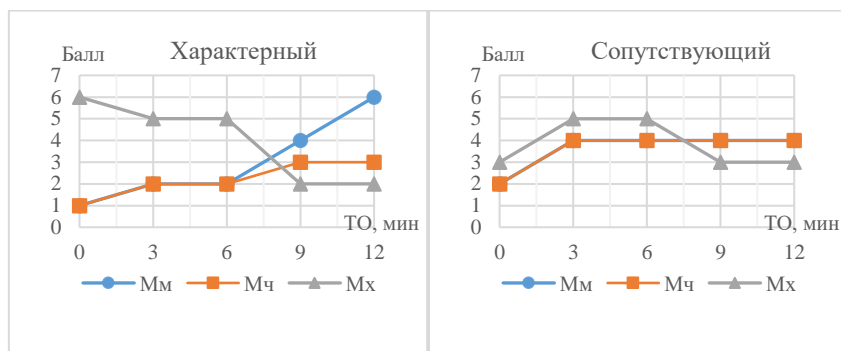


Рис. 2. Влияние термической обработки краткого интервала времени на количественную оценку запаха мышечной ткани рыбы, балл. Составлено авторами

Fig. 2. The effect of heat treatment of a short time interval on the quantitative assessment of the smell of fish muscle tissue, score. Compiled by the authors

Запах, характерный у двух ОИ – Мм и Мч, находится от исходной позиции (1 балл) до 6 баллов, совместно образуя период стабильности с 3 до 6 мин, после чего Мм по прямой достигает 6 баллов, а Мч через 3 мин процесса ТО поднимается до 3 баллов и остается неизменно в этой зоне с 9 до 12 мин. ОИ Мх в исходном периоде оценивается в 6 баллов качества и, регулярно спускаясь, образует два периода стабильности – при 5 баллах в течение от 3 до 6 мин и в 3 баллах – с 9 до 12 мин, подобно Мч. У этих двух ОИ прерывистые два периода стабильности возникали через 3 мин перемены их качественной оценки.

Сопутствующий Запах отличается скученностью оценок ОИ между 2 и 4 баллами в течение всего периода ТО с образованием двух периодов стабильности – Мм и Мч в течение 9 мин. У Мх 3 наблюдалось повышение качественной оценки с 3 до 5 баллов в периоды 0–3 мин и ее снижение от 5 до 3 баллов с 6 до 12 мин.

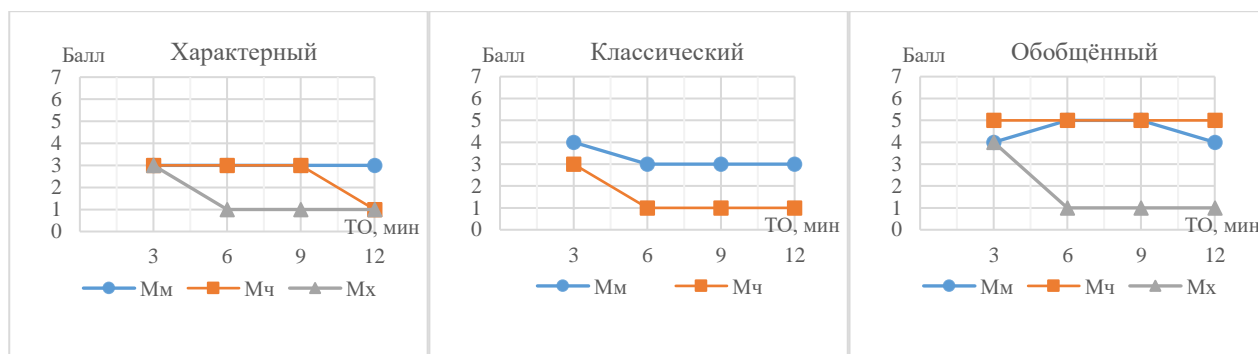


Рис. 3. Влияние термической обработки краткого интервала времени на количественную оценку Вкуса мышечной ткани рыбы, балл. Составлено авторами

Fig. 3. The effect of heat treatment of a short time interval on the quantitative assessment of the taste of fish muscle tissue, score. Compiled by the authors

Исходная позиция качественной оценки Вкуса начинается с точки 3 мин длительности процесса ТО.

