

## Европейская корюшка *Osmerus eperlanus* (Linnaeus, 1758) на острове Колгуев (Баренцево море) и причины, ограничивающие распространение этого вида в Арктике

В. С. АРТАМОНОВА<sup>1</sup>, А. А. МАХРОВ<sup>1, 2</sup>, И. Ю. ПОПОВ<sup>2</sup>, В. М. СПИЦЫН<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ФГБУН Институт проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова РАН  
119071, Москва, Ленинский просп., 33  
E-mail: valar99@mail.ru

<sup>2</sup>Санкт-Петербургский государственный университет  
199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., 7/9

<sup>3</sup>ФГБУН Федеральный исследовательский центр комплексного  
изучения Арктики им. академика Н. П. Лаврова РАН  
163000, Архангельск, набережная Северной Двины, 23

Статья поступила 01.10.2019

После доработки 07.10.2019

Принята к печати 10.10.2019

### АННОТАЦИЯ

Взаимоотношения европейской и азиатской корюшек в зоне перекрытия их ареалов на северо-востоке Европы практически не изучены. В работе описана идентификация европейской корюшки, найденной на берегу оз. Кривое (о-в Колгуев), возле уреза воды наряду с другими рыбами, погибшими по неизвестной причине. Для определения видовой принадлежности рыбы выполнено секвенирование частичной последовательности митохондриального гена *COI* (*Barcoding*). Приведены доказательства невозможности переноса европейской корюшки на о-в Колгуев из других местообитаний птицей или человеком. Показано, что геологические и биогеографические данные свидетельствуют в пользу вселения европейской корюшки на о-в Колгуев естественным путем: в ходе своей истории этот остров соединялся с материком, и его водоемы были частью обширной пресноводной системы, куда входили также водоемы современного бассейна р. Печоры. Описанный в работе факт позволяет сделать вывод о том, что ограничение распространения европейской корюшки в Арктике связано с историческими факторами и, видимо, с конкурентными взаимоотношениями европейской и азиатской корюшек.

**Ключевые слова:** Арктика, экология, зоогеография, баркодинг, рефугиум, рыбы.

Зоны перекрытия ареалов родственных видов представляют значительный интерес не только для зоогеографов, но и для экологов. В частности, в таких зонах часто наблюдается межвидовая конкуренция. Например,

после генетической идентификации популяций атлантического лосося и кумжи на севере Европы стало ясно, что конкуренция этих видов ведет к их расхождению по разным местообитаниям [Махров, 1999].

На обширной территории Северо-Восточной Европы от Кольского полуострова до Уральских гор наряду с типичными европейскими видами обитает значительное число видов-вселенцев из Азии, которые происходят из Сибири и даже с Дальнего Востока. Это обстоятельство известно давно [Seebohm, 1880] и полностью подтверждается современными исследованиями наземной фауны [Макарова и др., 2019], фауны водных моллюсков и рыб [Богданов, Мельниченко, 2010; Vespalya et al., 2015; Skurikhina et al., 2018; Новоселов и др., 2019; Скурихина и др., 2019; обзоры: Махров, Болотов, 2006; Махров, Лайус, 2018].

На северо-востоке Европы многие виды рыб азиатского происхождения встречаются в тех же водных системах, что и родственные им европейские, причем иногда азиатские и европейские виды гибридизируют друг с другом; границы их ареалов размыты, а порой и вовсе не известны. Генетические методы позволили раскрыть пути расселения и закономерности взаимодействия европейских и азиатских ряпушек *Coregonus* [Borovikova et al., 2013], сельдей *Clupea* [Семенова и др., 2009; Laakkonen et al., 2015; Стрелков и др., 2016] и хариусов *Thymallus* [Шубин, Захаров, 1984; Koskinen et al., 2000], однако эта проблема остается актуальной для корюшек *Osmerus*.

