

ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ГИДРОБИОНТОВ

УДК 994.95

Е. И. Верболоз, Г. В. Алексеев, О. И. Аксёнова

ВЛИЯНИЕ ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ НА ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА РЫБНЫХ ФАРШЕЙ

Объекты исследования – свежеприготовленный фарш отварной из сырого мяса (филе) ставриды и хека, свежеприготовленный фарш из отварного мяса (филе) ставриды и хека и фарш пищевой мороженный из ставриды промышленной выработки. Исследования выполнялись в соответствии с планом полного факторного эксперимента, в котором варьируемыми факторами были время тепловой обработки (10–15 минут) и температура варочной среды (82–98 °С). Исследование свежеприготовленных фаршей показало, что потери нуклеиновых кислот в процессе варки в фарше хека растут быстрее, чем в фарше ставриды. Содержание мочевой кислоты в варочной среде фарша хека повышается медленнее, чем в варочной среде фарша ставриды. Содержание креатинина в рассматриваемом температурном интервале в варочной среде фарша хека было ниже почти в 2 раза. Потери массы для филе ставриды выше, чем для фарша ставриды и растут быстрее в зависимости от времени варки. Потери сухих веществ для филе ставриды растут быстрее, но по уровню численных значений они выше для фарша. Установлено, что органолептические показатели отварного фарша значительно уступают органолептическим показателям фарша из отварного филе. При сравнении данных для мороженого и свежеприготовленного фаршей ставриды было установлено, что потери нуклеиновых кислот у фарша промышленной выработки выше на 4,6–13,1 % ($T = 82 \pm 2$ и 98 ± 2 °С), потери сухих веществ – на 11,3–5,8 %, массы – на 8,4–14,6 %. Содержание общего количества нуклеиновых кислот в фарше промышленной выработки на 11,1 % ниже, чем в свежеприготовленном фарше. Очевидно, что в процессе приготовления продуктов питания предпочтительнее использовать отварные фарши.

Ключевые слова: рыбный фарш, ставрида, хек, тепловая обработка, органолептические показатели.

Введение

Все большее распространение в настоящее время получает рыбная продукция на основе рыбного фарша. Так, японская промышленность производит на основе рыбного фарша и пюре более 1 млн т продукции 600 наименований. Анализ производственного опыта показывает, что в последние годы наибольшей популярностью пользуется продукция из фаршевых изделий, имитирующая деликатесные морепродукты.

В исследованиях об использовании рыбы как продукта питания отсутствуют сведения о специальных технологических приемах, позволяющих применять большинство пелагических рыб в диетическом питании. Для решения этих вопросов необходимо исследовать влияние кулинарно-технологических приемов на химический состав, структурно-механические свойства рыбы, вкусовые качества готовой продукции.

Известно, что химический состав рыбы подвержен значительным колебаниям и существенно влияет на выбор способа кулинарно-технологической обработки. В табл. 1 представлены усредненные данные различных исследователей о химическом составе рыб массового лова, перспективных для диетического питания [1–3].

**Химический состав рыб массового лова,
перспективных для диетического питания***

Вид рыб	Вода	Белки	Жиры	Зола
Ставрида	$75,0 \pm 1,6$ 74,9	$20,0 \pm 0,8$ 18,5	$4,1 \pm 1,7$ 5,0	$1,4 \pm 0,2$ 1,6
Минтай	$82,3 \pm 0,5$ 81,9	$15,9 \pm 0,5$ 15,9	$0,7 \pm 0,08$ 0,9	$1,2 \pm 0,7$ 1,3
Путассу	$80,1 \pm 0,7$ 81,3	$17,5 \pm 0,4$ 16,1	$0,8 \pm 0,2$ 0,9	$1,3 \pm 0,1$ 1,7
Хек	$80,0 \pm 1,1$ 80,0	$16,6 \pm 0,8$ 16,6	$1,9 \pm 0,5$ 2,1	$1,2 \pm 0,05$ 1,3

* Над чертой – по [1–3], под чертой – [4].

Анализ технологических приемов при переработке перспективных видов рыб в фаршевые изделия показывает, что выход пищевых масс для деликатесной продукции составляет, как правило, 20–25 %. Однако, по мнению специалистов, внедрение прогрессивной технологии, корректирующих и стабилизирующих пищевых добавок позволит увеличить выход пищевого мяса из этих видов сырья до 33 %.

В настоящее время к числу основных направлений в производстве продукции из рыбы следует отнести совершенствование переработки и расширение ассортимента из таких перспективных видов рыб, как хек, минтай, путассу и ставрида [4, 5].

