
КРАТКИЕ
СООБЩЕНИЯ

УДК 597.556.33.574.91.591.4

**ПЕРВИЧНОЕ РАССЕЛЕНИЕ И НЕКОТОРЫЕ МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ
ХАРАКТЕРИСТИКИ МИГРИРУЮЩИХ ЛИЧИНОК САХАЛИНСКОГО
ПОДКАМЕНЩИКА *COTTUS AMBLYSTOMOPSIS* (COTTIDAE)
РЕКИ МАЛАЯ ХУЗИ (САХАЛИН)**

© 2024 г. Е. А. Кириллова^{1, 2}, П. И. Кириллов^{2, *}

¹Камчатский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства
и океанографии — КамчатНИРО, Петропавловск-Камчатский, Россия

²Институт проблем экологии и эволюции РАН — ИПЭЭ РАН, Москва, Россия

*E-mail: pkirillov@sev-in.ru

Поступила в редакцию 09.01.2024 г.

После доработки 04.03.2024 г.

Принята к публикации 02.04.2024 г.

Перемещение личинок сахалинского подкаменщика *Cottus amblystomopsis* из реки в море для раннего нагула — первичное расселение — осуществляется в форме пассивной покатной миграции в первые 1.0–1.5 ч после наступления темноты. Реакция личинок на снижение освещённости обеспечивает их вовлечение в поток и реализацию покатной миграции. Общая продолжительность периода первичного расселения не превышает 3 сут. Длина тела личинок составляет в среднем 7.7 мм, у них сформированы позвонки и остистые отростки, заметны закладки непарных плавников, грудные плавники хорошо развиты.

Ключевые слова: сахалинский подкаменщик *Cottus amblystomopsis*, личинки, первичное расселение, покатная миграция, морфологические особенности, Сахалин.

DOI: 10.31857/S0042875224050097 **EDN:** QXTWLW

Сахалинский подкаменщик *Cottus amblystomopsis* Schmidt, 1904 (Cottidae) — широко распространённый вид в водоёмах о-ва Сахалин и Курильских о-вов, Приморья и о-ва Хоккайдо (Линдберг, Красюкова, 1987; Атлас ..., 2003; Сафронов, Никифоров, 2003; Черешнев, 2003; Сафронов и др., 2012). На Сахалине этот вид отмечен как на восточном, так и на западном побережьях, при этом для протяжённого участка на северо-востоке острова между реками Тымь (Ныйский залив) и Поронай (залив Терпения) сведения о его встречаемости отсутствуют в иктофаунистических сводках (Шедько, Шедько, 2003; Сафронов и др., 2012; Dyldin et al., 2021). Никифоров (2001), однако, утверждал, что вид обычен в Северо-Восточном и Восточном зоогеографических участках, к которым относится вышеуказанная часть побережья. И лишь в 2019 г. мы (Кириллова, Кириллов, 2019) на основании собственных наблюдений указали этот

вид для р. Лангери — водотока, расположенного поблизости (расстояние между устьями 4 км) от рассматриваемого в настоящей работе.

Морфология и биология сахалинского подкаменщика в целом хорошо изучены (Goto, 1975, 1980, 1983, 1990; Черешнев, 2003; Силин, Михеев, 2008; Сафронов и др., 2012). Его видоспецифической особенностью является полупроходной образ жизни — нерест производителей и развитие эмбрионов проходят в нижнем и среднем течении рек, вылупившиеся личинки перемещаются на нагул в эстуарии или морское побережье, где молодь проводит от 3 нед. до 1 мес., а затем возвращается в реки (Goto, 1983, 1990; Черешнев, 2003; Сафронов и др., 2012). Среди исследователей укоренилось представление о том, что первая смена среды обитания подкаменщиком осуществляется благодаря сносу его личинок потоком (flow down, swept downstream to the sea, carrying by the currents into

the sea) (Goto, 1975, 1984, 1990; Черешнев, 2003; Сафронов и др., 2012), однако этот процесс до настоящего времени не исследован. Указывается лишь, что вскоре после вылупления в эстуарии реки личинок подкаменщика становится всё больше и больше и их легко отлавливать планктонной сетью (Goto, 1975).

