

Научная статья/Research Article

УДК 664

DOI: 10.36718/1819-4036-2023-12-276-282

**Анна Платоновна Никифорова**

Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления, Улан-Удэ, Республика Бурятия, Россия

anna.p.nikiforova@gmail.com

## ИЗУЧЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА И СВОЙСТВ ИКРЫ, МОЛОК И ОТХОДОВ ОТ ПЕРЕРАБОТКИ БАЙКАЛЬСКОГО ОМУЛЯ

*Цель исследования – определение химического состава и свойств вторичных продуктов переработки байкальского омуля (*Coregonus migratorius* (Georgi, 1775)). Задачи: изучение химического состава икры, молок, голов и внутренностей байкальского омуля; минерального состава рыбного сырья; определение показателей безопасности вторичного рыбного сырья. Объектами исследования являлись вторичные продукты переработки байкальского омуля. Химический состав объектов исследования определяли по ГОСТ 7636-85 в научно-исследовательской лаборатории кафедры «Стандартизация, метрология и управление качеством» ФГБОУ ВО «Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления» (ВСГУТУ), минеральный состав – в АНО «Центр биотической медицины» (г. Москва). Статистический анализ полученных результатов проводился с применением стандартных статистических методов с использованием программы MS Excel 2013. Результаты экспериментальных исследований показали, что сезон лова оказывает влияние на химический состав внутренностей байкальского омуля, но не оказывает влияния на химический состав голов. Так, в работе показано, что для внутренностей летнего лова характерно более низкое содержание жира по сравнению с омулем зимнего лова. Икра байкальского омуля характеризуется высоким содержанием белка и жира (24,74 и 10,82 % соответственно). Молоки содержат меньше белка (10,10 %), но больше золы (5,65 %) и влаги (71,90 %) по сравнению с икрой. Основными макроэлементами во вторичных продуктах байкальского омуля являются фосфор, кальций и калий, а микроэлементами – железо, марганец и медь. Установлено, что во внутренностях и икре байкальского омуля содержится больше кальция по сравнению с молоками, но молоки превосходят внутренности и икру по содержанию фосфора и калия. Икра характеризуется более высоким содержанием магния, а внутренности – цинка, меди и железа. По содержанию токсичных элементов молоки, икра и внутренности байкальского омуля соответствовали требованиям, установленным ТР ТС 021/2011.*

**Ключевые слова:** байкальский омуль, вторичные продукты переработки рыбы, отходы рыбообработки, химический состав, минеральный состав

**Для цитирования:** Никифорова А.П. Изучение химического состава и свойств икры, молок и отходов от переработки байкальского омуля // Вестник КрасГАУ. 2023. № 12. С. 276–282. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-12-276-282.

**Благодарности:** работа выполнена при поддержке гранта «Молодые ученые ВСГУТУ».

**Anna Platonovna Nikiforova**

East Siberian State University of Technology and Management, Ulan-Ude, Republic of Buryatia, Russia

anna.p.nikiforova@gmail.com

## STUDYING THE CHEMICAL COMPOSITION AND PROPERTIES OF CAVAR, MILT AND WASTE FROM THE PROCESSING OF BAIKAL OMUL

The purpose of the study is to determine the chemical composition and properties of secondary products of processing of Baikal omul (*Coregonus migratorius* (Georgi, 1775)). Objectives: study of the chemical composition of caviar, milt, heads and entrails of the Baikal omul; mineral composition of fish raw materials; determination of safety indicators of secondary fish raw materials. The objects of the study were secondary products of processing of Baikal omul. The chemical composition of the research objects was determined according to GOST 7636-85 in the research laboratory of the Department of Standardization, Metrology and Quality Management of the East Siberian State University of Technology and Management (East Siberian State University of Technology and Management), the mineral composition was determined in the ANO Center for Biotic Medicine (Moscow). Statistical analysis of the results was carried out using standard statistical methods using MS Excel 2013. The results of experimental studies showed that the fishing season affects the chemical composition of the insides of the Baikal omul, but does not affect the chemical composition of the heads. Thus, the work shows that the entrails of the summer fish are characterized by a lower fat content compared to the omul of the winter fish. Baikal omul caviar is characterized by a high protein and fat content (24.74 and 10.82 %, respectively). Milt contains less protein (10.10 %), but more ash (5.65 %) and moisture (71.90 %) compared to caviar. The main macroelements in the secondary products of the Baikal omul are phosphorus, calcium and potassium, and the microelements are iron, manganese and copper. It has been established that the entrails and caviar of the Baikal omul contain more calcium compared to milt, but the milt is superior to the entrails and caviar in terms of phosphorus and potassium content. Caviar is characterized by a higher content of magnesium, and the entrails have a higher content of zinc, copper and iron. In terms of the content of toxic elements, the milt, caviar and entrails of the Baikal omul met the requirements established by the TR CU 021/2011.

