

Научная статья/ Research Article

УДК 664.951+006

DOI: 10.36718/1819-4036-2022-12-248-256

Татьяна Николаевна Пивненко^{1✉}, Юлия Михайловна Позднякова²,
Роман Владимирович Есипенко³, Евгений Валерьевич Михеев⁴

^{1,2,3,4}Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, Владивосток, Россия

¹tnpivnenko@mail.ru

²pozdneyakova.julia@yandex.ru

³festfu@mail.ru

⁴zheyasuper79@mail.ru

ВЛИЯНИЕ ПРОЦЕССОВ ХРАНЕНИЯ И ТЕРМООБРАБОТКИ ЧЕРНОГО МАКРУРУСА НА ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА РЫБЫ-СЫРЦА И ГОТОВОГО ПРОДУКТА

Цель исследования – изучить зависимость качества сырца и готовой продукции из перспективного для промысла и переработки глубоководного вида рыб – черного макруруса *Cooperoides acrolepis* – от условий обработки и хранения. Рыба была выловлена в Южно-Курильской подзоне Охотского моря на глубине от 1000 м. Задачи: определение размерно-массового состава, функционально-технологических и физико-химических свойств мышечной ткани двух размерных групп этого вида, исследование реологических показателей сырца до и после термообработки при различных способах разделки и хранения, а также при многократном замораживании / размораживании. Исследование проводилось в лаборатории НИИ инновационных биотехнологий Дальневосточного государственного технического рыбохозяйственного университета г. Владивостока. В качестве основных критериев оценки функционально-технологических свойств мышечной ткани рыб были использованы следующие показатели: коэффициент обводнения (К_о); белково-водный коэффициент (БВК); коэффициент структурообразования (К_{ст}); условно-белковый коэффициент (К_б); липидно-белковый коэффициент (К_ж). Показано отсутствие существенных различий всех исследованных показателей в двух размерных группах до и после термообработки. Хранение тушек и филе в условиях предприятия общественного питания в течение 3 мес. в большей степени отразилось на качестве тушек в сторону увеличения прочности мышечной ткани. Повторное кратное замораживание, использованное для поиска причины появления экземпляров с резиистой консистенцией мышечной ткани, показало отсутствие причинно-следственных связей этих процессов и было подтверждено исследованиями изменений молекулярно-массового распределения белковых фракций мышечной ткани до и после хранения методом электрофореза в полиакриламидном геле.

Ключевые слова: макрурус черный, функционально-технологические свойства, фракционный состав белков, морозильное хранение

Для цитирования: Влияние процессов хранения и термообработки черного макруруса на показатели качества рыбы-сырца и готового продукта / Т.Н. Пивненко [и др.] // Вестник КрасГАУ. 2022. № 12. С. 248–256. DOI: 10.36718/1819-4036-2022-12-248-256.

Tatyana Nikolaevna Pivnenko^{1✉}, Yulia Mikhailovna Pozdneyakova²,
Roman Vladimirovich Esipenko³, Evgeny Valerievich Mikheev⁴

^{1,2,3,4}Far Eastern State Technical Fisheries University, Vladivostok, Russia

¹tnpivnenko@mail.ru

²pozdneyakova.julia@yandex.ru

³festfu@mail.ru

⁴zheyasuper79@mail.ru

INFLUENCE OF STORAGE AND HEAT TREATMENT PROCESSES OF BLACK GRENADIER ON QUALITY INDICATORS OF RAW FISH AND FINISHED PRODUCT

The purpose of research is to study the dependence of the quality of raw and finished products from a promising for fishing and processing deep-sea fish species – black grenadier *Coryphaenoides acrolepis* – on processing and storage conditions. The fish was caught in the South Kuril subzone of the Sea of Okhotsk at a depth of 1000 m. Tasks: determination of the size-mass composition, functional-technological and physical and chemical properties of muscle tissue of two size groups of this species, the study of the rheological parameters of raw fish before and after heat treatment at various cutting and storage methods, as well as repeated freezing / thawing. The study was conducted in the laboratory of the Research Institute of Innovative Biotechnologies of the Far Eastern State Technical Fisheries University in Vladivostok. The following indicators were used as the main criteria for evaluating the functional and technological properties of fish muscle tissue: watering coefficient (K_o); protein-water ratio (BVK); structure formation coefficient (K_{st}); conditional protein coefficient (K_b); lipid-protein coefficient (K_f). The absence of significant differences in all studied parameters in two size groups before and after heat treatment is shown. Storage of carcasses and fillets in a catering establishment for 3 months to a greater extent affected the quality of carcasses in the direction of increasing the strength of muscle tissue. Repeated multiple freezing, used to search for the cause of the appearance of specimens with a rubbery consistency of muscle tissue, showed the absence of causal relationships of these processes and was confirmed by studies of changes in the molecular weight distribution of protein fractions of muscle tissue before and after storage by polyacrylamide gel electrophoresis.