Цель сообщения — представить новые сведения о первичном расселении личинок сахалинского подкаменщика в одной из рек Сахалина к местам раннего нагула в морском побережье и их некоторые морфологические характеристики.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Материал собран на северо-восточном побережье о-ва Сахалин в р. Малая Хузи (координаты устья 50°19'25" с.ш., 143°47'21" в.д.). Река представляет собой средний по протяжённости (длина русла 32 км) типичный горный водоток (Государственный водный реестр, 2023). В низовье в летнюю межень образуется непостоянный лиман, вода в котором незначительно осолоняется во время приливов.

Личинки сахалинского подкаменщика были обнаружены в периоды учёта покатной молоди тихоокеанских лососей рода *Oncorhynchus* в 2014, 2015 и 2019 гг. В 2014 и 2015 гг. учётный створ располагался в 0.8 км от устья, в 2019 г. — в 1.4 км. Лов проводили мягкой конусной ловушкой, выполненной из мельничного газа № 10, оснащённой концентрирующим стаканом высотой 15 см (диаметр входного отверстия 10 см) с отверстиями по бокам диаметром 2 мм. Экспозиция ловушки составляла 10 мин. Методика проведения обловов детально описана в работе Павлова с соавторами (2015). Часть отловленных личинок подкаменщика зафиксировали в 4%-ном формальдегиде. Фотографировали личинок портативной фотокамерой, совмещённой с окуляром микроскопа. Для выявления костных закладок элементов скелета зафиксированных особей (10 экз.) окрашивали ализарином-S с последующим просветлением в глицерине, используя стандартные методы (Taylor, van Dyke, 1985; Song, Parenti, 1995). У окрашенных особей измеряли общую длину тела (*TL*) — от переднего края рыла до заднего края плавниковой каймы, длину и высоту головы, горизонтальный диаметр глаза. Принадлежность личинок к семейству Cottidae установили по атласу Макеевой с соавторами (2011). Принимая во внимание то, что в реке обитает только один представитель

указанного семейства — сахалинский подкаменщик, видовую принадлежность которого установили на основании морфологии взрослых особей (Силин, Михеев, 2008) из этого водотока, их распространения в пределах речного бассейна и образа жизни, заключили, что личинки относятся к этому виду.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В р. Малая Хузи сахалинский подкаменщик встречается в нижнем течении на расстоянии не более 3 км от устья (собственные наблюдения). Предположительно в пределах этого участка водотока осуществляется и воспроизводство вида. В 2014 г. мигрирующие личинки сахалинского подкаменщика зарегистрированы в уловах мальковой ловушки 21–23 июля, в 2015 г. — 27 июля, в 2019 г. — 13–15 июля (рис. 1).

Первичное расселение сахалинского подкаменщика во все годы наблюдений проходило в летнюю межень — скорость течения и уровень воды в этот период были минимальны, водоём интенсивно прогревался. В даты, когда личинки сахалинского подкаменщика были обнаружены в потоке, скорость течения составляла 0.35–0.43 м/с. Температура воды в вышеуказанные даты в течение суток варьировала в широких пределах: 12.4–17.4 (в среднем 14.5)°C в 2014 г., 10.3–12.2 (11.3)°C в 2015 г. и 8.7–17.7 (11.2)°C в 2019 г.

Расселение сахалинского подкаменщика было приурочено к наступлению наиболее тёмного времени суток. Личинки в потоке отмечались только после снижения освещённости до значений <0.05 лк. Уловы составляли ~80–130 экз., концентрация покатников в воде — ~150–200 экз./100 м³. Не исключено, что часть личинок могла проходить сквозь отверстия в стакане ловушки. Продолжительность миграции в течение суток составляла 1.0–1.5 ч и завершалась задолго до рассвета. В светлое время суток и в ранние сумерки личинки в потоке отсутствовали. Днём они концентрировались на открытых, хорошо освещённых участках побережья, образуя скопления у поверхности воды. В целом весь период миграции кратковременен — через 3 сут после её начала личинки подкаменщика в уловах ловушки не встречались.

