

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

ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ ЗАВОДСКИХ ПОПУЛЯЦИЙ КЕТЫ (*ONCORHYNCHUS KETA* WALBAUM) САХАЛИНСКОЙ ОБЛАСТИ ПО МИКРОСАТЕЛЛИТНЫМ МАРКЕРАМ

М.В. Шитова, Г.А. Рубцова, К.И. Афанасьев, Л.А. Животовский, Т.В. Малинина
Институт общей генетики им. Н.И. Вавилова РАН, г. Москва, Россия,
shitova-m@rambler.ru

Введение

Тихоокеанские лососи – ценные промысловые виды рыб. Ежегодный объем вылова лососей в России составляет 1,19 млрд экз. Первое место в уловах занимает горбуша – 1,07 млрд экз. (90 %), на втором месте находится кета – 68,7 млн экз. (6 %) (Варнавальская, 2006). В последнее время наметилась тенденция к увеличению заводского воспроизводства кеты.

В последние годы возникла необходимость рациональной регуляции промысла на международном уровне не только у берегов и в нерестовых реках, но и в акватории Тихого океана в течение морской фазы жизни лососей. В связи с этим появилась проблема идентификации стад в смешанных скоплениях. Для решения такой задачи необходимо знать структуру вида и характеристики популяций нерестовых рек.

В настоящее время достаточно полно изучена популяционно-генетическая структура кеты по полиморфным белковым маркерам практически по всему ее ареалу и показана дифференциация популяций кеты из различных частей ее ареала (Алтухов и др., 1980, 1997; Okazaki, 1982; Салменкова и др., 1986; Макоедов, 1999; Варнавальская, 2006).

Цель данного исследования – оценить генетическое разнообразие заводских популяций кеты Сахалинской области на основании анализа полиморфизма микросателлитных локусов и получить характеристики популяций для последующего генетического мониторинга и идентификации стад в смешанных скоплениях.

Материалы и методы

Было проанализировано 24 выборки производителей кеты, взятых в 2003–2005 гг. на тридцати лососевых рыбопроизводных заводах Сахалинской области (табл. 1).

В исследовании изучалась изменчивость десяти микросателлитных локусов – *One103*, *One109*, *Oki1-1*, *Oki1-2*, *Oke3*, *Oke11*, *Ogo2*, *Ots3*, *Ssa197*, *Ssa20.19* (Афанасьев и др., в печати).

Подробное описание методов работы и статистической оценки было сообщено ранее в работах К.И. Афанасьева с соавторами (2006, 2008).

Результаты и обсуждения

Генетическая изменчивость популяций по исследованным локусам представлена в табл. 2. Популяции юго-западного Сахалина характеризуются наименьшим средним числом аллелей и достоверно меньшей средней наблюдаемой гетерозиготностью. Такая картина отмечалась ранее (Алтухов и др., 1980, 1997; Салменкова и др., 1986) на основании анализа биохимических маркеров, что, скорее всего, свидетельствует о действии эффекта основателя в период формирования базового стада – Калининского ЛРЗ. Выборки остальных популяций сходны между собой по этим показателям.

В восьми выборках обнаружилось достоверное отклонение от равновесия Харди-Вайнберга по суммарному критерию Фишера (табл. 2).

Выборка 2003 г. Таранайского ЛРЗ является возвратом от смешанной закладки 1998 г. (Афанасьев и др., 2006). Остальные выборки, вероятнее всего, также являются смешанными, но в настоящее время мы не располагаем достаточной информацией для подтверждения этого факта.

Расположение выборок в пространстве главных компонент отражает характер их дифференциации (рис. 1). На рис. 1 видно, что генетическая дифференциация популяций хорошо согласуется с их географическим расположением.

Оценка генетической гетерогенности с помощью псевдовероятностного теста с высокой степенью достоверности ($p < 0,001$) выявила значительные межпопуляционные различия.

