



**Станислав Алексеевич Дыренков**





Камчатский филиал ФГБУН  
Тихоокеанского института географии ДВО РАН

Центр охраны дикой природы (ЦОДП)

Русское ботаническое общество (РБО)

Камчатская краевая научная библиотека  
имени С.П. Крашенинникова

# **СОХРАНЕНИЕ БИОРАЗНООБРАЗИЯ КАМЧАТКИ И ПРИЛЕГАЮЩИХ МОРЕЙ**

**Материалы  
XIII международной научной конференции  
14–15 ноября 2012 г.**

**Conservation of biodiversity of Kamchatka  
and coastal waters**

Materials of XIII international scientific conference  
Petropavlovsk-Kamchatsky, November 14–15 2012

Издательство «Камчатпресс»  
Петропавловск-Камчатский  
2012

ББК 28.688  
С54

**Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей** : материалы XIII международной научной конференции, посвященной 75-летию со дня рождения известного отечественного специалиста в области лесоведения, ботаники и экологии д.б.н. С.А. Дыренкова. — Петропавловск-Камчатский : Камчатпресс, 2012. — 320 с.

ISBN 978-5-9610-0198-3

Сборник включает материалы состоявшейся 14–15 ноября 2012 г. в Петропавловске-Камчатском XIII международной научной конференции по проблемам сохранения биоразнообразия Камчатки и прилегающих к ней морских акваторий. Рассматривается история изучения и современное биоразнообразие отдельных групп флоры и фауны полуострова и прикамчатских вод. Обсуждаются теоретические и методологические аспекты сохранения биоразнообразия в условиях возрастающего антропогенного воздействия.

**ББК 28.688**

**Conservation of biodiversity of Kamchatka and coastal waters** : materials of XIII international scientific conference, dedicated to the 75<sup>th</sup> anniversary of S.A. Dyrenkov's birthday. — Petropavlovsk-Kamchatsky : Kamchatpress, 2012. — 320 p.

The proceedings include the materials of XIII scientific Conference on the problems of biodiversity conservation in Kamchatka and adjacent seas held on 14–15 November, 2012 in Petropavlovsk-Kamchatsky. The history of study and the present — day biodiversity of specific groups of Kamchatka flora and fauna are analyzed. Theoretical and methodological aspects of biodiversity conservation under increasing anthropogenic impact are discussed.

Редакционная коллегия:

В.Ф. Бугаев, д.б.н., А.М. Токранов, д.б.н. (отв. редактор), О.А. Чернягина

Перевод на английский д.б.н. О.Н. Селивановой

Издано по решению Ученого Совета КФ ТИГ ДВО РАН

**ISBN 978-5-9610-0198-3**

© Камчатский филиал ФГБУН  
Тихоокеанского института  
географии ДВО РАН, 2012

**РАЗНООБРАЗИЕ МИГРАНТНОЙ ЖИЗНЕННОЙ СТРАТЕГИИ  
МАЛЬМЫ *SALVELINUS MALMA* (WALBAUM) КАМЧАТКИ  
НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА СООТНОШЕНИЯ ИОНОВ  $\text{Sr}^{2+}/\text{Ca}^{2+}$   
В ОТОЛИТАХ**

*Д.С. Павлов\*, \*\*, М.А. Груздева\*, К.В. Кузищин\*, М.П. Поляков\*\*,  
Л.А. Пельгунова\*\**

*\*Московский государственный университет (МГУ) им. М.В. Ломоносова*

*\*\*ФГБУН Институт проблем экологии и эволюции (ИПЭЭ) РАН  
им. А.Н. Северцова*

**THE LIFE HISTORY STRATEGY DIVERSITY  
IN KAMCHATKAN DOLLY WARDEN, *SALVELINUS MALMA*  
BY THE  $\text{Sr}^{2+}/\text{Ca}^{2+}$  IN THE OTOLITH**

*D.S. Pavlov\*, \*\*, M.A. Gruzdeva\*, K.V. Kuzishchin\*, M.P. Polyakov\*\*,  
L.A. Pel'gunova\*\**

