

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

АНАЛИЗ ГЕНЕТИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ РОССИЙСКИХ И ЯПОНСКИХ ПОПУЛЯЦИЙ СИМЫ

С.П. Пустовойт

Институт биологических проблем Севера ДВО РАН,
Магадан, Россия, pustov@ibpn.ru

Среди шести видов рода тихоокеанские лососи (*Oncorhynchus*) только сима (*O. masou* (Brevoort, 1856)) нерестует исключительно в реках азиатского побережья Тихого океана. Ареал данного вида приурочен к бассейнам Японского и южной части Охотского морей (Атлас ..., 2002, Черешнев и др., 2002). На территории Дальнего Востока России популяции симы отмечены в Приморье, Сахалине, на Курильских островах и западной Камчатке. Во всех указанных местах численность её популяций значительно ниже, чем горбуши и кеты. Невысокая промысловая значимость симы, по-видимому, обусловила проведение небольшого количества исследований не только её биологии (Семенченко, 1989), но и генетической структуры.

Цель нашей работы рассмотреть имеющиеся данные о генетической изменчивости российских и японских популяций симы.

Материалы и методы

Для анализа нами использованы опубликованные частоты генов, полученные методами биохимической генетики. Помимо общей методики отобранные работы объединяет один период времени сбора материала – 80-е гг. прошлого века. В соответствии с методом Нея (Nei, Chesser, 1983) в общей величине генетической изменчивости популяций (H_T) выделена внутривыборочная (H_S) и межвыборочная (D_{ST}) компоненты генетического разнообразия. Если материал собирался несколько лет, то в пределах межвыборочной компоненты возможно выделение межгодовой доли, определяемой по частотам выборок разных лет. Аналогично определяется региональная доля генетического разнообразия, позволяющая оценить генетическую дифференциацию крупных регионов. Корректно сравнивать не только абсолютные значения (D_{ST}), но и выраженные в процентах $G_{ST} = D_{ST} / H_T$.

Результаты и обсуждение

В пределах российской части ареала симы исследованы 12 выборок молоди из 8 популяций рек бассейна зал. Петра Великого, Японское море (Омельченко и др., 1991). Полученные авторами данные о частотах аллелей 4 локусов позволяют оценить не только внутривыборочную компоненту генетического разнообразия (96,28 %), но и произвести сравнение величины межгодовых и межпопуляционных различий (табл. 1), которые в сумме дают межвыборочную компоненту генетического разнообразия. В первом случае оценивались генетические различия между выборками разных лет сбора материала (межгодовая доля), во втором – из разных популяций (межпопуляционная доля). Межпопуляционная доля ($G_{МП} = 2,76$ %) оказалась в два раза больше межгодовой ($G_{МГ} = 0,96$ %), что указывает на устойчивость генетической структуры отдельной популяции с сохранением высоких межпопуляционных различий. Собранный авторами материал включал в себя молодь проходной и жилой форм. Последняя форма обитает в Седанкинском и Артемовском (Цыгир, 1990) водохранилищах. Малочисленность указанных жилых популяций симы позволяет предполагать наличие дрейфа генов, что привело к существенным генетическим отличиям этих популяций от прочих. В целом исследованным популяциям симы характерен высокий уровень генетической дифференциации. Сопоставим полученные результаты с аналогичными для японских популяций.

В Японии сима обитает в реках о. Хоккайдо и северной части о. Хонсю. Как и в предыдущем исследовании, для анализа использовалась молодь: о. Хоккайдо 10 рек, 11 выборок, природная; о. Хонсю 8 рек, 9 выборок, заводская (Okazaki, 1986). Поскольку материал получен с двух островов, можно в межвыборочной компоненте выделить межостровную и внутриостровную доли. Расчёты проведены по частотам 6 локусов (табл. 2). Любопытно, что внутривыборочная компонента, выраженная в процентах (95,15 %), аналогична таковой для

приморских популяций. В межвыборочной компоненте большую часть определяют генетические различия между популяциями каждого из островов ($G_{BO} = 4,59 \%$), тогда как различия между популяциями ($G_{MO} = 0,26 \%$) двух островов невелики. Существенное влияние на величину D_{MO} могло оказать то, что по сути сравниваются природные (о. Хоккайдо) и заводские (о. Хонсю) популяции. Более подробно различия между заводскими и природными японскими популяциями симы рассмотрены в следующем исследовании.