Вкус, характерный ОИ Мм и Мч, одновременно с 3 до 12 мин при одной оценке качества (3 балла) оставался стабильным, что свидетельствует об его устойчивости. ОИ Мх в период с 3 до 6 мин процесса ТО снижает качество до минимального (1 балл), продолжая оставаться при этой оценке в стабильном периоде до окончания ТО.

Классический Вкус представлен ОИ двух видов – Мм и Мч, поскольку Мх не содержит этого ЕП-3. Мм и Мч проявили абсолютное однообразие по форме кривых со стабильностью

в период от 6 до 12 мин включительно. Оба вида отличаются в период от 3 до 6 мин, когда Мм снижает оценку до 3 баллов, а Мч – до 1 балла, свидетельствуя об отрицательном влиянии ТО за это время.

Вкус полуколичественной оценки указывает на изменения качества по времени: у ММ представлена трапецеидальной кривой, где качество в исходном периоде повышается на один балл, остается в стабильном состоянии с 6 до 9 мин и возвращается из конца к начальной оценке в 4 балла. Мч оставалась неизменной в течение всего периода ТО, имея оценку 5 баллов. ОИ Мх в первый период ТО – с 3 до 6 мин исключительно резко снизил оценку с 5 до 1 балла, проявляя существенное влияние ТО. С 6 до 12 мин Мх оставался в состоянии стабильности.

