

УДК 664.951.014:597–146.31

Н.В. Дементьева, Е.Ю. Воропаева*

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, 690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОХИМИЧЕСКИХ И ФУНКЦИОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МОЛОК ПРОМЫСЛОВЫХ РЫБ

Представлено сравнительное исследование технохимических и функционально-технологических свойств молок лососевых, сельдевых и тресковых рыб. Сравнительный анализ массового состава гонад промысловых видов рыб показал, что количество молок при разделке рыб находится в пределах от 3 до 26 % от массы сырца, что составляет значительный объем пищевых отходов. Результаты исследований доказывают, что липиды молок отличаются от липидов мышечной ткани рыб более высоким содержанием эссенциальных полиненасыщенных жирных кислот с пятью и шестью двойными связями. Количество полиненасыщенных жирных кислот во всех исследуемых видах молок почти в два раза больше, чем насыщенных, и составляет в среднем в зависимости от вида молок 49–52 % суммы всех жирных кислот. Липиды молок имеют достаточно высокие коэффициенты метаболизации по сравнению с липидами мышечной ткани многих видов рыб, т.е. они хорошо усваиваются организмом человека. Установлено, что молоки лососевых, тресковых и сельдевых видов рыб обладают достаточно высокими функционально-технологическими свойствами. Также все исследуемые молоки независимо от вида имеют высокую способность к эмульгированию жира, что позволяет отнести их к сырью для производства широкого спектра пищевых продуктов, в том числе эмульсионных.

Ключевые слова: молоки рыб, химический состав, функционально-технологические свойства, сравнительный анализ.

Dementeva N.V., Voropaeva E.Yu. Comparative study of chemical and functional-technological properties for milts of commercial fishes // *Izv. TINRO*. — 2014. — Vol. 179. — P. 279–286.

Milts are produced as food waste after processing of such raw fishes of high nutritional value as salmons, cod, and herring. Their using as a basement for food products is a perspective way of fish-processing technology development. Chemical and function-technology properties of chopped milt are investigated to determine their suitability for producing of food products, as sausages, pates, souses, and pastes and these properties are compared for the milts from salmon, cod, and herring. The milts are 3–26 % of the raw fish weight for these commercial species that is a significant amount of food waste. The milt tissue is slightly saturated by fats (coefficient of food saturation is 0.3 for all investigated fishes) and highly saturated by water, so the milt should be combined with other raw materials for increasing the food value. The milt lipids differ from the lipids of muscular tissue by high concentration of essential polyunsaturated fatty acids with five and six connections; the amount of these fatty acids is twice higher than the amount of saturated ones (49–52 % of total fatty acids). Moreover, the milt lipids have high

* Дементьева Наталья Валерьевна, кандидат технических наук, доцент, e-mail: dnvdd@mail.ru; Воропаева Елена Юрьевна, аспирант, e-mail: protivnayahelen@mail.ru.

Dementeva Natalia V., Ph.D., lecturer, e-mail: dnvdd@mail.ru; Voropaeva Elena Yu., post-graduate student, e-mail: protivnayahelen@mail.ru.

coefficients of metabolism comparing with the lipids of muscular tissue, that's why they are easy digested by human. The milts of all investigated fish species are distinguished by ability for fat emulsification. These high functional-technological properties allow to recommend the milts of salmons, cod and herring for high spectrum of food products, including emulsion ones.

Key words: fish milt, chemical composition, functionally-technology property, comparative analysis.

Введение

Рациональное и комплексное использование гидробионтов является актуальной задачей рыбоперерабатывающей отрасли.

В Дальневосточном регионе наиболее массовые объекты промысла — лососевые, тресковые и сельдевые рыбы, которые относятся к сырью, обладающему высокой пищевой ценностью (Кизеветтер, 1971; Слуцкая и др., 1999; Сафронова, Дацун, 2004; Богданов и др., 2007). При их переработке образуется большой объем пищевых отходов, к которым можно отнести икру и молоки. Икра является деликатесным продуктом, а молоки не находят достаточного промышленного использования (Кизеветтер, 1971, 1973; Слуцкая и др., 1999; Сафронова, Дацун, 2004). Их количество при разделке рыб может составлять к окончанию нерестового периода от 3 до 26 % к массе сырца.