**Keywords:** Baikal omul, secondary products of fish processing, fish processing waste, chemical composition, mineral composition

**For citation:** Nikiforova A.P. Studying the chemical composition and properties of cavar, milt and waste from the processing of Baikal omul // Bulliten KrasSAU. 2023;(12): 276–282. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2023-12-276-282.

**Acknowledgments:** the work has been supported by the grant "Young scientists of the ESSUTM".

**Введение.** В последние годы рыбная отрасль в России показывает устойчивый рост. Это подтверждается такими показателями, как объемы добычи, производства и экспорта рыбы, рыбных продуктов и морепродуктов, которые в 2021 г. превысили аналогичные уровни 2020 г. Известно, что при переработке рыбы образуется значительное количество побочных продуктов, таких как головы, кожа, внутренности, молоки, икра и др. [1, 2]. Большая часть вторичного сырья утилизируется или используется для производства рыбной муки, силоса или удобрений [2, 3]. В связи с этим большую актуальность имеет разработка новых комплексных, безотходных, ресурсосберегающих технологий переработки вторичного рыбного сырья, позволяющих получить продукты с высокой добавленной ценностью. При разработке таких технологий важным этапом является изучение химического состава и технологических свойств вторичных ресурсов.

Икра рыбы представляет собой ценное пищевое сырье, которое обладает хорошими органолептическими показателями, высокой пищевой и биологической ценностью: она характеризуется высоким содержанием белков, таких как овоглобулин, коллаген, альбумины, богата витаминами PP, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>12</sub>, C, E, микро- и макроэлементами, омега-3 жирными кислотами [2, 4].

Молоки рыбы по органолептическим характеристикам, пищевой и биологической ценности существенно уступают икре. Разработаны технологии переработки молока, например для производства пресервов и майонезного соуса, но зачастую они не находят достаточного промышленного применения [5–7].

В отличие от пищевых отходов рыбопереработки, таких как икра и молоки, переработка несъедобных отходов зачастую не производится. Поиск возможных путей переработки отходов рыбоперерабатывающих производств должен проводиться с учетом их химического состава [1]. Исследования, посвященные изучению хи-

мического состава отходов, носят единичный характер и в основном касаются морских и океанических видов рыб [3, 7]. Например, в работе А.П. Ярочкина и А.С. Помоза рассматриваются химический состав, пищевая ценность и показатели безопасности отходов рыб Дальневосточного бассейна и обосновано применение отходов в качестве сырья для ферментированных кормовых продуктов [3].

Ранее проведенными нами исследованиями было установлено, что рыба и рыбные продукты играют важную роль в структуре потребления жителей Республики Бурятия, особенно в ее прибрежных районах [8]. Байкальский омуль (*Coregonus migratorius* (Georgi, 1775)) до введения запрета на его промышленный вылов в 2017 г. являлся основным промысловым видом рыб Байкальского региона. Ранее было установлено, что байкальский омуль отличается сбалансированным химическим составом, содержит набор незаменимых аминокислот, среди которых доминирующими являются глутаминовая и аспарагиновая кислоты [9, 10]. Изучение размерного и массового состава байкальского омуля показало, что по данным показателям он соответствует другим видам рыб рода *Coregonus* [11].

Химический состав и технологические свойства молок байкальского омуля являлись объектом исследований О.Л. Дубининой, М.А. Захаровой. Установлено, что байкальский омуль может служить важным объектом для получения комплексов ДНК [12]. В работе О.Л. Дубининой предложена технология композиции с использованием молок байкальского омуля, предназначенная для производства майонезного соуса [5].