Несмотря на то что генетически европейская и азиатская корюшки хорошо дифференцированы [Ковпак и др., 2011], они плохо различаются по морфологическим признакам [Сидоров, Решетников, 2014]. И хотя молекулярно-генетические исследования корюшек все еще фрагментарны, тщательное изучение морфологии позволяет говорить о том, что в озерах бассейна Белого моря и в р. Печоре обитает европейская корюшка *O. eperlanus* [Кудерский, 1977]. В то же время молекулярно-генетические исследования позволили установить, что в акваториях Белого и Баренцева морей нагуливается азиатская корюшка *O. mordax* [Сендек и др., 2005; Skurikhina et al., 2018; Семенова и др., 2019], что подтвердило вывод, сделанный ранее на основании изучения морфологических признаков [Кирпичников, 1935].

Проходная корюшка, нерестящаяся в водах о-ва Колгуев, по морфологическим признакам относится к *Osmerus mordax* [Есипов,

1935; Доровских, 2011], а сообщения о жилой корюшке в озерах этого острова до настоящего времени в литературе отсутствовали. Генотипирование корюшек из водоемов о-ва Колгуев ранее не проводили. Задачей настоящей работы было определение видовой принадлежности корюшки из оз. Кривое на о-ве Колгуев с помощью баркодинга (изучения частичной последовательности митохондриального гена *COI*), поскольку этот метод позволяет надежно различить два вида близкородственных рыб рода *Osmerus*.

#### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Озеро Кривое находится в южной части о-ва Колгуев, расположенного в восточной части Баренцева моря. Остров является территорией Российской Федерации. Географические координаты озера – 69°00'26" с. ш., 48°46'08" в. д., площадь около 2,1 км<sup>2</sup>. По сообщениям местных рыбаков средняя глубина озера 1–2 м, максимальная – 6 м. Из озера вытекает р. Кривая длиной 51 км, впадающая в Баренцево море. К сожалению, в литературе по географии о-ва Колгуев [Tolmatchew, 1927; Перфильев, 1928] нет более подробных сведений.

Нами изучена особь корюшки, найденная мертвой 9 августа 2018 г. на берегу оз. Кривое возле уреза воды наряду с другими рыбами, погибшими по неизвестной причине. Данный экземпляр корюшки к моменту находки полностью высох и был непригоден для морфологического анализа. Определение частичной последовательности митохондриального гена *COI*, кодирующего субъединицу I цитохромоксидазного комплекса (комплекс IV), выполнено, как описано в работе [Артамонова и др., 2018]. Для определения видовой принадлежности изученной рыбы выполнен поиск последовательностей, гомологичных полученной нами, в Международной базе данных GenBank (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/>), для чего использовали встроенную программу BLAST (<https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>).

#### РЕЗУЛЬТАТЫ

Частичная последовательность митохондриального гена *COI* изученной нами корюшки длиной 652 п.н. была депонирована

в GenBank, где ей присвоен номер MN514859. Последовательности, полностью идентичные ей, в GenBank не представлены. Эта последовательность имеет синонимичную нуклеотидную замену Т на С в положении 457 по сравнению с последовательностью европейской корюшки из Балтийского моря, представленной в GenBank под номером MG951610, которая была секвенирована нами ранее [Артамонова и др., 2018].

Последовательности, идентичные MG951610, выявлены другими исследователями у европейской корюшки Финского залива Балтийского моря [Balakirev et al., 2018], Ладожского озера в бассейне Балтийского [Ковпак и др., 2011] и Северного [Kneibelsberger et al., 2014] морей.

Характерно, что восемь других гаплотипов европейской корюшки из Балтийского и Северного морей, представленные в GenBank (KJ205104.1, KJ205107.1, FJ205587.1, FJ205590.1, FJ205592.1, KJ205105.1, KJ205106.1, KY018887.1), отличаются от последовательности MG951610 лишь единичными синонимичными нуклеотидными заменами, подобно последовательности для корюшки с о-ва Колгуев, изученной нами.

