

Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр
(ФГУП "ТИНРО-центр")

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОДНЫХ БИОРЕСУРСОВ

Научная конференция, посвященная
70-летию С.М. Коновалова

25–27 марта 2008 г.



Владивосток
2008

УДК 639.2.053.3

Современное состояние водных биоресурсов : материалы научной конференции, посвященной 70-летию С.М. Коновалова. — Владивосток: ТИНРО-центр, 2008. — 976 с.

ISBN 5-89131-078-3

Сборник докладов научной конференции «Современное состояние водных биоресурсов», посвященной 70-летию С.М. Коновалова, доктора биологических наук, профессора, директора ТИНРО в 1973–1983 гг., содержит материалы по пяти секциям: «Биология и ресурсы морских и пресноводных организмов», «Тихоокеанские лососи в пресноводных, эстуарно-прибрежных и морских экосистемах», «Условия обитания водных организмов», «Искусственное разведение гидробионтов», «Биохимические и биотехнологические аспекты переработки гидробионтов».

ISBN 5-89131-078-3

© Тихоокеанский научно-исследовательский
рыбохозяйственный центр (ТИНРО-центр),
2008

О ГЕНЕТИЧЕСКОЙ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ КЕТЫ РЕЧНОГО И ОЗЁРНОГО ЭКОТИПОВ НА О. ИТУРУП (КУРИЛЬСКИЕ ОСТРОВА)*

А.М. Каев¹, К.И. Афанасьев², Г.А. Рубцова², Т.В. Малинина², М.В. Шитова², С.И. Борзов³,
Л.К. Фёдорова⁴ и Л.А. Животовский²

¹ СахНИРО, г. Южно-Сахалинск, kaev@sakhniro.ru

² Институт общей генетики им. Н.И. Вавилова РАН, г. Москва, levazh@gmail.com

³ Рейдовая научно-исследовательская станция ФГУ «Сахалинрыбвод», г. Итуруп

⁴ Отдел рыбоводства ЗАО «Гидрострой», г. Южно-Сахалинск

В отличие от Сахалина и большинства районов материкового побережья Охотского моря, где выделяются отдельные локальные группировки кеты, на южных Курильских островах этот вид тихоокеанских лососей воспроизводится повсеместно. Производители заходят на нерест как во все реки и ручьи о-вов Итуруп и Кунашир (если в них нет агрессивной среды или естественных преград для миграции), так и в озера. Замечено, что при заходе в реки рыбы отличаются большей зрелостью половых продуктов (их гонады в основном на IV–V стадии зрелости) и яркой выраженностью внешних брачных изменений, а также низкой упитанностью по сравнению с рыбами, мигрирующими на нерест в озерные системы. Эти различия легли в основу выделения у южнокурильской кеты двух экотипов — речного и озерного (Иванков, 1985). Рыбы озерного экотипа «высокотелы» и по этой причине крупнее по массе тела (Каев и др., 1996). При систематическом изучении кеты этих экотипов на о. Кунашир установлены также различия по размерам тела и плодовитости: в одних и тех же возрастных группах «озерные» мигранты в среднем были крупнее, а их самки во все годы наблюдений менее плодовиты, чем их ровесники среди «речных» мигрантов (Каев, Romasenko, 2003). Устойчивые по годам различия в развитии брачных изменений у «озерных» и «речных» рыб в сочетании с особенностями пропорций тела («высокотелость») и биологических показателей (плодовитость) указывают на репродуктивную изоляцию кеты разных экотипов, несмотря на близкое расположение водоемов их нереста.

Для изучения вопроса генетической дифференциации кеты разных экотипов исследованы ДНК-маркеры, а именно: микросателлиты, которые в отличие от аллозимных локусов позволяют выявить детальные различия между популяциями кеты (Животовский и др., 2008; Рубцова и др., 2008). Исследовано 15 выборок кеты, взятых в 2004–2006 гг. в водоемах центральной части охотоморского побережья о. Итуруп (рис. 1). Из них 5 выборок взяты в озерах Сопочном (2004, 2005, 2006 гг.) и Куйбышевском (2004, 2006 гг.). Остальные выборки взяты в реках: по 4 выборки в Курилке и Рейдовой (по одной в 2004, 2006 гг. и по две в 2005 г. в каждой из рек), а также по одной выборке в 2005, 2006 гг. в ручье Порожистом (приток оз. Сопочного).

