

ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ ГИДРОБИОНТОВ**УДК 664.951.7**

**Т.А. Давлетшина, Л.В. Шульгина, Н.В. Долбнина, З.П. Швидкая,
Г.И. Загородная, Е.А. Солодова, К.Г. Павел***

Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр,
690091, г. Владивосток, пер. Шевченко, 4

**НАУЧНЫЕ ПОДХОДЫ К РАЦИОНАЛЬНОМУ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ
МЕЛКОЙ САЙРЫ ТИХООКЕАНСКОЙ (*COLOLABIS SAIRA*)
В КОНСЕРВНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ**

Изучены показатели безопасности, пищевая и биологическая ценность мышечной ткани мелкой сайры тихоокеанской, хранившейся при температуре минус 30 °С и минус 18 °С. Установлено, что по показателям безопасности мелкая сайра соответствует санитарно-гигиеническим требованиям. Содержание белка в мышечной ткани мелкой сайры составило 21,0–22,1 %, жира — не более 11,8 %. Результаты исследования пищевой и биологической ценности, снижения содержания гистамина и продуктов окисления и гидролиза липидов в мышечной ткани мелкой сайры тихоокеанской при температуре хранения минус 30 °С позволили удлинить срок холодильного хранения рыбы до 6 мес. Показано, что наиболее рациональным является использование мелкой сайры при производстве консервов паштетной группы. Разработана технология и композиции консервов «Паштет из сайры тихоокеанской «Особый»». Научно обоснован режим стерилизации, изучена пищевая и биологическая ценность консервов. Паштетные консервы из мелкой сайры характеризуются высоким содержанием полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) серии ω 6 и ω 3 в соотношении 3,4 : 1,0, что позволяет отнести их к группе продуктов для лечебно-профилактического питания.

Ключевые слова: мелкая сайра тихоокеанская, показатели безопасности, пищевая и биологическая ценность, гистамин, белки, жиры, жирные кислоты, многокомпонентные консервы, режим стерилизации.

Davletshina T.A., Shulgina L.V., Dolbnina N.V., Shvidkaya Z.P., Zagorodnaya G.I., Solodova E.A., Pavel K.G. Scientific approaches to rational utilization of small-sized pacific saury *Cololabis saira* in canning industry // *Izv. TINRO.* — 2014. — Vol. 177. — P. 275–286.

*Давлетшина Татьяна Андреевна, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, e-mail: ta.davletshina@yandex.ru; Шульгина Лидия Васильевна, доктор биологических наук, профессор, заведующая лабораторией, e-mail: shulgina@tinro.ru; Долбнина Надежда Владимировна, научный сотрудник, e-mail: nv.dolbnina@tinro.ru; Швидкая Зинаида Петровна, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник, e-mail: shvidkaya@tinro.ru; Загородная Галина Ивановна, кандидат биологических наук, e-mail: gi.zagorodnaya@tinro.ru; Солодова Елена Афанасьевна, кандидат технических наук, научный сотрудник, e-mail: solodova@tinro.ru.; Павел Константин Геннадьевич, кандидат химических наук, старший научный сотрудник, e-mail: kg.pavel@tinro.ru.

Davletshina Tatyana A., Ph.D., senior researcher, e-mail: ta.davletshina@yandex.ru; Shulgina Lidiya V., D.Sc., professor, head of laboratory, e-mail: shulgina@tinro.ru; Dolbnina Nadezhda V., researcher, e-mail: nv.dolbnina@tinro.ru; Shvidkaya Zinaida P., Ph.D., senior researcher, e-mail: shvidkaya@tinro.ru; Zagorodnaya Galina I., Ph.D., researcher, e-mail: gi.zagorodnaya@tinro.ru; Solodova Elena A., Ph.D., researcher, e-mail: solodova@tinro.ru; Pavel Konstantin G., Ph.D., senior researcher, e-mail: kg.pavel@tinro.ru.

Parameters of food safety and food and biological value are tested for muscular tissue of small-sized pacific saury stored under temperature of minus 30 °C and minus 18 °C. The muscular tissue contains 21.0–22.1 % of proteins and 10.6–11.8 % of lipids. Quality of the raw material after the storage corresponds to all hygienic and sanitary requirements, moreover, the rate of histamine decreasing and lipids oxidation and hydrolysis allows to prolong the time of frozen storage under temperature minus 30 °C up to 6 months. The most rational utilization of the small-sized saury is its processing to canned pate. Food and biological value of the canned pate is evaluated, regime of its sterilization is scientifically substantiated. Technology and recipe of the canned food «Pate Special of pacific saury» is developed. The product is distinguished by high content of polyunsaturated fatty acids of series $\omega 6$ and $\omega 3$ in the ratio 3.4 : 1.0, so it can be considered as the product of preventive nutrition.

Key words: pacific saury, food safety, food value, biological value, histamine, protein, lipid, lipid acids, canned pate, regime of sterilization.

Введение

Сайра (*Cololabis saira*) относится к семейству Scomberesocidae (макрелешуковые, скумбрешуковые) и в настоящее время наряду с тихоокеанскими лососями и минтаем является стратегически важным ресурсом. Запасы сайры в Тихом океане оцениваются в пределах 2 млн т, объем ее допустимых уловов ежегодно составляет не менее 400 тыс. т*. Промысел сайры тихоокеанской российским флотом осуществляется в период с августа по декабрь в районах южных Курильских островов и Тихом океане с удалением до 300 миль. Одновременно с российскими судами ее промысел в августе-сентябре ведут японские суда в водах первой ветви течения Ойясио. В дальнейшем (октябрь-декабрь), после смещения преобладающего количества косяков в воды Японии, эта часть популяции облавливается преимущественно японским флотом (Курмазов, 2009). Кроме России и Японии, лов сайры ведется Тайванем, Республикой Корея и Китаем.