Сроки взятия и объем выборок

Регион	Лососевые рыбопроизводные заводы	Сроки взятия выборок	Объем выборки, экз.	Условные обозначения	
Северный Сахалин	Адо-Тымовский	04.09.03	51	АТ-03	
		17.09.04	50	АТ-04	
Восточный Сахалин	Буюкловский	24.09.05	50	Бу-05	
		Побединский	24.09.05	50	Поб-05
		На р. Ай	28.09–03.10.05	17	Ай-05
Юго-западный Сахалин	Калининский	30.08.03	50	К-03	
		08.09.04	50	К-04	
		Сокольниковский	14.09.04	50	Ски-04
Южный и юго-восточный Сахалин	Ясноморский	28–30.09.05	50	Ясн-05	
		Охотский	15.09.03	50	Ох-03
			24.09.04	50	Ох-04
			05.10.05	50	Ох-05
		Таранайский	16.09.03	50	Т-03
			23.09.04	50	Т-04
		Устье р. Найбы	20.09.04	50	УстНа-04
		Соколовский	11.09.03	50	Ск-03
			13.09.04	50	Ск-04
		"Монетка"	29.09.05	50	Мон-05
Курильские острова, о. Итуруп	Рейдовый	11.10.04	50	Рд-04	
		Устье	14.10.05	50	Рдуст-05
		26.10.05	50	Рд-05	
		12.10.04	51	Кур-04	
		Начало хода	06–16.10.05	51	Курнач-05
	Курильский	26.10.05	50	Кур-05	

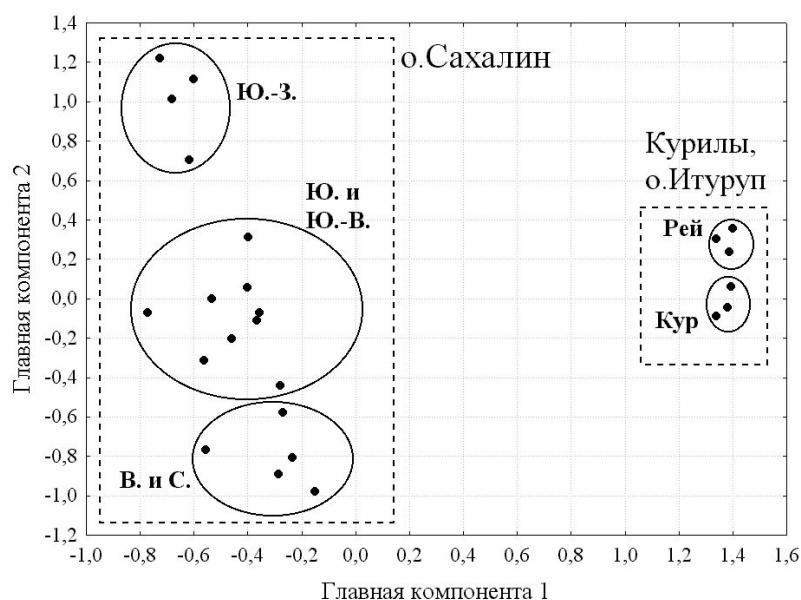


Рис. 1. Расположение выборок Сахалинской области в пространстве главных компонент

Выборки внутри выделенных групп (южный и юго-восточный, северный, восточный, юго-западный Сахалин) (рис. 1) обособлены от остальных выборок и достоверно отличаются от них по частотам аллелей исследованных локусов, что свидетельствует о генетическом своеобразии каждого региона.

Выборка из устья р. Найбы (южный и юго-восточный регион) не отличается от выборок с

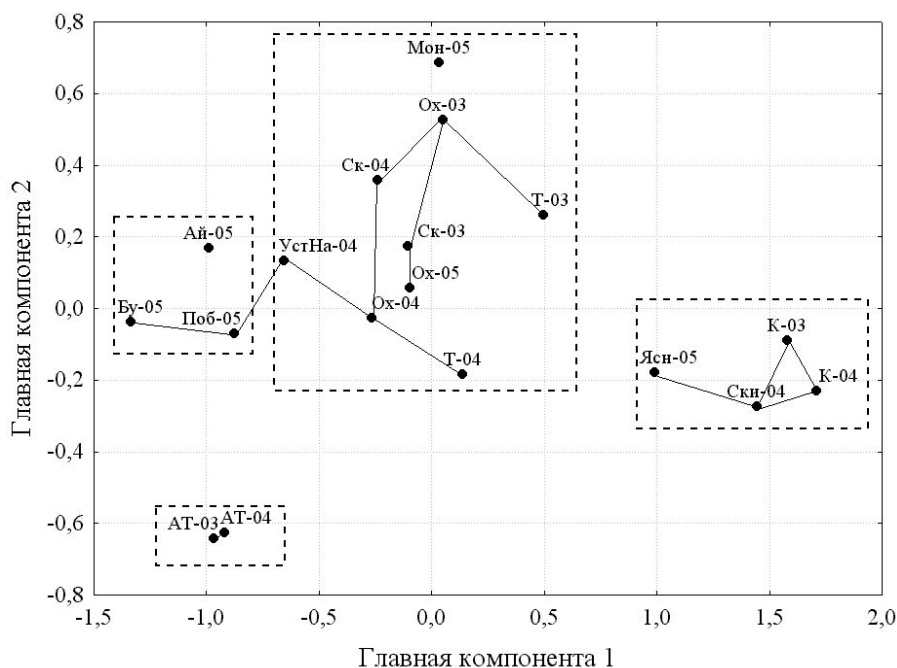
Побединского ЛРЗ за 2005 г. (восточный регион) и Охотского ЛРЗ за 2004 г. (южный и юго-восточный регион). В бассейне р. Найба располагаются Соколовский и Березняковский ЛРЗ. Выборки кеты Соколовского завода (2003, 2004 гг.) показывают достоверное отличие от выборок восточного региона и сходство с выборками Охотского ЛРЗ. На Березняковском ЛРЗ в 2000 г. вся икра, которую заложили, была привезена с Буюкловского ЛРЗ. По-видимому, это и обеспечило сходство устьевой выборки с выборками восточного Сахалина, хотя общий тест на отклонение от равновесия Харди-Вайнберга устьевой выборки отрицателен (табл. 2). Сходство выборок Соколовского и Охотского ЛРЗ, скорее всего, объясняется многократными перевозками икры с завода на завод (данные Сахалинрыбвода).