В каждой выборке исследовали 50 рыб по 10 микросателлитным маркерам: *Ssa197*, *Ssa20.19*, *Ogo2*, *Oki1-1*, *Oki1-2*, *Oke3*, *Oke11*, *One103*, *One109*, *Ots3*. Образцы ткани (плавника или печени) фиксировали в 96 %-ном этаноле. Тотальную ДНК выделяли и разводили до нужной концентрации по стандартной методике. ПЦР-амплификацию микросателлитных локусов проводили в термоциклере «MJ Research PTC-100» с использованием наборов Gene Park PCR Core, к которым добавляли смесь праймеров и исследуемую ДНК. Продукты амплификации разделяли путем электрофореза в полиакриламидном геле в соответствии с методиками выделения ДНК и соответствующими режимами амплификации и разделения у кеты (Афанасьев и др., 2006, 2008; Рубцова и др., 2008). Первичными данными ДНК-типирования являлись индивидуальные генотипы каждой особи по 10 исследованным локусам.

* Работа выполнена при частичной финансовой поддержке грантов РАН «Динамика генофондов», «Биоресурсы», РФФИ 07–04–00171.

Результаты анализа полученных данных демонстрируют чёткое разделение озёрной и речной кеты по микросателлитам: соответствующие выборки образуют два неперекрывающихся кластера, несмотря на то, что они взяты из различных популяций кеты в разные годы (рис. 2). Средний уровень дифференциации между озёрной и речной формами по исследованным 10 локусам равен 0,73%, что в абсолютном выражении относительно невелико; для сравнения укажем, что дифференциация между кетой Сахалина и кетой Южных Курил достигает 6% (Афанасьев и др., 2008). Однако у нас нет данных по озерной форме кеты о. Сахалин (достоверных сведений о наличии такой формы кеты на этом острове нет), поэтому невозможно отделить географическую изменчивость от изменчивости между формами. Если же провести сравнение популяций кеты в пределах о. Итуруп, то дифференциация озёрной и речной форм превышает таковую между выборками из разных рек (0,41%), оцененную по множественным выборкам, взятым в течение всего нерестового хода рыб в реках Курилка и Рейдовая (Животовский и др., 2008). Заметим при этом, что эти реки впадают в разные заливы, разделенные далеко выступающим в море полуостровом Чирип, а подобные естественные препятствия способствуют, по мнению О.Ф. Гриценко (1990), географической изоляции популяций.

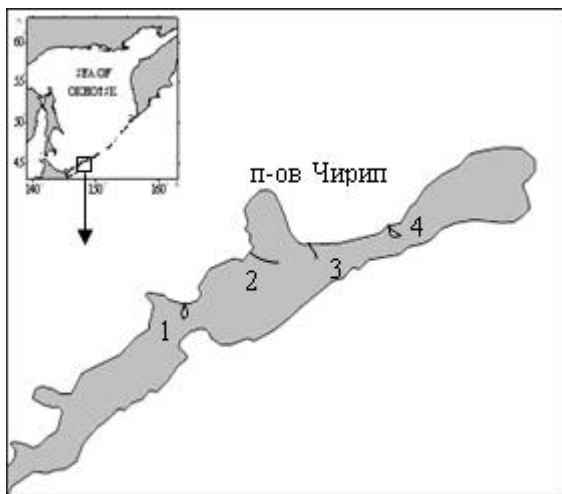


Рис. 1. Районы сбора проб кеты на о. Итуруп: 1 – оз. Куйбышевское, 2 – р. Курилка, 3 – р. Рейдовая, 4 – оз. Сопочное

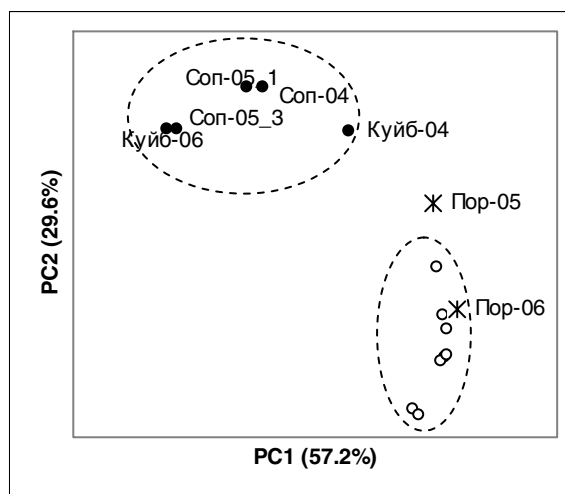


Рис. 2. Расположение выборок озерной и речной форм кеты в пространстве главных компонент, полученным по частотам аллелей 10 микросателлитных локусов: штриховые овалы очерчивают выборки озерной и речной кеты; темные символы – кета из озер Сопочного (Соп) и Куйбышевского (Куйб), цифры указывают год взятия выборки (Соп-05_1 и Соп-05_3 означают две разные выборки из оз. Сопочного в 2005 г.); светлые символы – выборки из рек Рейдовой и Курилки в 2004, 2005, 2006 гг.; звездочки – две выборки из ручья Порожистого (приток оз. Сопочного)