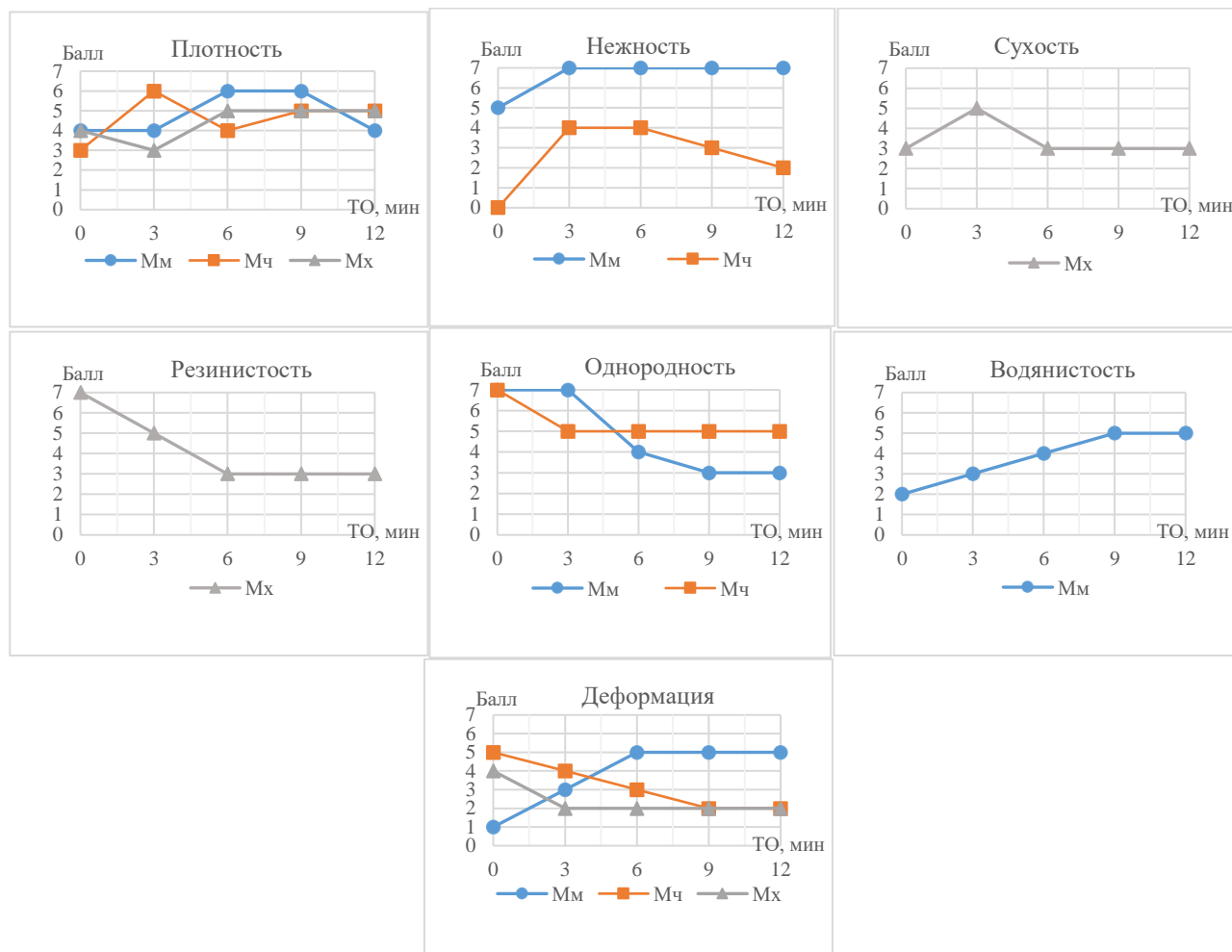


Рис. 4. Влияние термической обработки короткого интервала времени на количественную оценку Консистенции мышечной ткани рыбы, балл. Составлено авторами

Fig. 4. The effect of heat treatment of a short time interval on the quantitative assessment of the consistency of fish muscle tissue, score. Compiled by the authors

Преобладающая составляющая содержит плотность, нежность, сухость и резинистость. В исходной позиции Мм и Мх обладают 4 баллами, Мч – 3, затем ОИ практически через каждые три минуты ТО меняют балльную оценку. В дальнейшем, оставаясь в пределах качества 3–5 баллов, ОИ образуют стационарные периоды: Мм от 6 до 12 мин, Мч от 9 до 12 и Мх от 6 до 12 мин, что свидетельствует об устойчивости ОИ к ТО в конце процесса.

Нежность относится к Мм и Мч, при этом в начальный период (0–3 мин) только в Мм входила она. Оба вида рыб образуют стационарные периоды: Мм с 3 до 12, Мч с 3 до 6 мин.

Мх оценивается сухостью и резиניותью, которые обнаружены в сырой мышечной ткани и содержались до конца процесса ТО, образуя стационарные периоды: сухость от 0 до 12, что является единственным примером всего периода ТО в настоящей работе, а резиניותь – с 6 до 12 мин.

Визуальность в Консистенции представлена однородностью поверхности ОИ мышечной ткани Мм и Мч, имеющих исходную оценку качества по 7 баллов, а в позиции 0 – 3 мин (Мм) и 9–12 мин, кроме того, от 3 до 12 мин (Мч), образуют стационарные периоды. Водянистость, характерная сырой мышечной ткани Мм, повысила качество до 5 баллов, образуя стационарный период с 9 до 12 мин.

Деформация как сенсорная оценка характерна всем исследуемым рыбам: Мм в период 0–6 мин повысил качество до 5 баллов, образуя после стационарный период с 6 до 12 мин; Мч и Мх снизили качество с 5 и 4 баллов до 2 соответственно и перешли в стационарный период от 3 до 12 мин (Мх) и от 9 до 12 (Мм), иллюстрируя устойчивость к ТО обоих ОИ.

