

УДК 664.955.2

**А.И. Чепкасова, Т.Н. Слуцкая, Е.И. Барабанщиков***Тихоокеанский филиал ВНИРО (ТИНРО),
690091, г. Владивосток, пер. Шевченко, 4**ХАРАКТЕРИСТИКА ИКРЫ ОСЕННЕЙ КЕТЫ
ONCORHYNCHUS KETA Р. АМУР**

Исследован химический состав, пищевая и биологическая ценность икры осенней кеты р. Амур по мере продвижения ее во время нереста от Амурского лимана до г. Хабаровск. Определены содержание белка, липидов, минеральных веществ, цветность и прочность икринок, аминокислотный и жирнокислотный состав. Установлено, что энергетическая и биологическая ценность исследованных образцов находится в пределах значений, которые стабильны для всех мест отбора образцов. Физические показатели (прочность икринок, интенсивность окраски) практически не меняются в зависимости от расстояния от устья р. Амур до района г. Хабаровск. Сделано заключение об отсутствии достоверных изменений качества икры на исследованных участках.

Ключевые слова: икра, кета, биологическая ценность, пищевая ценность, прочность икры, реологические свойства, цветность.

DOI: 10.26428/1606-9919-2021-201-516-526.

Chepkasova A.I., Slutskaia T.N., Barabanshchikov E.I. Characteristics of roe of autumn chum salmon *Oncorhynchus keta* from the Amur River // *Izv. TINRO*. — 2021. — Vol. 201, Iss. 2. — P. 516–526.

Chemical composition and nutritional and biological value of roe are investigated for autumn chum salmon from the Amur River sampled during their run for spawning from the estuary to the area of Khabarovsk city. Color and strength of roe were examined, content of proteins, lipids and minerals was measured, amino acid and fatty acid composition was determined. Caloric capacity and biological value of the samples were usual for this species. Physical properties of the roe (strength, color intensity) practically did not change in dependence on distance from the river mouth. Stable quality of roe in the run of spawning migration in the lower Amur is concluded.

Key words: roe, chum salmon, biological value, nutritional value, roe strength, reological properties, color intensity.

* Чепкасова Анна Ивановна, кандидат технических наук, ведущий специалист, e-mail: anna.chepkasova@tinro-center.ru; Слуцкая Татьяна Ноевна, доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник, e-mail: tatyana.slutskaia@tinro-center.ru; Барабанщиков Евгений Иванович, кандидат биологических наук, заведующий лабораторией, e-mail: evgeniy.barabanshchikov@tinro-center.ru.

Chepkasova Anna I., Ph.D., leading specialist, Pacific branch of VNIRO (TINRO), 4, Shevchenko Alley, Vladivostok, 690091, Russia, e-mail: anna.chepkasova@tinro-center.ru; Slutskaia Tatiana N., D.Tech., professor, principal researcher, Pacific branch of VNIRO (TINRO), 4, Shevchenko Alley, Vladivostok, 690091, Russia, e-mail: tatyana.slutskaia@tinro-center.ru; Barabanshchikov Evgeniy I., Ph.D., head of laboratory, Pacific branch of VNIRO (TINRO), 4, Shevchenko Alley, Vladivostok, 690091, Russia, e-mail: evgeniy.barabanshchikov@tinro-center.ru.

Введение

Нижний Амур является одним из крупнейших промысловых районов кеты на Дальнем Востоке России. Главной особенностью амурской осенней кеты является длина пути, который рыба проходит в пресной воде вверх по течению реки к нерестилищам, — расстояние от лимана до г. Хабаровск составляет около 1000 км [Золотухин, 2019]. Тогда как в других районах промысла — на Курильских островах, о. Сахалин и Камчатке — время пребывания лосося в пресной воде более ограничено: добыча идет в основном в непосредственной близости от берега или на расстоянии, как правило, не превышающем 30–50 км.

Для производства продукции из икры в основном вылавливают рыбу с ястыками, находящимися на III–IV стадии зрелости, когда икринки имеют достаточно плотную оболочку и слабо связаны с соединительной тканью ястыка, что позволяет легко отделять их при пробивке [Зайцев и др., 1965]. Наибольшие различия, наблюдающиеся в содержании белка и липидов, зависят от сезона вылова рыбы, а также от стадии зрелости ястыков [Лазаревский, 1931; Макарова, 1952; Кизеветтер, 1971]. По известным данным в икре амурской кеты содержание воды может меняться от 50,4 до 56,3 %, липидов — от 11,8 до 19,7, белка — от 27,4 до 40,0, минеральных веществ — до 1,7 % [Рубцова, Копыленко, 2009]. Доля триглицеридов в икре лососевых существенно выше, чем в икре других видов рыб, соотношение различных классов липидов зависит не только от вида, но и от стадии зрелости ястыков [Сидоров, 1983; Гершанович и др., 1991]. В составе триглицеридов икры промысловых тихоокеанских лососей содержится 16–21 % насыщенных и 79–84 % ненасыщенных жирных кислот. Из числа насыщенных преобладающими являются пальмитиновая — до 16,0 %, миристиновая — 1,84–4,80 % и стеариновая (18:0) — до 1,9–3,5 % кислоты; из числа ненасыщенных — олеиновая — 23,0–37,0 %, пальмитолеиновая — 3,5–6,9 % [Кизеветтер, 1971]. Доля полиненасыщенных жирных кислот в икре диких лососевых рыб составляет от 12,9 до 17,5 % для эйкозапентаеновой (20:5) и от 17,3 до 25,2 % для докозагексаеновой (22:6) кислот [Акулин, Первунинская, 1974]. Высокий уровень в липидах икры полиненасыщенных жирных кислот и низкий уровень докозеновой кислоты (22:1) — менее 0,5 % — позволяют считать икру одним из профилактических средств сердечно-сосудистых заболеваний [Stansby, 1969; Левачев, 1980; Ota et al., 1990].