Keywords: black grenadier, functional and technological properties, fractional composition of proteins, freezing storage

For citation: Influence of storage and heat treatment processes of black grenadier on quality indicators of raw fish and finished product / T.N. Pivnenko [et al.] // Bulliten KrasSAU. 2022;(12): 248–256. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2022-12-248-256.

Введение. Промысел глубоководных рыб в дальневосточных морях приобретает все большее распространение (<http://www.vostok1.com/produksiya/makrurus/>). Среди таких рыб наибольшее значение имеют виды, относящиеся к семейству макрурид *Macrouridae* рода макрурусов (они же гренадеры, или долгохвосты). Один из видов макрурусов – черный *Coryphaenoides acrolepis* обитает в северной части Тихого океана на глубине до 3700 м. Он имеет массивное туловище, лентовидную хвостовую часть, черную или темно-коричневую окраску. Длина рыбы достигает 104 см, масса тела – 5 кг [1, 2]. Мясо имеет плотную текстуру, приятный белый цвет и высокое содержание белка, что отличает его от других видов макрурусов [3, 4]. Содержание жира при этом очень мало. Это определяет возможность создания на его основе диетических продуктов. Высокие органолептические показатели мышечной ткани черного макруруса, экологическая чистота и высокий промысловый потенциал позволяют считать этот объект перспективным для использования в пищевой индустрии.

В настоящее время в Приморском крае получила развитие региональная программа «Дальневосточная кухня», направленная на развитие гастрономического туризма и популяризацию региональных продуктов у местного населения (<https://www.eastrussia.ru/material/osobennosti-kukhni-dalnego-vostoka>). Одно из основных направлений этой программы – использование рыбы и морепродуктов. Среди них можно выделить черного макруруса (гренадера), так как он является уникальным и характерным для нашего региона. При кулинарном приготовлении следует учитывать особенности его химического состава, способы добычи и условия обработки и хранения на предприятиях общественного питания. При нарушении таких условий мышечная ткань этого вида рыб может претерпевать необратимые изменения, ведущие к образованию жесткой, резиновой текстуры. Макрурус добывают в отдаленных от берега водах Охотского моря и заготавливают в виде замороженных тушек, доставляемых потребителю. В свою очередь, на предприятиях общественного питания

может происходить повторное замораживание сырца. В связи с этим определенным интерес представляет прослеживание изменений показателей качества рыбы при морозильном хранении разделанной рыбы и неоднократных циклах размораживания и замораживания.

Цель исследования – изучение влияния условий обработки и хранения стандартных образцов черного макруруса на качество мышечной ткани сырца и готовой продукции.

Задачи: определение размерно-массового состава, функционально-технологических и физико-химических свойств мышечной ткани двух размерных групп этого вида, исследование реологических показателей сырца до и после термообработки при различных способах разделки и хранения, а также при многократном замораживании/ размораживании.

Условия, материалы и методы. Все экспериментальные исследования проводились в лаборатории НИИ инновационных биотехнологий Дальневосточного государственного рыбохозяйственного университета.

Образцы черного макруруса *Coryphaenoides acrolepis* были предоставлены рыболовецкой компанией «Восток-1» в августе 2020 г. Район промысла – Южно-Курильская подзона Охотского моря, глубина от 1000 м и более.