Представленные в GenBank последовательности *COI* азиатской корюшки отличаются от аналогичных последовательностей европейской корюшки на 6,9 % и более. Таким образом, по данному генетическому маркеру два вида корюшек хорошо дифференцированы, и то, что изученный нами экземпляр корюшки из оз. Кривое на о-ве Колгуев принадлежит к виду *Osmerus eperlanus*, не вызывает сомнений.

#### ОБСУЖДЕНИЕ

В первую очередь, следует отметить, что корюшка, найденная возле уреза воды оз. Кривое на о-ве Колгуев, не могла быть занесена на остров извне, например, птицами, поскольку ближайшие популяции европейской корюшки находятся на континентальном побережье Баренцева моря, не ближе чем в 100 км.

Таким образом, нами показано, что на о-ве Колгуев обитает европейская корюшка, что не исключает, однако, присутствия в водоемах острова, наряду с ней, и азиатской корюшки. По крайней мере, в начале XX в. рыбаки отмечали, что в уловах корюшки из р. Бугриная встречаются рыбы двух

разных форм [Михайловский, 1903]. Два вида корюшек указаны для о-ва Колгуев в монографии Г. Н. Доровских [2011], но без ссылки на источник (возможно, имелась в виду упомянутая выше статья М. Михайловского).

В то же время полученное доказательство того, что европейская корюшка действительно обитает в водоемах о-ва Колгуев, существенно меняет имеющиеся представления о распространении и экологических возможностях этого вида. В частности, ранее считалось, что северный предел обитания европейской корюшки – около северной широты [Kottelat, Freyhof, 2007], а наша находка была сделана на широте 69°, в районе, считающемся возможным местообитанием исключительно азиатской корюшки.

Это может служить дополнительным аргументом в пользу того, что европейская корюшка не могла быть преднамеренно интродуцирована в водоемы о-ва Колгуев человеком. В Советском Союзе проводили искусственное расселение европейской корюшки, но ее выпускали только в водоемы Карелии, Кольского полуострова и Южного Урала [Кудерский, 2015], а в настоящее время искусственное воспроизводство корюшки на Северо-Западе России вообще не практикуется [Костюничев и др., 2015]. При этом следует отметить, что европейская корюшка, если и образует проходные формы, то не мигрирует в море на значительные расстояния [Кудерский, 1977].

Напротив, анализ литературы показывает, что вселение европейской корюшки на о-в Колгуев естественным путем было вполне возможным. Ряд фактов свидетельствует, что в разные исторические эпохи остров соединялся с материком и его водоемы были частью обширной пресноводной системы.

Так, в водоемах острова обитают типично пресноводные рыбы, в том числе не имеющие промыслового значения. Например, еще в 1902 г. в р. Песчанке был пойман усатый голец *Barbatula barbatula* [Михайловский, 1903], в связи с чем Г. У. Линдберг [1972, с. 407] предположил, что этот вид “проник на остров во время регрессии и установления прямой связи рек острова с Печорой”. Кроме того, в пресных водах острова обитают ерш *Gymnocephalus cernuus* [Михайловский, 1903; Доровских, 2011] и голяк *Phoxinus phoxinus* [Novikov et al., 2000; Доровских, 2011].

Вывод о наличии послеледникового сухопутного моста между о-вом Колгуев и материком был сделан также на основании находки на острове бабочки медведицы тундровой – *Arctia (Pararctia) tundrana* (Tshistjakov, 1990) [Bolotov et al., 2015], поскольку у самок этого вида крылья редуцированы, и они не способны к полету.

Геологические данные также свидетельствуют о значительно более низком (на 50–70 метров), чем в настоящее время, уровне моря в период последнего оледенения, что привело к значительному осушению шельфа в районе о-ва Колгуев [Gataullin et al., 2001; Эпштейн, Чистякова, 2005].