**Цель исследования** – изучение химического и минерального состава икры, молок, внутренностей и голов байкальского омуля.

**Объекты и методы.** Объектами экспериментальных исследований служили икра, молоки, головы и внутренности байкальского омуля зимнего и летнего лова, пойманного в озере Байкал (Республика Бурятия).

При определении показателей химического состава применяли стандартные общепринятые методы анализа по ГОСТ 7636-85. Исследования проводились в научно-исследовательской лаборатории кафедры стандартизации, метрологии и управления качеством Восточно-Сибирского государственного университета технологий и управления (ВСГУТУ).

Содержание минеральных веществ в объектах исследования определяли с применением методов масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой и атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно связанной плазмой по МУК 4.1.1482-03, МУК 4.1.1483-03. Исследования проводились в АНО «Центр биотической медицины» (г. Москва).

Статистическую обработку экспериментальных данных проводили при использовании программы MS Excel 2013. Для оценки экспериментальных данных вычисляли среднее значение, ошибку средней величины. Для оценки значимости различий между средними значениями выборок применяли критерий Стьюдента. Нулевая гипотеза отклонялась при уровне значимости  $p < 0,05$ .

**Результаты и их обсуждение.** На первом этапе исследований изучали химический состав вторичных продуктов переработки байкальского омуля. Результаты исследований приведены в таблице 1.

Таблица 1

### Химический состав внутренностей, голов, икры и молок байкальского омуля

Сезон лова	Массовая доля, %			
	Белок	Жир	Влага	Зола
1	2	3	4	5
Внутренности				
Летний лов	18,61 <sup>a</sup> ±1,60	2,82 <sup>a</sup> ±1,93	77,59 <sup>a</sup> ±1,25	1,35 <sup>a</sup> ±0,10
Зимний лов	13,36 <sup>b</sup> ±3,45	13,49 <sup>b</sup> ±2,87	71,6 <sup>a</sup> ±5,15	1,68 <sup>b</sup> ±0,10
Головы				
Летний лов	12,78 <sup>a</sup> ±1,21	7,18 <sup>a</sup> ±1,94	75,4 <sup>a</sup> ±1,19	4,82 <sup>a</sup> ±0,37
Зимний лов	12,76 <sup>a</sup> ±0,90	6,39 <sup>a</sup> ±0,84	76,33 <sup>a</sup> ±1,08	4,65 <sup>a</sup> ±0,50

1	2	3	4	5
Икра и молоки				
Икра летнего лова	24,74 <sup>a</sup> ± 0,86	10,82 <sup>a</sup> ± 0,67	61,66 <sup>a</sup> ± 1,31	2,37 <sup>a</sup> ± 0,28
Молоки летнего лова	10,10 <sup>b</sup> ± 0,88	12,37 <sup>a</sup> ± 2,02	71,90 <sup>b</sup> ± 3,32	5,65 <sup>b</sup> ± 0,55

*Примечание.* Данные представлены в виде средних значений ± стандартная ошибка. При проведении исследований сравнивали между собой значения групп «Летний лов» и «Зимний лов», а также «Икра» и «Молоки». Группы «Внутренности байкальского омуля», «Головы байкальского омуля», «Икра и молоки» между собой не сравнивали. Средние значения с разными надстрочными индексами различаются при P < 0,05.

Полученные данные свидетельствуют, что сезон лова оказывает значительное влияние на химический состав внутренностей байкальского омуля: для внутренностей летнего лова характерно более низкое содержание жира (2,82 %) по сравнению с зимним (13,49 %), что, возможно, обусловлено особенностями физиологии. Известно, что после нереста рыбы происходит интенсивное питание и восстановление запасов резервных веществ, израсходованных в результате воспроизводства, что приводит к увеличению содержания жира во внутренних органах в зимний период [7].