Известно, что молоки рыб являются высокобелковым сырьем, содержащим в своем составе нуклеопротеиды (включающие ДНК и РНК), фосфолипиды, стерины, жирорастворимые витамины, полиненасыщенные жирные кислоты $\omega 3$ и $\omega 6$ (Нуклеиновые кислоты, 1966; Кизеветтер, 1971; Заленский и др., 1980; Богданов и др., 2007; Дементьева и др., 2010). Поэтому использование молок в пищевых целях и разработка на их основе пищевых продуктов целесообразны.

Качественные характеристики готового продукта зависят от технохимических и функционально-технологических свойств исходного сырья. Их изучение позволяет в дальнейшем выбирать технологические приемы его обработки, направленные на обеспечение высокого качества пищевых продуктов. Научный интерес представляет исследование функционально-технологических свойств измельченных тканей молок рыб, поскольку из них возможно производство различных групп пищевых продуктов: колбас, паштетов, соусов, паст и др.

Целью научной-исследовательской работы являлось сравнительное исследование технохимических и функционально-технологических свойств молок лососевых, сельдевых и тресковых рыб.

Материалы и методы

В качестве объектов исследования использовали мороженую тихоокеанскую сельдь, которая соответствовала ОСТ 15-403-97 «Рыба мороженая. Технические условия»; молоки лососевых рыб мороженые, которые соответствуют ТУ 9267-037-33620410 «Молоки лососевых рыб мороженые»; треску, соответствующую ГОСТу 1168-86 «Рыба мороженая».

В работе применяли химические, физико-химические методы анализа.

Определение азота общего, содержание воды, жира, минеральных веществ осуществляли по ГОСТу 7636-85 «Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа».

Определение рН среды производили потенциометрическим методом, использовали иономер марки Н-130.

Коэффициент пищевой насыщенности ($K_{\text{ни}}$) определяли отношением суммы белков (B), жиров (липидов) ($Ж$) и углеводов ($У$) к массовой доле воды в продукте (сырье) (B) в процентах или долях единицы и рассчитывали по формуле

$$K_{\text{ни}} = (B + Ж + У) : B.$$

Оценку сырья по содержанию воды определяли по белково-водному коэффициенту (B/B), который показывает количество белка в граммах, приходящегося на 100 г воды, и рассчитывали по формуле

$$B/B = (B \cdot 100) : B,$$

где B/b — количество белка, приходящегося на 100 г воды; B — содержание белка, %; b — содержание воды, %.

Определение влагосвязывающей способности (BCC) проводили методом прессования. Влагосвязывающую способность рассчитывали по формуле

$$BCC = 100 - \frac{(a - b) \cdot 100}{a},$$

где a — навеска образца до прессования, мг; b — навеска образца после прессования, мг.

Влагоудерживающую способность (BVC) определяли как разность между массовой долей влаги в молоках и количеством влаги, отделившейся в процессе термической обработки. Влагоудерживающую способность определяли по формуле

$$BVC = B - BBC,$$

где B — массовая доля влаги, %; BBC — влаговыделяющая способность молок, %.

BBC определяли по формуле

$$BBC = \frac{(m_1 - m_2) \cdot 100}{m_1},$$

где m_1 — масса навески до термообработки, г; m_2 — масса навески после термообработки, г.

Эмульгирующую способность молок ($ЭС$) в процентах определяли по формуле

$$ЭС = \frac{V_1}{V} \cdot 100,$$

где V_1 — объем эмульгированного масла, см³; V — общий объем масла, см³.

Стабильность эмульсии ($СЭ$) в процентах определяли по формуле

$$СЭ = \frac{V_1}{V_2} \cdot 100,$$

где V_1 — объем эмульгированного масла, см³; V_2 — общий объем эмульсии, см³.

Определение состава жирных кислот проводили на хроматографе GC-2010 (Shimadzu, Япония). Условия анализа: пламенно-ионизационный детектор, капиллярная кварцевая колонка (0,25 × 30,0 мм) HiCap — СВП («Shimadzu», Япония), температура инжектора — 240 °С, детектора — 250 °С, температура колонки — 195 °С, газ-носитель — гелий. Скорость потока газа-носителя 31,6 мл/мин, делитель потока 1/40. Расчет площади хроматографических пиков и обработку результатов проводили на станции Chromatorac C-R4AX (Shimadzu, Япония). Метилловые эфиры жирных кислот идентифицировали на основании расчета углеродных чисел (индексов удерживания Ковача).