По размерному составу сайру разделяют на 3 группы: мелкую — менее 24 см, среднюю — 24–29 см и крупную — более 29 см. По данным японских специалистов (Курмазов, 2009), оптимальное соотношение размерных групп сайры в уловах примерно по одной трети. В странах Юго-Восточной Азии, добывающих сайру тихоокеанскую, рационально используется рыба всех размерных групп. Крупная сайра, которая ценится выше, реализуется в свежем виде для приготовления суси и сасими или жареной рыбы, часть ее морозят и солят. Поэтому береговые транспортные и прочие предприятия в последнее время активно практикуют внедрение техники, позволяющей сохранять и транспортировать сайру высокой степени свежести. Сайра среднего и мелкого размера используется в кулинарии, но в основном перерабатывается на консервы. В странах Азии на фоне уменьшения потребления консервированного полосатого тунца ежегодно повышается спрос на консервы из сайры, так как они достаточно дешевы и занимают видное место в сегменте рыбной продукции на потребительском рынке.

В работе В.Н. Филатова (2007) отмечается, что характерной особенностью сезонной динамики размерного состава сайры в Южно-Курильском промысловом районе является увеличение среднего размера рыб в начальный период нагула — в июле — первой декаде августа — и уменьшение к концу промысла и нагула, происходящее за счет изменений в уловах доли мелких и крупных особей. Это соответствует подходу в район нагула сначала неполовозрелых особей, затем отнерестившихся более крупных рыб (Кизеветтер, 1971). По мере полового созревания сайра мигрирует на юг, причем сначала уходят косяки, состоящие из наиболее крупных особей. Задерживаясь у фронтальных зон течения Ойясио, эти косяки образуют промысловые скопления. В октябре-ноябре, в конце сайровой путины, у южных Курильских островов облавливаются косяки, состоящие из мелких и средних особей*. Поступательное убывание доли крупной сайры и увеличение числа мелкой к концу путины связано с выделением упитанных особей в обособленные косяки, покидающие Южно-Курильский промысловый район. При этом

* Сайра—2013 (путинный прогноз). Владивосток: ТИПРО-центр, 2013. 62 с.

наименее упитанными являются неполовозрелые особи размером 19–24 см. Разница в интенсивности липидного обмена разноразмерной сайры выражается и в максимальных значениях жирности: для рыб среднего размера (24–29 см) она составляет 20,0–24,0 %, для мелких особей — не превышает 11,8 %.

Известно, что мороженная сайра в нашей стране в основном используется в консервном производстве, причем мелкая рыба не допускается для изготовления натуральных консервов (ГОСТ 7452-97). Согласно ГОСТу 20057-96 срок хранения мороженной сайры тихоокеанской при температуре минус 18 °С не должен превышать 3 мес.

Разработанная в ФГУП «ТИНРО-Центр» нормативная документация (ТУ 9261-267-00472012-07) предусматривает выпуск мороженной мелкой сайры двух ассортиментов: сайры тихоокеанская мелкая неразделанная мороженная и сайры тихоокеанская мелкая полупотрошенная мороженная. Хранить мелкую мороженую сайру для промышленной переработки (кроме консервного производства) допускается при температуре минус 24 °С в течение 5 мес.

В этой связи актуальными являются исследования влияния условий хранения на качество мелкой сайры при использовании в консервном производстве.

Целью настоящей работы было исследование качества и безопасности мороженной мелкой сайры тихоокеанской при использовании в технологии консервов.

Материалы и методы

Объектом исследований была мороженная мелкая неразделанная сайра тихоокеанская (*Cololabis saira*), заготовленная по ТУ 9261-267-00472012-07 в районе промысла (Охотское море, Северо-Курильская подзона) на НИС «Профессор Леванидов».

Поскольку современные перерабатывающие предприятия обеспечивают хранение мороженной рыбы при температуре минус 30 °С и ниже, исследования показателей качества опытных образцов сайры проводили при двух температурных уровнях — минус 18 °С и минус 30 °С.

Органолептическую оценку качества мороженной продукции и консервов проводили в соответствии с ГОСТом 7631-2008. Определение химического состава проводили по методам согласно ГОСТу 7636-85. Содержание общего азота определяли на приборе Kjeltac Auto Analyser 1030 (Tecator, Швеция). Содержание гистамина определяли колориметрическим методом по измерению величины абсорбции окрашенного производного, полученного при взаимодействии гистамина с диазореактивом (СанПиН 4274-87). Энергетическую ценность готового продукта рассчитывали по формуле Рубнера (Скурихин, Волгарев, 1987). Состав жирных кислот определяли с использованием газожидкостного хроматографа «Shimadzu GC-16A» (Япония) с пламенно-ионизационным детектором, снабженным капиллярной колонкой (30,0 м х 0,3 мм) с фазой Supelcowax-10, при температуре 190 °С. Макро- и микроэлементный состав определяли методом атомно-абсорбционной спектроскопии на приборе Nippon Jarell Ash AA-855 (Япония).

Микробиологические, токсикологические показатели и допустимое количество неопасных для здоровья человека паразитов и паразитарных поражений в рыбе-сырце и мороженной рыбе определяли по методам в соответствии с санитарно-гигиеническими требованиями, предусмотренными СанПиН 2.3.2.1078-01 и Едиными санитарно-эпидемиологическими и гигиеническими требованиями к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю), утвержденными решением Комиссии Таможенного союза № 299 (2010). Содержание свинца и мышьяка определяли на приборе Hitachi 170-70 (Япония), используя в качестве атомизатора графитовую кювету. Ртуть определяли беспламенным атомно-абсорбционным методом на микроанализаторе ртути Niramuna Hg-1 (Япония) (Методические рекомендации ..., 1987).

Экспресс-оценку фактической биологической ценности объектов проводили с применением тест-культуры *Tetrahymena pyriformis* (Шульгин и др., 2004).

Все цифровые величины, использовавшиеся при построении таблиц и графиков, обрабатывали с помощью программ «Microsoft Excel»-2007, Harvard 2.0, Statistica.

Математическую обработку результатов проводили на основе подсчета средних значений величин и стандартной средней ошибки.

Результаты и их обсуждение

На первом этапе исследовали безопасность сырья как основного фактор, определяющий возможность его использования в пищевых технологиях.

Объектом исследований была мороженная мелкая сайра тихоокеанская, которую доставили с района промысла и хранили при двух температурах: минус 18 °С и минус 30 °С.

Исследования размерного состава мороженной сайры показали, что в уловах до ноября доля рыбы размером до 24 см составляла около 20 %, в последующем снижалась до 15 %.