Геологи пока не могут точно очертить границу последнего оледенения на шельфе Баренцева моря: одни авторы включают о-в Колгуев в зону оледенения, другие – нет. Однако у специалистов нет сомнения, что значительная часть бассейна современной Печоры воздействию последнего оледенения не подвергалась [Gataullin et al., 2001; Эпштейн, Чистякова, 2005; Larsen et al., 2006; Астахов, 2007].

В то же время, даже если о-в Колгуев не был покрыт ледником во время последнего оледенения, природные условия на нем в этот период были крайне суровы и вряд ли пригодны для обитания европейской корюшки. Ведь этот остров даже в настоящее, гораздо более теплое время находится на самом северном краю ареала вида. С другой стороны, водоемы бассейна Печоры вполне могли быть рефугиумами для данного вида.

Это тем более вероятно, что некоторые рыбы европейского происхождения, судя по данным, появившимся в последнее время, обитали в бассейне Баренцева и даже Карского моря еще до последнего оледенения. Об этом, по нашему мнению, свидетельствуют находки носителей гаплотипов, характерных для европейских популяций ряпушки *Coregonus albula* [Боровикова и др., 2016] и арктического гольца *Salvelinus alpinus* [Махров и др., 2019] в оз. Собачьем, расположенном в западной части п-ова Таймыр.

Вместе с тем нельзя полностью исключить и другой, хотя и менее вероятный, путь проникновения европейской корюшки на о-в Колгуев. Поскольку изученная нами последовательность *COI* корюшки о-ва Колгуев от-

личается только одной нуклеотидной заменой от последовательности, выявленной у корюшек Ладожского озера и Финского залива Балтийского моря, нельзя исключить, что все три водоема заселялись после последнего оледенения из рефугиума, располагавшегося в восточной части бассейна Балтики.

Пресноводная связь бассейнов Балтики и Белого моря после последнего оледенения хорошо известна геологам [Квасов, 1975; Kvasov, 1979]. Кроме того, показано, что этим путем проникли в бассейн Белого моря кумжа *Salmo trutta* [Makhrov et al., 2002], атлантический лосось *Salmo salar* [Makhrov et al., 2005] и сиг *Coregonus lavaretus* [Боровикова, Малина, 2018].

В любом случае находка европейской корюшки на о-ве Колгуев позволяет прояснить некоторые вопросы зоогеографии, а также существенно расширяет наши представления о холодоустойчивости и экологических возможностях данного вида. Ограничение распространения европейской корюшки в Арктике связано с историческими факторами и, видимо, с конкурентными взаимоотношениями европейской и азиатской корюшек.

Авторы благодарны И. Н. Болотову, Е. А. Боровиковой, Д. Л. Лайусу, О. Л. Макаровой и Ю. С. Решетникову за предоставленные публикации. Сбор материала для данной работы поддержан Программой “Перспективные физико-химические технологии специального назначения” (Promising Physical and Chemical Technologies of Special Purposes) и грантом Санкт-Петербургского государственного университета “Урбанизированные экосистемы Арктического пояса Российской Федерации: динамика, состояние и устойчивое развитие” № 39377661, обработка материала осуществлена в рамках грантов РФФИ № 19-34-90012 и 19-34-50016 мол\_нр, подготовка статьи поддержана грантом РНФ № 19-14-00066.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Артамонова В. С., Колмакова О. В., Кириллова Е. А., Махров А. А. Филогения лососевидных рыб (Salmonoidei) по данным анализа митохондриального гена *COI* (баркодинг) // Сиб. экол. журн. 2018. № 3. С. 293–310 [Artamonova V. S., Kolmakova O. V., Kirillova E. A., Makhrov A. A. Phylogeny of salmonoid fishes (Salmonoidei) based on mtDNA *COI* gene sequences (barcoding) // Contemporary Problems of Ecology. 2018. V. 11. P. 271–285].
- Астахов В. И. К позднекайнозойской истории запада Евразийской Арктики // Вестн. С.-Петерб. ун-та. 2007. Сер. 7, вып. 1. С. 3–20.