Величину прочности образцов определяли на приборе Валента ВЦ-1 с грибовидным индентором. Фракционный состав белков определяли путем ступенчатой экстракции мышечной ткани растворителями с различной ионной силой [5]. Содержание воды измеряли на инфракрасном влагомере Kett F-1A (Kett Electric Laboratory, Япония). Влагоудерживающую способность (ВУС) определяли методом прессования. Изоэлектрическую точку (ИЭТ) – методом осаждения. Степень денатурационных изменений белков при термической обработке соответствовала изменению способности миофибриллярных белков растворяться в стандартных солевых растворах. Количественное выражение степени денатурации (%) рассчитывали по отношению разницы массовой доли белков до и после термической обработки к ее исходной величине.

Для характеристики функционально-технологических свойств мышечной ткани макруруса использовали следующие расчетные коэффициенты [6].

Коэффициент обводнения (K_o) равен количественному соотношению воды и белка в мышечной ткани: $K_o = B/B$, где B – содержание воды, %; B – содержание белка, %.

Белково-водный коэффициент (БВК) соответствует содержанию белка, приходящегося на определенное количество воды (100 г): $БВК = (B/B) \cdot 100$, где B – содержание белка, %; B – содержание воды, %.

Коэффициент структурообразования ($K_{ст}$) определяет возможность поддержания определенной текстуры продукции. Его определяют как соотношение содержания солерастворимой фракции белков к их общему содержанию: $K_{ст} = \text{количество солерастворимого азота (\%)} / \text{общее количество азота (\%)}.$

Условно-белковый коэффициент (K_b) характеризует структурообразующую способность мышечной ткани и представляет собой соотношение содержания миофибриллярных и саркоплазматических белков: $K_b = \text{солерастворимый белок (\%)} / \text{водорастворимый белок (\%)}.$

Липидно-белковый коэффициент ($K_{ж}$) рассчитан по соотношению жира и белка: $K_{ж} = Ж/B$, где $Ж$ – количество жира, %; B – количество белка, %.

Электрофорез (ЭФ) проводили в 10 %-м полиакриламидном геле в присутствии додецилсульфата натрия (ДСН-ПААГ), напряжение 220 В, ток 10 мА, мощность 2,5 Вт, температура 15 °С. Окрашивали пластинки 0,01 %-м раствором Ку-масси G-250. Для экстракции мышечной ткани 0,5 г измельченной ткани заливали 2 мл 2 %-го раствора ДСН, через 30 мин центрифугировали 15 мин при 12000 об/мин, отбирали 0,25 мл раствора, добавляли 1,5 мл 0,5 М трис-НСI буфера с рН 6,8, нагревали при 95 °С и фильтровали. Молекулярную массу (Мм) белков определяли по калибровочному графику, построенному в координатах зависимости R_f от Мм по значениям, соответствующим маркерным белкам: 8, 12, 20, 30, 45, 60, 100, 220 кДа (наборы Sigma-Aldrich, США).

Для статистического анализа использовали прикладной пакет «Statistica 6». Выборочные параметры, приводимые в таблицах: средняя арифметическая (M), стандартное отклонение (σ), объем анализируемой подгруппы (n). Уровень доверительной вероятности 95 %.

Результаты и их обсуждение. Для полученных с места промысла образцов черного макруруса были определены размерно-массовый состав (табл. 1), химический состав мышечной ткани (табл. 2) и распределение белковых фракций в этой ткани (табл. 3).

Исследуемые экземпляры макруруса были разделены на две группы: мелкую (1) длиной тела 48–51 см и массой 0,54–0,62 кг и крупную (2)

длиной тела 58–65 см и массой 0,90–1,20 кг. Выход товарной продукции (тушек и филе) для этих групп отличался в сторону увеличения массовой доли тушки при снижении доли филе в 1-й группе. Органолептические характеристики мышечной ткани были сходными. Она имела серовато-белый цвет при консистенции без выраженной упругости.

Таблица 1

Размерно-массовые характеристики и выход продукции черного макруруса

Размерная группа	Длина, см	Масса, кг	Выход продукции, %	
			Тушка	Филе
1. Мелкая	50,2±2,2	0,58±0,07	55,2±3,4	33,9±2,8
2. Крупная	62,5±3,1	1,12±0,14	50,8±2,0	39,1±2,9

Примечание: n = 7, p < 0,05.

Химический состав мышечной ткани исследуемого вида в целом был сходен по количеству белка с таковым для родственного этому семейству тресковых рыб *Gadidae*, но при более низком количестве жира [7]. По содержанию

белка черный макрурус может быть отнесен к среднебелковой группе рыб, а по содержанию жира – к тощим рыбам [8]. Для 1-й группы отмечено более высокое содержание воды.