Личинки средней *TL* 7.7 (6.8–9.0) мм (стандартное отклонение 1.87), мигрировавшие из реки в морское побережье, почти прозрачны и малозаметны. У них большой яйцевидный

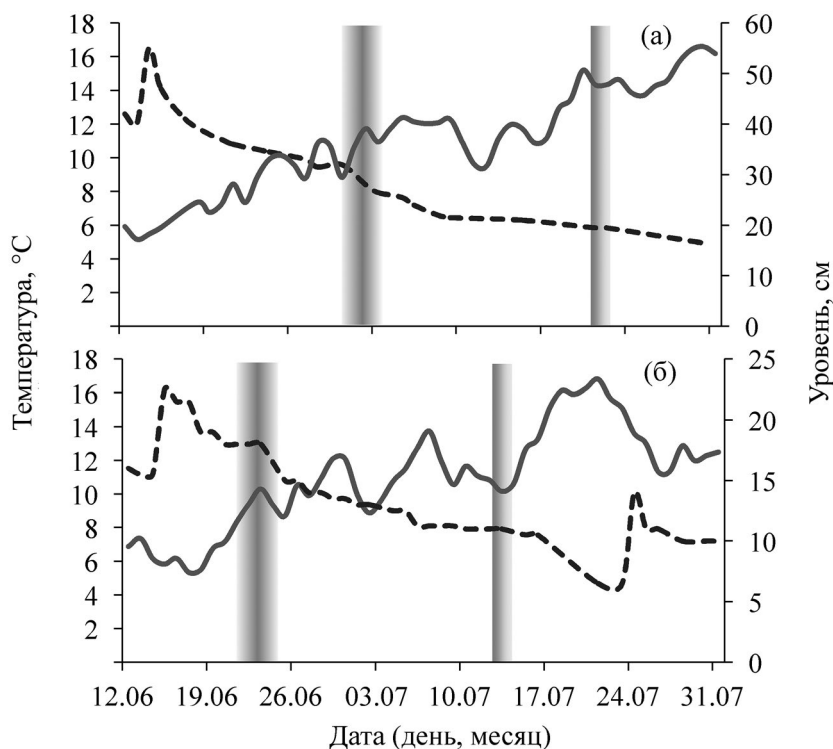


Рис. 1. Сроки покатной миграции (■) и ориентировочные сроки нереста (■) сахалинского подкаменщика *Cottus amblystomopsis* в р. Малая Хузи в 2014 (а) и 2019 (б) гг., сезонная динамика температуры (—) и уровня воды (---) в реке.

желточный мешок (рис. 2а) с одной жировой каплей. В туловищном отделе 10–12 миомеров, в хвостовом — 28–30. Тело окаймлено плавниковой складкой. Заметны сформированные позвонки и остистые отростки, закладки спинного и анального плавников. Развита грудная плавники — крупные, округлой формы (рис. 2б). Хорошо различимы скопление мезенхимы и семь мезенхимных лучей под уростилем (рис. 2а, 2в). На поверхности желточного мешка видны четыре крупных меланофора и три — в области перитонеума над кишечником (рис. 3а, 3б). У исследованных особей число меланофоров над кишечником было неизменно, тогда как меланофоры (4 шт.) на голове присутствовали у половины особей. В нижней части тела, начиная с шестого–седьмого миомера хвостового отдела, расположены ~20 меланофоров постанального вентрального ряда (рис. 3в). Длина головы и высота тела составляют 18% TL , горизонтальный диаметр глаза — 43% длины головы.

Личинки проявляли положительную фотореакцию — особи, пойманные в потоке и находящиеся в ёмкости с водой, в ночное время не избегали искусственного освещения (фонарь) и держались у поверхности воды. В дневное время при естественном освещении эти личин-

ки также проявляли положительную реакцию на свет — собирались у поверхности воды вне затенённых участков, игнорировали укрытия (помещённые в ёмкость камни) на дне.