- Богданов В. Д., Мельниченко И. П. Граница пресноводной европейской и азиатской ихтиофауны в арктической части Полярного Урала // Экология. 2010. № 5. С. 372–377 [Bogdanov V. D., Mel'nichenko I. P. The boundary between European and Asian freshwater ichthyofaunas in the Arctic part of the Polar Urals // Russian Journal of Ecology. 2010. Vol. 41. P. 412–417].
- Боровикова Е. А., Малина Ю. И. Филогеография сига (*Coregonus lavaretus* L.) водоемов северо-запада европейской территории России // Сиб. экол. журн. 2018. № 3. С. 311–324 [Borovikova E. A., Malina J. I. Phylogeography of Common Whitefish (*Coregonus lavaretus* L.) of Northwestern Russia // Contemporary Problems of Ecology. 2018. Vol. 11. P. 286–296.]
- Боровикова Е. А., Романов В. И., Никулина Ю. С. Морфологические и генетические особенности ряпушки (*Coregonidae: Coregonus* sp.) озера Собачье (плато Путорана) // Экол. генетика. 2016. Т. 14, № 3. С. 47–55 [Borovikova E. A., Romanov V. I., Nikulina Yu. S. Morphological and Genetic Features of Cisco (*Coregonidae: Coregonus* sp.) from Lake Sobachye (Putorana Plateau) // Russian Journal of Genetics: Applied Research. 2016. Vol. 8. P. 37–43].
- Доровских Г. Н. Зоогеография паразитов рыб главных рек северо-востока Европы. Сыктывкар: Изд-во Сыктывкар. гос. ун-та, 2011. 142 с.
- Есипов В. Рыба и рыбный промысел на острове Колгуеве // За рыбную индустрию Севера. 1935. № 10. С. 26–33.
- Квасов Д. Д. Позднечетвертичная история крупных озер и внутренних морей Восточной Европы. Л.: Наука, Ленингр. отд-ние, 1975. 278 с.
- Кирпичников В. С. Биолого-систематический очерк корюшки Белого моря, Чешской губы и р. Печоры // Тр. ВНИРО. 1935. Т. 2. С. 101–194.
- Ковпак Н. Е., Скурихина Л. А., Кухлевский А. Д., Олейник А. Г., Сендек Д. С. Генетическое разнообразие и родственные взаимоотношения корюшек рода *Osmerus* российских вод // Генетика. 2011. Т. 47, № 8. С. 1081–1096 [Kovpak N. E., Skurikhina L. A., Kukhlevsky A. D., Oleinik A. G., Sendek D. S. Genetic Divergence and Relationships among Smelts of the Genus *Osmerus* from the Russian Waters // Russian Journal of Genetics. 2011. Vol. 47. P. 958–972].
- Костюничев В. В., Богданова В. А., Шумилина А. К., Остроумова И. Н. Искусственное воспроизводство рыб на северо-западе России // Тр. ВНИРО. 2015. Т. 153. С. 26–41.
- Кудерский Л. А. О происхождении озерных форм европейской корюшки // Рыбохоз. изуч. внутр. водоемов. 1977. № 21. С. 32–36.
- Кудерский Л. А. Избранные труды. Исследования по ихтиологии, рыбному хозяйству и смежным дисциплинам. Т. 4. Акклиматизация рыб в водоемах России. М.; СПб.: Т-во науч. изд. КМК, 2015. 290 с.
- Линдберг Г. У. Крупные колебания уровня океана в четвертичный период. Биогеографические обоснования гипотезы. Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1972. 548 с.
- Макарова О. Л., Ануфриев В. В., Бабенко А. Б., Бизин М. С., Глазов П. М., Колесникова А. А., Марусик Ю. М., Татаринов А. Г. Фауна Восточно-Европейских тундр: вклад “сибирских” видов // Вестн. Сев.-Вост. науч. центра ДВО РАН. 2019. № 1. С. 59–71.
- Махров А. А. Кумжа *Salmo trutta* L. бассейнов Белого и Баренцева морей // Адаптация и эволюция живого населения полярных морей в условиях океанического перигляциала. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 1999. С. 110–120.