Результаты и их обсуждение

Сравнительный анализ массового состава гонад (табл. 1) показывает, что у кеты количество молок меньше, чем у икры, и составляет 3,5–4,2 %. Количество молок у трески и сельди, наоборот, выше, чем у икры, и колеблется от 21,0 до 26,0 % у трески и от 6,9 до 20,1 % у сельди. Таким образом, количество молок при разделке рыб находится в пределах от 3 до 26 % от массы сырца, что составляет значительный объем пищевых отходов, рациональное использование которых существенно повысит эффективность переработки добываемого сырья.

Таблица 1

Выход икры и молок при разделке промысловых рыб, % к массе рыбы

Table 1

Output of fish eggs and milt after cutting of commercial fish species, % of fish weight

Вид рыбы	Ястыки икры	Молоки
Кета	8,9–10,3	3,5–4,2
Треска	11,0–22,0	21,0–26,0
Сельдь	1,7–8,6	6,9–12,4

Исследование общего химического состава молок (табл. 2) показывает, что количество белка в молоках сельди тихоокеанской на 2–3 % выше, чем в молоках трески и

лососевых. При этом молоки лососевых содержат на 2–3 % больше воды, чем молоки трески и сельди. Количество липидов колеблется от 1 до 3 %, наибольшее их количество установлено для сельди. Полученные результаты согласуются с данными литературы (Кизеветтер, 1971; Сытова и др., 2005; Богданов и др., 2007).

Химический состав и коэффициент пищевой насыщенности молок рыб, %

Chemical composition (%) and coefficient of food saturation for fish milts

Вид молок	Вода	Белки	Липиды	Минеральные вещества	$K_{\text{пи}}$
Лососевые	81,00	15,90	1,20	1,90	0,21
Сельди	77,40	18,30	3,00	1,30	0,28
Трески	80,50	16,30	1,70	1,50	0,22

Важным показателем при оценке качества сырья является коэффициент пищевой насыщенности (Пищевая химия, 2001). Установлено, что коэффициент пищевой насыщенности для молок всех исследуемых видов рыб составляет менее 0,3 ед., поэтому данный вид сырья можно отнести к малонасыщенному. Это связано с тем, что молоки сильно обводнены и содержат небольшое количество жира. Поэтому для увеличения пищевой насыщенности при производстве пищевых продуктов молоки желательнее комбинировать с другими видами сырья.

Количество содержащейся воды оказывает существенное влияние на функционально-технологические свойства исследуемого сырья. Окружая функциональные группы белковых цепей, вода влияет на стабилизацию их пространственной конфигурации, а также оказывает влияние на структуру, консистенцию и выход готовых продуктов после технологической обработки (Абрамова, 2005).

Важную роль при оценке технологических свойств сырья играет определение коэффициента обводнения (K_o), показывающего количественное отношение воды к белкам. При очень высоком коэффициенте обводнения белки очень гидратированы, это может вызывать нежелательные потери воды при механическом и тепловом воздействии, что отрицательно будет сказываться на плотности и сочности консистенции готовых изделий (Абрамова, 2005).

С помощью определения липидно-белкового коэффициента ($K_{\text{ж}}$) можно оценить нежность ткани: чем он выше, тем она нежнее (Коцыло, Мукатова, 2010).

Как видно из данных табл. 3 коэффициент обводнения (K_o) у молок лососевых выше, чем у молок сельди и трески, за счет этого консистенция у молок лососевых после тепловой обработки более плотная и менее сочная, чем у других видов молок.

Коэффициент обводнения, липидно-белковый и белково-водный коэффициенты молок рыб

Coefficients of water content, lipid-protein content and protein-water content for fish milts

Вид молок	K_o (вода/белки)	$K_{\text{ж}}$ (липиды/белки)	БВК
Лососевые	5,09	0,08	19,63
Сельди	4,23	0,16	23,64
Трески	4,94	0,11	20,25

Липидно-белковый коэффициент ($K_{\text{ж}}$) у молок лососевых и тресковых ниже, чем у молок сельди, этим объясняется более нежная консистенция молок сельди.