По показателям безопасности мороженная мелкая неразделанная сайра тихоокеанская соответствовала санитарно-гигиеническим требованиям СанПиН 2.3.2. 1078-01 и Единым санитарно-эпидемиологическим и гигиеническим требованиям к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю). По паразитологическим показателям мороженная мелкая сайра соответствовала требованиям нормативной документации (МУК 3.2.988-00). В мускулатуре сайры при вскрытии паразитов не обнаружено, скребней в кишечнике не выявлено.

В процессе морозильного хранения, независимо от температуры, показатели безопасности мороженной мелкой сайры не изменялись, за исключением гистамина.

Массовая доля гистамина является специфическим показателем безопасности и свежести рыбы. Накоплению гистамина в морской рыбе и продукции из нее при хранении уделяется большое внимание в процессе изучения показателей безопасности, в том числе в консервах (Нестерин, Петрушина, 1981; Anderson, 1999; Подсосонная, Родина, 2004; Чашина, Серпунина, 2010). В нашей стране, а также в Швеции и Австралии допустимый уровень гистамина в рыбе и в рыбной продукции составляет не более 100 мг/кг (СанПиН 2.3.2.1078-01). В других странах, например в США и Канаде*, допустимый уровень гистамина в необработанной рыбе составляет не более 50 мг/кг, что в два раза ниже нормы, принятой в России.

Известно, что гистамин способен накапливаться в рыбных продуктах в результате декарбоксилирования аминокислоты гистидина при участии ферментов микрофлоры, развивающейся при нарушении условий хранения. Декарбоксилирование гистидина и других свободных аминокислот мяса рыбы обеспечивает накопление гистамина и прочих биогенных аминов, например, спермина, кадаверина, путресцина и др. (Кизеветтер, 1972, 1973; Наседкина, Зима, 1972; Кириченко, Рубцова, 1997; Ким, 2009). Активность накопления гистамина в рыбных консервах в процессе хранения исследователи связывают с восстановлением (ренатурацией) свойств ферментов после их тепловой денатурации, которая не является необратимым процессом (Yamamoto et al., 1962; Ленинджер, 1976). Денатурированный фермент при возвращении к нативному состоянию восстанавливает свою биологическую активность, в результате чего сохраняется специфичность катализируемой реакции. Легко регенерируют ферменты, не подвергшиеся полной термической инактивации, причем тем быстрее, чем выше температура хранения продукта (Wang, 1995).

В настоящее время показатель «гистамин» нормируется только для рыб с темной мускулатурой семейств лососевых, сельдевых, тунцовых и скумбриевых. Вместе с тем по содержанию свободного гистидина сайра (300–500 мг%), относящаяся к семейству Scomberesocidae (макрелешуковых), превышает скумбрию (200–280 мг%), которая входит в перечень рыб, обязательных для определения гистамина, но сайра в этом списке не значится. Высокое содержание свободного гистидина в мясе сайры свидетельствует о потенциальной опасности образования

* Кодекс Алиментариус. Нормы и правила относительно рыбы и рыбопродуктов. М.: Весь мир, 2007. 208 с.

гистамина в процессе обработки, в том числе в зависимости от стадии посмертного состояния, учитывая высокую активность протеолитических ферментов мышечной ткани и внутренностей сайры (Кизеветтер, 1973). Это подтверждает необходимость контроля сайры и продукции из неё на присутствие гистамина (Давлетшина и др., 2013; Швидкая, 2013; Швидкая и др., 2013) (табл. 1), особенно в динамике хранения мороженой рыбы.

Таблица 1

Показатели безопасности мышечной ткани мелкой сайры тихоокеанской

Table 1

Parameters of food safety for muscular tissue of small-sized pacific saury

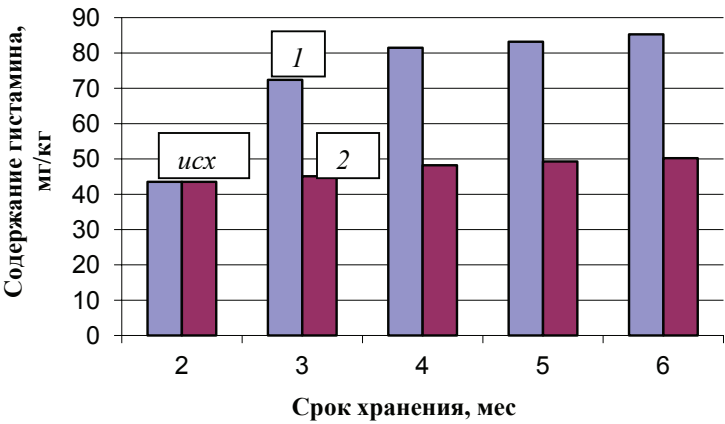
Наименование показателя		Значение показателя по норм. документам, не более	Фактические показатели
Токсичные элементы, мг/кг	Свинец	1,0	0,7
	Мышьяк	5,0	3,7
	Кадмий	0,2	0,05
	Ртуть	0,5	0,003
Пестициды, мг/кг	Гексахлорциклогексан (α, β, γ-изомеры)	0,2	Не обнаружено
	DDT и его метаболиты:		
	DDT	0,2	0,0263 ± 0,0002
	DDE	0,2	0,0049 ± 0,0001
Радионуклиды, Бк/кг	Цезий-137	130,0	Не обнаружено
	Стронций-90	100,0	«
Нитрозамины: сумма НДМА и НДЭА, мг/кг		0,003	«
Полихлорированные бифенилы, мг/кг		2,0	«
Гистамин, мг/кг, не более		100,0	43,5–45,1
КМаФАнМ, КОЕ/г		Не более 1 · 10 ⁵	
БГКП, в 0,001 г		Не допускается	Не обнаружено
<i>Staphylococcus aureus</i> , в 0,01 г		«	«
<i>Vibrio parahaemolyticus</i> , в 1 г		Не более 100 КОЕ/г	«
Сальмонеллы, в 25 г		Не допускается	«
<i>Lysteria monocytogenes</i> , в 25 г		«	«

В табл. 1 показано, что содержание гистамина в мышечной ткани мороженой мелкой сайры, не разделанной в начальный период хранения, не превышает его допустимые уровни, установленные в нашей и в других странах. Однако исходное содержание гистамина (43,5 мг/кг) приближено к предельному его количеству, установленному странами ЕС, США и др.