Несмотря на значительный объем данных по икре лососевых, влияние столь длительного нахождения рыбы в пресной воде (1000 км) на различные физико-химические характеристики, фракционный состав липидов икры, а также прочностные и цветовые характеристики икры лососевых и кеты в частности практически не исследован [Craig, Powrie, 1988; Bledsoe et al., 2003; Bekhit et al., 2009a, b].

Важными показателями любого пищевого продукта являются его биологическая и энергетическая (пищевая) ценность. Первая определяется на основании данных по аминокислотному составу белка, содержащегося в продукте [http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/38133/1/9251030979_eng.pdf], вторая — по калорийности имеющихся в нем белков, липидов и углеводов [Клейменов, 1971]. Такие показатели определялись для большого количества продуктов, изготовленных из рыбного сырья, биологическая ценность в пределах 70–90 % считается достаточно высокой. Анализ литературы показывает, что исследования по изменению биологической и пищевой ценности икры осенней амурской кеты во время ее миграции в пресной воде от устья до района г. Хабаровск отсутствуют [Кизеветтер, 1971; Рубцова, Копыленко, 2009].

Таким образом, цель работы — исследование физико-химического состава, оценка качественных показателей, реологических и колориметрических свойств икры амурской кеты во время ее миграции в пресной воде от устья реки до г. Хабаровск для прогнозирования возможности получения из нее пищевой продукции.

Материалы и методы

Заготовка образцов икры проводилась в осенний сезон с 9 по 30 сентября 2017 г. После определения длины и массы рыбы изымали образцы икры, маркировали, присваивая каждому образцу номер особи и числовой индекс места вылова, соответствующий указанному на рис. 1. Образцы вместе с маркировочными бирками помещали в герметичные полиэтиленовые пакеты с зип-замком и замораживали в скороморозильной камере при температуре минус 20 °С. В дальнейшем материал хранили при температуре минус 18 °С до его доставки в ТИНРО и вплоть до момента обработки — при той же температуре. Образцы из двух районов (с. Николаевское и Амурская протока) уже по окончании промышленного лова были собраны сотрудниками Хабаровского филиала ВНИРО вместе с рыбой и в замороженном виде доставлены во Владивосток.

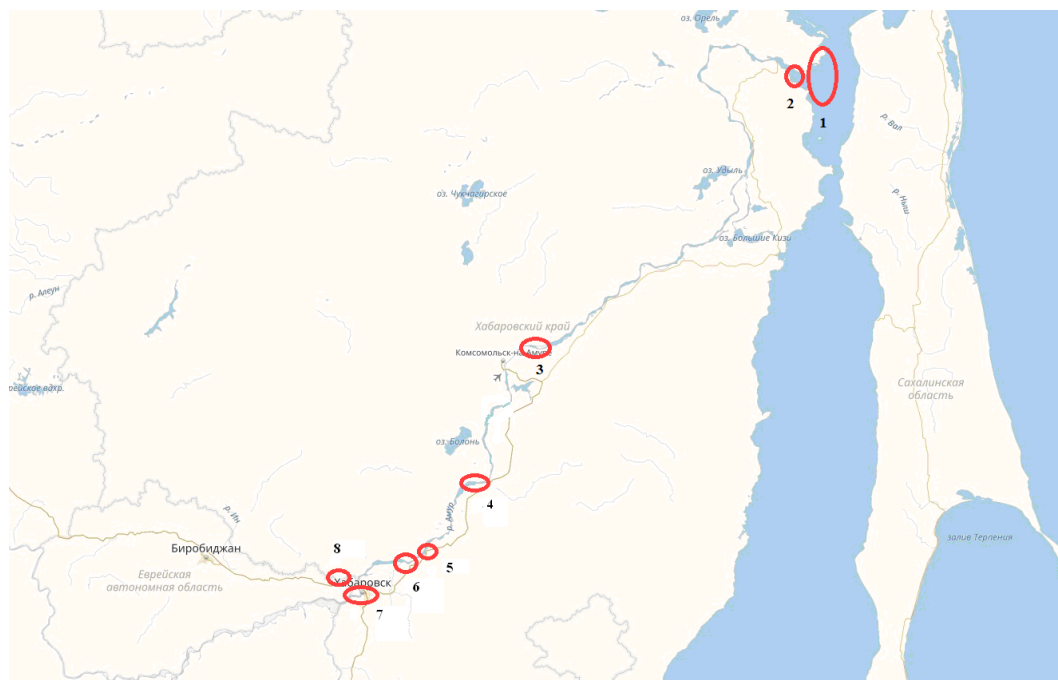


Рис. 1. Район отбора образцов на р. Амур: 1 — северо-западная часть Амурского лимана; 2 — нижняя часть р. Амур в районе г. Николаевск-на-Амуре; 3 — с. Верхнетамбовское; 4 — с. Троицкое; 5 — Сарапупльская протока; 6 — с. Сикачи-Алян; 7 — р. Тунгуска в районе с. Николаевка; 8 — Амурская протока

Fig. 1. Scheme of sampling in the Amur River: 1 — northwestern Amur Liman; 2 — lower Amur at Nikolaevsk-on-Amur; 3 — lower Amur at Verkhnetambovskoye; 4 — lower Amur at Troitskoye; 5 — Sarapul'skaya channel of the Amur; 6 — lower Amur at Sikachi-Alyan; 7 — Tunguska River at Nikolaevka; 8 — Amurskaya channel of the Amur

Определение общего химического состава икры проводили по ГОСТ 7636-85 «Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные, водоросли и продукты их переработки. Методы анализа».