Таблица 2

Химический состав мышечной ткани черного макруруса, % от общей массы

Размерная группа	Вода	Белок	Жир	Минеральные элементы
1. Мелкая	86,2±1,6	12,5±1,2	0,4±0,2	0,7±0,4
2. Крупная	81,5±2,0	15,4±1,0	0,4±0,1	1,4±0,3

Примечание: n = 5, p < 0,05.

Количество водорастворимых саркоплазматических белков, не влияющих на реологические свойства мышечной ткани, было практически одинаковым в обеих группах. Доля миофибриллярных белков, обеспечивающих структуру и консистенцию сырца и готовой продукции, имела

небольшое преобладание во 2-й группе. Содержание соединительнотканых белков также было несколько выше во 2-й группе. Основные белки этой группы – коллаген и эластин – скрепляют мышечные волокна и усиливают жесткость при их повышенном содержании.

Таблица 3

Фракционный состав белков мышечной ткани черного макруруса, %

Размерная группа	Водорастворимые	Солерастворимые	Щелочерастворимые
1. Мелкая	42,1±2,9	42,8±3,3	17,7±3,0
2. Крупная	40,2±4,7	45,3±2,6	20,1±1,8

Примечание: n = 4, p < 0,05.

На основании полученных данных были рассчитаны коэффициенты, используемые в качестве основных критериев оценки функционально-технологических свойств мышечной ткани

рыб, согласно которым можно давать рекомендации по рациональным направлениям переработки и получения готовой продукции (табл. 4).

Функционально-технологические свойства мышечной ткани черного макруруса

Размерная группа	Показатели					
	К _о	БВК	К _{ст}	К _ж	К _б	ВУС, %
1. Мелкая	6,6	14,9	0,43	0,03	1,0	47,5
2. Крупная	5,1	19,5	0,45	0,03	1,1	44,4

Согласно классификации рыбного сырья, описанной в работах [6, 8], мышечную ткань рыб по величине белкового коэффициента (К_б) предложено разделить на три основные группы: I – К_б < 1; II – К_б ~ 1; III – К_б > 1. Черный макрурус может быть отнесен ко II группе со средней способностью к формованию. Однако высокие значения коэффициента обводнения (К_о) определяют низкую пластическую вязкость фарша. Относительно низкое содержание миофибриллярных белков и невысокие значения ВУС определяют слабую способность к образованию эластичной гелевой структуры для мышечной ткани этого вида. Тем не менее величины коэффициентов структурообразования по предложенной классификации (К_{ст} > 0,2) находились в диапазоне значений, определяющих возможность образования коагуляционных структур, формирующих сочную консистенцию.

По величинам рассчитанных коэффициентов образцы черного макруруса мелкого и крупного размеров незначительно различались между собой. В то же время белково-водный коэффициент (БВК) был более высоким для крупноразмерных экземпляров, что обеспечивает большую плотность мышечной ткани. Крайне низкое содержание липидов в мышцах макруруса характеризует относительную суховатость этого сырья.

Таким образом, функционально-технологические характеристики мышечной ткани черного макруруса в значительной степени отличаются от известных для других видов рыб, в частности для родственных им тресковых [7]. Поэтому для создания формованной продукции из мышц этой рыбы необходимо использовать структурообразователи, обеспечивающие связывание большего количества воды, увеличивающие вязкость и образование стойкой текстуры.

При изучении влияния термообработки на реологические и органолептические свойства мышечной ткани черного макруруса было показано, что для образцов обеих размерных групп

сохраняются общие характеристики. Образцы рыбы-сырца имели сероватый цвет, мягковатую, неупругую консистенцию. Для термообработки рыбу, разделанную на равные кусочки филе (2x2 см), прогревали в воде при температуре 100±2 °С в течение 2 мин. Мышечная ткань сохраняла свою целостность, приобретала молочно-белый цвет, мягкую, нежную консистенцию и кулинарную готовность. С увеличением времени обработки мышечная ткань распадалась на миосепты, и определить ее прочностные характеристики было невозможно. Прочность мышечной ткани до термообработки изменялась от 0,9 до 1,6 Н, а после – от 0,8 до 1,3 Н.