*\*M.V. Lomonosov's Moscow state university*

*\*\*A.N. Severtsov's Institute for Problems of Ecology and Evolution, RAS*

Исследования жизненного цикла у анадромных видов рыб являются актуальными в связи с проблемой рационального использования и сохранения биоресурсов, однако для многих видов лососевых рыб особенности их миграций остаются малоизученными. Дополнительные затруднения возникают в том случае, когда в пределах единой популяции объекта исследования сосуществуют особи с разной степенью выраженности анадромии и резидентности, например мальма. В последние годы для решения вопросов, связанных с ретроспективной расшифровкой жизненного цикла анадромных рыб, применяются методы микрохимического анализа отолитов. Такой анализ позволяет точно определить наличие морского или пресноводного периодов в онтогенезе особи, так как ионы элементов, входящих в строю отолита, накапливаются в соотношении, пропорциональном их содержанию во внешней среде — в морских водах откладывается существенно больше стронция, чем в пресных водах (Kalish, 1990; Rieman et al., 1994; Radtke et al., 1998; Зиммерман и др., 2003). До последнего времени анализ микрохимии отолитов требовал применения дорогостоящих приборов и сложных методик, поэтому выполнялся для немногих видов и на небольших выборках. В ряде случаев в ходе анализа регистрирующая структура безвозвратно разрушалась.

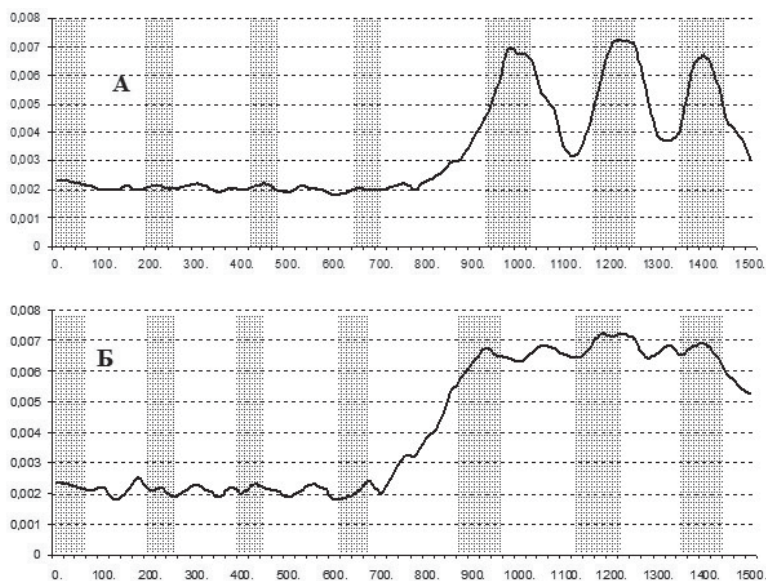
Нами исследовано две популяции мальмы — из рек Коль и Кроноцкая (западное и восточное побережье Камчатки). Для анализа выбраны

половозрелые проходные особи, в качестве регистрирующей структуры использовали отолиты. Для проведения количественного анализа микроэлементов изготавливали продольный шлиф через центр отолита. Препараты подвергались рентгенофлуоресцентному (РФА) микроанализу спектрометром Tornado M4 (Bruker AXS, Германия). РФА — метод элементного анализа, основанный на взаимодействии вещества образца с высокоэнергетическим рентгеновским излучением, которое приводит к испусканию веществом вторичного рентгеновского излучения (рентгеновская флуоресценция). Данный метод позволяет проводить неразрушающий анализ образца и анализировать значительные по объему выборки. Содержание ионов  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Sr}^{2+}$  измеряли вдоль трансекты от примордиума к краю отолита, для каждого отолита выстраивалась «трансекта жизненной истории», в которой через промежутки с интервалом 20 мкм определяли весовое соотношение  $\text{Sr}/\text{Ca}$ .