Определение количества липидов производили гравиметрическим способом, состава жирных кислот (после метилирования и очистки) — на газожидкостном хроматографе фирмы Shimadzu (Япония) с капиллярной колонкой SBP-2 длиной 25 м, внутренним диаметром 0,25 мм, с фазой средней полярности Carbowax-20. Газ-носитель — гелий. Количественный обсчет полученной хроматограммы и расчет индекса удерживания проводили на базе обработки данных Chromatorac C-R4AX, идентификацию жирных кислот — с помощью идентификационных таблиц индексов удерживания для фазы Carbowax-20.

Определение общего количества белка осуществляли по методу Кьельдаля по азоту после сжигания пробы в серной кислоте на приборе «Kjeltec 2300» (Foss, Швеция).

Определение аминокислотного состава проводили после обезжиривания образца и гидролиза в концентрированной соляной кислоте на аминокислотном анализаторе L-8800 («Hitachi», Япония) [Практикум по биохимии, 1989].

При расчете энергетической (пищевой) ценности образцов в килокалориях на грамм использовали следующие коэффициенты: белки — 4,10, жиры — 9,29 ккал/г. Процентное содержание белков и липидов для каждой пробы умножали на указанные коэффициенты и суммировали [СанПин 2.3.2.1078-01].

Для оценки биологической ценности аминокислотный состав каждого образца сравнивали с аминокислотным составом так называемого «идеального белка» (ФАО/ВОЗ), где в расчет принимаются только незаменимые аминокислоты [Касьянов и др., 1998]. Формула эталонного белка утверждена в 2011 г. [<http://www.fao.org/3/a-i3124e.pdf>]. Биологическую ценность белка определяли по методике уточненного расчета биологической ценности пищевых продуктов и рационов путем определения их аминокислотного числа с поправкой на усвояемость белка, предложенной в 1989 г. на Консультативном собрании экспертов ФАО/ВОЗ [http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/38133/1/9251030979_eng.pdf] с дополнениями 2002 г. [http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/43411/1/WHO_TRS_935_eng.pdf].

Разрушающее усилие (P), напряжение при деформации (прочность θ) [Малкин, Исаев, 2007] определяли на приборе Fudon Rheo Meter RT 2002 D (Rheotech Co., Ltd, Япония). Для определения прочности икры в качестве индентора использовали плунжеры в форме круга диаметром 10 и 50 мм, фиксировали усилие в паскалях, достаточное для раздавливания 1 или 10 икринок, помещенных в один слой на плоской поверхности.

Цветовые характеристики икры оценивали на колориметре «Chroma Meter CR-410» Konica-Minolta (Япония) в каждом образце по трем параметрам: 1 — общая интенсивность окраски, 2 — уровень красного цвета относительно зеленого и 3 — уровень желтого цвета относительно голубого.

Статистическая обработка результатов включала определение средних значений величин (\bar{x}), включая стандартную ошибку среднего значения (σ). Достоверность различий между средними величинами оценивали с помощью доверительного интервала, определения проводились с достоверностью не ниже 95 % ($P = 0,95$) [Урбах, 1963]. Вычисления выполняли с использованием статистического пакета программ Microsoft Office Excel 2007.

Результаты и их обсуждение

Исследования показали, что при последовательном изучении образцов из разных районов их отбора химический состав икры относительно стабилен: содержание липидов находится в пределах 13,8–15,8 %, белка — 27,6–30,2, количество минеральных веществ — от 1,8 до 2,0 % (табл. 1). Коэффициент обводнения, определенный как отношение количества воды к количеству белка и косвенно характеризующий качество пищевого продукта, находится в пределах нормы и не превышает 2,0 [Кизеветтер, 1973; Bledsoe et al., 2003].

Пищевая ценность (табл. 2) находится в пределах 233–249 ккал/100 г, и, судя по результатам, этот показатель существенно не изменяется в границах исследованных географических точек.

Отмечено, что показатели пищевой ценности икры амурской кеты в целом достаточно высокие: сравнение максимальной величины (248 ккал/100 г) с определенной почти 50 лет назад (255 ккал/100 г) [Клейменов, 1971] показало, что полученные результаты различаются незначительно. Кроме того, пищевая ценность икры амурской кеты вполне сравнима и даже несколько выше этого показателя для