Хотя молоки рыб содержат небольшое количество липидов, они имеют уникальный жирнокислотный состав. Результаты исследований (табл. 4) показывают, что липиды молок отличаются от липидов мышечной ткани рыб более высоким содержанием эссенциальных полиненасыщенных жирных кислот с пятью и шестью двойными связями, которые служат предшественниками эйкозаноидов (простагландинов, тромбоксанов и лейкотриенов) и являются биорегуляторами многих физиологических процессов в клетке (Dyerberg, 1986; Дементьева, Воропаева, 2013). Количество полиненасыщенных жирных кислот во всех исследуемых видах молок почти в два раза больше, чем на-

сыщенных, и составляет в среднем в зависимости от вида молок 49–52 % от суммы всех жирных кислот, содержащихся в липидах молок.

Таблица 4

Жирнокислотный состав липидов молок, % от суммы жирных кислот

Table 4

Fatty acid composition of milt lipids, % of total fatty acids

Показатель	Молоки		
	Лососевые	Сельди	Трески
Сумма насыщенных ЖК	28,09	19,63	19,26
Сумма моновенасыщенных ЖК	21,33	16,86	27,50
Сумма полиненасыщенных ЖК	49,67	58,44	51,84
Сумма полиненасыщенных жирных ω6 кислот	5,55	1,82	4,63
Сумма полиненасыщенных жирных ω3 кислот	43,94	58,51	45,54
14:0 (миристиновая)	2,10	1,06	0,68
15:0-iso	0,07	–	–
15:0 (пентадекановая)	0,50	0,16	0,18
16:0-iso	0,07	–	–
16:0 (пальмитиновая)	21,14	15,83	13,96
16:1 n-9,7 (пальмитолеиновая)	2,63	1,62	2,03
16:1 n-5	0,35	–	–
16:1 n-7	0,14	0,26	0,15
17:0-iso	0,10	0,10	0,12
17:0-aiso	0,09	0,09	0,07
16:2 n-4	0,59	0,47	1,54
17:0 (маргариновая)	0,28	0,18	0,13
17:1 n-9	0,28	0,19	0,22
18:0-iso	0,30	0,18	0,12
18:0 (стеариновая)	2,78	2,26	4,00
18:1 n-9 (олеиновая)	9,47	6,97	12,64
18:1 n-7 (цисвакценовая)	5,15	7,19	6,50
18:1 n-5	0,70	0,78	0,39
18:2 n-9	0,10	0,13	–
18:2 n-6 (линолевая)	2,72	0,79	0,50
18:3 n-9	0,14	0,13	0,13
18:2 n-4	0,06	–	–
18:3 n-6	0,06	–	–
19:1	0,10	–	–
19:1 n-9	0,06	–	0,10
18:3 n-3 (линоленовая)	0,60	0,41	0,09
18:4 n-3	0,35	0,23	0,10
18:4 n-1	0,09	–	–
20:0 (арахиновая)	0,06	0,14	–
20:1 n-11 (эйкозеновая)	1,21	0,60	2,31
20:1 n-9 (эйкозаеновая)	0,86	0,48	2,91
20:1 n-7	0,15	–	0,07
20:1 n-5	0,05	–	–
20:2 n-6	0,23	–	0,34
20:3 n-6	0,07	–	0,09
20:4 n-6 (арахидоновая)	1,59	1,03	3,34
20:3 n-3	0,11	–	–
20:4 n-3	0,64	1,74	0,28
20:5 n-3 (эйкозапентаеновая)	18,04	15,89	17,41
22:0	0,49	0,14	0,37
22:1 n-11	0,08	–	–
21:5 n-3	0,06	0,24	0,25
22:5 n-6	0,08	–	0,36
22:5 n-3	1,79	2,70	2,77
22:6 n-3 (докозагексаеновая)	22,35	37,30	24,64
24:0	0,11	–	–
24:1	0,06	–	–

В молоках содержатся незаменимые жирные кислоты: линолевая, линоленовая и арахидоновая. Молоки лососевых по сравнению с другими видами содержат больше линолевой кислоты, около 3 % от суммы жирных кислот.