ОБСУЖДЕНИЕ

Согласно данным Гото (Goto, 1975), эмбриогенез одного из двух морфотипов *C. pozawae* (с икринками небольшого диаметра — small-egg type), которого исследователь впоследствии (Goto, 1980) признал относящимся к виду “сахалинский подкаменщик”, длится 22–23 сут. К сожалению, автор не указывал значения температуры воды в период своих наблюдений. В другом экспериментальном исследовании Гото (Goto, 1983) зарегистрировал нерест сахалинского подкаменщика при температуре воды 7–10°C. Продолжительность развития близкого вида, подкаменщика Черского *C. czerskii*, при температуре воды 9–10°C составляет 21 сут (Савельев и др., 2016). Допустимо предположить, что в р. Малая Хузи длительность эмбриогенеза сахалинского подкаменщика была сопоставима с указанными сроками, учитывая, что в годы наблюдений температура воды в реке в среднем была близка к вышеприведённым значениям. На этом основании можно полагать, что

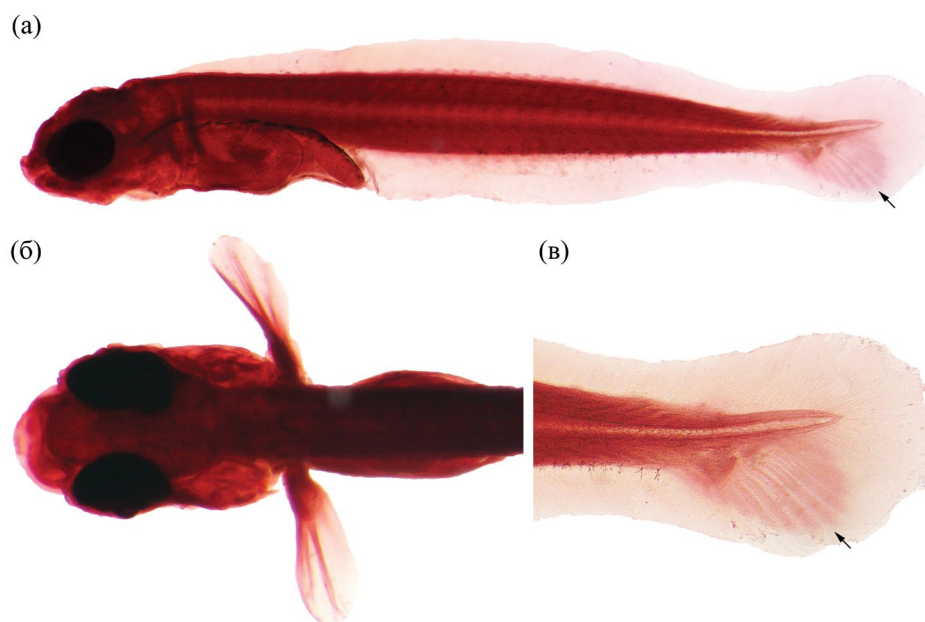


Рис. 2. Личинка сахалинского подкаменщика *Cottus amblystomopsis* TL 8.1 мм, отловленная ночью в потоке в р. Малая Хузи, окрашенная ализарином: а — общий вид; б — голова и туловищный отдел, вид сверху (хорошо видны развитые грудные плавники); в — дистальная часть хвостового отдела; (→) закладка хвостового плавника, видны мезенхимные лучи.