Таблица 1

Химический состав икры амурской осенней кеты, %

Table 1

Chemical composition for roe of autumn chum salmon from the Amur River, %

Район	Место отбора, расстояние от лимана, км	Вода	Липиды	Белок	Минеральные вещества	Коэффициент обводнения белка
1	Мыс Пронге, морская граница лимана, 0 км	52,8 ± 1,2	14,1 ± 0,9	30,20 ± 1,20	1,89 ± 0,09	1,80 ± 0,10
2	Северный берег р. Амур, напротив с. Чныррах, 35 км	52,8 ± 0,4	13,8 ± 0,8	28,30 ± 0,23	1,80 ± 0,03	1,87 ± 0,02
3	С. Верхнетамбовское, 550 км	53,7 ± 0,8	14,4 ± 0,5	27,60 ± 0,20	1,80 ± 0,02	1,95 ± 0,03
4	С. Троицкое, 730 км	54,4 ± 0,2	15,8 ± 0,3	27,90 ± 0,30	1,87 ± 0,01	1,95 ± 0,02
5 и 6	Протока Сарапупльская, 840 км и с. Сикачи-Алян, 870 км	56,2 ± 2,2	14,6 ± 1,3	27,90 ± 0,30	1,82 ± 0,06	2,02 ± 0,10
7	С. Николаевка, нижнее течение р. Тунгуска, приток р. Амур, р-н г. Хабаровск, 930 км	54,2 ± 0,9	14,6 ± 1,0	29,30 ± 0,50	1,88 ± 0,02	1,85 ± 0,01
8	Протока Амурская, нижнее течение р. Уссури, 970 км	54,9 ± 2,0	13,9 ± 0,3	28,70 ± 0,20	1,82 ± 0,01	1,90 ± 0,06

Примечание. Среднее значение ± стандартное отклонение.

Таблица 2

Пищевая и биологическая ценность икры осенней кеты, выловленной в разных районах бассейна р. Амур от устья до района г. Хабаровск

Table 2

Nutritional and biological value for roe of autumn chum salmon, by sites of sampling from the Amur River basin to the area of Khabarovsk

Район	Место отбора образцов, расстояние от лимана, км	Биологическая ценность, %	Пищевая ценность, ккал/100 г
1	Мыс Пронге, морская граница лимана, 0	94	247,4 ± 13,0
2	Северный берег р. Амур, напротив с. Чныррах, 35	94	237,4 ± 12,7
3	С. Верхнетамбовское, 550	94	239,8 ± 8,0
4	С. Троицкое, 730	94	254,0 ± 4,9
5 и 6	Протока Сарапупльская, 840, с. Сикачи-Алян, 870	94	248,1 ± 5,8
7	С. Николаевка, нижнее течение р. Тунгуска, приток р. Амур в р-не г. Хабаровск, 930	94	248,7 ± 6,6
8	Протока Амурская, нижнее течение р. Уссури, 970	94	239,6 ± 1,5

Примечание. Среднее значение ± стандартное отклонение.

икры осетровых. Так, известно, что пищевая ценность икры осетровых находится в пределах 206–230 ккал/100 г [Слуцкая и др., 2012].

Биологическая ценность (табл. 2) рассчитана на основании исследования аминокислотного состава по методике ФАО/ВОЗ. Биологическая ценность икры, выраженная через аминокислотный коэффициент усвояемости белков (PDCAAS), составляет 94 %, что является максимальным значением для рыбы [http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/38133/1/9251030979_eng.pdf]. Полученные данные свидетельствуют о том, что этот показатель для икры осенней амурской кеты находится на максимальном уровне при продвижении рыбы от устья р. Амур вверх по течению на всем исследованном участке.

При оценке биологической ценности икры учитывали не только аминокислотные состав и скор, но и состав жирных кислот липидов. В табл. 3 приведены сведения о суммарном содержании насыщенных, мононенасыщенных и полиненасыщенных жирных кислот. Исследования были проведены выборочно в районах 3 (с. Верхнетамбовское, 550 км), 4 (с. Троицкое, 730 км), 6 (с. Сикачи-Алян, 870 км).

Таблица 3

Состав жирных кислот в липидах икры амурской осенней кеты

Table 3

Composition of fatty acids in lipids for roe of autumn chum salmon of the Amur river

Сумма жирных кислот	Содержание, % от общего содержания жирных кислот		
	3	4	6
Насыщенные	22,0 ± 1,1	20,0 ± 1,6	21,0 ± 1,2
Мононенасыщенные	37,5 ± 0,5	42,4 ± 1,1	36,5 ± 0,8
Полиненасыщенные	39,8 ± 1,5	36,9 ± 2,3	41,2 ± 1,2
Эйкозопентаеновая и докозогексаеновая	27,9 ± 1,5	27,1 ± 2,1	29,2 ± 1,3

Как видно из данных табл. 3, содержание каждого класса жирных кислот от с. Верхнетамбовского до с. Сикачи-Алян варьируется незначительно, при этом отмечается высокое содержание важных для питания человека полиненасыщенных жирных кислот, в особенности эйкозопентаеновой и докозогексаеновой [Bekhit et al., 2009a], которые являются незаменимыми компонентами рациона питания и оказывают противовоспалительное действие, регулируют выработку желудочного сока и нормализуют уровень желчи, уменьшают риск возникновения раковых заболеваний и повышают общий иммунитет организма [Людилина, Бойко, 2013].

Было установлено, что икринки имеют плотную оболочку, слабо связаны с тканью ястыка и легко от нее освобождаются. Одним из наиболее важных показателей при оценке качества икры является прочность икринки [Craig et al., 1988]. Поэтому нами определены такие показатели, как разрушающее усилие и собственно прочность единичных икринок и суммы из 10 икринок (рис. 2).

На рис. 2 видно, что прочность оболочки икринок несколько уменьшается при продвижении рыбы от устья к верховью р. Амур, причем наименьшей прочностью характеризуются икринки кеты, выловленной в районе г. Хабаровск.

При исследовании прочности отдельно каждой икринки данный факт отмечается лишь как тенденция, а при исследовании физических показателей десяти икринок разрушающее усилие, необходимое для раздавливания икры, и прочность икринок уменьшаются в два раза. В научной литературе данные по прочности икры лососей практически отсутствуют, имеются сведения [Копыленко и др., 2004], согласно которым икра, характеризующаяся прочностью одной икринки от 5 до 9 мПа, является качественной. Также известно, что разрушающее усилие для икры фермерской кеты находится в пределах от 0,47 до 1,22 Н [Craig et al., 1988]. Исходя из этого, можно считать, что физические показатели икры во всех исследованных местах отбора проб находятся в пределах значений для икры, пригодной для изготовления пищевой продукции.