Цель и задачи нашего исследования:

- определить характер изменения потерь массы для фарша ставриды в зависимости от времени варки и сравнить их с аналогичными потерями для других рыб;
- провести аналогичные исследования потерь сухих веществ для филе ставриды, в том числе по уровню численных значений по сравнению с фаршем;
- получить соответствующие уравнения регрессии для филе и фарша ставриды по результатам обработки экспериментальных данных ($T = 98 \pm 2$ °С) и выявить основные характерные особенности указанных зависимостей;
- выяснить возможности улучшения пищевой ценности кулинарной продукции за счет изменения содержания нуклеиновых кислот, а также целесообразность использования в качестве наполнителя в фаршевых изделиях дополнительных продуктов, например каши, учитывая их органолептические свойства, близкие по своим характеристикам к таким же свойствам рыбных фаршей.

Объекты и методы исследований

В соответствии с целью и задачами работы объектами исследования явились:

- фарш отварной из сырого мяса ставриды;
- фарш отварной из сырого мяса хека;
- фарш из отварного мяса ставриды;
- фарш из отварного мяса хека;
- пищевой мороженный фарш из ставриды промышленной выработки.

Все виды сырья соответствовали требованиям стандартов.

В ходе исследования методом, описанным А. С. Спириным [6], определяли потери нуклеиновых кислот.

Определение мочевой кислоты в варочной среде (бульоне) фарша и филе проводили методом прямой спектрофотометрии на СФ-26, при длине волны $\lambda = 289$ нм и толщине рабочего слоя кюветы 10 мм.

Определение креатинина в варочной среде проводили колориметрически по методу Поппера (основанному на реакции Яффе) с пикриновой кислотой.

Органолептическую оценку готовых кулинарных изделий, оценивая каждый показатель, проводили по пятибалльной шкале, с учетом коэффициента важности: вкус, консистенция – 3, внешний вид – 2, цвет, запах – 1.

Экспериментальные исследования проводили не менее чем в пяти-шести повторностях.

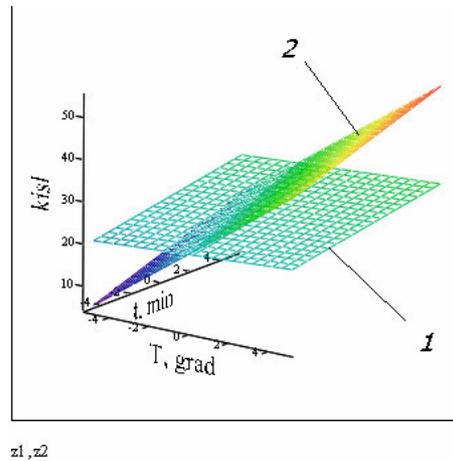
Для объективного суждения о степени достоверности полученных результатов проводили их математическую обработку с использованием стандартных программ расчета.

Для построения математических моделей использовались метод планирования эксперимента.

Экспериментальные результаты

Эксперимент проводился на образцах фарша отварного из сырого мяса (филе) ставриды (ГОСТ 1168-86), фарша отварного из сырого мяса (филе) хека (ГОСТ 20057-96), фарша из отварного мяса (филе) ставриды, фарша из отварного мяса (филе) хека и фарша пищевого мороженого промышленной выработки (ОСТ 1518-71). Филе для приготовления всех фаршей измельчали на мясорубке с диаметром отверстий решетки 3 мм. Была проведена органолептическая оценка фаршей, приготовленных с использованием разных кулинарных приемов.

Для определения влияния продолжительности нагрева и температуры варочной среды на величину потерь нуклеиновых кислот в фарше был поставлен полный факторный эксперимент 2^2 , в котором варьируемыми факторами были как время (10–15 минут), так и температура (82–98 °С). Данные эксперимента приведены на рисунке.



Накопление нуклеиновых кислот в фарше: 1 – ставриды; 2 – хека

Изучение характера взаимного расположения поверхностей отклика свидетельствует о том, что потери нуклеиновых кислот в фарше хека растут быстрее, чем в фарше ставриды [7].

Аналогичным образом ранее были проанализированы закономерности изменения содержания в варочной среде креатинина и мочевой кислоты.

Рассмотрение поверхностей отклика для содержания мочевой кислоты в варочной среде показывает, что с повышением температуры, за счет разных значений скорости роста этого параметра для фаршей разных рыб, содержание мочевой кислоты в варочной среде фарша хека повышается медленнее, чем в варочной среде фарша ставриды. Для содержания креатинина скорость его роста для фарша хека выше, чем для фарша ставриды, но в рассматриваемом температурном интервале количество креатинина в варочной среде для фарша хека ниже почти в 2 раза [8].