В последние годы активно разрабатываются технологии переработки рыбных голов. Например, они могут применяться при производстве гидролизатов и белково-липидных добавок. В результате проведенного исследования установлено, что головы байкальского омуля содержат 12,76–12,78 % белка, 6,39–7,18 % жира и

4,65–4,82 % минеральных веществ (см. табл. 1). Сезон лова не оказывает значительного влияния на химический состав голов байкальского омуля. Известно, что в головах арктического омуля содержится 11,5 % жира и 14,7 % белка [13]. Полученные данные показывают, что содержание жира в головах байкальского омуля ниже, что, возможно, обусловлено различными температурными режимами мест обитания этих видов. Также установлено, что в икре байкальского омуля содержится высокое содержание белка (24,74 %) и жира (10,82 %). Молоки характеризуются меньшим содержанием белка (10,10 %), но большим содержанием золы (5,65 %) и влаги (71,90 %) по сравнению с икрой.

На втором этапе исследований определяли содержание минеральных веществ во внутренностях, икре и молоках байкальского омуля (табл. 2).

Таблица 2

**Минеральный состав внутренностей, икры и молок байкальского омуля, мг/100 г**

Минеральные вещества	Внутренности	Икра	Молоки
Кальций	32,7 <sup>a</sup> ± 3,3	33,8 <sup>a</sup> ± 3,4	8,18 <sup>b</sup> ± 0,82
Магний	26,7 <sup>a</sup> ± 2,7	43,2 <sup>b</sup> ± 4,3	25,0 <sup>a</sup> ± 2,5
Марганец	0,23 <sup>a</sup> ± 0,023	0,152 <sup>b</sup> ± 0,015	0,033 <sup>c</sup> ± 0,0039
Медь	0,297 <sup>a</sup> ± 0,03	0,082 <sup>b</sup> ± 0,0098	0,048 <sup>c</sup> ± 0,0058
Железо	3,63 <sup>a</sup> ± 0,36	1,359 <sup>b</sup> ± 0,14	1,54 <sup>b</sup> ± 0,15
Натрий	73,2 <sup>a</sup> ± 7,3	48,9 <sup>b</sup> ± 4,9	74,5 <sup>a</sup> ± 7,5
Калий	246 <sup>a</sup> ± 24,6	194,1 <sup>a</sup> ± 19,4	319,2 <sup>b</sup> ± 31,9
Фосфор	328 <sup>a</sup> ± 32,8	351,2 <sup>a</sup> ± 35,1	480,2 <sup>b</sup> ± 48
Кремний	1,29 <sup>a</sup> ± 0,13	1,13 <sup>a</sup> ± 0,11	1,91 <sup>b</sup> ± 0,19
Цинк	9,95 <sup>a</sup> ± 1,00	3,42 <sup>b</sup> ± 0,34	3,23 <sup>b</sup> ± 0,32
Хром	0,005 <sup>a</sup> ± 0,0007	0,002 <sup>a</sup> ± 0,0004	0,012 <sup>a</sup> ± 0,0014

*Примечание.* Данные представлены в виде средних значений ± стандартная ошибка. Средние значения с разными надстрочными индексами различаются при P < 0,05.

Полученные результаты показывают, что основными макроэлементами во вторичных продуктах из байкальского омуля являются фосфор, калий, натрий; микроэлементами – железо, марганец, медь. Следует отметить, что содержание кальция, марганца, меди, железа, натрия, фосфора, цинка в икре, молоках и внутренностях выше по сравнению с мышечной тканью байкальского омуля [9].

Внутренности и икра байкальского омуля отличаются более высоким содержанием кальция (32,7 и 33,8 мг/100 г соответственно) по сравнению с молоками (8,18 мг/100 г). По содержанию

фосфора, кремния и калия (480,2; 1,91 и 319,2 мг/100 г соответственно) молоки превосходят внутренности и икру. Внутренности превосходят другие вторичные рыбные ресурсы по содержанию цинка, меди и железа (9,95; 0,297 и 3,63 мг/100 г соответственно), а икра (43,2 мг/100 г) – по содержанию магния (табл. 2).

Известно, что накопление тяжелых металлов в рыбе происходит неравномерно: некоторые органы накапливают их в большем количестве. В связи с этим на следующем этапе изучали содержание токсичных элементов во вторичном рыбном сырье (табл. 3).