Известно, что цвет зрелой икры кеты определяется присутствием в ней ксантофилла — кислородосодержащего пигмента класса каротиноидов — астаксантина, придающего икре кеты красную окраску, при этом продуктом частичного разрушения астаксантина является желтый пигмент. Каротиноиды создают устойчивость к неблагоприятным эндо- и экзогенным факторам, а также обеспечивают более высокий процент оплодотворения икры на нерестилищах. Содержание астаксантина в икре кеты составляет 1,60–1,76 мг% [Яржомбек, 1970; Bekhit et al., 2009b].

Данных по изменению цвета икры кеты при длительном прохождении ее к месту нереста для сравнения в известной нам литературе не найдено. Наиболее важным показателем остается уровень красного цвета, связанного с основным пиг-

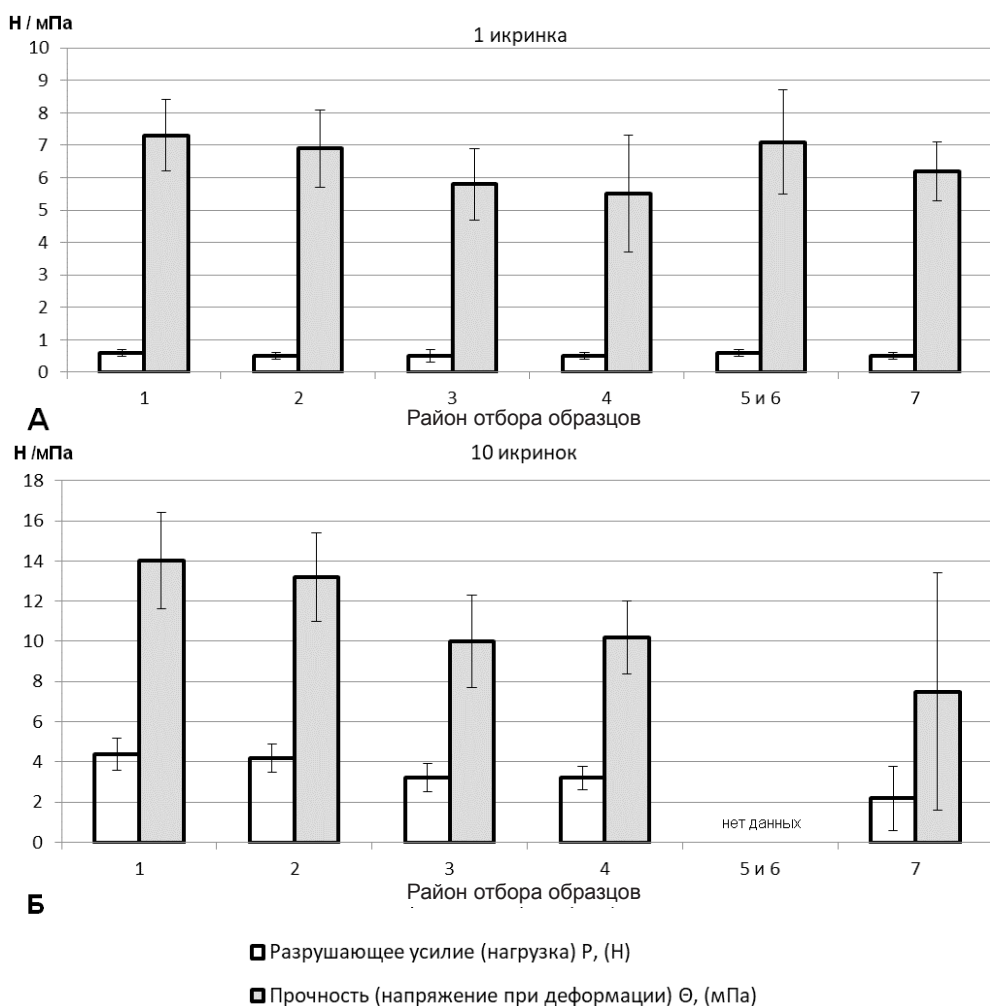


Рис. 2. Разрушающее усилие и напряжение при деформации (прочность) икры: **А** — 1 икринка; **Б** — 10 икринок. 1 — северо-западная часть Амурского лимана; 2 — нижняя часть р. Амур в районе г. Николаевск-на-Амуре; 3 — с. Верхнетамбовское; 4 — с. Троицкое; 5 — Сарапильская протока; 6 — с. Сикачи-Алян; 7 — р. Тунгуска в районе с. Николаевка

Fig. 2. Breaking force and deformation stress (strength) of roe: **А** — 1 egg; **Б** — 10 eggs. 1 — northwestern Amur Liman; 2 — lower Amur at Nikolaevsk-on-Amur; 3 — lower Amur at Verkhnetambovskoye; 4 — lower Amur at Troitskoye; 5 — Sarapulskaya channel of the Amur; 6 — lower Amur at Sikachi-Alyan; 7 — Tunguska River at Nikolaevka

ментом икры — астаксантином, который колеблется от 4,3 до 6,9 относительных оптических единиц (рис. 3). При этом связь численных значений этого показателя и расстояния, пройденного рыбой от устья р. Амур до района г. Хабаровск, не установлена.