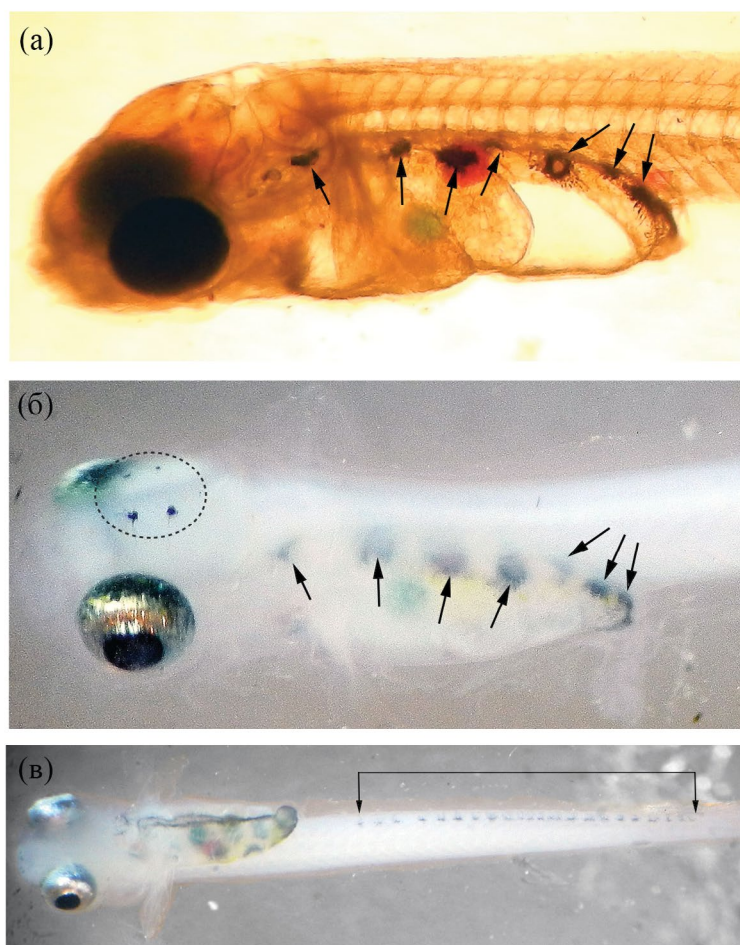


Рис. 3. Пигментация мигрирующих личинок сахалинского подкаменщика *Cottus amblystomopsis* из р. Малая Хузи: а, б — меланофоры на поверхности желточного мешка (↑) и в области перитонеума над кишечником (↓), пунктиром обведены меланофоры на голове; в — меланофоры постанального вентрального ряда.

нерест сахалинского подкаменщика проходит в III декаде июня—начале июля, когда температура воды достигает устойчивых значений в пределах 8–10°C. Сроки нереста подкаменщика определяют последующие сроки первичного расселения его личинок вскоре после вылупления. В 2019 г. прогрев воды наступил в более ранние даты, чем в 2014 г. (рис. 1). В 2014, 2015 и 2019 гг. температура воды в период эмбриогенеза подкаменщика составляла в среднем соответственно 10.9 (7.2–15.2), 8.8 (7.3–10.4) и 10.5 (7.2–13.7)°C. В 2015 г. покатные личинки отмечены позднее, чем в другие годы. В этот год, очевидно, сроки нереста вида сместились, а продолжительность эмбриогенеза несколько увеличилась на фоне более низкой температуры воды.

Приуроченность первичного расселения рассматриваемого вида к тёмному времени суток и относительная однородность морфологических черт мигрирующих личинок позволяют полагать, что процесс осуществляется в форме пассивной покатной миграции. Механизм реализации такой миграции универсален для ранней молоди рыб различных таксономических групп — выход в поток осуществляется благодаря врождённым поведенческим реакциям на изменение освещённости в сочетании с наличием течения (Павлов и др., 2007). Следует также отметить, что поведение отловленных в потоке личинок сахалинского подкаменщика аналогично таковому личинок подкаменщика Черского, наблюдаённому в условиях эксперимента (Савельев и др., 2016).

На основании вышеуказанного можно предположить, что фото- и оптомоторная реакции являются ключевыми для реализации покатной миграции личинок сахалинского подкаменщика (как и для ранней молоди рыб многих других видов): при снижении освещённости до порогового значения (0.05 лк) происходит дезориентация (вследствие утраты зрительных ориентиров) ранней молоди, находящейся в толще воды в прибрежье, повышается её двигательная активность, перемещения рыб приобретают векторизованность по отношению к течению, в итоге особи вовлекаются в поток.