Таблица 3

**Содержание токсичных элементов во внутренностях, икре и молоках байкальского омуля, мг/кг**

Токсичный элемент	Норма по ТР ТС 021/2011, мг/кг, не более*	Внутренности	Икра	Молоки
Свинец	1,0	0,007±0,0013	0,003±0,0006	0,008±0,0016
Мышьяк	1,0	0,45±0,054	0,28±0,034	0,26±0,031
Кадмий	1,0	0,03±0,004	0,002±0,0003	0,004±0,0009
Ртуть	0,2	0,01±0,002	< 0,0036	0,01±0,002

Примечание: (\*) – норма указана для икры и молок рыб. Данные представлены в виде средних значений ± стандартная ошибка.

Приведенные в таблице 3 данные свидетельствуют, что образцы внутренностей, икры и молок байкальского омуля по содержанию токсичных элементов соответствуют требованиям ТР ТС 021/2011.

Вторичные продукты переработки байкальского омуля богаты микро- и макроэлементами, характеризуются высоким содержанием белков и жиров, безопасны для здоровья. Таким образом, икра и молоки байкальского омуля могут использоваться для создания новых технологий пищевых продуктов, а головы и внутренности могут перерабатываться с получением различных продуктов, таких как белковые гидролизаты, корма для животных, силосы и др.

**Заключение.** Проведенные исследования позволили сделать следующие выводы:

1. Икра и молоки байкальского омуля характеризуются высоким содержанием белка и липидов.

2. Сезон вылова оказывает влияние на химический состав внутренностей байкальского

омуля (для зимнего улова характерна более высокая массовая доля липидов), но не оказывает влияния на химический состав голов омуля.

3. Основными макроэлементами во вторичных продуктах из байкальского омуля являются фосфор, калий, натрий; микроэлементами – железо, марганец, медь, при этом по содержанию кальция, марганца, меди, железа, натрия, фосфора, цинка вторичные продукты превосходят мышечную ткань байкальского омуля.

4. По содержанию токсичных элементов икра, внутренности и молоки соответствуют требованиям технического регламента ТР ТС 021/2011.

5. Вторичные продукты переработки байкальского омуля представляют ценность для пищевой и перерабатывающей промышленности и могут применяться в пищевой промышленности и сельском хозяйстве.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Nutritional Profiling and the Value of Processing By-Products from Gilthead Sea Bream (*Sparus aurata*) / M. Pateiro [et al.] // Mar. Drugs. 2020. 18. 101.
2. Chemical composition and functional properties of roe concentrates from skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*) by cook-dried process / I.S. Yoon [et al.] // FoodSci. Nutr. 2018. 21. 6 (5). P. 1276–1286.
3. Ярочкин А.П., Помоз А.С. Исследование основных процессов производства ферментированных кормовых продуктов из отходов рыбопереработки // Известия ТИНРО. 2012. № 168. С. 288–300.
4. Деметьева Н.В., Богданов В.Д. Исследование пищевой ценности икры промысловых видов рыб // Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов мирового океана: мат-лы V Междунар. науч.-техн. конф. 2018. С. 28–33.
5. Дубинина О.Л. Разработка биотехнологического способа использования молок омуля: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Улан-Удэ, 2004. 21 с.
6. Федосеева Е.В. Технология пресервов из молок промысловых рыб Дальневосточного региона // Известия ТИНРО. 2014. Т. 176. С. 304–316.
7. Цибизова М.Е. Научное обоснование и методология переработки водных биологических ресурсов Волжско-Каспийского рыбохозяйственного бассейна: дис. ... канд. биол. наук. М., 2014. 406 с.
8. Никифорова А.П., Никифорова О.П., Антонова И.В. Оценка тенденций потребления рыбных продуктов жителями Республики Бурятия // Экономика региона. 2017. Т. 13, № 3. С. 948–958.
9. Никифорова А.П. Изучение показателей качества и безопасности байкальского омуля (*Coregonus migratorius*) // Рыбное хозяйство. 2019. № 2. С. 54–58.
10. Седова Л.С., Бойко Н.П. Пищевая ценность продуктов из омуля // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 1990. № 198 (5). С. 12–14.
11. Никифорова А.П. Изучение размерно-массового состава байкальского омуля (*Coregonus migratorius* (Georgi, 1775)) // Вестник КрасГАУ. 2022. № 5 (182). С. 155–160.
12. Захарова М.А. Исследование содержания нуклеиновых кислот и получение низкомолекулярной ДНК из гонад пресноводных рыб байкальского региона: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Улан-Удэ, 2012. 21 с.
13. Справочник по химическому составу и технологическим свойствам рыб внутренних водоемов / под ред. В.П. Быкова. М.: Изд-во ВНИРО, 1999. 207 с.