При поступлении черного макруруса на предприятия общественного питания его хранят в виде тушек или филетируют, помещая в индивидуальную упаковку, и в таком виде хранят в морозильной камере при -18 °С в течение 2–3 мес. до непосредственного приготовления блюд. Для оценки влияния этих условий на качество продукции определяли физико-химические и органолептические свойства тушек и филе макруруса крупного размера до и после термообработки (рис. 1).

Прочность мышечной ткани указанных образцов в процессе хранения оставалась в пределах диапазона значений, определенных для исходных образцов. Для тушек имела место тенденция к увеличению прочности, а для филе отмечено некоторое снижение этого показателя в течение всего срока хранения.

При хранении образцы в виде тушек не меняли своих органолептических качеств. Только по окончании 3 мес. хранения после термообработки некоторые образцы приобретали желтоватый оттенок, а на срезе проявлялся перламутровый блеск. При этом свойственные вкус и запах не изменялись. Тем не менее это можно считать началом нежелательных изменений. Для образцов филе таких изменений не отмечено. На этапе окончания эксперимента были определены физико-химические показатели (табл. 5).

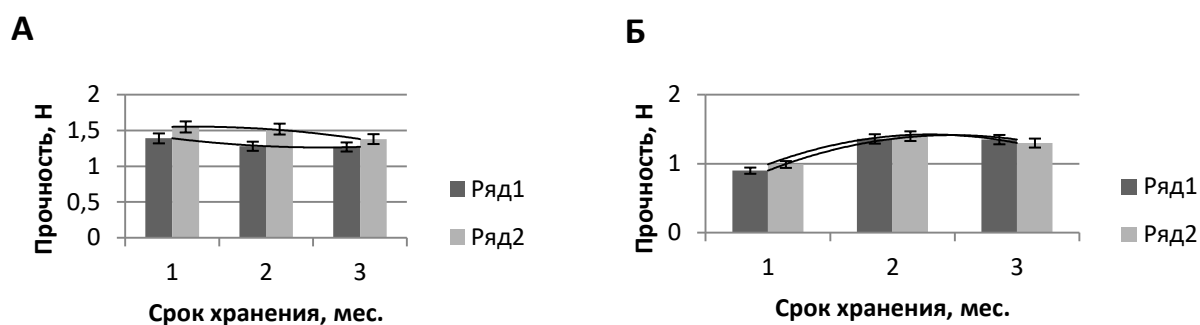


Рис. 1. Изменение прочности филе черного макруруса после морозильного хранения образцов: А – филе; Б – тушка; ряд 1 – сырец, ряд 2 – вареный

Таблица 5

Физико-химические характеристики мышечной ткани черного макруруса (тушка) после 3-месячного хранения при температуре -18 °С

Образец	ВУС, %	ИЭТ	pH	Степень денатурации белка, %
Исходный	44,4±0,9	5,0±0,3	6,72±0,12	64,8±4,1
Через 3 мес.	37,49±4,8	4,3±0,3	6,32±0,15	68,8±5,1

Примечание: n = 4, p < 0,05.

При сравнении показателей исходных образцов, заложенных на хранение, были отмечены изменения степени денатурации белков мышечной ткани по сравнению с показателями образцов. Также снизились значения изоэлектрической точки (ИЭТ) и pH, что свидетельствует об автолизе белков и появлении их низкомолекулярных производных. Последнему наблюдению соответствует снижение показателей ВУС и сочности продукта.

Рецепты готовых блюд из черного макруруса (позиционируется как черный гренадер) разработаны шеф-поварами гастрономической лаборатории *Pacific Russia Food* (<https://pacificrussiafood.ru/>). Основной способ приготовления – запекание в течение короткого времени или использование в первых блюдах. На предприятиях общественного питания были отмечены отдельные экземпляры с жесткой резиновой консистенцией мяса, усиливающейся после приготовления. На образование резиновой консистенции ряда видов рыб могут влиять такие факторы, как замораживание рыбы в стадии неразрешенного посмертного окоченения, длительное морозильное хранение, неоднократное замораживание и размораживание [9]. В этих случаях соблюдение санитарных норм обеспечивает сохранение безопасности, но может сказаться на консистенции мышечной ткани. Обеспечению высокого качества замороженной рыбы способствует использование свежего сырья, соблюдение правил заморозки, отсутст-

вие нарушений холодильной цепи при хранении. Но нередко рыба подвергается повторному замораживанию и размораживанию. Для нежирных рыб, к которым относятся макрурусы, при несоблюдении правил и условий морозильного хранения может возникнуть такой порок, как усыхание [9]. Следует отметить, что очень низкое содержание в мышечной ткани макрурусов протеолитических ферментов практически исключает автолитические процессы [10].