Гото (Goto, 1988, 1990) отмечал, что стратегия амфидромных видов подкаменщиков, заключающаяся в нересте в нижнем течении реки и позволяющая недавно вылупившейся молоди достичь мест нагула до окончания резорбции небольшого желточного мешка, направлена на

выживание как можно большего числа ранней молоди. Выявленный в нашем исследовании характер первичного расселения сахалинского подкаменщика, несомненно, также является адаптацией для достижения вышеуказанной цели. Небольшое расстояние между местами нереста и раннего нагула позволяет личинкам сахалинского подкаменщика при указанной скорости потока достичь низовья реки в течение одной ночи. К тому же в тёмное время суток мигранты незаметны для хищников.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Темпоральные особенности первичного расселения и морфологические характеристики личинок сахалинского подкаменщика указывают на то, что их перемещение на нагул в морское побережье вскоре после вылупления осуществляется в форме пассивной покатной миграции. Реакция личинок на снижение освещённости обеспечивает их вовлечение в поток и реализацию покатной миграции. Мигрируют личинки исключительно в тёмное время суток. В целом период первичного расселения непродолжителен и длится не более 3 сут.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают благодарность А.О. Касумяну (МГУ) за рекомендации в процессе подготовки публикации, а также двум анонимным рецензентам за проявленное внимание к рукописи и ценные замечания, которые позволили повысить качество работы.

ФИНАНСИРОВАНИЕ РАБОТЫ

Материал собран при проведении хозяйственно-договорных научно-исследовательских работ в рамках соглашений между ИПЭЭ РАН и некоммерческой организацией “Ассоциация устойчивого рыболовства Северо-Востока Сахалина”. Анализ материала и подготовка рукописи выполнены при финансовой поддержке гранта Российского научного фонда № 19-14-00015 “Механизмы миграционного поведения рыб и рыбообразных в речных системах. Роль экологических и физиологических факторов”.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Атлас пресноводных рыб России. 2003. Т. 2. М.: Наука, 259 с.
- Государственный водный реестр РФ. 2023. Река Малая Хузи (<https://goo.su/ddLqjs1>. Version 12/2023).