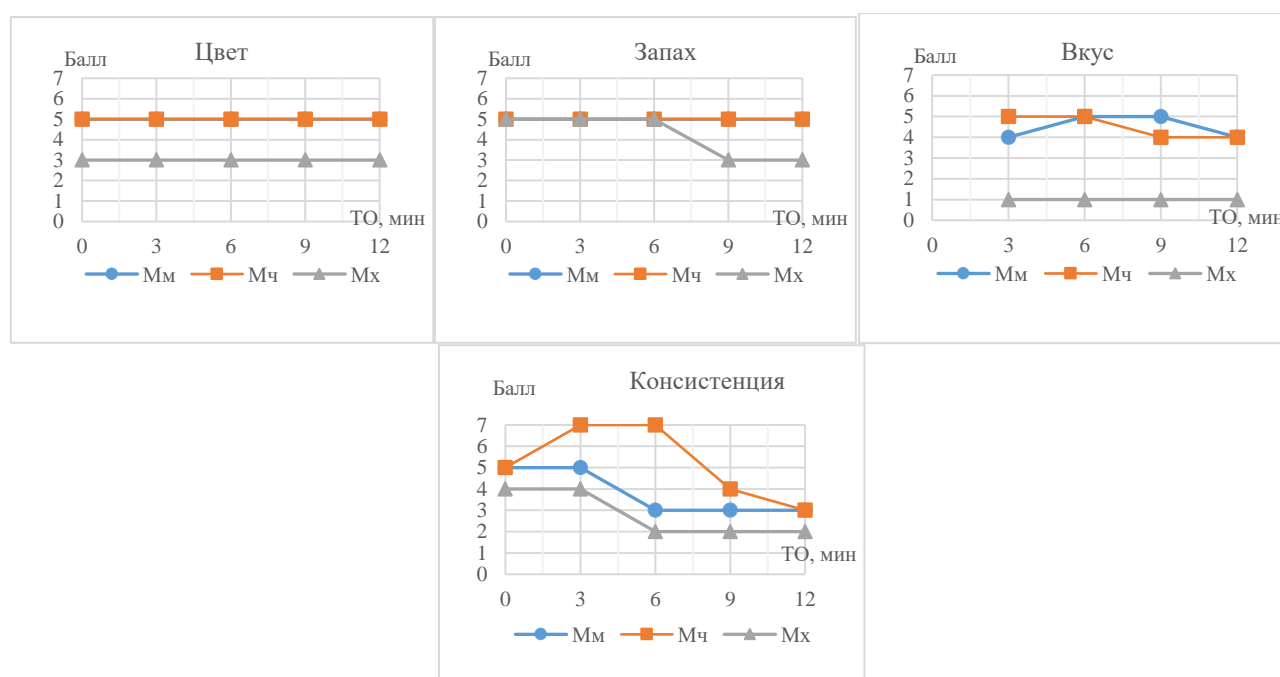


Рис. 5. Влияние термической обработки краткого интервала времени на ГО мышечной ткани рыбы, балл. Составлено авторами

Fig. 5. The effect of heat treatment of a short time interval on the quality of fish muscle tissue, score. Compiled by the authors

ГО Цвета занимает интервал от 3 до 5 баллов шкалы в течение всего периода ТО.

ГО Запаха в баллах характерна однородностью для всех ОИ, образующих при 5 баллах три неизменных позиции 0 до 12 мин, исключая Мх, у которого период стабильности прерывался с 6 до 9 мин и вновь восстанавливался на конечном этапе ТО.

ГО Вкуса близко подобна по всем показателям балльной оценки: совпадают области расположения ОИ, места образования периодов стабильности и количество баллов у каждого. Исключением остаются первоначальное место расположения Мм в области 1 балла, что увеличило продолжительность стационарного периода на 3 мин и переход Мч на прерывистое его образование.

В ГО Консистенции в первый период (0–3 мин) образуются стационарные периоды при балльности 4 и 5 (Мм и Мх), а с 6 до 12 мин при оценке 3 и 2 балла эти же объекты не меняли свои параметры. Мч отличался от Мм и Мх первоначальным ростом качества (за период 0–3 мин с 5 до 7 баллов), последующим недолговременным стационарным периодом и во времени

от 6 до 12 мин падением качества до 3 баллов. Данные ГО Консистенции свидетельствуют об оригинальности двухразового одновременного образования стационарности.

Количество стационарных периодов (СП), образующееся во время ТО при использовании оценки балльными шкалами (табл. 6), отличается в зависимости от вида сенсорных показателей, принадлежности к определённому ОИ и способа оценки – словесной описательной или гедонической.