Трансекты половозрелых особей мальмы характеризуются колеблющимися, но в целом низкими значениями соотношения  $\text{Sr}/\text{Ca}$  в зоне отолита, соответствующими первым двум-трем годам жизни в пресных водах — среднее соотношение  $\text{Sr}/\text{Ca}$  в отолитах мальмы из р. Коль варьировало от  $2,33 \cdot 10^{-3}$  до  $2,67 \cdot 10^{-3}$  и из р. Кроноцкая от  $1,90 \cdot 10^{-3}$  до  $2,19 \cdot 10^{-3}$ . Несколько большее количество стронция в отолитах мальмы из р. Коль может быть обусловлено ее питанием икрой тихоокеанских лососей, численность которых весьма велика. Далее по трансекте после зоны пресноводных лет жизни особи с низким уровнем соотношения  $\text{Sr}/\text{Ca}$  по направлению к краю отолита происходит повышение уровня соотношения  $\text{Sr}/\text{Ca}$ , что соответствует периоду ее пребывания в море. В то же время соотношение  $\text{Sr}/\text{Ca}$  в зоне морского периода жизни у разных особей неодинаково — выделены два типа строения отолитов.

На отолитах I типа в «морской» зоне наблюдалось резкое повышение доли стронция с достижением пика в области первого опакового кольца, а затем его значительное снижение в области следующего гиалинового кольца и далее следовали новые пики в области следующих опаковых колец (рис. 1, А). На некоторых отолитах снижение уровня соотношения  $\text{Sr}/\text{Ca}$  могло соответствовать не гиалиновому, а опаковому кольцу, так что гиалиновое кольцо оказывалось «смещенным» относительно спада уровня соотношения  $\text{Sr}/\text{Ca}$ , но при этом число пиков и спадов соответствовало количеству опаковых и гиалиновых зон. На отолитах II типа после пресноводной зоны наблюдалось значительное повышение уровня соотношения  $\text{Sr}/\text{Ca}$ , пики не выражены и по достижению максимума это значение сохранялось в течение двух-трех лет (рис. 1, Б).

Отолиты обоих типов обнаружены в выборках мальмы из р. Коль ( $n=23$ ) и р. Кроноцкая ( $n=21$ ). В каждой реке число особей мальмы с отолитами



**Рис. 1.** Трансекта жизненной истории мальмы р. Коль. По оси абсцисс — расстояние от центра отолита, мкм; по оси ординат — соотношение  $Sr/Ca$ . А — отолит I типа. В пресноводной зоне (расстояние 0–800 мкм от центра отолита) — низкие значения  $Sr/Ca$ ; в «морской» зоне (900–1500 мкм) — ряд последовательных пиков в области опаловых колец (выделены серыми столбцами). Б — отолит II типа. Высокий уровень соотношения  $Sr/Ca$  в морской зоне сохраняется таковым до момента захода особи в реку

разного типа было примерно равное. Значимых различий по длине и массе тела одновозрастных рыб с разными типами отолитов не выявлено, не обнаружено различий между ними и по меристическим признакам.

Полученные нами новые данные позволяют расширить представления о разнообразии жизненной стратегии мальмы Камчатки. Выявленная неоднородность микрохимической структуры отолитов мальмы отражает разные типы ее морских миграций. Так, мальма с отолитами I типа после ската из реки не уходит далеко от берегов, нагуливается в море менее года, возвращается в реку на зимовку, следующей весной вновь выходит в море и осенью опять возвращается в реку. Ее жизненный цикл состоит из нескольких последовательных выходов в море, при этом заход в реку из моря не обязательно связан с половым созреванием. Наши данные хорошо соответствуют представлениям о «тысячниках» — неполовозрелых гольцах, которые поднимаются в реки в конце лета и осенью. По аналогии с другими видами рыб с подобным типом морских миграций (кумжа *Salmo*

*trutta*, лосось Кларка — подвид *Parasalmo clarkii clarkii*), мальму с отолитами I типа мы предлагаем называть «прибрежной проходной» («coastal anadromous»). Мальма с отолитами II типа, наоборот, нагуливается в море в течение нескольких последовательных лет и заходит в реки только после достижения половой зрелости, что соответствует жизненному циклу типично проходных лососевых рыб, например, тихоокеанских лососей рода *Oncorhynchus*. Поэтому мальму с отолитами II типа мы предлагаем называть «типично проходной» («typically anadromous»).