Изменчивость популяций по десяти микросателлитным локусам

Регион	Лососевый рыбо-разводный завод	Год	Средние показатели по десяти локусам				
			<i>A</i>	<i>H_e</i>	<i>H_o</i>	<i>f</i>	<i>P</i>
Северный Сахалин	Адо-Тымовский	2003	8,9	0,647	0,641	0,008	0,5581
		2004	8,8	0,657	0,626	0,047	0,0586
Восточный Сахалин	Буюкловский	2005	8,9	0,680	0,627	0,078	0,0030**
	Побединский	2005	8,7	0,673	0,664	0,014	0,7478
	На р. Ай	2005	6,2	0,670	0,716	-0,031	0,3053
Юго-западный Сахалин	Калининский	2003	5,9	0,565	0,554	0,019	0,2130
		2004	5,7	0,553	0,548	0,009	0,2300
	Сокольниковский	2004	7,2	0,567	0,554	0,023	0,1905
	Ясноморский	2005	7,7	0,599	0,573	0,043	0,0018**
Южный и юго-восточный Сахалин	"Монетка"	2005	8,0	0,592	0,622	-0,052	0,8769
	Охотский	2003	8,6	0,639	0,623	0,026	0,2412
		2004	8,8	0,657	0,628	0,044	0,0364*
		2005	8,8	0,647	0,646	0,001	0,0559
	Соколовский	2003	8,3	0,634	0,636	-0,004	0,0149*
		2004	8,8	0,635	0,622	0,021	0,7833
	Таранайский	2003	8,4	0,636	0,590	0,072	0,0150*
		2004	8,5	0,651	0,636	0,024	0,5709
	Устье р. Найбы	2004	9,2	0,685	0,640	0,066	0,1478
		2004	8,1	0,690	0,670	0,030	0,2112
2005		8,4	0,691	0,672	0,028	0,2628	
2005уст		8,5	0,696	0,694	0,003	0,0067**	
Курильские острова, о. Итуруп	Рейдовый	2004	7,8	0,665	0,616	0,075	0,1066
		2005нач	7,8	0,659	0,698	-0,060	0,0100**
		2005	8,1	0,679	0,628	0,076	0,0002***
	Курильский	2005нач	7,8	0,659	0,698	-0,060	0,0100**
		2005	8,1	0,679	0,628	0,076	0,0002***

Примечание. *A* – среднее число аллелей на локус; *H_e* – средняя ожидаемая гетерозиготность; *H_o* – средняя наблюдаемая гетерозиготность; *f* – индекс фиксации, или внутривидовой коэффициент инбридинга (Вейр, 1995); *P* – уровень значимости тестов на соответствие наблюдаемых генотипических распределений популяций равновесию Харди-Вайнберга (по 10 локусам). * Достоверное отклонение от равновесия Харди-Вайнберга.

Рис. 2. Расположение выборок о. Сахалин в пространстве главных компонент: пунктиром обведены группы популяций соответствующего региона, сплошной линией соединены популяции, между которыми нет достоверных различий по частотам аллелей исследованных локусов



На рис. 3 изображено расположение выборок о. Итуруп в пространстве главных компонент. Выборка с Курильского ЛРЗ – «начало хода» – достоверно отличается от всех остальных выборок. Причиной этого может быть подразделенность популяции Курильского ЛРЗ во времени.

