



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 75th 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

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА СТАБИЛЬНЫХ ИЗОТОПОВ $\delta^{15}\text{N}$ И $\delta^{13}\text{C}$ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ТРОФИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ И ПРОДУКТИВНОСТИ ЭКОСИСТЕМ ЛОСОСЕВЫХ РЕК КАМЧАТКИ

*К.В. Кузищин**, *М.А. Груздева**, *Д.С. Павлов**, *А.М. Малютина**,
*А.В. Кучерявый**, *Д.А. Стэнфорд***, *Б.К. Эллис***

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

***Биостанция «Флетхед Лэйк», университет Монтаны, США*

APPLICATION EXPERIENCE OF THE METHOD OF STABLE ISOTOPES $\delta^{15}\text{N}$ И $\delta^{13}\text{C}$ IN THE STUDY OF TROPHIC STRUCTURE AND PRODUCTIVITY OF THE ECOSYSTEMS OF SALMONID RIVERS OF KAMCHATKA

*K.V. Kuzishchin**, *M.A. Gruzdeva**, *D.S. Pavlov**, *A.M. Malyutina**,
*A.V. Kucheryavyy**, *J.A. Stanford***, *B.K. Ellis***

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

***Flathead Lake Biological station, University of Montana, USA*

Анализ структурно-функциональной организации экосистем лососевых рек на современном этапе подразумевает вскрытие причинно-следственных связей между разными компонентами экосистемы и познание особенностей формирования ее продуктивности. Содержание стабильных изотопов азота ($\delta^{15}\text{N}$) и углерода ($\delta^{13}\text{C}$) в растениях и животных используется для определения структуры пищевых сетей и круговорота органической материи (Owens, 1987; Peterson, Fry, 1987). Стабильный изотоп ^{13}C может определять происхождение органического вещества, поскольку только у морских и проходных рыб содержатся два изотопа — ^{12}C и ^{13}C , тогда как у пресноводных рыб только один — ^{12}C . Для отслеживания потока органической материи от продуцентов до консументов разного трофического уровня используется изотоп ^{15}N , доля которого увеличивается на 3–4 % при переходе на каждый более высокий трофический уровень (Minagawa, Wada, 1984). Таким образом, соотношение изотопов ^{13}C и ^{15}N является своеобразной записью «пищевой истории» организмов, которое дает возможность установить источник пищи и является индикатором для определения положения организма в пищевой сети. Кроме того, анализ содержания этих изотопов позволяет проследить пути включения биогенов морского происхождения в циркуляцию органического вещества в пресноводных экосистемах (Kline et al., 1990; Bilby et al., 1996).

Исследования трофических сетей рек Камчатки проводили в 2000–2010 гг. Всего собрано более 25 000 проб растений, беспозвоночных животных и рыб. Работы вели на 11 реках (Коль, Кехта, Утхолок, Жупанова, Кроноцкая и др). На каждой из рек выделено несколько участков-полигонов, на каждом из которых определяли его значение для нереста лососевых рыб, плотность и биомассу молоди рыб, биомассу беспозвоночных, описывали видовой состав и плотность водной и околоводной растительности. Собирали стандартный набор проб для анализа содержания стабильных изотопов: пробы тонкого ила, водорослей, высших водных растений (если таковые присутствовали), травянистых растений, листьев околоводных деревьев, важнейших групп беспозвоночных (ручейники, веснянки, поденки, хирономиды), мышечных тканей молоди и половозрелых особей разных видов рыб. Пробы травы и листьев деревьев вблизи уреза воды изучались отдельно от таковых на высоких береговых террасах, не заливаемых паводковыми водами. В данной публикации приводятся данные для р. Коль.

Полученные результаты позволяют достаточно надежно расшифровывать пищевую пирамиду в водоеме, трофические уровни отдельных групп растений и животных, прослеживать пути включения биогенов морского происхождения, привносимых лососями в пресноводные экосистемы. Для примера приведены данные для одного из контрольных родниковых ручьев в бассейне р. Коль на Западной Камчатке (рис. 1).

Родниковый ручей (длина 925 м, площадь 0,612 га) — нерестилище кеты и кижуча (ежегодно размножается примерно 1200 особей обоих видов), место обитания молоди лососевых рыб (средняя плотность всех видов 4,77 экз./м², биомасса 33,65 г/м²). Ежегодно после нереста и гибели лососей привносится около 2500 кг биогенов морского происхождения в виде трупов производителей (часть рыб съедается медведями). Производители лососей, нагуливавшиеся в океане, имеют самые высокие значения $\delta^{13}\text{C}$ и, будучи консументами высшего порядка, содержат наибольшие концентрации ^{15}N . Молодь рыб и ручейники имеют последовательно меньшие концентрации обоих изотопов. И в ручейниках, и в молоди рыб обнаружено высокое содержание углерода морского происхождения — в теле молоди кижуча содержится в среднем 58,9 % $\delta^{13}\text{C}$, молоди мальмы — 51,3 % $\delta^{13}\text{C}$. Это указывает на то, что органическое вещество из трупов лососей включается в циркуляцию вещества и энергии в пресноводной экосистеме и используется всеми ее компонентами, включая молодь рыб. Особый интерес представляют данные по $\delta^{15}\text{N}$ и $\delta^{13}\text{C}$ в растениях. Водоросли и околоводные деревья содержат достаточно высокие концентрации морского углерода ($\delta^{13}\text{C}/\delta^{12}\text{C} \approx 17\text{--}21\text{‰}$) и ^{15}N ($\delta^{15}\text{N}/\delta^{14}\text{N} \approx 6\text{--}9\text{‰}$), при этом растения в глубине поймы, вдали от водоемов, не имеют