Для выявления возможных причин появления образцов с нежелательной консистенцией в результате кратного замораживания/размораживания была проведена проверка влияния такого процесса на изменение качества мышечной ткани черного макруруса. Образцы в виде тушек подвергали 5-кратному циклу размораживания/замораживания при соблюдении требуемых мер санитарии. Размораживали до температуры внутри тушки 0±2 °С, после отбора проб ее вновь замораживали при -18 °С и хранили в течение 30±2 сут. Изменение физико-химических свойств определяли до и после варки. Для сравнения в таблице 6 приведены полученные ранее значения прочности образцов с резиновой консистенцией [10]. Последние имели темно-серый цвет и плотную текстуру до варки, после чего интенсивность цвета усиливалась, консистенция становилась еще более плотной, а мясо с трудом отделялось от костей. Начальные условия заготовки и хранения таких образцов не были установлены.

**Влияние 5-кратного цикла замораживания/размораживания
на физико-химические свойства мышечной ткани черного макруруса**

Образец	Прочность, Н	ВУС, %	Содержание воды, %
Сырец			
Исходный	1,2±0,1	44,4±0,9	77,9±3,1
Цикл размораживания / замораживания	1,6±0,2	40,6±1,7	70,5±2,3
Резинистый образец	2,3	32,2±4,2	66,12±3,2
Вареный			
Исходный	1,0±0,2	50,7±2,0	67,5±2,2
Цикл размораживания/ замораживания	0,6±0,1	46,7±1,6	62,5±1,9
Резинистый образец	5,3	29,2±1,9	48,12±2,8

Примечание: n = 4, p < 0,05.

После 5-кратного цикла замораживания/размораживания прочность мышечной ткани тушек-сырца имела тенденцию к нарастанию, но оставалась в пределах значений, полученных первично. В подобных условиях для минтая было отмечено ослабление консистенции мяса, потеря мышечного сока, приобретение сухости, жесткости и волокнистости [9]. Для макруруса таких резких органолептических изменений не отмечено. После варки показатель прочности существенно снизился по сравнению с исходными. В резинистых же образцах прочность пос-

ле варки повышалась более чем в 2 раза. ВУС как до, так и после варки образцов, подвергнутых циклу замораживания/размораживания, несколько снизилась, однако осталась существенно выше, чем в «резинистых» образцах. Содержание воды в образцах снижалось особенно заметно для сырца.

Молекулярно-массовое распределение белковых фракций в процессе проведения этого эксперимента было исследовано методом ЭФ в ПААГ (рис. 2).

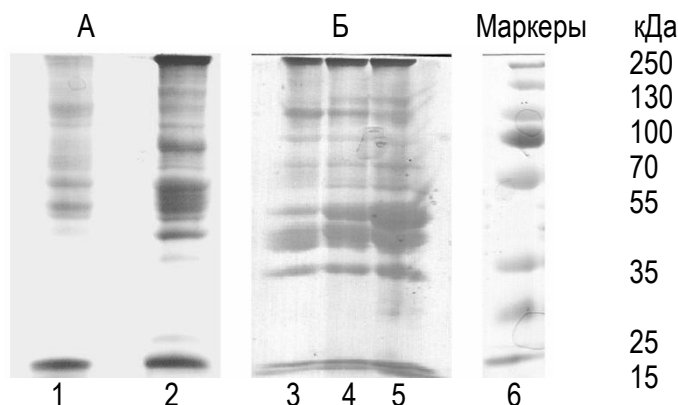


Рис. 2. Электрофореграммы разделения белковых фракций мышечной ткани черного макруруса: А – образцы: 1 – резинистый; 2 – исходный; Б – образцы после замораживания / размораживания: 3 – 5 циклов; 4 – 3 цикла; 5 – 2 цикла; 6 – маркерные белки с указанием Мм (кДа)