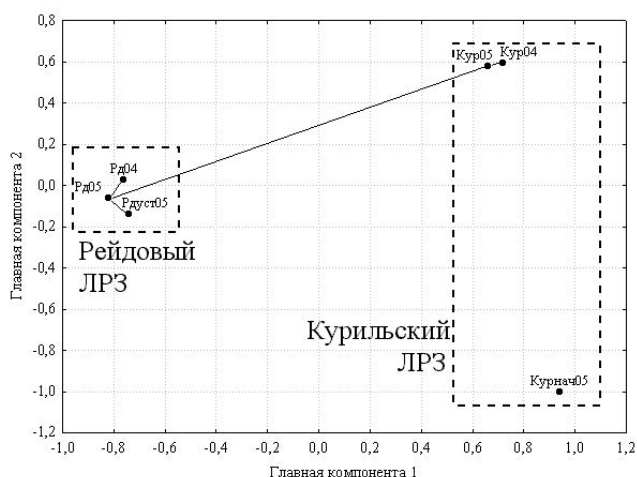


Рис.3. Расположение выборок о. Итуруп в пространстве главных компонент. Обозначения такие же, как к рис. 2

К сожалению, мы не располагаем достаточной информацией для объяснения сходства выборок с Рейдового ЛРЗ и Курильского ЛРЗ за 2005 г. По имеющимся у нас данным, перевозок икры в период закладки данного поколения не было.

Величина межпопуляционной дифференциации, измеряемая показателем θ_{st} (аналог F_{st} (Вейр, 1995)), показывает долю меж-

популяционной изменчивости в общей изменчивости. В среднем по всем локусам она составила $4,75 \pm 0,064 \%$.

Наибольший вклад в дифференциацию популяций кеты о. Сахалина вносят локусы *Ssa20.19*, *Ogo2*, *Oke3*, *Oke11*, *One109*, минимальный – *Ssa197*. При дифференциации курильских популяций наибольший вклад вносят локусы *One103* и *Ssa197*.

Заключение

Анализ десяти микросателлитных локусов в двадцати четырех популяциях кеты показал высокий уровень изменчивости по исследованным локусам. Средняя гетерозиготность кеты по десяти локусам на изученном участке ареала $0,63 \pm 0,009$. Наименьшим разнообразием характеризуются популяции юго-западного Сахалина (средняя гетерозиготность $0,56 \pm 0,005$).

Метод дифференциации популяций, основанный на анализе изменчивости микросателлитных локусов, показал его высокую разрешающую способность. Удалось выявить популяционные комплексы, достоверно отличающиеся по частотам аллелей друг от друга, что свидетельствует о генетической уникальности каждого выделенного региона.

ЛИТЕРАТУРА

Алтухов Ю.П., Салменкова Е.А., Рябова Г.Д., Куликова Н.И. Генетическая дифференциация популяций кеты и эффективность некоторых акклиматизационных мероприятий // Биол. моря. – 1980. – № 3. – С. 23–38.

Алтухов Ю.П., Салменкова Е.А., Омельченко В.Т. Популяционная генетика лососевых рыб. – М.: Наука, 1997. – 288 с.

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 (в печати).

Варнавская Н.В. Генетическая дифференциация популяций тихоокеанских лососей. – Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 2006. – 488 с.

Вейр Б. Анализ генетических данных. – М.: Мир, 1995. – 399 с.

Макоедов А.Н. Кариология, биохимическая генетика и популяционная феноетика лососевых рыб Сибири и Дальнего Востока: сравнительный аспект. – М.: УМК «Психология», 1999. – 291 с.

Салменкова Е.А., Алтухов Ю.П., Викторovsky Р.М. и др. Генетическая структура популяций кеты, размножающихся в реках Дальнего Востока и Северо-востока СССР // Журн. общ. биол. – 1986. – Т. 47, №4. – С. 529–549.

Смирнов Б.П., Леман В.Н., Шульгина Е.В. Заводское воспроизводство тихоокеанских лососей в России: современное состояние, проблемы и перспективы // Современные проблемы лососевых рыбозаводных заводов Дальнего Востока России. – Петропавловск-Камчатский, 2006. – С. 16–26.

Okazaki T. Genetic study on population structure in chum salmon (*Oncorhynchus keta*) // Bull. Far Seas Fish. Lab. – 1982. – № 19. – P. 25–113.