Примененный РФА-метод позволил впервые выявить два типа мигрантной жизненной стратегии у мальмы Камчатки. Ранее считалось, что мальма совершает трофические миграции в море недалеко от берегов, с заходом в реки на зимовку, что соответствует выделенной нами прибрежной группировке (I тип отолитов) (Armstrong, Morrow, 1980; Тиллер, 2007). Типично проходной тип мигрантной стратегии для мальмы Камчатки ранее не был описан. Таким образом, анализ микрохимии отолитов позволил выявить еще один элемент структуры вида мальмы — разные типы трофических миграций в море. Сосуществование в одной популяции мальмы рыб с разными типами миграций и отсутствие различий между ними по морфологическим признакам указывает на эпигенетический характер такого рода изменчивости. Соответственно, мальма с разными типами жизненной стратегии образует единую популяционную систему, элементы которой могут трансформироваться друг в друга.

## ЛИТЕРАТУРА

Зиммерман К.Е., Кузицин К.В., Груздева М.А., Павлов Д.С., Стэнфорд Д.А., Савваитова К.А. 2003. Опыт определения жизненной стратегии микижи *Parasalmo mykiss* (Walbaum) (Salmonidae, Salmoniformes) Камчатки на основании анализа соотношения Sr/Ca в отолитах // Докл. Академии Наук. Т. 389 (2). С. 274–278.

Тиллер И.В. 2007. Проходная мальма (*Salvelinus malma*) Камчатки // Иссл. водных биол. ресурсов Камчатки сев.-зап. части Тихого океана. Вып. 7. – Петропавловск-Камчатский : КамчатНИРО. С. 79–95.

Armstrong R.H., Morrow I.E. 1980. The Dolli Varden char, *Salvelinus malma* // In: Charrs. Salmonid fishes of the genus *Salvelinus*. (Ed. E.K.Balon). Junk Publishers. The Hague, Netherland. P. 99–141.

Kalish J.M. 1990. Use of otolith microchemistry to distinguish the progeny of sympatric anadromous and non-anadromous salmonids // Fish Bull. US. Vol. 88. P. 657–666.

Radtke R.L., Dempson J.B., Ruzicka J. 1998. Microprobe analyses of anadromous Arctic charr, *Salvelinus alpinus*, otoliths to infer life history migration events // Polar Biol. Vol. 19. P. 1–8.

Rieman B.E., Myers D.L., Nielsen R.L. 1994. Use of otolith microchemistry to discriminate *Oncorhynchus nerka* of resident and anadromous origin // Can. J. Fish. Aquat. Sci. Vol. 51. P. 68–77.



Научное издание

**СОХРАНЕНИЕ БИОРАЗНООБРАЗИЯ  
КАМЧАТКИ  
И ПРИЛЕГАЮЩИХ МОРЕЙ**

Материалы XIII международной научной конференции  
14–15 ноября 2012 г.

Распространяется бесплатно

На обложке:

Тихоокеанская сумчатая гидра (голотип) — новый род и вид интерстициального гидроида *Marsipohydra pacifica* Sanamyan & Sanamyan, 2012 из прибрежных вод восточной Камчатки (в щупальцах клетки диатомовых водорослей) — фото К.Э. Санамяна  
Красника, или клоповка *Vaccinium praestans*, малоизвестное на Камчатке ягодное растение — фото О.А. Чернягиной

Подписано в печать 26.10.2012.

Формат 60 x 84/16. Бумага офсетная.

Гарнитура «Times New Roman». Усл.-печ. л. 18,6. Тираж 300 экз. Заказ № 3215.

Издательство ООО «Камчатпресс».

683017, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Кроноцкая, 12а.

[www.kamchatpress.ru](http://www.kamchatpress.ru)

Отпечатано в ООО «Камчатпресс».

683017, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Кроноцкая, 12а