В молоках трески больше, чем в других видах молок, арахидоновой кислоты — 3,34 %. Высоко содержание в молоках полиненасыщенных жирных кислот семейства $\omega 3$: эйкозапентаеновой (ЭПК) и докозагексаеновой (ДГК). Содержание ЭПК в молоках составляет 16–18 % от суммы жирных кислот, а ДГК — от 22 до 37 %. Самое большое количество докозагексаеновой кислоты содержится в молоках сельди тихоокеанской — до 37,3 % от суммы всех жирных кислот.

Одним из важных показателей ценности липидов является отношение полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) к насыщенным (НЖК) (Пищевая химия, 2001). Для количественной оценки соответствия жирнокислотного состава липидов потребности организма человека в жирных кислотах необходимо знать коэффициент эффективности метаболизации (КЭМ) эссенциальных жирных кислот, который рассчитывали по формуле

$$\text{КЭМ} = \text{Арахидоновая/Линолевая} + \text{Линоленовая}.$$

Данные табл. 5 показывают, что липиды молок имеют достаточно высокие коэффициенты метаболизации по сравнению с липидами мышечной ткани многих видов рыб. Например, у липидов мышечной ткани зубатки он составляет 0,08, а кеты — 0,73.

Таблица 5

Липидный состав молок и показатель сбалансированности липидов

Table 5

Lipid structure of milts and indicator of lipids balance

Вид молок	КЭМ	Массовая доля, %					
		Σ НЖК	Σ МНЖК	Σ ПНЖК	ПНЖК		
					Линолевая	Линоленовая	Арахидоновая
Эталон ФАО/ВОЗ	–	30,00	60,00	10,00	7,50	1,00	1,50
Лососевые	0,48	28,09	21,33	49,67	2,72	0,60	1,59
Сельди	0,86	19,63	16,86	58,44	0,79	0,41	1,03
Трески	5,66	19,26	27,50	51,84	0,50	0,09	3,34

Коэффициент метаболизации липидов молок трески почти в пять раз превышает коэффициент метаболизации молок лососевых и сельди из-за высокого содержания в них арахидоновой кислоты, поэтому они очень хорошо усваиваются организмом человека. Кроме того, содержание ПНЖК в липидах молок в пять раз превышает эталон ФАО/ВОЗ. Липиды молок лососевых богаты линолевой кислотой. Во всех видах молок содержится большое количество арахидоновой кислоты. У молок трески ее содержание превышает эталон ФАО/ВОЗ в два раза.

По отношению суммы $\omega 3$ полиненасыщенных жирных кислот эйкозапентаеновой и докозагексаеновой к массовой доле общих липидов в пищевом сырье в процентах или долях единицы можно определить коэффициент биологической значимости липидов ($K_{\text{бзж}}$). Данный показатель рассчитывали по формуле

$$K_{\text{бзж}} = (\text{ЭПК} + \text{ДГК})/\text{Ж}.$$

Из данных табл. 6 видно, что наибольшее значение $K_{\text{бзж}}$ имеют молоки лососевых, он почти в два раза выше, чем у сельди тихоокеанской.

Таблица 6

Содержание ЭПК, ДГК, массовая доля липидов и коэффициент биологической значимости липидов молок, %

Table 6

Content of eicosapentaenoic and docosahexaenoic acids (%), mass fraction of lipids (%), and coefficient of lipids biological value for milts from salmon, herring and cod

Вид молок	ЭПК	ДГК	Липиды	$K_{\text{бзж}}$
Лососевые	18,40	22,35	1,20	33,96
Сельди	15,89	37,30	3,00	17,73
Трески	17,41	24,64	1,70	24,74

Известно, что молоки рыб содержат нуклеопротеиды, в состав которых входят биологически активные вещества (ДНК и РНК). Содержание ДНК в гонадах гидробионтов обеспечивает тот же эффект, который достигается введением в пищевые продукты чистого препарата ДНК, — повышение физической и умственной работоспособности (Касьяненко и др., 1997; Пищевая химия, 2001; Позднякова, 2003).