Интенсивность и ширина окрашенных полос стандартного и резинистого образцов свидетельствуют о существенном снижении содержания экстрагируемого белка в последнем. Также в области видоспецифичных низкомолекулярных фракций [11] выявлено отсутствие компонентов с Мм 22, 30 и 60 кДа и наличие дополнительной фракции 12 кДа. Отмечено значительное сниже-

ние содержания фракций с Мм 250 кДа, что позволяет говорить об уменьшении количества тяжелых цепей миозина (Мм 220–250 кДа) – основного белка миофибрилл. Однако, как позволяют судить результаты разделения белков мышечной ткани макруруса после цикла замораживания/размораживания, появление резинистой структуры не связано с этим процессом. Картина белко-

вого профиля для стандартных образцов после хранения практически идентична и не связана с процессом денатурации миозина. Поэтому наиболее вероятной причиной появления резиистой консистенции следует считать замораживание рыбы в стадии неразрешенного посмертного окоченения во время промысла.

Заключение. Таким образом, черный макрурус (гренадер), перспективный объект глубоководного промысла, имеет высокий технологический потенциал. Благодаря своим качественным характеристикам он обеспечивает получение полноценных по белку диетических продуктов питания с высокой степенью безопасности в отношении содержания токсикантов и паразитов. Специфичность органолептических свойств позволяет сочетать этот вид сырья с самыми различными пищевыми компонентами. Вариабельность физико-химических характеристик в пределах диапазона исследованных образцов несущественно отличается для размерных групп. Хранение образцов в виде потрошенных тушек и филе в условиях предприятия общественного питания в течение 3 месяцев не привело к существенным изменениям качества. Цикл замораживания/размораживания, использованный для поиска возможной причины появления экземпляров рыб с резиистой консистенцией мышечной ткани, не сказался существенным образом на ухудшении качества исследуемых образцов. Появление резиистой консистенции мышечной ткани и изменение фракционного состава белков могут быть связаны со сложными агрегационными изменениями миофибриллярных белков в результате потери тканевой жидкости, частичной денатурации и снижения растворимости, изменения Мм. Наиболее вероятно указанные процессы могут происходить при заготовке в условиях промысла при замораживании рыбы на стадии неразрешенного посмертного окоченения, в состоянии асфиксии. Возникающие изменения могут являться факторами, ответственными за органолептические и реологические свойства сырца и готовой продукции. Рекомендуемый способ отбора качественного сырья – индивидуальный осмотр и отбраковка каждого экземпляра.

Список источников

1. Кодолов Л.С. Некоторые данные по биологии черного макруруса *Coryphaenoides acrolepis* // Известия ТИНРО. 2003. Т. 134. С. 144–151.

2. Turonogov V., Novikov N.P. Grenadier as an important reserve of Far Eastern deep-sea fisheries // Fisheries. 2016. P. 54–60.
3. Токранов А.М., Орлов А.М., Шейко Б.А. Промысловые рыбы материкового склона прикамчатских вод. Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2005. 52 с.
4. Шульгина Л.В., Давлетшина Т.А. Пищевая ценность макруруса черного – объекта глубоководного промысла // Материалы и методы инновационных научно-практических исследований и разработок: мат-лы конф. Уфа: Omega science, 2019. С. 25–29.
5. Biochemical factors affecting the quality of products and the technology of processing deep-sea fish, the Giant Grenadier *Albatrossia pectoralis* / T.N. Pivnenko [et al.] // Journal of Ocean University of China. 2020. V. 19. P. 681–690.
6. Цибизова М.Е. Систематизационный подход к показателям качества мелких рыб и вторичных рыбных ресурсов // Известия вузов. Пищевая технология. 2014. № 1 (337). С. 9–13.
7. Справочник по химическому составу и технологическим свойствам морских и океанических рыб. М.: Изд-во ВНИРО, 1998. 224 с.
8. Исследование пищевой ценности и функционально-технологических свойств гибрида бестера с русским осетром / М.В. Арнаутов [и др.] // Труды ВНИРО. Технология переработки водных биоресурсов. 2018. Т. 171. С. 170–179.
9. Ахмедова Т.П. Снижение качества рыбного сырья при повторном замораживании // Научные записки ОрелГИЭТ. 2012. № 2 (6). С. 392–395.
10. Исследование качества мышечной ткани черного макруруса (гренадера) *Coryphaenoides acrolepis* в процессе переработки / Т.Н. Пивненко [и др.] // Рыбное хозяйство. 2022. № 3. С. 109–116.
11. Mathivanan A., Nambudiri D.D. Electrophoretic identification of fish species used in surimi (products) and their quality evaluation // Food. Global Science Books. 2010. N 2. P. 38–44.