Таблица 6

Сравнительное количество СП, образованных при балльной оценке сенсорных свойств и ГО

Table 6

Comparative number of stationary periods formed by scoring sensory properties and hedonic assessment

ЕП-2	Малоглазый макрурус	Черный макрурус	Макрурус неустановленного вида	Σ
Сенсорные свойства				
Цвет	1	1	3	5
Запах	2	3	3	8
Вкус	3	3	2	8
Консистенция	6	4	4	14
Сумма	12	11	12	35
Гедоническая оценка				
Цвета	1	1	1	3
Запаха	1	1	1	3
Вкуса	1	2	1	4
Консистенции	2	1	2	5
Сумма	5	5	5	15

Порядок расположения сенсорных показателей в табл. 6 совпадает с ростом количества СП – от 1 единицы у цвета до 6 у консистенции Мм, до 4 у Мч и у Мх – беспорядочно. У всех цифровых данных ГО, исключая консистенцию, при использовании балльных шкал, между Мм, Мч и Мх равнозначны. Суммарные значения СП, общие для ОИ, возрастают у сенсорных показателей от цвета – 5 единиц, до 14 – у консистенции, у ГО – от 3 до 5 соответственно. В целом ГО составляет от сенсорных показателей по количеству СП 43 %. Таким образом, ГО можно рекомендовать использовать одновременно с другими видами изучения сенсорных свойств или в критических по времени и кадрам экспертов обстоятельствах.

Заключение

Установленные изменения сенсорных свойств мышечной ткани рыб под влиянием термической обработки краткого интервала времени в целом соответствуют подобным фактам, известным в технологии водных биоресурсов.

Частные режимы вызывают изменения сенсорных свойств с индивидуальными различиями, которые появляются в результате: качественных изменений в диапазоне положительная – отрицательная; приобретения, замены или потери единичных показателей; изменения по времени интенсивности основных показателей качества; стационарных периодов (полное сохранение свойств) в пределах эксперимента.

Индивидуальные значения изменений сенсорных свойств зависят дополнительно от биологического вида объекта исследования, обладающих разным количеством различий и сходений.

Список источников

1. Исследование видового различия сенсорных показателей рыбного сырья на примере рода Макруросов / Т. М. Сафронова, Е. М. Панчишина, Ю. В. Карпенко, В. В. Кращенко // Научные труды Дальрыбвтуза. 2025. Т. 73, № 3. С. 45–61. DOI 10.48612/dalrybtuz/2025-73-04.
2. Сенсорный анализ продуктов переработки рыбы и беспозвоночных: учеб. пособие / Г. Н. Ким, И. Н. Ким, Т. М. Сафронова, Е. В. Мегеда. Санкт-Петербург : Лань, 2014. 512 с.
3. СанПиН 2.13684-21. Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению населения, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий [Электронный ресурс]. URL: <https://www.google.com/search?q=СанПиН+2.1.3684-21>

Сведения об авторах

Т.М. Сафронова – доктор технических наук, профессор, ORCID: 0000-0001-8394-2092.

Е. М. Панчишина – кандидат технических наук, доцент кафедры «Технология продуктов питания», ORCID: 0000-0002-5069-0316.

В. В. Кращенко – кандидат технических наук, заведующий кафедрой «Пищевая биотехнология», ORCID: 0000-0001-8394-2092.

Information about the authors

T. M. Safronova – Doctor of Technical Sciences, Professor, ORCID: 0000-0001-8394-2092.

E. M. Panchishina – PhD in Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Food Technology, ORCID: 0000-0002-5069-0316.

V. V. Krashchenko – PhD in Technical Sciences, Head of the Department of Food Biotechnology, ORCID: 0000-0001-8394-2092.

Статья поступила в редакцию 17.11.2025; одобрена после рецензирования 24.11.2025; принята к публикации 25.11.2025.

The article was submitted 17.11.2025; approved after reviewing 24.11.2025; accepted for publication 25.11.2025.