Результаты исследований содержания гистамина в мышечной ткани мелкой сайры при разных температурах (минус 18 °С и минус 30 °С) морозильного хранения рыбы приведены на рис. 1.

Рис. 1. Динамика изменения содержания гистамина в мышечной ткани мелкой сайры при разных температурах морозильного хранения: 1 — при минус 18 °С; 2 — минус 30 °С

Fig. 1. Dynamics of histamine content in muscular tissue of small-sized pacific saury under different temperature of frozen storage: 1 — minus 18 °С; 2 — minus 30 °С



Как видно из данных рис. 1, при хранении в тканях мороженой сайры отмечается постепенное увеличение гистамина, интенсивность накопления которого прямо пропорциональна температурному уровню. Через 6 мес хранения при температуре минус 18 °С содержание гистамина в сайре увеличилось по отношению к исходному (43,5 мг/кг) в два раза (до 85,3 мг/кг), что превысило в 1,7 раза нормативное значение его содержания, принятое в США, Канаде, странах ЕС (не более 50,0 мг/кг).

Хранение мороженой сайры при температуре минус 30 °С замедляет накопление гистамина в мышечной ткани рыбы. Показано, что через 6 мес хранения содержание гистамина составило 50,2 мг/кг, что не превышает его уровень, принятый в странах ЕС. Результаты проведенных исследований согласуются с данными, полученными для мороженой кеты, и свидетельствуют о замедлении процесса накопления гистамина в тканях мороженой рыбы при более низкой температуре хранения (Швидкая и др., 2012).

Органолептическая оценка методом варки замороженной мелкой сайры, доставленной из района лова, показала, что запах и вкус бульона были свойственны данному виду рыбы, консистенция мяса — нежная и сочная, бульон — светлый, прозрачный, без хлопьев, на его поверхности отмечались капельки жира.

Мелкая сайра осеннего улова по содержанию белков не уступала крупной сайре, одновременно выловленной и параллельно исследуемой (табл. 2).

Таблица 2
Сравнительная характеристика пищевой и энергетической ценности мелкой и крупной сайры, %
Table 2

Вещество	Содержание в сайре	
	мелкой	крупной
Вода	65,8–66,2	59,3–60,3
Белок	22,1–21,0	19,5–19,7
Липиды	10,7–11,8	19,2–19,8
Минеральные вещества	1,4–1,2	1,0–1,2
Энергетическая ценность, ккал	184,7–188,4	244,8–257,0

Больших различий в содержании белков в мышечной ткани мелкой и крупной сайры не отмечено (табл. 2). Содержание липидов в мелкой сайре в 1,5–2,0 раза ниже, чем в крупной. Белки мяса мелкой и крупной сайры являются полноценными, достоверных различий по количественному соотношению незаменимых аминокислот не выявлено.

В связи с тем что на усвоение белков рыбы оказывает влияние содержание липидов (Schaich, Karel, 1976; Шульгин и др., 2004), для сравнения фактической биологической ценности мяса мелкой и крупной сайры методом биотестирования определяли величину относительной биологической ценности (ОБЦ), представляющую собой интегральный показатель качества белка (Игнатьев, Шаблий, 1978; Игнатьев и др., 1980). В качестве тест-объекта была использована реснитчатая инфузория тетрахимена пириформис (*T. pyriformis*), обладающая высокой интенсивностью обменных процессов и имеющая большое сходство токсико-биологической реакции с аналогичной реакцией высших организмов.

В результате проведенных исследований было установлено, что ОБЦ мяса сайры характеризуется довольно высокими значениями. Для мелкой рыбы показатель ОБЦ составлял 93,5 %, а для крупной — 88,5 %. Меньшее значение биологической ценности мяса крупной сайры, по-видимому, обусловлено более высоким содержанием в нем липидов, продукты окисления и гидролиза которых вступают во взаимодействие с азотистыми соединениями, образуя белковые радикалы, влияющие в свою очередь на усвояемость белков (Schaich, Karel, 1976). Полученные данные о зависимости усвоения рыбных белков от содержания липидов в сырье коррелируют с литературными сведениями, в том числе на примере сайры и сельди (Шульгин, 2004).

Известно, что массовая доля жира является одним из основных факторов, влияющих на качество рыбы при хранении. Так, мороженная рыба с высоким содержанием

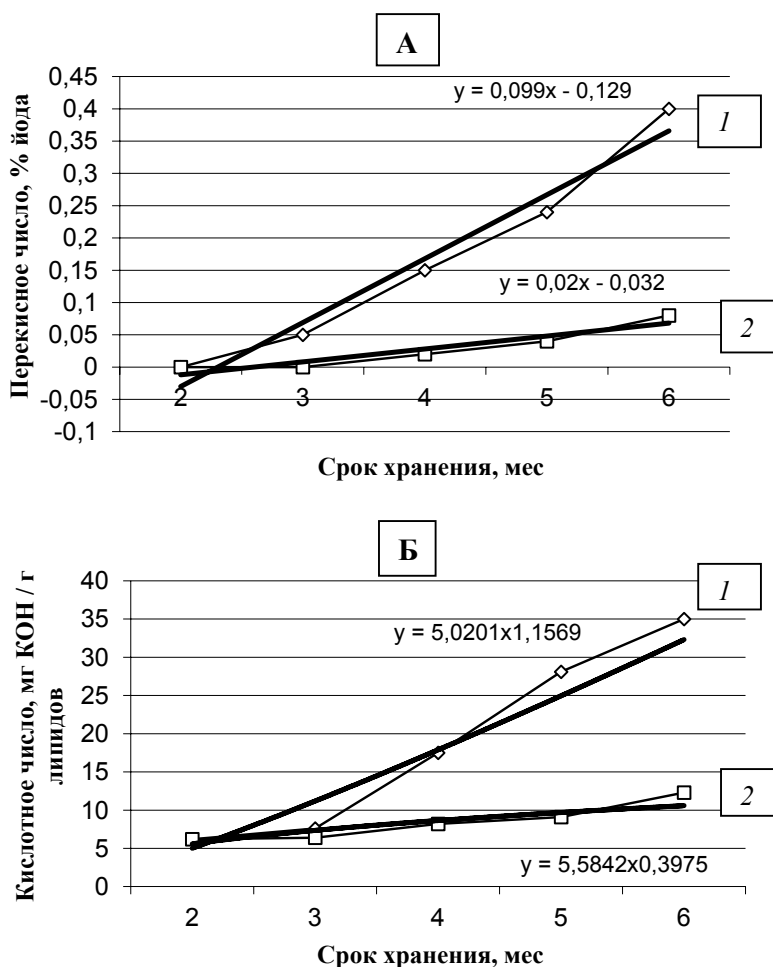
жира, к которой относится и сайра, имеет относительно короткий срок хранения, обусловленный быстрым окислением липидов. Вместе с тем снижение температуры хранения мороженой рыбы позволяет уменьшать интенсивность процесса окисления и гидролиза ее липидов (Эмануэль, Ляковская, 1961; Мякша, Кизеветтер, 1967). В этой связи мелкую сайру хранили при температуре минус 18 °С (контрольные образцы согласно ГОСТу 20057-96) и минус 30 °С, ежемесячно проводили определение показателей безопасности и качества. При холодильном хранении микробиологические показатели мелкой сайры, содержание токсичных веществ и радионуклидов не изменялись.