С технологической точки зрения представляло интерес также сравнение зависимостей потерь массы и сухих веществ в процессе варки филе и фарша. Уравнения регрессии для филе и фарша ставриды, полученные в результате обработки экспериментальных данных ($T = 98 \pm 2$ °С), позволяют выявить некоторые особенности указанных зависимостей. В исследуемом интервале времени варки (10–15 минут) отмечено уменьшение потерь массы для фарша ставриды, в то же время для филе ставриды эти потери выше и растут быстрее в зависимости от времени. Для потерь сухих веществ характер монотонности зависимостей для фарша и филе одинаков, однако для филе эти потери растут быстрее, но по уровню численных значений они выше для фарша [9].

Анализ уравнений регрессии для содержания в варочной среде креатинина и мочевой кислоты выявил сходный характер зависимостей для фарша и филе с разницей в численных значениях в пределах погрешности опыта.

Анализ зависимостей, полученных при обработке экспериментальных данных для филе и фарша хека, свидетельствует об аналогичном характере построенных функций отклика.

Однако, несмотря на сходные потери нуклеиновых кислот [6] после тепловой обработки у фаршей ставриды и хека по сравнению с мышечной тканью, у фарша ставриды и хека были отмечены более высокие потери сухих веществ (на 5,4 %), при этом органолептические показатели отварного фарша значительно уступали фаршу из отварного филе по консистенции (табл. 2).

Таблица 2

Органолептическая оценка фаршей

Тип фарша	Средний балл с учетом коэффициентов важности	Органолептические показатели				
		Цвет	Внешний вид	Консистенция	Запах	Вкус
Фарш отварной из сырого мяса: ставриды	3,72	4,4	3,2	3,0	3,8	4,2
	3,96	4,5	3,4	3,2	4,3	4,4
Фарш из отварного мяса: ставриды	4,32	4,2	4,5	4,8	3,8	4,3
	4,52	4,4	4,6	4,9	4,3	4,4

Так, при выбранном режиме тепловой обработки ($T = 98 \pm 2$ °С, продолжительность 10 минут, гидромодуль 4) консистенция фаршей из отварного мяса была плотной, что значительно ухудшило их технологические свойства.

Аналогичный эксперимент был проведен для фарша пищевого мороженого из ставриды (ОСТ 1518-17). Варка фарша осуществлялась при температуре 82 ± 2 и 98 ± 2 °С в течение 10 минут, при гидромодуле 4 (табл. 3).

Таблица 3

Влияние температуры тепловой обработки на физико-химические показатели пищевого мороженого фарша из ставриды

Показатель	Содержание в исходном сырье	Потери веществ, % к исходному содержанию	
		$T, ^\circ\text{C}$	
		82 ± 2	98 ± 2
Масса, кг	0,1	24,1 \pm 0,5	30,9 \pm 0,7
Сухие вещества, %	28,4 \pm 0,2	26,5 \pm 1,1	25,0 \pm 0,8
Белок, %	20,1 \pm 0,6	30,1 \pm 1,5	28,7 \pm 1,2
Жир, %	6,3 \pm 0,1	15,5 \pm 0,5	16,4 \pm 0,3
Нуклеиновые кислоты, %	285,5 \pm 14,1	34,2 \pm 1,4	37,9 \pm 1,5

При сравнении данных табл. 2 и 3 было установлено, что потери нуклеиновых кислот у фарша пищевого мороженого промышленной выработки выше на 4,6–13,1 % ($T = 82 \pm 2$ и 98 ± 2 °С), при этом отмечены высокие потери сухих веществ (выше на 11,3–5,8 %) и массы (выше на 8,4–14,6 %). Отмечено также, что содержание общего количества нуклеиновых кислот в фарше пищевом мороженом промышленной выработки было ниже на 11,1 %, чем в свежеприготовленном фарше.

Различия в потерях объясняются, очевидно, разными физико-химическими процессами, происходящими при хранении рыбы и фарша [10].

Заключение

Таким образом, в ходе исследования были получены следующие результаты.

В интервале времени варки от 10 до 15 минут отмечено уменьшение потерь массы для фарша ставриды, в то же время для филе ставриды эти потери выше и растут быстрее в зависимости от времени. Для потерь сухих веществ выявлено, что для филе эти потери растут быстрее, но по уровню численных значений они выше для фарша.