Уровень желтого цвета находится в пределах 2,5–4,8 относительных оптических единиц, и по этому показателю проследить зависимость интенсивности окраски от удаленности отбора образцов от устья р. Амур также не удалось. Это свидетельствует о том, что уровень пигментов, определяющих окраску икры, остается стабильным в условиях столь длительного нахождения рыбы в пресной воде и дает возможность предположить, что цветовые характеристики икры в данный период зависят больше от индивидуальных особенностей каждой конкретной особи или популяции каждой отдельной реки бассейна Амура, чем от места изъятия образцов.

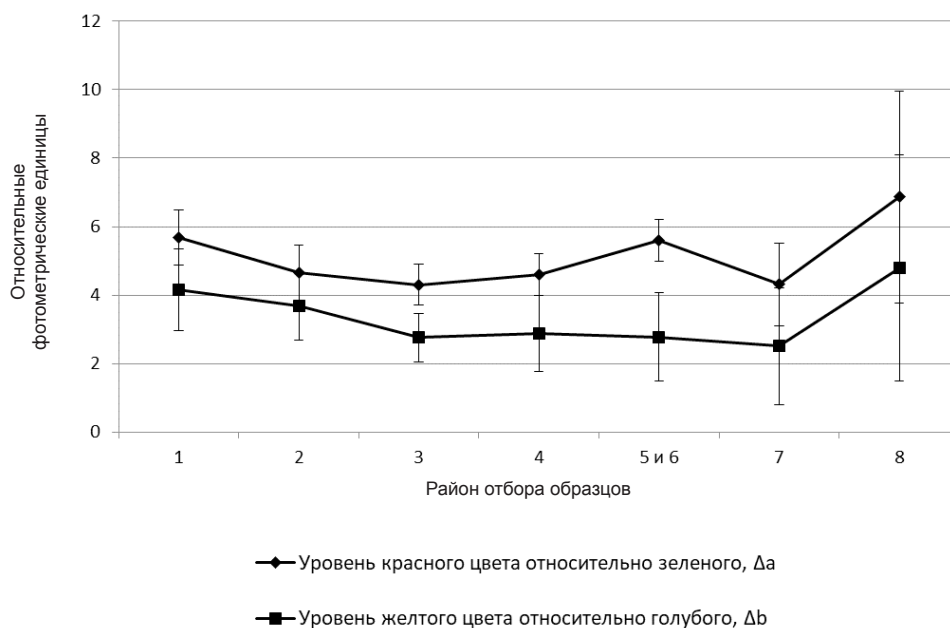


Рис. 3. Цветовые характеристики икры осенней амурской кеты: 1 — северо-западная часть Амурского лимана; 2 — нижняя часть р. Амур в районе г. Николаевск-на-Амуре; 3 — с. Верхнетамбовское; 4 — с. Троицкое; 5 — Сарапультская протока; 6 — с. Сикачи-Алян; 7 — р. Тунгуска в районе с. Николаевка; 8 — Амурская протока

Fig. 3. Color indicators for roe of autumn chum salmon from the Amur River: 1 — northwestern Amur Liman; 2 — lower Amur at Nikolaevsk-on-Amur; 3 — lower Amur at Verkhnetambovskoye; 4 — lower Amur at Troitskoye; 5 — Sarapulskaya channel of the Amur; 6 — lower Amur at Sikachi-Alyan; 7 — Tunguska River at Nikolaevka; 8 — Amurskaya channel of the Amur

Выводы

Таким образом, исследование икры амурской осенней кеты, выловленной в бассейне р. Амур на протяжении от устья до впадения в нее р. Уссури (970 км от устья) в осенний сезон 2017 г., показало, что химический состав, а также энергетическая ценность не зависят от места ее изъятия.

Биологическая ценность и физические показатели (прочность, интенсивность окрашивания) практически не менялись в зависимости от расстояния от устья р. Амур до района г. Хабаровск.

Совокупность полученных данных свидетельствует о стабильном качестве икры на всех участках отбора образцов, а также показывает возможность использования ее в качестве сырья для получения стандартной пищевой продукции.

Благодарности

Авторы выражают глубокую признательность к.т.н. Н.Б. Аюшину за работы по сбору материала на р. Амур, участие в исследованиях.

Финансирование работы

Исследование проведено по договору № 137-17 от 04.09.2017 г. с Ассоциацией рыбохозяйственных предприятий амурского бассейна (АРПА).

Соблюдение этических стандартов

Все применимые международные, национальные и/или институциональные принципы ухода и использования животных были соблюдены.

Библиографические ссылки на все использованные в работе данные других авторов оформлены в соответствии с правилами данного издания.

Информация о вкладе авторов

Планирование исследования, анализ данных, написание и редактирование текста — Т.Н. Слуцкая; сбор и обработка биологического материала — Е.И. Барабанщиков; проведение исследований, анализ данных, статистическая обработка, написание текста статьи — А.И. Чепкасова.

Список литературы

Акулин В.Н., Первунинская Т.А. Жирнокислотный состав липидов некоторых видов тихоокеанских рыб // Исследования по технологии рыбных продуктов. — Владивосток : ТИНРО, 1974. — Вып. 5. — С. 39–42.

Гершанович А.Д., Лапин В.И., Шатуновский М.И. Особенности обмена липидов у рыб // Успехи современной биологии. — 1991. — Т. 111, вып. 2. — С. 207–229.

Зайцев В.П., Кизеветтер И.В., Лагунов Л.Л. и др. Технология рыбных продуктов : моногр. — М. : Пищ. пром-сть, 1965. — 752 с.