Исследования органолептических характеристик мелкой сайры показали, что качество рыбы в зависимости от продолжительности хранения снижалось. В контрольных образцах рыбы после варки мясо характеризовалось плотной консистенцией, а в опытных — уплотненной, что обусловлено денатурацией миофибриллярных белков при холодильном хранении и снижением их способности поглощать воду после размораживания. Бульон из контрольных образцов рыбы через 3 мес хранения при температуре минус 18 °С был мутным и содержал различные коагулированные белки. Как в мясе рыбы, так и в бульоне отмечался привкус окисления липидов и горечи, который значительно усиливался через 4 мес хранения образцов. В сайре, хранившейся при температуре минус 30 °С, подобных изменений качества ее мяса не обнаружено.

Динамика изменения липидного компонента в тканях мелкой сайры в зависимости от температуры и продолжительности хранения приведена на рис. 2. Как видно, в образцах сайры, хранившейся при температуре минус 18 °С, происходит накопление перекисных и кислотных чисел, что указывает на интенсивные гидролитические и окислительные процессы в рыбном жире. В образцах мелкой сайры в процессе хранения при температуре минус 30 °С также отмечается тенденция к повышению этих показателей, но скорость накопления продуктов гидролиза и окисления липидов по сравнению с таковой в контрольных образцах была очень низкой.

Рис. 2. Динамика изменения перекисных (А) и кислотных (Б) чисел в липидах мелкой сайры тихоокеанской при разных температурах морозильного хранения: 1 — минус 18 °С; 2 — минус 30 °С

Fig. 2. Dynamics of peroxide (A) and acid (B) numbers for lipids in muscular tissue of small-sized pacific saury under different temperature of frozen storage: 1 — minus 18 °С; 2 — minus 30 °С



В зависимости от температурного режима и продолжительности хранения в образцах мелкой сайры происходили изменения и белкового компонента. На рис. 3 показано, что в образцах сайры отмечалось накопление продуктов разрушения белков, в частности азота летучих оснований ($N_{\text{ло}}$). Однако скорость накопления $N_{\text{ло}}$ в образцах сайры тихоокеанской, хранившейся при температуре минус 30 °С, была значительно ниже.

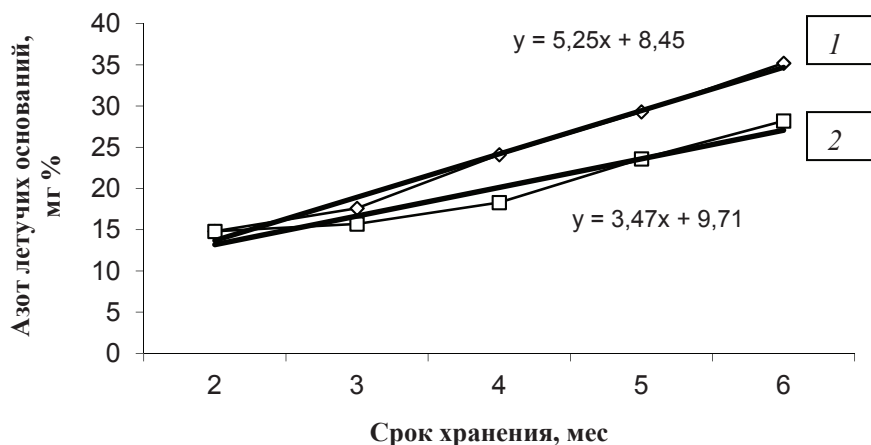


Рис. 3. Накопление $N_{\text{ло}}$ в мышечной ткани мелкой сайры тихоокеанской при разных температурах морозильного хранения: 1 — минус 18 °С; 2 — минус 30 °С

Fig. 3. Accumulation of $N_{\text{ло}}$ in muscular tissue of small-sized pacific saury under different temperature of frozen storage: 1 — minus 18 °С; 2 — minus 30 °С

При определении ОБЦ мышечной ткани мелкой сайры (рис. 4) установлено, что показатель биологической ценности сайры, хранившейся при температуре минус 30 °С, снижался более медленно, чем при минус 18 °С, что подтверждает вышеприведенные данные о наибольшем сохранении качества белкового компонента мяса рыбы при более низких температурах хранения.