При этом следует учесть, что уравнения регрессии для филе и фарша ставриды, полученные в результате обработки экспериментальных данных ($T = 98 \pm 2$ °С), позволяют выявить основные характерные особенности указанных зависимостей.

Для уменьшения содержания нуклеиновых кислот, а также улучшения пищевой ценности кулинарной продукции целесообразно использовать в качестве наполнителя в фаршевых изделиях дополнительные продукты, например каши, учитывая их высокую пищевую ценность и органолептические свойства, близкие по своим характеристикам к таковым рыбных фаршей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Ackman R. G.* Total lipid and nutritionally important fatty of some Nova Scotia fish and shellfish food product / R. G. Ackman, McLeod C. // *J. Food Sci. Technol.* 1988. No. 4. P. 390–398.
2. *Adams R. Z.* The fiochemistry of nucleic acids / R. Z. Adams. London, 1986. 326 p.
3. *Akaude Y. R.* Improved utilisation of flesh from mackerel as salted dried fish cakes / Y. R. Akaude, M. J. Knowles, K. D. Taylor // *J. Food Sci. Technol.* 1988. Vol. 23, no. 5. P. 495–500.
4. *Абрамова Ж. И.* Содержание нуклеиновых кислот в рыбных полуфабрикатах / Ж. И. Абрамова, Ю. О. Афанасьева, М. Ш. Алыпкачева // *Индустриальные технологии производства продукции общественного питания.* М., 1985.
5. *Кизеветтер И. В.* Технология обработки водного сырья / И. В. Кизеветтер, Т. И. Макарова, В. П. Зайцев, Л. П. Миндер, В. Н. Подсевалов, Л. Л. Лагунов. М.: Пищ. пром-сть, 1976. 696 с.
6. *Спирин А. С.* Изучение структуры рибосом: Обратимое разворачивание рибосомных частиц в рибонуклеопротеидные тяжи и модель укладки / А. С. Спирин, Н. А. Киселев, Р. С. Шакулов, А. А. Богданов // *Биохимия.* 1963. Т. 28. С. 920–930.
7. *Бердышев Г. Д.* Содержание нуклеиновых кислот у высших организмов / Г. Д. Бердышев, Н. А. Проценко. Киев: Виша шк., 1978. 230 с.
8. *Алексеев Г. В.* Безопасность высокоминерализованной пастообразной продукции из рыбьего фарша / Г. В. Алексеев, Е. И. Верболоз // *Материалы VII Всерос. конгресса «Политика здорового питания в России» (Москва, 12–14 ноября 2003 г.).* М., 2003. С. 31–34.
9. *Блинов Ю. Г.* Изменение кислотно-основных свойств мышечной ткани ставриды при обработке / Ю. Г. Блинов. Владивосток: ТИПРО, 1987. 6 с. Деп. в ЦНИИТЭИРХ, № 839 рх-87.
10. *Химический состав пищевых продуктов* / под ред. И. М. Скурихина. М.: Агропромиздат, 1984. 328 с.

Статья поступила в редакцию 17.12.2015,
в окончательном варианте – 18.03.2016

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Верболоз Елена Игоревна – Россия, 197101, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики; г-р техн. наук, профессор; зав. кафедрой «Технологические машины и оборудование»; gva2003@mail.ru.

Алексеев Геннадий Валентинович – Россия, 197101, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики; г-р техн. наук, профессор; зав. кафедрой «Процессы и аппараты пищевых производств»; gva2003@mail.ru.

Аксёнова Ольга Игоревна – Россия, 197101, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики; аспирант кафедры «Процессы и аппараты пищевых производств»; oks280491@yandex.ru.



E. I. Verboloz, G. V. Alexeev, O. I. Aksenova

**INFLUENCE OF THE HEAT PROCESSING
ON FUNCTIONAL CHARACTERISTICS
OF THE MINCED FISH**

Abstract. The objects of the research are freshly cooked mince of raw meat (bone-free muscle), of horse mackerel and hake, freshly mince of boiled meat (bone-free muscle) of horse mackerel and hake and food mince of frozen horse mackerel of industrial production. The studies were made in accordance with the plan of full factorial experiment, in which the varying factors are thermal processing time (10–15 minutes) and the temperature of the cooking medium (82–98 °C). The study of freshly cooked mince showed that the loss of nucleic acids in the process of cooking the hake mince grows faster than while cooking the horse mackerel mince. The uric acid content in the cooking medium of hake mince increases more slowly than in the cooking medium of horse mackerel mince. The content of creatinine within the temperature range in the cooking medium hake