- Махров А. А., Болотов И. Н. Пути расселения и видовая принадлежность пресноводных животных севера Европы (обзор молекулярно-генетических исследований) // Генетика. 2006. Т. 42, № 10. С. 1319–1334 [Makhrov A. A., Bolotov I. N. Dispersal Routes and Species Identification of Freshwater Animals in Northern Europe: A Review of Molecular Evidence // Russian Journal of Genetics. 2006. Vol. 42. P. 1101–1115].
- Махров А. А., Лайус Д. Л. Последледиговое вселение рыб и миноги из Тихого океана в моря севера Европы // Сиб. экол. журн. 2018. № 3. С. 265–279 [Makhrov A. A., Layus D. L. Postglacial colonization of the North European seas by Pacific fishes and lamprey // Contemporary Problems of Ecology. 2018. Vol. 11. P. 247–258].
- Махров А. А., Болотов И. Н., Спицын В. М., Гофаров М. Ю., Артамонова В. С. Жилые и проходные формы арктического гольца (*Salvelinus alpinus*) Европейского Севера России – пример высокой экологической пластичности без видообразования // Докл. РАН. 2019. Т. 485, № 2. С. 242–246 [Makhrov A. A., Bolotov I. N., Spitsyn V. M., Gofarov M. Yu., Artamonova V. S. Resident and Anadromous Forms of Arctic Charr (*Salvelinus alpinus*) from North-East Europe: An Example of High Ecological Variability without Speciation // Doklady Biochemistry and Biophysics. 2019. Vol. 485. P. 119–122].
- Михайловский М. К ихтиофауне острова Колгуева // Ежегодник Зоол. музея Имп. АН. 1903. Т. 8. С. 56–60.
- Новоселов А. П., Кондаков А. В., Гофаров М. Ю., Болотов И. Н. Обыкновенная малоротая корюшка *Hypomesus olidus* (Osmeridae) – новый вид для фауны Баренцева моря // Вопр. ихтиологии. 2019. Т. 59, № 1. С. 28–32 [Novoselov A. P., Kondakov A. V., Gofarov M. Yu., Bolotov I. N. Pond Smelt *Hypomesus olidus* (Osmeridae): A New Species for the Fauna of the Barents Sea // Journal of Ichthyology. 2019. Vol. 59. P. 25–30].
- Перфильев И. Краткий очерк географии острова Колгуева // Северное хозяйство (Архангельск). 1928. № 10–12. С. 78–84.
- Семенова А. В., Андреева А. П., Карпов А. К., Новиков Г. Г. Анализ аллозимной изменчивости у сельдей *Clupea pallasii* Белого и Баренцева морей // Вопр. ихтиологии. 2009. Т. 49, № 3. С. 354–371 [Semenova A. V., Andreeva A. P., Karpov A. K., Novikov G. G. An Analysis of Allozyme Variation in Herring *Clupea pallasii* from the White and Barents Seas // Journal of Ichthyology. 2009. Vol. 49. P. 313–330].
- Семенова А. В., Строганов А. Н., Пономарева Е. В., Афанасьев К. И. Микросателлитная изменчивость азиатской корюшки *Osmerus dentex* Белого моря // Генетика. 2019. Т. 55, № 6. С. 723–727 [Semenova A. V., Stroganov A. N., Ponomareva E. V., Afanas'ev K. I. Microsatellite Variability of the Arctic Rainbow Smelt *Osmerus dentex* from the White Sea // Russian Journal of Genetics. 2019. Vol. 55. P. 770–773].
- Сендек Д. С., Студенов И. И., Шерстков В. С., Новоселов А. П., Коновалов А. Ф. Генетическая дифференциация корюшковых рыб рода *Osmerus* (Osmeridae, Salmoniformes) на Европейском Севере России // Лососевидные рыбы Восточной Фенноскандии. Петрозаводск, 2005. С. 148–157.