Из данных табл. 7 видно, что содержание ДНК в молоках колеблется от 3,75 до 7,80 % в зависимости от их вида. Молоки трески содержат ДНК 3,75 %, молоки сельди тихоокеанской — 4,50 %. Наиболее ценным сырьем по количественному содержанию ДНК являются молоки лососевых, поскольку в них содержится наибольшее ее количество — от 5,0 до 7,8 %.

Как видно из представленных на рисунке данных, молоки характеризуются достаточно высокими значениями ВУС, т.е. способность к удержанию воды у них достаточно велика, причем у молок лососевых она выше, чем у молок сельди и трески. После тепловой обработки (показатель ВВС) молоки лососевых теряют наименьшее количество воды (15,0 %) по сравнению с молоками сельди тихоокеанской, у которой потери воды составляют 20,2 %, и молоками трески (16,7 %). Наибольшей способностью к удержанию влаги обладают молоки лососевых, показатель ВСС у них равен 48 %, а наименьшую — молоки трески, у них она находится на уровне 37 %.

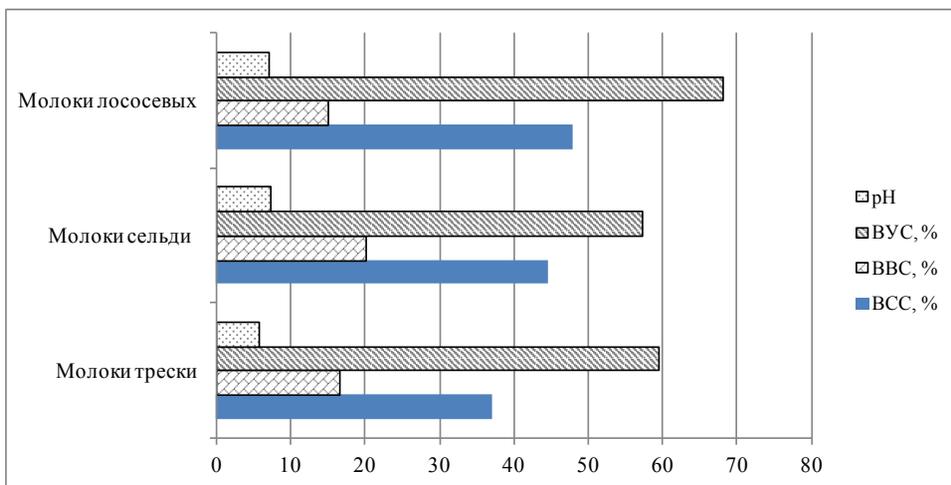
Таблица 7

Содержание ДНК в молоках, %

Table 7

DNA content in milts of salmon, herring and cod, %

Вид молок	ДНК
Кеты	7,800 ± 0,335
Горбуши	5,000 ± 0,200
Сельди	4,500 ± 0,235
Трески	3,750 ± 0,157



Функционально-технологические показатели молок рыб
Functional-technological indices for fish milts

Таким образом, проведенные исследования показали, что молоки обладают достаточно высокими функционально-технологическими свойствами и могут быть пригодны для производства широкого ассортимента как формованных изделий, так и продуктов эмульсионного типа.

Одним из важных показателей при получении продуктов эмульсионного типа является эмульгирующая способность сырья, т.е. способность к стабилизации структуры эмульсии, прежде всего в отношении расслоения на водную и жировую фазы, причем как в сыром виде, так и после термической обработки (Коровина, Дементьева, 2013). Исследование эмульгирующей способности молок различных видов рыб показывает, что она у всех молок составляет 100 %, т.е. все они хорошо удерживают жир и способны образовывать стабильные белково-липидные эмульсии как из сырой, так и из вареной ткани. Это дает возможность использовать молоки для получения продуктов на эмульсионной основе, например колбас, паштетов, соусов и др.

Выводы

Обобщая представленные данные, следует отметить, что молоки лососевых, тресковых и сельдевых видов рыб являются высокобелковым сырьем, имеют невысокие коэффициенты пищевой насыщенности, поскольку в их тканях содержится небольшое количество липидов и они достаточно обводнены.

Однако липиды молок отличаются уникальным жирнокислотным составом, богаты полиненасыщенными жирными кислотами, в частности незаменимыми для организма человека семейства $\omega 3$ и $\omega 6$. Липиды молок имеют достаточно высокие коэффициенты метаболизации по сравнению с липидами мышечной ткани многих видов рыб, т.е. они хорошо усваиваются организмом человека. Кроме того, молоки содержат нуклеопро-теиды, в состав которых входят биологически активные вещества (ДНК и РНК).