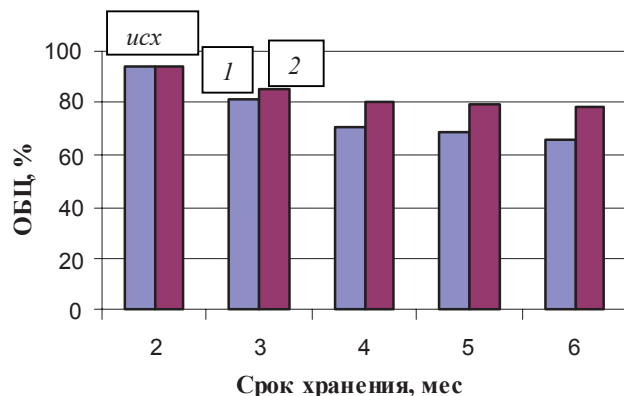


Рис. 4. Динамика изменения ОБЦ в мышечной ткани мелкой сайры при разных температурах морозильного хранения: 1 — минус 18 °С; 2 — минус 30 °С

Fig. 4. Dynamics of OBT in muscular tissue of small-sized saury under different temperature of frozen storage: 1 — minus 18 °С; 2 — minus 30 °С

Таким образом, на основании вышеприведенных результатов следует, что качество мелкой сайры тихоокеанской достоверно не снижается на протяжении 6 мес хранения при температуре минус 30 °С.

Из мелкой сайры тихоокеанской по традиционным технологиям* были изготовлены консервы по типу «натуральные» и «натуральные с добавлением масла». В качестве контрольных образцов готовили консервы натуральные из крупной сайры, содержание жира в которой составляло 28 %. Органолептическая оценка образцов готовой продукции показала, что натуральные консервы из мороженой мелкой сайры независимо от

* Сборник технологических инструкций по производству консервов и пресервов из рыбы и нерыбных объектов. СПб.: Судостроение, 2012. Т. 2. 315 с.; Т. 3. 272 с.

срока её хранения (3 мес — при температуре минус 18 °С и 6 мес — при минус 30 °С) характеризовались более плотной консистенцией мяса, чем консервы, приготовленные из крупной сайры, в которой содержание жира в два раза больше. При замораживании и размораживании мышечная ткань мелкой сайры теряет воду, что также отрицательно сказывается на качестве готовой продукции.

Консервы из мелкой сайры изготавливали по действующей технологии «Паштет из сайры тихоокеанской»*, согласно которой в состав рецептуры входит 87,1 % рыбы, 10,9 % растительного масла, 0,5 % обжаренного лука и 1,5 % соли. При этом в рецептуре используют фарш из бланшированной сайры, что приводит к потере питательных веществ в результате их перехода в бульон, а также увеличивается расход сырья на единицу готовой продукции. Полученные по данной технологии паштетные консервы характеризовались пониженными потребительскими свойствами и плотной консистенцией.

В этой связи для изготовления консервов из мелкой сайры по типу «паштетов» были использованы сайра без предварительной тепловой обработки и дополнительные компоненты, улучшающие вкусовые и качественные характеристики готового продукта.

Были испытаны несколько вариантов опытных композиций паштетных консервов из мелкой сайры. Содержание основного компонента (рыбы) составляло не менее 55 %. В качестве дополнительных компонентов в композицию консервов были введены пассерованные морковь и лук, позволяющие улучшить вкус и запах готового продукта, а также сухое молоко и крахмал, обеспечивающие необходимую структуру паштетной массы и форму брикета после стерилизации.

При обосновании режима стерилизации паштетных консервов из сайры тихоокеанской ориентировались на требования к величине требуемой летальности группы «Паштеты», которая составляет 5,5 усл. мин**. Консервы стерилизовали при температуре 120 °С. Для определения фактической летальности (F) режима стерилизации изучали прогреваемость содержимого консервов в банке № 6 с помощью прибора «Эллаб». Стерилизовали консервы паром, охлаждали водой с противодавлением в автоклаве типа АВ. Закономерность изменения температуры в центре банки при стерилизации приведена на рис. 5. Величина фактической летальности режима стерилизации консервов составила более 7,0 усл. мин, что обеспечивает микробиологическую стабильность продукта при хранении в течение не менее 24 мес при температуре от 0 до 20 °С. С учетом этого формула разработанного режима стерилизации имела следующий вид:

$$\frac{5-15-60-20}{120\text{ }^{\circ}\text{C}}\text{ }0,20\text{ МПа, }F = 7,0\text{ усл. мин.}$$

По микробиологическим показателям консервы из мелкой сайры тихоокеанской по типу паштетов удовлетворяли требованиям промышленной стерильности для консервов группы А. Содержание токсичных элементов в готовых продуктах не превышало предельно допустимых концентраций.

Паштетные консервы из мелкой сайры, в том числе со сроком хранения 6 мес при температуре минус 30 °С, характеризовались однородной сочной консистенцией, выраженным приятным запахом и вкусом, свойственным рыбным паштетам. Содержание белка в продукте составило 13,1 %, липидов — 18,5 %, углеводов — 7,5 %. Относительная биологическая ценность готового продукта составила 91,2 %, энергетическая ценность — 248,9 ккал.

Консервы паштетного типа из мелкой сайры характеризовались высоким содержанием ПНЖК (табл. 3), которые являются биологически активными веществами, действующими как профилактические лекарственные средства на организм человека при сердечно-сосудистых, онкологических и ряде других заболеваний (Вонаа, 1989; Самсонов и др., 1990; Ferretti et al., 1991). В составе ПНЖК обнаружены эйкозапеп-

* Сборник ... (2012).