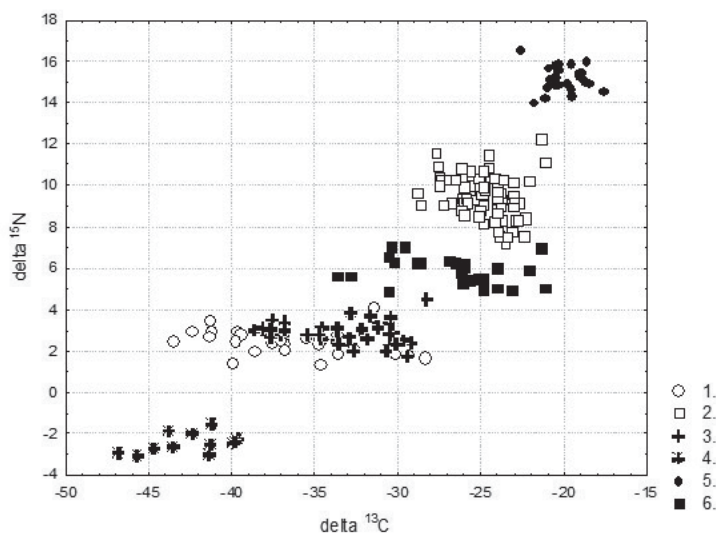


Рис. 1. Содержание стабильных изотопов ^{15}N и ^{13}C в растениях и животных из родникового ручья, бассейн реки Коль. Обозначения: 1 — зеленые водоросли; 2 — молодь кижуча; 3 — листья ивы от дерева у уреза воды; 4 — листья ивы от дерева на высокой речной террасе на удалении от родника; 5 — взрослые особи кижуча; 6 — ручейники

изотопа ^{15}N вовсе. Это говорит о том, что водные и околородные растения потребляют азот и углерод животного происхождения, извлекая его из воды родника или подруслового потока. Фактически околородные растения вблизи родника являются потребителями органики животного происхождения, в отличие от растений на высоких террасах, которые связывают только атмосферный азот ($\delta^{15}\text{N} < 0$ — рис. 1). Таким образом, трупы тихоокеанских лососей являются мощным фактором фертилизации и формирования высокой продуктивности экосистем. Посленерестовая гибель лососей, разложение их трупов и включение органического вещества в экосистему реки являются механизмом поддержания высокой численности стад рыб.

Присутствие углерода морского происхождения в листьях растений хорошо коррелирует с численностью горбуши, зашедшей на нерест в год, предшествующий сбору пробы листьев ивы, растущей у уреза воды (рис. 2). После урожайного поколения горбуши (в р. Коль — в четные годы) на следующий год в листьях ивы наблюдается большая $\delta^{13}\text{C}$, чем после скудного поколения.

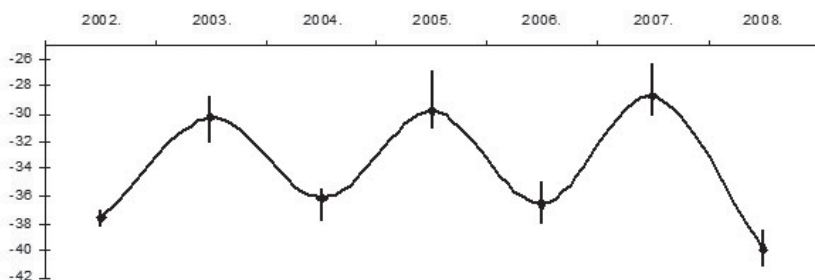


Рис. 2. Содержание $\delta^{13}\text{C}$ в листьях ивы, растущей возле уреза воды на участке основного русла реки Коль в разные годы. Для каждого года данные усреднены от 5 разных растений

Полученные данные иллюстрируют высокое значение биогенов морского происхождения, привносимых с трупам тихоокеанских лососей для поддержания нормального функционирования пресноводных экосистем. Органическое вещество морского происхождения быстро включается в пищевые сети и используется организмами всех трофических уровней. Таким образом, анализ стабильных изотопов может успешно применяться для решения ряда фундаментальных и прикладных задач, в частности для ретроспективной оценки численности стад лососей, оценки уровня фертилизации участков внутри речной системы. На основе метода возможно создание балансовой модели дифференцированной оценки продуктивности экосистем лососевых рек и разработка эффективного режима использования локальных стад лососей.

ЛИТЕРАТУРА

- Bilby R.E., Fransen B.R., Bisson P.A. 1996. Incorporation of nitrogen and carbon from spawning coho salmon into the trophic system of small streams: evidence from stable isotopes // Can. J. Fish. And Aquatic Sci. Vol. 53. P. 164–173.
- Kline T.C., Goering J., Mathisen O.A. et al. 1990. Recycling of elements transported upstream by runs of Pacific Salmon: $\delta^{15}\text{N}$ and $\delta^{13}\text{C}$ evidence in Sashin Creek, southeastern Alaska // Can. J. Fish. and Aquat. Sci. Vol. 47. P. 136–144.
- Minagawa M., Wada E. 1984. Step-wise enrichment of $\delta^{15}\text{N}$ along food chains further evidence and the relation between $\delta^{15}\text{N}$ and animal age // Geochim. Cosmochim. Acta. Vol. 48. P. 1135–1140.
- Owens N.J.P. 1987. Natural variations in $\delta^{15}\text{N}$ in the marine environment // Advanced Marine Biology. Vol. 24. P. 389–451.
- Peterson B.J., Fry B. 1987. Stable isotopes in ecosystem studies // Annual review of ecology and systematics. Vol. 18. P. 293–320.

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

Отпечатано в ООО «Камчатпресс».

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