- Кириллова Е.А., Кириллов П.И. 2019. Современный состав ихтиофауны р. Лангери (северо-восток о-ва Сахалин) // Программа и тез. докл. VIII Всерос. конф. “Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова”. Владивосток: Изд-во ФНЦ биоразнообразие ДВО РАН. С. 39.
- Линдберг Г.У., Красюкова З.В. 1987. Рыбы Японского моря и сопредельных частей Охотского и Желтого морей. Ч. 5. Л.: Наука, 526 с.
- Макеева А.П., Павлов Д.С., Павлов Д.А. 2011. Атлас молоди пресноводных рыб России. М.: Т-во науч. изд. КМК, 383 с.
- Никифоров С.Н. 2001. Ихтиофауна пресных вод Сахалина и её формирование: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Владивосток: ИБМ ДВО РАН, 22 с.
- Павлов Д.С., Лупандин А.И., Костин В.В. 2007. Механизмы покатной миграции молоди речных рыб. М.: Наука, 213 с.
- Павлов Д.С., Кириллов П.И., Кириллова Е.А., Черешкевич Ф.Г. 2015. Покатная миграция молоди горбуши *Oncorhynchus gorbusha* (Walbaum) в реке Малая Хузи (северо-восток острова Сахалин) // Биология внутр. вод. № 4. С. 64–75.
<https://doi.org/10.7868/S0320965215040129>
- Савельев П.А., Гнубкина В.П., Енур И.В. 2016. Эмбриональное и раннее личиночное развитие *Cottus czerskii* Berg, 1913 (Scorpaeniformes: Cottidae) // Биология моря. Т. 42. № 2. С. 93–98.
- Сафронов С.Н., Никифоров С.Н. 2003. Список рыбообразных и рыб пресных и солоноватых вод Сахалина // Вопр. ихтиологии. Т. 43. № 1. С. 42–53.
- Сафронов С.Н., Ефанов В.Н., Ольховая Л.В. 2012. Ареал и особенности распределения сахалинского подкаменщика (*Cottus amblystomopsis*) // Вестн. ВГУ. Сер. Химия. Биология. Фармация. № 1. С. 143–145.
- Силин А.А., Мухеев П.Б. 2008. Сахалинский подкаменщик *Cottus amblystomopsis* из реки Тумнин // Вопр. ихтиологии. Т. 48. № 5. С. 712–715.
- Черешнев И.А. 2003. Новые данные по морфологии и биологии малоизученных бычков-подкаменщиков рода *Cottus* (Cottidae, Scorpaeniformes) о-ва Кунашир // Чт. памяти В.Я. Леванидова. Вып. 2. С. 368–376.
- Шедько С.В., Шедько М.Б. 2003. Новые данные по пресноводной ихтиофауне юга Дальнего Востока России // Там же. Вып. 2. С. 319–336.
- Dyldin Y.V., Fricke R., Hanel L. et al. 2021. Freshwater and brackish water fishes of Sakhalin Island (Russia) in inland and coastal waters: an annotated checklist with taxonomic comments // Zootaxa. V. 5065. № 1. P. 1–92.
<https://doi.org/10.11646/zootaxa.5065.1.1>
- Goto A. 1975. Ecological and morphological divergence of the freshwater sculpin *Cottus nozawae* Snyder. I. Spawning behavior and process of the development in the post-hatching stage // Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ. V. 26. № 1. P. 31–37.
- Goto A. 1980. Geographic distribution and variations of two types of *Cottus nozawae* in Hokkaido, and morphological characteristics of *C. amblystomopsis* from Sakhalin // Jpn. J. Ichthyol. V. 27. № 2. P. 97–105.
<https://doi.org/10.11369/jji1950.27.97>
- Goto A. 1983. Spawning habits and reproductive isolating mechanism of two closely related river-sculpins, *Cottus amblystomopsis* and *C. nozawae* // Ibid. V. 30. № 2. P. 168–175.
<https://doi.org/10.11369/jji1950.30.168>
- Goto A. 1984. Comparative ecology of young-of-the-year between two amphidromous species of *Cottus* in Hokkaido. 1. Upstream migration and growth // Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ. V. 35. № 3. P. 133–143.
- Goto A. 1988. Reproductive behavior and homing after downstream spawning migration in the river sculpin, *Cottus hangiongensis* // Jpn. J. Ichthyol. V. 34. № 4. P. 488–496.
<https://doi.org/10.11369/jji1950.34.488>
- Goto A. 1990. Alternative life-history styles of Japanese freshwater sculpins revisited // Environ. Biol. Fish. V. 28. № 1–4. P. 101–112.
<https://doi.org/10.1007/BF00751030>
- Song J., Parenti L.R. 1995. Clearing and staining whole fish specimens for simultaneous demonstration of bone, cartilage, and nerves // Copeia. V. 1995. № 1. P. 114–118.
<https://doi.org/10.2307/1446805>
- Taylor W.R., van Dyke G.C. 1985. Revised procedures for staining and clearing small fishes and other vertebrates for bone and cartilage study // Cybium. V. 9. № 2. P. 107–119.
<https://doi.org/10.26028/cybium/1985-92-001>

**PRIMARY DISPERSION AND SOME MORPHOLOGICAL
CHARACTERISTICS OF MIGRATING LARVAE OF THE SAKHALIN
SCULPIN *COTTUS AMBLYSTOMOPSIS* (COTTIDAE)
IN THE MALAYA KHUZI RIVER (SAKHALIN)**

E. A. Kirillova^{1, 2} and P. I. Kirillov^{2, *}

¹*Kamchatka branch, Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography,
Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia*

²*Severtsov Institute of Ecology and Evolution, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*

**E-mail: pkirillov@sev-in.ru*

Migration of Sakhalin sculpin *Cottus amblystomopsis* larvae from the river to the sea for early rearing – the primary dispersion, occurs in the form of passive downstream migration in the first 1.0–1.5 hours after dark. Reaction of larvae to decrease of illumination ensures their involvement into the flow and the implementation of downstream migration. Total duration of primary dispersion period does not exceed 3 days. Body length of the larvae is on average 7.7 mm, their vertebrae and spinous processes are formed, the anlagen of unpaired fins are noticeable, and pectoral fins are well developed.

Keywords: Sakhalin sculpin *Cottus amblystomopsis*, larvae, primary dispersion, downstream migration, morphological characteristics, Sakhalin.