Золотухин С.Ф. Внутривидовые группировки кеты *Oncorhynchus keta* (Salmonidae) реки Амур и их распределение по бассейну // Изв. ТИНРО. — 2019. — Т. 197. — С. 21–34. DOI: 10.26428/1606-9919-2019-197-21-34.

Касьянов Г.И., Артемьев Б.В., Козмава А.В. Оценка аминокислотной сбалансированности продуктов питания // Изв. вузов. Пищ. технология. — 1998. — № 5–6(246–247). — С. 39–42.

Кизеветтер И.В. Биохимия сырья водного происхождения : моногр. — М. : Пищ. пром-сть, 1973. — 424 с.

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

Клейменов И.Я. Пищевая ценность рыбы : моногр. — М. : Пищ. пром-сть, 1971. — 151 с.

Копыленко Л.Р., Рубцова Т.Е., Курлапова Л.Д. Разработка и обоснование технологии пастеризованной икры лососевых рыб // Тр. ВНИРО. — 2004. — Т. 143. — С. 149–164.

Лазаревский А.А. Икра красной рыбы / под ред. проф. Г.Ф. Друккера. — М. : Мособлполиграф, 1931. — 56 с.

Левачев М.М. Оценка влияния качественных особенностей пищевых жиров на организм, как основа для рекомендаций в практике питания // Вопр. питания. — 1980. — № 5. — С. 50–56.

Люднина А.Ю., Бойко Е.Р. Функциональная роль мононенасыщенных жирных кислот в организме человека // Успехи физиологических наук. — 2013. — Т. 44, № 4. — С. 51–64.

Макарова Т.И. Как приготовить икру осетровых рыб. — М. : Пищепромиздат, 1952. — 52 с.

Малкин А.Я., Исаев А.И. Реология: концепции, методы, приложения : моногр. : пер. с англ. — СПб. : Профессия, 2007. — 560 с.

Практикум по биохимии. Учебное пособие. 2-е изд., перераб. и доп. / под. ред. С.Е. Северина, Г.А. Соловьевой. — М. : МГУ, 1989. — 509 с.

Рубцова Т.Е., Копыленко Л.Р. Пищевая ценность икры лососевых рыб // Рыбпром: технологии и оборудование для переработки водных биоресурсов. — 2009. — № 1. — С. 8–11.

Сидоров В.С. Экологическая биохимия рыб: липиды : моногр. — Л. : Наука, 1983. — 240 с.

Слуцкая Т.Н., Тимчишина Г.Н., Калиниченко Т.П. и др. Получение зернистой икры из осетровых искусственного выращивания // Изв. ТИНРО. — 2012. — Т. 169. — С. 286–297.

Урбах В.Ю. Математическая статистика для биологов и медиков : моногр. — М. : АН СССР, 1963. — 323 с.

Яржомбек А.А. Каротиноиды лососевых и их связь с воспроизводством этих рыб // Тр. ВНИРО. — 1970. — Т. 69. — С. 234–267.

Bekhit A.E.A., Morton J.D., Dawson C.O. et al. Impact of maturity on the physicochemical and biochemical properties of chinook salmon roe // Food Chemistry. — 2009a. — Vol. 117, № 2. — P. 318–325. DOI: 10.1016/j.foodchem.2009.04.009.

Bekhit A.E.A., Morton J.D., Dawson C.O., Sedcole R. Optical properties of raw and processed fish roes from six commercial New Zealand species // J. Food Engineering. — 2009b. — Vol. 91, № 2. — P. 363–371. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2008.09.005.

Bledsoe G.E., Bledsoe C.D., Rasco B. Caviars and Fish Roe Products // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. — 2003. — Vol. 43, Iss. 3. — P. 317–356. DOI: 10.1080/10408690390826545.

Craig C.L., Powrie W.D. Rheological Properties of Fresh and Frozen Chum Salmon Eggs With and Without Treatment by Cryoprotectants // *J. Food Sci.* — 1988. — Vol. 53, Iss. 3. — P. 684–687. DOI: 10.1111/j.1365-2621.1988.tb08931.x.

Ota T., Sasaki S., Abe T., Takagi T. Fatty acid compositions of the lipids obtained from commercial Salmon products // *Nippon Suisan Gakkaishi.* — 1990. — Vol. 56, Iss. 2. — P. 323–327. DOI: 10.2331/suisan.56.323.

Stansby M.E. Nutritional properties of fish oils // *World Rev. Nutr. Diet.* — 1969. — Vol. 11. — P. 46–105. DOI: 10.1159/000387575.

References

Akulin, V.N. and Pervuninskaya T.A., Fatty acid composition of lipids of some Pacific species, in *Issledovaniya po tekhnologii rybnikh produktov* (Investigations on the Technology of Fish Products), Vladivostok: TINRO, 1974, no. 5, pp. 39–42.

Gershanovich, A.D., Lapin, V.I., and Shatunovsky, M.I., Features of lipid metabolism in fish, *Uspekhi sovremennoy biologii* (Advances in modern biology), 1991, vol. 111, no. 2, pp. 207–229.

Zaitsev, V.P., Kizevetter, I.V., Lagunov, L.L., Makarova, T.I., Minder, L.P., and Podsevalov, V.N., *Tekhnologiya rybnikh produktov* (Fish products technology), Moscow: Pishchevaya promyshlennost', 1965.

Zolotukhin, S.F., Intra-species groupings of chum salmon *Oncorhynchus keta* (Salmonidae) of the Amur River and their distribution within the basin, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2019, vol. 197, pp. 21–34. doi 10.26428/1606-9919-2019-197-21-34

Kas'yanov, G.I., Artem'yev, B.V., and Kozmava, A.V., Assessment of amino acid balance of food products, *Izv. vuzov. Pishch. tekhnologiya*, 1998, no. 5–6(246–247), pp. 39–42.