Таблица 1

Средние для четырёх локусов значения параметров генетического разнообразия в приморских популяциях симы (по данным В.Т. Омельченко с соавторами (1991))

H_T	H_S	$D_{ST} (G_{ST})$	$D_{MG} (G_{MG})$	$D_{MP} (G_{MP})$
0,05878	0,05657 (96,28 %)	0,00221 (3,72 %)	0,00041 (0,96 %)	0,00180 (2,76 %)

Примечание. H_T – средняя для четырёх локусов гетерозиготность, H_S – внутривыборочная компонента, D_{ST} – межвыборочная компонента, в пределах которой выделена межгодовая (D_{MG}) и межпопуляционная (D_{MP}) доли.

Таблица 2

Показатели параметров генетического разнообразия популяций симы о-вов Хоккайдо и Хонсю (по данным Оказакки (Okazaki, 1986))

H_T	H_S	$D_{ST} (G_{ST})$	$D_{MO} (G_{MO})$	$D_{BO} (G_{BO})$
0,25027	0,23812 (95,15 %)	0,01215 (4,85 %)	0,00065 (0,26 %)	0,01149 (4,59 %)

Примечание. H_T , H_S и D_{ST} – как в табл. 1, D_{MO} – межостровная и D_{BO} – внутриостровная доли межвыборочной компоненты.

В работе Накажимы с соавторами (Nakajima et al., 1986) сравниваются частоты генов в 11 природных выборках. Из опубликованных авторами данной работы нами выбраны локусы, частота основного аллеля которых менее 0,95 более чем в одной выборке. Для природных популяций таковых оказалось восемь, для заводских шесть (табл. 3). Межвыборочная компонента (D_{ST}) в данном исследовании не имеет межгодовой доли, так как все выборки получены однократно для сравнения заводской и природной молодежи. Привлекает внимание огромная разница в величинах компонентов генетического разнообразия у природной и заводской молодежи: H_S в первом случае 91,34 %, во втором – 75,99 %. Причина этого: в трёх из десяти выборок заводской молодежи у двух локусов наиболее частым является один аллель, тогда как в других выборках иной. Такие аномальные частоты локусов обуславливают исключительно высокое значение межвыборочной доли ($G_{ST} = 24,01 \%$) у заводской молодежи симы. Причины столь больших отличий трёх выборок (причём для каждого из двух локусов они совпадают не полностью) от остальных в рассматриваемой работе не обсуждаются. По нашему мнению, могут иметь значение невысокие численности выборок (по 30 шт.), а также наличие в выборках двух форм (“sakuramasu” – проходная и “yamame” – непроходная (жилая)). Возможно, смешанный материал, состоящий из генетически различающихся форм из рыбоводных бассейнов, привёл к столь удивительным результатам. Если исключить из анализа частоты генов указанных локусов, то параметры генетического разнообразия природной и заводской молодежи сходны (табл. 3).

Таблица 3

Параметры генетического разнообразия природных и заводских популяций японской симы

Популяция	H_T	H_S	$D_{ST} (G_{ST})$
Природная молодежь	0,25402	0,23202 (91,34 %)	0,02200 (8,66 %)
Заводская молодежь	0,25764	0,19578 (75,99 %)	0,06186 (24,01 %)
Зав. молодежь (без Aat-B2 и Idh-B1)	0,18884	0,17156 (90,85 %)	0,01728 (9,15 %)

Средняя гетерозиготность приморских популяций (0,05878) заметно ниже японских (0,25027 и 0,25403/0,18884). Несомненно влияние на указанные величины разного набора локусов. Вместе с тем, видимо, японские популяции более гетерозиготны, чем приморские. Кроме того, в работе Накажимы с соавторами (Nakajima et al., 1986) найдено, что средняя ге-

терозиготность заводской молодежи при корректном сравнении существенно ниже природной. По всей видимости, это можно трактовать как снижение генетической изменчивости вследствие искусственного воспроизводства вида.