- Сидоров Г. П., Решетников Ю. С. Лососеобразные рыбы водоемов европейского Северо-Востока. М.: Т-во науч. изд. КМК, 2014. 346 с.
- Скурихина Л. А., Олейник А. Г., Кухлевский А. Д., Новоселов А. П., Сендек Д. С. Молекулярно-генетический анализ родственных связей и происхождения малоротой корюшки (*Hypomesus*, Osmeridae) – нового представителя фауны Баренцева моря // Генетика. 2019. Т. 55, № 9. С. 1031–1042.
- Стрелков П. П., Лайус Д. Л., Вайнола Р. О. В погоне за гибридной сельдью // Природа. 2016. № 10. С. 51–59.
- Шубин П. Н., Захаров А. Б. Гибридизация европейского *Thymallus thymallus* (L.) и сибирского *Thymallus arcticus* (Pallas) хариусов (Thymallidae) в зоне вторичного контакта видов // Вопр. ихтиологии. 1984. Т. 24, вып. 3. С. 502–504.
- Эпштейн О. Г., Чистякова И. А. Печороморский шельф в позднем валдае – голоцене: основные седиментологические и палеогеографические события // Бюл. комиссии по изучению четвертичного периода. 2005. № 66. С. 107–123.
- Balakirev E. S., Kravchenko A. Yu., Romanov N. S., Ayala F. J. Complete mitochondrial genome of the European smelt *Osmerus eperlanus* (Osmeriformes, Osmeridae) // Mitochondrial DNA Part B. 2018. Vol. 3, N 2. P. 744–745.
- Bespalaya Yu., Bolotov I., Aksenova O., Kondakov A., Gofarov M., Paltser I. Occurrence of a *Sphaerium* species (Bivalvia: Sphaeriidae) of Nearctic origin in European Arctic Russia (Vaigach Island) indicates an ancient exchange between freshwater faunas across the Arctic // Polar Biol. 2015. Vol. 38. P. 1545–1551.
- Bolotov I. N., Tatarinov A. G., Filippov B. Y., Gofarov M. Y., Kondakov A. V., Kulakova O. I., Potapov G. S., Zubryi N. A., Spitsyn V. M. The distribution and biology of *Pararctia subnebulosa* (Dyar, 1899) (Lepidoptera: Erebidae: Arctiinae), the largest tiger moth species in the High Arctic // Ibid. P. 905–911.
- Borovikova E. A., Alekseeva Ya. I., Schreider M. J., Artamonova V. S., Makhrov A. A. Morphology and genetics of the ciscoes (Actinopterygii: Salmoniformes: Salmonidae: Coregoninae: *Coregonus*) from the Solovetsky Archipelago (White Sea) as a key to determination of the taxonomic position of ciscoes in Northeastern Europe // Acta Ichthyologica et Piscatoria. 2013. Vol. 43. P. 183–194.
- Gataullin V., Mangerud J., Svendsen J. I. The extent of the Late Weichselian ice sheet in the southeastern Barents Sea // Global and Planetary Change. 2001. Vol. 31. P. 453–474.
- Knebelberger T., Landi M., Neumann D., Kloppmann M., Sell A. F., Campbell P. D., Laakmann S., Raupach M. J., Carvalho G. R., Costa F. O. A reliable DNA barcode reference library for the identification of the North European shelf fish fauna // Mol. Ecol. Res. 2014. Vol. 14. P. 1060–1071.
- Koskinen M. T., Ranta E., Piironen J., Veselov A., Titov S., Haugen T. O., Nilsson J., Carlstein M., Primmer C. R. Genetic lineages and postglacial colonization of grayling (*Thymallus thymallus*, Salmonidae) in Europe, as revealed by mitochondrial DNA analyses // Molecular Ecol. 2000. Vol. 9. P. 1609–1624.
- Kottelat M., Freyhof J. Handbook of European freshwater fishes. Cornol, Switzerland and Berlin, Germany: The World Conservation Union (IUCN), 2007. 646 p.
- Kvasov D. D. The Late-Quaternary history of large lakes and inland seas of eastern Europe // Ann. Acad. Sci. Fennicae. Ser. A. III. 1979. Vol. 127. 71 p.
- Laakkonen H. M., Strelkov P., Lajus D. L., Väinölä R. Introgressive hybridization between the Atlantic and Pacific herrings (*Clupea harengus* and *C. pallasii*) in the north of Europe // Marine Biol. 2015. Vol. 162. P. 39–54.
- Larsen E., Kjær K. H., Demidov I. N., Funder S., Grøsfjeld K., Houmark-Nielsen M., Jensen M., Linge H., Lyså A. Late Pleistocene glacial and lake history of northwestern Russia // Boreas. 2006. Vol. 35. P. 394–424.
- Makhrov A. A., Skaala O., Altukhov Yu. P. Alleles of *sAAT-1,2\** isococi in brown trout: potential diagnostic marker for tracking routes of post-glacial colonization in northern Europe // J. Fish Biol. 2002. Vol. 61. P. 842–846.
- Makhrov A. A., Verspoor E., Artamonova V. S., O'Sullivan M. Atlantic salmon colonization of the Russian Arctic coast: pioneers from North America // J. Fish Biol. 2005. Vol. 67. Suppl. A. P. 68–79.
- Novikov G. G., Politov D. V., Makhrov A. A., Malinina T. V., Afanasiev K. I., Fernholm B. Freshwater and estuarine fishes of the Russian Arctic coast (the Swedish-Russian Expedition 'Tundra Ecology – 94') // J. Fish Biol. 2000. Vol. 57. N a. P. 158–162.
- Seebohm H. Siberia in Europe. A visit to the valley of the Petchora, in North-East Russia; with description of the natural history, migration of birds, etc. London: John Murray, 1880. 311 p.
- Skurikhina L. A., Oleinik A. G., Kухлевский А. Д., Kovpak N. E., Frolov S. V., Sendek D. S. Phylogeography and demographic history of the Pacific smelt *Osmerus dentex* inferred from mitochondrial DNA variation // Polar Biol. 2018. Vol. 41. P. 877–896.
- Tolmatchew A. Eine Sommerreise nach der Insel Kolgujew i. j. 1925 // Geografiska Annaler. 1927. Vol. 9. P. 67–80.