Kizevetter, I.V., *Biokhimiya syr'ya vodnogo proiskhozhdeniya* (Biochemistry of raw materials of water origin), Moscow: Pishchevaya promyshlennost', 1973.

Kizevetter, I.V., *Tekhnologicheskaya i khimicheskaya kharakteristika promyslovykh ryb tikhookeanskogo basseina* (Technological and Chemical Characteristics of Commercial Fish from the Pacific Basin), Vladivostok: Dal'izdat, 1971.

Kleymenov, I.Ya., *Pishchevaya tsennost' ryby* (Nutritional value of fish), Moscow: Pishchevaya promyshlennost', 1971.

Kopylenko, L.R., Rubtsova, T.E., and Kurlapova, L.D., Development and substantiation of the technology of pasteurized caviar of salmon fishes, *Tr. Vses. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2004, vol. 143, pp. 149–164.

Lazarevskiy, A.A., *Ikra krasnoy ryby* (Red fish caviar), Drucker G.F., ed., Moscow: Mosoblpoligraf, 1931.

Levachev, M.M., Assessment of the influence of the qualitative characteristics of dietary fats on the body, as a basis for recommendations in the practice of nutrition, *Vopr. pitaniya*, 1980, no. 5, pp. 50–56.

Lyudinina, A.Yu. and Bojko, E.R., Functional role of monounsaturated fatty acids in the human, *Uspekhi fiziologicheskikh nauk*, 2013, vol. 44, no. 4, pp. 51–64.

Makarova, T.I., *Kak prigotovit' ikru osetrovyykh ryb* (How to cook sturgeon caviar), Moscow: Pishchepromizdat, 1952.

Malkin, A.Ya. and Isaev, A.I., *Reologiya: kontseptsii, metody, prilozheniya* (Rheology: conceptions, methods, applications), St. Petersburg: Professiya, 2007.

Praktikum po biokhimii (Workshop on biochemistry), Severin, S.E., Solovyov, G.A., ed., Moscow: Moscow State University, 1989.

Rubtsova, T.E. and Kopylenko, L.R., Nutritional value of salmon cavia, *Rybprom: tekhnologii i oborudovaniye dlya pererabotki vodnykh bioresursov*, 2009, no. 1, pp. 8–11.

Sidorov, V.S., *Ekologicheskaya biokhimiya ryb: lipidy* (Ecological Biochemistry of Fish: Lipids), Leningrad: Nauka, 1983.

Slutskaya, T.N., Timchishina, G.N., Kalinichenko, T.P., Pavel, K.G., and Yakush, E.V., Technology for handling caviar from sturgeons of artificial cultivation, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2012, vol. 169, pp. 286–297.

Urbakh, V.M., *Matematicheskaya statistika dlya biologov i medikov* (Mathematical statistics for biologists and physicians), Moscow: Akad. Nauk SSSR, 1963.

Yarzhombek, A.A., Salmon carotenoids and their relationship with the reproduction of these fish, *Tr. Vses. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 1970, vol. 69, pp. 234–267.

Bekhit, A.E.A., Morton, J.D., Dawson, C.O., Zhao, J.H., and Lee, H.Y.Y., Impact of maturity on the physicochemical and biochemical properties of chinook salmon roe, *Food Chemistry*, 2009a, vol. 117, no. 2, pp. 318–325. doi 10.1016/j.foodchem.2009.04.009

Bekhit, A.E.A., Morton, J.D., Dawson, C.O., and Sedcole, R., Optical properties of raw and processed fish roes from six commercial New Zealand species, *J. Food Engineering*, 2009b, vol. 91, no. 2, pp. 363–371. doi 10.1016/j.jfoodeng.2008.09.005

Bledsoe, G.E., Bledsoe, C.D., and Rasco, B., Caviars and Fish Roe Products, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 2003, vol. 43, no. 3, pp. 317–356. doi 10.1080/10408690390826545

Craig, C.L. and Powrie, W.D., Rheological Properties of Fresh and Frozen Chum Salmon Eggs With and Without Treatment by Cryoprotectants, *J. Food Sci.*, 1988, vol. 53, no. 3, pp. 684–687. doi 10.1111/j.1365-2621.1988.tb08931.x

Ota, T., Sasaki, S., Abe, T., and Takagi, T., Fatty acid compositions of the lipids obtained from commercial Salmon products, *Nippon Suisan Gakkaishi*, 1990, vol. 56, no. 2, pp. 323–327. doi 10.2331/suisan.56.323

Stansby, M.E., Nutritionul properties of fish oil, *World Rev. Nutr. Diet.*, 1969, vol. 11, pp. 46–105. doi 10.1159/000387575

Protein quality evaluation, Report of the Joint FAO/WHO Expert Consultation, Rome: FAO, 1991, http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/38133/1/9251030979_eng.pdf.

Dietary protein quality evaluation in human nutrition, Report of an FAO Expert Consultation, Rome: FAO, 2013, <http://www.fao.org/3/a-i3124e.pdf>.

Protein and amino acid requirements in human nutrition, Report of a Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation (WHO technical report series; no. 935), Geneva: WHO, 2007, http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/43411/1/WHO_TRS_935_eng.pdf.

Поступила в редакцию 19.04.2021 г.

После доработки 7.05.2021 г.

Принята к публикации 21.05.2021 г.