mince was almost twice lower. The weight loss for horse mackerel fillet is higher than that for horse mackerel mince and grows faster, depending on the cooking time. The loss of dry matter for horse mackerel fillets grows faster, but by the level of numerical values they are higher for mince. It was found that the organoleptic characteristics of cooked mince were significantly inferior to the organoleptic characteristics of the mince from cooked fillets. When comparing the data for frozen and fresh mince from horse mackerel, it was found that the loss of nucleic acids in the mince of industrial production was higher by 4.6–13.1 % ($T = 82 \pm 2$ and 98 ± 2 °C), the loss of dry matter – by 11.3–5.8 % weight – by 8.4–14.6 %. The content of the total number of nucleic acids in the mince of industrial production was lower by 11.1 % than in fresh mince. It is obvious that during the preparation of food it is preferable to use boiled mince.

Key words: fish mince, horse mackerel, hake, thermal processing, organoleptic characteristics.

REFERENCES

1. Ackman R. G., McLeod S. Total lipid and nutritionally important fatty of some Nova Scotia fish and shellfish food product. *J. Food Sci. Technol.*, 1988, no. 4, pp. 390–398.
2. Adams R. Z. *The biochemistry of nucleic acids*. London, 1986. 326 p.
3. Akaude Y. R., Knowles M. J., Taylor K. D. Improved utilisation of flesh from mackerel as salted dried fish cakes. *J. Food Sci. Technol.*, 1988, vol. 23, no. 5, pp. 495–500.
4. Abramova Zh. I., Afanas'eva Iu. O., Alypkacheva M. Sh. Soderzhanie nukleinykh kislot v rybnykh polufabrikatakh [Content of nucleic acids in fish semi-products]. *Industrial'nye tekhnologii proizvodstva produktsii obshchestvennogo pitaniia*. Moscow, 1985.
5. Kizevetter I. V., Makarova T. I., Zaitsev V. P., Minder L. P., Podsevalov V. N., Lagunov L. L. *Tekhnologiia obrabotki vodnogo syr'ia* [Technology of processing water raw materials]. Moscow, Pishchevaia promyshlennost' Publ., 1976. 695 p.
6. Spirin A. S., Kiselev N. A., Shakulov R. S., Bogdanov A. A. Izuchenie struktury ribosom: Obratimoe razvorachivanie ribosomnykh chastits v ribonukleoproteidnye tiazhi i model' ukladki [Study of the ribosome structure: Reversible transformation of ribosome into the ribonucleoprotein strands and the model of the stowage]. *Biokhimiia*, 1963, vol. 28, pp. 920–930.
7. Berdyshev G. D., Protsenko N. A. *Soderzhanie nukleinykh kislot u vysshikh organizmov* [Content of nucleic acids in higher organisms]. Kiev, Visha shkola Publ., 1978. 230 p.
8. Alekseev G. V., Verboloz E. I. *Bezopasnost' vysokomineralizovannoi pastoobraznoi produktsii iz ryb'ego farsha* [Safety of highly mineralized paste products from fish mince]. Materialy VII Vserossiiskogo kongressa «Politika zdorovogo pitaniia v Rossii» (Moskva 12–14 noiabria 2003 g.). Moscow, 2003. P. 31–34.
9. Blinov Iu. G. *Izmenenie kislotno-osnovnykh svoistv myshechnoi tkani stavridy pri obrabotke* [Change in acid-based properties of muscular tissue of horse mackerel while processing]. Vladivostok, TINRO, 1987. 6 p. Deponirovano v TsNIITEIRKh, № 839 rkh-87.
10. *Khimicheskii sostav pishchevykh produktov* [Chemical composition of food products]. Pod redaktsiei I. M. Skurikhina. Moscow, Agropromizdat, 1984. 328 p.

The article submitted to the editors 17.12.2015,

In the final version – 18.03.2016

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Verboloz Elena Igorevna – Russia, 197101, Saint-Petersburg; St. Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics; Doctor of Technical Sciences, Professor; Head of the Department "Technological Machines and Equipment"; gva2003@rambler.ru.

Alexeev Gennadiy Valentinovich – Russia, 197101, Saint-Petersburg; St. Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics; Doctor of Technical Sciences, Professor; Head of the Department "Processes and Devices of Food Manufactures"; gva2003@mail.ru.

Aksenova Olga Igorevna – Russia, 197101, Saint-Petersburg; St. Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics; Postgraduate Student of the Department "Processes and Devices of Food Manufactures"; oks280491@yandex.ru.