** Инструкция по разработке режимов стерилизации консервов из рыбы и рыбопродуктов. СПб.: Гипрорыбфлот, 1996. 42 с.

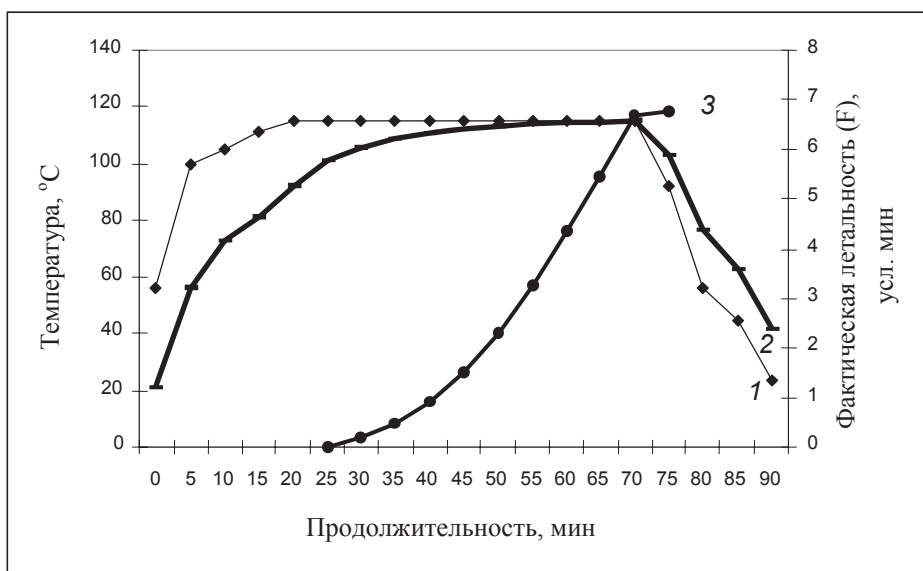


Рис. 5. Прогреваемость и фактическая летальность режима стерилизации консервов «Паштет из сайры тихоокеанской «Особый»»: 1 — температура в автоклаве; 2 — температура в центре банки № 6; 3 — значение фактического стерилизующего эффекта (F)

Fig. 5. Heating and factual mortality in the process of sterilization for the canned food «Pate Special of pacific saury»: 1 — temperature in autoclave; 2 — temperature in the center of can (can № 6); 3 — actual value of sterilizing effect (F)

таеновая (ЭПК) и докозагексаеновая (ДГК) кислоты (Акулин и др., 1995, 1999), представляющие группу омега-3 жирных кислот, обладающих лечебно-профилактическим действием. Они нормализуют липидный обмен в организме человека, существенно снижают уровень холестерина в крови (Самсонов, Исаев, 1995). Доля ПНЖК от общей суммы жирных кислот составила 49,33 % (табл. 3).

Таблица 3
Состав жирных кислот в липидах консервов «Паштет из сайры тихоокеанской «Особый»»
(содержание липидов в консервах — 18,5 %), % от суммы жирных кислот

Table 3
PUFA composition of lipids for the canned food «Pate Special of pacific saury» with the lipids
content 18.5 %, % of total fatty acids

Наименование жирных кислот	Содержание
Насыщенные	16,16
Мононенасыщенные	34,47
Полиненасыщенные	49,33
Сумма ω 3 ЖК	11,14
Сумма ω 6 ЖК	37,97

В составе ПНЖК сумма ω 6 жирных кислот составила 37,97 %, ω 3 — 11,14 %. Известно, что рекомендуемое соотношение ω 6 и ω 3 жирных кислот в рационе здорового человека составляет 10 : 1, а для лечебного питания от 3 : 1 до 5 : 1 (Левачёв, 1995; Тутельян и др., 1999). Соотношение кислот ω 6 : ω 3 серии в разработанных паштетных консервах из мелкой сайры находится в пределах: 3,4 : 1,0, что позволяет рекомендовать их в качестве продукта для лечебно-профилактического питания.

Выводы

Мороженая мелкая сайра тихоокеанская по показателям безопасности соответствует санитарно-гигиеническим требованиям СанПиН 2.3.2. 1078-01 и Единым санитарно-эпидемиологическим и гигиеническим требованиям к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю).

Мелкая сайра по химическому составу отличается от сайры среднего и крупного размеров. Содержание белков в мышечной ткани сайры составляет 21,0–22,1 %, жира — 10,7–11,8 %, что в 1,5–2,0 раза ниже, чем в сайре среднего и крупного размеров.

В мышечной ткани мороженой сайры при температуре хранения минус 18 °С отмечается интенсивное накопление гистамина, увеличение продуктов окисления и гидролиза липидов, а также уменьшение биологической ценности мяса, что обуславливает снижение качества рыбы и не позволяет использовать ее в консервном производстве через 3 мес хранения и более.

Хранение мороженой мелкой сайры тихоокеанской при температуре минус 30 °С позволяет использовать рыбу для получения консервов в течение 6 мес, так как обеспечивает торможение гидролитических и окислительных процессов в ее тканях, снижает накопление гистамина, что способствует сохранению её пищевой и биологической ценности.

Разработана технология нового вида паштетных консервов из мелкой сайры тихоокеанской, позволяющая использовать рыбу без предварительной тепловой обработки. В состав паштетной массы введены дополнительные компоненты, улучшающие вкусовые свойства, обеспечивающие сочную консистенцию готового продукта, исключение отстоя и сохранение формы брикета после стерилизации.

Паштетные консервы из мелкой сайры тихоокеанской являются источниками полиненасыщенных жирных кислот ω 6 : ω 3 серии, соотношение которых составляет 3,4 : 1,0, в связи с чем их можно рекомендовать в группу продуктов для функционального и лечебно-профилактического питания.

Список литературы

Акулин В.Н., Блинов Ю.Г., Швидкая З.П., Попков А.А. Состав липидов натуральных консервов из некоторых видов рыб и беспозвоночных // Изв. ТИНРО. — 1995. — Т. 118. — С. 48–53.

Акулин В.Н., Швидкая З.П., Блинов Ю.Г. и др. Консервированные продукты из лососевых — источник полиненасыщенных жирных кислот в питании человека // Изв. ТИНРО. — 1999. — Т. 125. — С. 131–138.

Давлетшина Т.А., Солодова Е.А., Долбнина Н.В. и др. Сайра тихоокеанская мелкая и перспективы её использования // Низкотемпературные и пищевые технологии в XXI веке : материалы Междунар. науч.-техн. конф. — СПб., 2013. — С. 491–493.

Игнатьев А.Д., Исаев М.К., Долгов В.А. и др. Модификация метода биологической оценки пищевых продуктов с помощью реснитчатой инфузории тетрахимена пириформис // Вопр. питания. — 1980. — № 1. — С. 70–71.

Игнатьев А.Д., Шаблій В.Я. Использование инфузории тетрахимены пириформис как объекта при биологических исследованиях в сельском хозяйстве : метод. пособие. — М. : ВНИИТЭИСХ, 1978. — 52 с.

Кизеветтер И.В. Биохимия сырья водного происхождения : монография. — М. : Пищ. пром-сть, 1973. — 385 с.

Кизеветтер И.В. К вопросу о накоплении гистамина в тканях тихоокеанской скумбрии // Изв. ТИНРО. — 1972. — Т. 83. — С. 27–34.