Установлено, что молоки лососевых, тресковых и сельдевых видов рыб обладают достаточно высокими функционально-технологическими свойствами. Также все исследуемые молоки, независимо от вида, имеют высокую способность к эмульгированию жира, что позволяет отнести их к сырью для производства широкого спектра пищевых продуктов, в том числе эмульсионных.

Список литературы

- Абрамова Л.С.** Поликомпонентные продукты питания на основе рыбного сырья : монография. — М. : ВНИРО, 2005. — 175 с.
- Богданов В.Д., Благоданова М.В., Салтанова Н.С.** Современные технологии производства соленой продукции из сельди тихоокеанской и лососевых : монография. — Петропавловск-Камчатский : Новая книга, 2007. — 240 с.
- Дементьева Н.В., Богданов В.Д., Буненкова Н.А.** Молоки лососевых как сырье для получения белково-липидных эмульсий // Мат-лы Междунар. науч.-техн. конф. «Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана». — Владивосток : Дальрыбвтуз, 2010. — Ч. 2. — С. 34–37.
- Дементьева Н.В., Воропаева Е.Ю.** Характеристика молок сельди тихоокеанской как сырья для промышленного использования // Мат-лы Междунар. науч.-техн. конф. «Инновации и современные технологии пищевых производств». — Владивосток : Дальрыбвтуз, 2013. — С. 66–70.
- Заленский А.О., Бухгольц П.В., Ибрагимов Р.Х.** Сравнительное исследование протаминов лососевых рыб // Цитология. — 1980. — Т. 22, № 6. — С. 727–729.
- Касьяненко Ю.И., Ковалева Ю.В., Эпштейн Л.М., Артиков А.А.** Получение и свойства производных ДНК из молок лососевых // Изв. ТИНРО. — 1997. — Т. 120. — С. 37–43.
- Кизеветтер И.В.** Биохимия сырья водного происхождения : монография. — М. : Пищ. пром-сть, 1973. — 423 с.
- Кизеветтер И.В.** Технологическая и химическая характеристика промысловых рыб тихоокеанского бассейна : монография. — Владивосток : Дальиздат, 1971. — 298 с.
- Коровина Ю.А., Дементьева Н.В.** Изучение функционально-технологических свойств молок лососевых рыб // Науч. тр. Дальрыбвтуза. — Владивосток : Дальрыбвтуз, 2013. — Т. 29. — С. 84–88.
- Коцьло И.В., Мукатова М.Д.** Рыба пониженной товарной ценности в производстве формованных продуктов // Рыбпром: технологии и оборудование для переработки водных биоресурсов. — М. : Лег. и пищ. пром-сть, 2010. — № 1. — С. 58–61.
- Нуклеиновые кислоты** : монография / под ред. И.Б. Збарского. — М. : Мир, 1966. — 416 с.
- Пищевая химия** : монография / А.П. Нечаев, С.Е. Траубенберг, А.А. Кочеткова и др. — СПб. : ГИОРД, 2001. — 632 с.
- Позднякова Ю.М.** Технология биологически активных добавок к пище на основе ферментативного гидролизата гонад гидробионтов : автореф. дис. ... канд. техн. наук. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2003. — 24 с.
- Сафронова Т.М., Дацун В.М.** Сырье и материалы рыбной промышленности : монография. — М. : Мир, 2004. — 272 с.
- Слуцкая Т.Н., Виняр Т.Н., Калинин Т.П. и др.** Особенности мышечной ткани нерестовой кеты // Изв. ТИНРО. — 1999. — Т. 125. — С. 60–67.
- Сыгова М.В., Харенко Е.Н., Ковалев Н.Н.** Использование отходов от разделки амурских осетровых рыб // Рыб. пром-сть. — 2005. — Вып. 2. — С. 4–7.
- Dyerberg J.** Linolenate-derived polyunsaturated fatty acids and prevention of atherosclerosis // Nutr. Rev. — 1986. — Vol. 44. — P. 125–134.

Поступила в редакцию 21.08.14 г.