References

1. Kodolov L.S. Nekotorye dannye po biologii chernogo makrurusa *Coryphaenoides acrolepis* // Izvestiya TINRO. 2003. T. 134. S. 144–151.

2. *Тупоногов В., Новиков Н.П.* Grenadier as an important reserve of Far Eastern deep-sea fisheries // Fisheries. 2016. P. 54–60.
3. *Токранов А.М., Орлов А.М., Шежко В.А.* Promyslovye ryby materikovogo sklona prikamchatskikh vod. Petropavlovsk-Kamchatskij: Kamchatpress, 2005. 52 s.
4. *Шулгина Л.В., Давлетшина Т.А.* Pischevaya cennost' makrurusa chernogo – ob'ekta glubokovodnogo promysla // Materialy i metody innovacionnyh nauchno-prakticheskikh issledovanij i razrabotok: mat-ly konf. Ufa: Omega science, 2019. S. 25–29.
5. Biochemical factors affecting the quality of products and the technology of processing deep-sea fish, the Giant Grenadier *Albatrossia pectoralis* / *T.N. Pivnenko* [et al.] // Journal of Ocean University of China. 2020. V. 19. P. 681–690.
6. *Сибизова М.Е.* Sistematizacionnyj podhod k pokazatelyam kachestva melkih ryb i vtorichnyh rybnyh resursov // Izvestiya vuzov. Pischevaya tehnologiya. 2014. № 1 (337). S. 9–13.
7. Spravochnik po himicheskomu sostavu i tehnologicheskim svojstvam morskikh i okeanicheskikh ryb. M.: Izd-vo VNIRO, 1998. 224 s.
8. Issledovanie pischevoj cennosti i funkcional'no-tehnologicheskikh svojstv gibrida bestera s russkim osetrom / *M.V. Arnautov* [i dr.] // Trudy VNIRO. Tehnologiya pererabotki vodnyh bioresursov. 2018. T. 171. S. 170–179.
9. *Ahmedova T.P.* Snizhenie kachestva rybnogo syr'ya pri povtomom zamorazhivanii // Nauchnye zapiski OrelGI'ET. 2012. № 2 (6). S. 392–395.
10. Issledovanie kachestva myshechnoj tkani chernogo makrurusa (grenadera) *Coryphaenoides acrolepis* v processe pererabotki / *T.N. Pivnenko* [i dr.] // Rybnoe hozjajstvo. 2022. № 3. S. 109–116.
11. *Mathivanan A., Nambudiri D.D.* Electrophoretic identification of fish species used in surimi (products) and their quality evaluation // Food. Global Science Books. 2010. N 2. P. 38–44.

Статья принята к публикации 07.09.2022 / The article accepted for publication 07.09.2022.

Информация об авторах:

Татьяна Николаевна Пивненко¹, профессор кафедры пищевой биотехнологии, доктор биологических наук, профессор

Юлия Михайловна Позднякова², директор Научно-исследовательского института инновационных биотехнологий, кандидат технических наук

Роман Владимирович Есипенко³, младший научный сотрудник Научно-исследовательского института инновационных биотехнологий, кандидат технических наук

Евгений Валерьевич Михеев⁴, научный сотрудник Научно-исследовательского института инновационных биотехнологий, кандидат технических наук

Information about the authors:

Tatyana Nikolaevna Pivnenko¹, Professor at the Department of Food Biotechnology, Doctor of Biological Sciences, Professor

Yulia Mikhailovna Pozdnyakova², Director of the Research Institute of Innovative Biotechnologies, Candidate of Technical Sciences

Roman Vladimirovich Esipenko³, Junior Researcher of the Research Institute of Innovative Biotechnologies, Candidate of Technical Sciences

Evgeny Valerievich Mikheev⁴, Researcher at the Research Institute of Innovative Biotechnologies, Candidate of Technical Sciences