Кизеветтер И.В. Технологическая и химическая характеристика промысловых рыб тихоокеанского бассейна : монография. — Владивосток : Дальиздат, 1971. — 297 с.

Ким И.Н. Биогенные амины в продуктах из гидробионтов // Экологическая экспертиза. — М. : ВНИТИ, 2009. — № 6. — С. 3–29.

Кириченко С.Г., Рубцова Т.И. О содержании N-нитрозамина и гистамина в рыбных продуктах // Исслед. по технол. рыб. продуктов : сб. науч. тр. — М. : ВНИРО, 1997. — С. 290–292.

Курмазов А.А. Сайра — важный объект японского рыболовства // Fishnews. — 2009. — Вып. 1.

Левачев М.М. Соотношение ω 6 и ω 3 полиненасыщенных жирных кислот рациона как фактор регуляции обменных процессов организма // ПНЖК ω 6 и ω 3 семейств: медико-биологические, биохимические и биотехнологические : тез. докл. симпоз. — Владивосток, 1995. — С. 31.

Ленинджер А. Биохимия : монография. — М. : Мир, 1976. — 171 с.

Методические рекомендации по подготовке проб объектов внешней среды и рыбной продукции к атомно-адсорбционному определению токсических металлов / Л.Т. Ковековдова, Л.Н. Лучшева. — Владивосток : ТИНРО, 1987. — 14 с.

Мякша А.Ф., Кизеветтер И.В. Технология сайры // Изв. ТИНРО. — 1967. — Т. 56. — С. 73–131.
Наседкина Е.А., Зима А.А. Содержание гистамина и серотонина в тканях некоторых тихоокеанских рыб // Исслед. по технол. рыб. продуктов. — Владивосток : ТИНРО, 1972. — Вып. 3. — С. 24–31.

Нестерин М.Ф., Петрушина Л.И. Гистамин в продуктах питания // Вопр. питания. — 1981. — Вып. 1. — С. 3–7.

Подсосонная М.А., Родина Т.Г. Проблема гистамина в рыбной продукции // Изв. вузов. Сер. Пищевая технология. — 2004. — № 1. — С. 30–32.

Самсонов В.А., Левачёв М.М., Рогожева А.В. и др. Влияние противосклеротической диеты, содержащей жирные кислоты ω 3 семейства на липидный спектр сыворотки крови и клеточных мембран у больных ишемической болезнью сердца и гипертонической болезнью // Вопр. питания. — 1990. — № 5. — С. 14–18.

Самсонов М.А., Исаев В.А. Новое в профилактике и лечении атеросклероза, ишемической болезни сердца гиперлипидемии и других заболеваний // Вопр. питания. — 1995. — № 4. — С. 33–34.

Скурихин И.М., Волгарев М.Н. Химический состав пищевых продуктов : монография. — М. : Агропромиздат, 1987. — 224 с.

Тутельян В.А., Суханов Б.П., Австриевских А.Н. и др. Биологически активные добавки в питании человека (оценка качества и безопасности, эффективность, характеристика, применение в профилактической и клинической медицине) : монография. — Томск : НТЛ, 1999. — 294 с.

Филатов В.Н. Состояние и перспективы промысла тихоокеанской сайры в начале 2000-х гг. // Изв. ТИНРО. — 2007. — Т. 149. — С. 173–190.

Чашина С.Л., Серпунина Л.Т. Влияние режимов хранения рыбы-сырца на содержание гистамина в мышечной ткани рыб // Наука и образование — 2010 : мат-лы Междунар. науч.-техн. конф. — Мурманск : МГТУ, 2010. — С. 251–254.

Швидкая З.П. Гистамин как показатель безопасности рыбных продуктов // Рыб. хоз-во. — 2013. — № 3. — С. 116–118.

Швидкая З.П., Давлетшина Т.А., Солодова Е.А., Чернова М.А. Изменение качества мороженой кеты в процессе холодильного хранения // Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана : мат-лы 2-й междунар. науч.-техн. конф. — Владивосток, 2012. — С. 162–167.

Швидкая З.П., Чернова М.А., Солодова Е.А. О содержании гистамина в продукции из сайры тихоокеанской // Производство рыбных продуктов: проблемы, новые технологии, качество : мат-лы 9-й междунар. науч.-практ. конф. — Калининград, 2013. — С. 257–260.

Шульгин Ю.П. Биологическая оценка качества мороженой сайры и полученных из неё консервов // Гигиена и санитария. — 2004. — № 3. — С. 44–47.

Шульгин Ю.П., Блинов Ю.Г., Шульгина Л.В. Биологическая экспресс-оценка мышечной ткани гидробионтов с использованием инфузории *Tetrahymena pyriformis* // Изв. ТИНРО. — 2004. — Т. 136. — С. 294–303.

Эмануэль Н.М., Лясковская Ю.Н. Торможение процессов окисления жиров : монография. — М. : Пищепромиздат, 1961. — 359 с.

Anderson M.R. Scombrotoxin contamination // Fish news. Int. — 1999. — Vol. 18, № 3. — P. 28–29.

Bonaa K. Epidemiological and intervention studies on the effect of marine polyunsaturated fatty acids on blood pressure // J. Int. Med. — 1989. — Vol. 225 (Suppl. 1). — P. 105–110.

Ferretti A., Judd J.T., Ballard-Barbash R. et al. The effect of fish oil supplementation on the excretion of the major metabolite of prostaglandin E in healthy male subject // Lipids. — 1991. — Vol. 26, № 7. — P. 500–503.

Schaich K.M., Karel M. Free radical reactions of peroxidizing lipids with amino acids and proteins: an ASR study // Lipids. — 1976. — Vol. 11, № 5. — P. 392–400.

Wang C.Y. Effect of temperature preconditioning on catalase, peroxidase, and superoxide dismutase in chilled zucchini squash // Postharvest Biol. Technol. — 1995. — Vol. 5. — P. 67–76.

Yamamoto H.Y., Streinberg M.P., Nelson A.I. Kinetic Studies on the Heat Inactivation of Peroxidase in Sweet Corn. // J. Food Sci. — 1962. — Vol. 27. — P. 113–119.

Поступила в редакцию 19.03.14 г.