References

1. Nutritional Profiling and the Value of Processing By-Products from Gilthead Sea Bream (*Sparus aurata*) / M. Pateiro [et al.] // Mar. Drugs. 2020. 18. 101.
2. Chemical composition and functional properties of roe concentrates from skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*) by cook-dried process / I.S. Yoon [et al.] // FoodSci. Nutr. 2018. 21. 6 (5). P. 1276–1286.
3. Yarochkin A.P., Pomoz A.S. Issledovanie osnovnyh processov proizvodstva fermentirovannyh kormovyh produktov iz othodov rybopererabotki // Izvestiya TINRO. 2012. № 168. S. 288–300.
4. Dement'eva N.V., Bogdanov V.D. Issledovanie pischevoj cennosti ikry promyslovyh vidov ryb // Aktual'nye problemy osvoeniya biologicheskikh resursov mirovogo okeana: mat-ly V Mezhdunar. nauch.-tehn. konf. 2018. S. 28–33.
5. Dubinina O.L. Razrabotka biotehnologicheskogo sposoba ispol'zovaniya molok omulya: avtoref. dis. ... kand. tehn. nauk. Ulan-Ud'e, 2004. 21 s.
6. Fedoseeva E.V. Tehnologiya preservov iz molok promyslovyh ryb Dal'nevostochnogo regiona // Izvestiya TINRO. 2014. T. 176. S. 304–316.
7. Cibizova M.E. Nauchnoe obosnovanie i metodologiya pererabotki vodnyh biologicheskikh resursov Volzhsko-Kaspijskogo rybohozyajstvennogo bassejna: dis. ... kand. biol. nauk. M., 2014. 406 s.
8. Nikiforova A.P., Nikiforova O.P., Antohonova I.V. Ocenka tendencij potrebleniya rybnyh produktov zhitelyami Respubliki Buryatiya //

- Ekonomika regiona. 2017. T. 13, № 3. S. 948–958.
9. *Nikiforova A.P.* Izuchenie pokazatelej kachestva i bezopasnosti bajkal'skogo omulya (*Coregonus migratorius*) // Rybnoe hozyajstvo. 2019. № 2. S. 54–58.
10. *Sedova L.S., Bojko N.P.* Pischevaya cennost' produktov iz omulya // Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Pischevaya tehnologiya. 1990. № 198 (5). S. 12–14.
11. *Nikiforova A.P.* Izuchenie razmerno-massovogo sostava bajkal'skogo omulya (*Coregonus migratorius* (Georgi, 1775)) // Vestnik KrasGAU. 2022. № 5 (182). S. 155–160.
12. *Zaharova M.A.* Issledovanie sodержaniya nukleinovyh kislot i poluchenie nizkomolekulyarnoj DNK iz gonad presnovodnyh ryb bajkal'skogo regiona: avtoref. dis. .... kand. biol. nauk. Ulan-Ud'e, 2012. 21 s.
13. Spravochnik po himicheskomu sostavu i tehnologicheskim svojstvam ryb vnutrennih vodoemov / pod red. *V.P. Bykova*. M.: Izd-vo VNIRO, 1999. 207 s.

Статья принята к публикации 21.06.2023 / The article accepted for publication 21.06.2023.

Информация об авторах:

**Анна Платоновна Никифорова**, старший научный сотрудник, доцент кафедры стандартизации, метрологии и управления качеством, кандидат технических наук, доцент

Information about the authors:

**Anna Platonovna Nikiforova**, Senior Researcher, Associate Professor at the Department of Standardization, Metrology and Quality Management, Candidate of Technical Sciences, Docent