# European smelt *Osmerus eperlanus* (Linnaeus, 1758) in Kolguyev Island (Barents Sea) and factors restricting its spread over Arctic

V. S. ARTAMONOVA<sup>1</sup>, A. A. MAKHROV<sup>1, 2</sup>, I. Yu. POPOV<sup>2</sup>, V. M. SPITSYN<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Severtsov Institute of Ecology and Evolution of RAS  
119071, Moscow, Leninsky prosp., 33  
E-mail: valar99@mail.ru*

<sup>2</sup>*Saint-Petersburg State University  
199034, Saint-Petersburg, Universitetskaya emb., 7/9*

<sup>3</sup>*Northern Arctic Federal University  
163002, Arkhangelsk, Northern Dvina emb., 17*

The distribution areas of European and Asian smelts overlap in North-Eastern part of Europe. Interrelation of these species is not well studied in this zone. A smelt from the Krivoye Lake of the Kolguyev Island of the Barents Sea was studied. Species identification was fulfilled by DNA-Barcoding method, the sequence of the mitochondrial cytochrome oxidase subunit I (COI) gene was used. The smelt turned out to be European one. The evidences on its origin were analyzed. It was shown, that the smelt settled in the lake in the remote past, when the territory of the island belonged to mainland and its inland water bodies were linked with Pechora river basin. Recent transportation of smelt by humans or birds to the Kolguyev Island is unlikely. Restriction of distribution area of this species is likely to be related with historic factors and competition with Asian smelt.

**Key words:** Arctic, ecology, zoogeography, barcoding, refuge, fishes.