Таким образом, величина внутривыборочной компоненты у приморской сими составляет 96 %, тогда как у японской в одном случае практически аналогична – 95 %, в другом несколько ниже – 91 %. В пределах межвыборочной компоненты большая часть определяется генетическими различиями между популяциями, а не между годами сбора материала или крупными географическими регионами (островами). По-видимому, данный факт можно трактовать как наличие заметной генетической уникальности каждой популяции, что приводит к высокой межпопуляционной дифференциации сими.

Полученные нами данные корректно сравнить с таковыми для других видов рода на примере популяций, приуроченных к бассейну Японского моря. Для 10 выборок кеты из р. Амур межвыборочная доля составила $G_{ST} = 2,23$ %, для японской кеты в одном исследовании получено $G_{ST} = 2,25$ %, в другом $G_{ST} = 2,90$ (Алтухов и др., 1997, табл. 5.1). При анализе популяций горбуши Сахалино-Курильского региона среднее значение внутривыборочной доли для выборок четного и нечетного поколения $H_S = 96,91$ %, (Салменкова и др., 2006, табл. 5), если же сравнивать выборки для каждого поколения отдельно, то для нечетных лет указанная величина 99,31 %, для четных – 99,17 %. В межвыборочной доле наибольшую часть имеет компонента, связанная с межпопуляционными различиями в пределах отдельных регионов. Таким образом, у популяций сими межвыборочная доля генетического разнообразия выше, чем у популяций кеты и горбуши, нерестующей в реках Японского моря. Среди всех видов тихоокеанских лососей по структуре генетического разнообразия сима похожа на чавычу, большая часть которой, как известно (Черешнев и др., 2002), нерестится в реках американского побережья Тихого океана. По имеющимся расчётам (Алтухов и др., 1997, табл. 5.9) в небольших регионах (например, р. Юкон) G_{ST} у чавычи принимает значения от 6 до 8 %. Полученные нами оценки параметров генетического разнообразия у сими позволяют заключить, что величина межвыборочной компоненты у сими сходна с таковой у чавычи, что несколько больше, чем горбуши и кеты, но меньше, чем у нерки.

ЛИТЕРАТУРА

- Алтухов Ю.П., Салменкова Е.А., Омельченко В.Т. Популяционная генетика лососевых рыб. – М.: Наука, 1997. – 288 с.
- Атлас пресноводных рыб России / под ред. Ю.С. Решетникова. – М.: Наука, 2002. – Т.1. – 379 с.
- Омельченко В.Т., Малинина Т.В., Цыгир В.В. Популяционная структура сими *Oncorhynchus masou* (Brev.) генетико-биохимическое исследование популяций южной части Приморья // Генетика. – 1991. – Т. 27, № 2. – С. 290–298.
- Салменкова Е.А., Гордеева Н.В., Омельченко В.Т. и др. Генетическая дифференциация горбуши *Oncorhynchus gorboscha* Walbaum в азиатской части ареала // Генетика. – 2006. – Т. 42, № 10. – С. 1371–1387.
- Семенченко А.Ю. Приморская сима. – Владивосток: ДВО АН СССР, 1989. – 192 с.
- Цыгир В.В. Жилая сима из бассейна Седанкинского водохранилища (Южное Приморье) // Биология проходных и шельфовых рыб. – Владивосток: ДВО РАН, 1990. – С. 47–52.
- Черешнев И.А., Волобуев В.В., Шестаков А.В., Фролов С.В. Лососевидные рыбы Северо-Востока России. – Владивосток: Дальнаука, 2002. – 496 с.
- Nakajima M., Kita A., Fujio Y. Genetic features of natural and cultured populations in masu salmon (*Oncorhynchus masou*) // Tohoku Journ. of Agricultural Research. – 1986. – Vol. 37, № 1–2. — P. 31–42.
- Nei M., Chesser R.K. Estimation of fixation indices and gene diversities // Annales of Human Genetics. — 1983. — Vol. 47. — P. 253–259.
- Okazaki T. Genetic variation and population structure in masu salmon *Oncorhynchus masou* of Japan // Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. – 1986. – Vol. 52(8). — P. 1365–1376.