Наибольший вклад в дифференциацию озерной и речной кеты внесли локусы *Oki1-2* ($\theta = 3,1\%$) и *Oke3* ($\theta = 2,1\%$). Интересно отметить, что дифференциация между различными популяциями речной кеты обусловлена другими наборами микросателлитных маркеров (Афанасьев и др., 2008; Животовский и др., 2008); в частности, дифференциация кеты бассейнов рек Рейдовой и Курилки в первую очередь определяется изменчивостью локусов *Ogo2*, *One109* и *Ssa20.19* (Животовский и др., 2008). Это подтверждает сделанный нами ранее вывод о том, что дифференциация различных популяций кеты может определяться своими наборами микросателлитных маркеров.

Как видно на рис. 2, одна из двух выборок производителей (Пор-05), зашедших на нерест в ручей Порожистый, впадающий в оз. Сопочное, лежит между кластерами речной и озёрной форм, а другая (Пор-06) находится в кластере речной формы. Скорее всего, это свидетельствует о том, что иногда часть рыб озёрной формы может заходить на нерест в ручьи, впадающие в озеро. Это подтверждается нашими визуальными наблюдениями: некоторые рыбы, отловленные нами в р. Порожистом, по форме и размерам тела больше отвечали озёрной форме. Таким образом, не исключен генный поток между этими формами. Однако генный обмен не должен быть велик в общей массе речных и озёрных рыб, иначе обнаруженные генетические различия не могли бы поддерживаться между этими двумя формами, поскольку исследованные микросателлитные маркеры не несут явной функциональной нагрузки и, скорее всего, являются селективно нейтральными.

Важно также отметить, что уровень различий между речными выборками, взятыми в далеко расположенных друг от друга реках, меньше, чем между речными и озёрными выборками, взятыми в сравнительно ближе расположенных между собой водоемах. Таким образом, нерестовые популяции речной и озёрной кеты охотоморского побережья о. Итуруп чётко дифференцируются микросателлитными маркерами, однако при этом возможен небольшой поток генов между ними.

Работа поддержана программой Президиума РАН «Молекулярная и клеточная биология».

ЛИТЕРАТУРА

Афанасьев К.И., Рубцова Г.А., Малинина Т.В. и др. Микросателлитная изменчивость и дифференциация популяций кеты (*Oncorhynchus keta* Walbaum), воспроизводимых сахалинскими рыбозаводными заводами // Генетика. – 2006. – Т. 42, № 12. – С. 1694–1702.

Афанасьев К.И., Рубцова Г.А., Шитова М.В. и др. Межрегиональная дифференциация кеты Сахалина и Южных Курил по микросателлитным локусам // Генетика. – 2008. – Т. 44, № 7. – С. 956–963.

Гриценко О.Ф. Популяционная структура сахалинской горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* // Вопр. ихтиол. – 1990. – Т. 30, вып. 5. – С. 825–835.

Животовский Л.А., Афанасьев К.И., Рубцова Г.А. и др. О создании базы ДНК-данных для решения проблем воспроизводства, идентификации и сертификации популяций тихоокеанских лососей на примере кеты о. Итуруп // Вопр. рыболовства. – 2008. – Т. 9, № 1. – С. 96–109.

Иванков В.Н. Экотипы лососевых рыб // Морфология и систематика лососевидных рыб. – Л.: ЗИН АН СССР, 1985. – С. 85–91.

Каев А.М., Ардавичус А.И., Ромасенко Л.В. Внутрипопуляционная изменчивость кеты *Oncorhynchus keta* острова Итуруп в связи с топографией нерестилищ // Сб. науч. тр. СахНИРО. – 1996. – Т. 1. – С. 7–13.

Рубцова Г.И., Афанасьев К.И., Малинина Т.В. и др. Дифференциация популяций кеты (*Oncorhynchus keta* Walbaum) по микросателлитным и аллозимным маркерам: сравнительный анализ // Генетика. – 2008. – Т. 44, № 7. – С. 964–971.

Kaev A.V., Romasenko L.V. Some results of studying chum salmon in Pushin and Sernovodka rivers on the Kunashir Island (Kuril Islands): NPAFC. – 2003. – Doc. 670.