

# ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СОХРАНЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ

## ФЕНЕТИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ГОРБУШИ *ONCORHYNCHUS GORBUSCHA* (WALBAUM) В АЗИАТСКОЙ ЧАСТИ АРЕАЛА

**Г.А. Агапова**

*ФГБУН Институт биологических проблем Севера (ИБПС) ДВО РАН,  
Магадан*

## PHENETIC DIVERSITY OF THE PINK SALMON *ONCORHYNCHUS GORSUSCHA* (WALBAUM) IN ASIATIC PART OF THE HABITAT

**G.A. Agapova**

*Institute of Biological Problems of the North (IBPN) FEB RAS, Magadan*

Горбуша – наиболее многочисленный и хозяйственно ценный вид тихоокеанских лососей. Этим объясняется неослабевающий интерес к изучению ее внутривидовой структуры. Одним из важных направлений является исследование пространственной дифференциации горбуши, чему посвящено большое количество работ. Например, с применением фенотипических критериев в качестве дифференцирующих признаков были выделены следующие комплексы локальных стад производителей горбуши: сахалинский, материкового побережья Охотского моря, западнокамчатский, восточнокамчатский, курильский и японский (Бугаев и др., 2012).

Исследования горбуши с использованием фенетических маркеров были начаты в 80-х гг. прошлого столетия и продолжаются до настоящего времени (Агапова, Пустовойт, 1999; Агапова, 2012 и др.). Изучалась внутри- и межпопуляционная изменчивость этого вида лососей. Накопленные данные позволяют оценить фенетическое разнообразие горбуши в азиатской части ареала на уровне региональных комплексов. Материал собран в период с 1986 по 2011 г. во время нерестовой миграции производителей в реки материкового побережья Охотского моря, Западной и Восточной Камчатки, о. Сахалин (табл.). Для анализа фенетического полиморфизма использовалось 14 фенов на 1-й и 5-й (суммарно)

межлучевых перепонках верхней лопасти хвостового плавника горбуши (Агапова, Пустовойт, 1999). Показатель внутривидового разнообразия ( $\mu$ ) рассчитывали по формуле, предложенной Л.А. Животовским. Достоверность различий по значениям этого параметра оценивали при помощи t-теста Стьюдента (Животовский, 1991). Учитывая особенности внутривидовой организации горбуши, оценка уровня ее разнообразия проведена отдельно для линий четных и нечетных лет.

*Средние значения показателя фенетического разнообразия ( $\mu$ )  
в нерестовых популяциях азиатской горбуши*

Река, годы исследования	Четные годы			Нечетные годы		
	Объем материала	$\mu$	$S\mu$	Объем материала	$\mu$	$S\mu$
Ола (1990–2011)	3116	8.074	0.113	6088	7.748	0.082
Яна (1994–2010)	800	7.604	0.226	598	6.405	0.222
Армань (1991, 2011)	—	—	—	264	8.132	0.345
Тауй (1994–2010)	2058	7.912	0.140	1210	7.174	0.151
Яма (1986, 1987)	374	8.140	0.290	572	6.669	0.225
Охота (1990)	200	6.758	0.275	—	—	—
Большой Такой (1989)	—	—	—	200	7.685	0.225
Палана (1992)	194	4.889	0.322	—	—	—
Ича (1987)	—	—	—	100	4.096	0.345
Хайрюзова (1990)	100	5.665	0.275	—	—	—
Жупанова (1988, 1990)	306	9.629	0.273	—	—	—
Авача (1987–1991)	216	5.257	0.340	500	7.383	0.261
Большая (1988–1991)	1002	8.438	0.196	436	6.783	0.256
Пахача (1988–1990)	628	7.769	0.229	394	7.831	0.288

**Четные поколения.** Среди исследованных нерестовых популяций горбуши рек материкового побережья Охотского моря самый низкий уровень разнообразия по фенетическим маркерам отмечен у производителей из р. Охоты (западная часть побережья). По значению показателя  $\mu$  они отличались ( $0.001 < p < 0.05$ ) от рыб из популяций северной части побережья. Степень разнообразия североохотоморских популяций была сопоставима. На Камчатке наиболее высокое значение  $\mu$ -критерия зафиксировано у горбуши из р. Жупановой (табл.), что отличало ее от производителей из других рек ( $p < 0.001$ ). Между парами выборок камчатской горбуши из разных локальностей по значениям рассматриваемого параметра отмечалось как сходство (pp. Палана – Авача; Палана – Хайрюзова), так и отличие (pp. Авача – Большая; Авача – Пахача;  $p < 0.001$ ). Из этих примеров видно, что четкой подразделенности нерестовых популяций по

их географическому положению нет. Тем не менее, анализ данных, рассчитанных для региональных комплексов, показал, что степень разнообразия горбуши, заходящей на нерест в реки Восточной Камчатки, выше, чем у производителей Западной Камчатки ( $t = 5.403$ ;  $p < 0.001$ ). Эти результаты не противоречат данным, полученным с использованием генетических маркеров. Ранее, на основе изучения аллозимной изменчивости обнаружены различия между производителями Западной и Восточной Камчатки, хотя между отдельными выборками из рек полуострова отмечался высокий уровень сходства (Гагальчий, 1985). При сравнении горбуши материкового побережья Охотского моря и Камчатки оказалось, что выборки из отдельных нерестовых популяций в одних случаях различались (например, рр. Яма – Авача), а в других – имели сходные феноетические характеристики (рр. Яма – Большая). При этом, в целом, значение  $\mu$ -критерия у производителей из рек материкового побережья Охотского моря было выше, чем у западнокамчатских, но сопоставимо с рассчитанным для рыб из рек Восточной Камчатки. Отметим, что североохотоморская горбуша (без р. Охоты) по уровню разнообразия достоверно отличалась от производителей из обоих камчатских региональных комплексов ( $0.001 < p < 0.05$ ).

**Нечетные поколения.** Горбуша рек материкового побережья Охотского моря нечетных лет по феноетическим маркерам была более неоднородна, чем в четные поколения. По значениям показателя разнообразия между парами выборок из исследованных рек (за исключением единичных случаев) обнаружены достоверные отличия ( $0.01 < p < 0.05$ ). Производители, заходящие на нерест в реки Камчатки, по степени разнообразия различались в следующих случаях: рр. Большая – Пахача, Большая – Ича, Авача – Ича ( $0.001 < p < 0.01$ ). Так же, как и в линии четных лет, значение показателя  $\mu$  у восточнокамчатских производителей оказалось выше ( $t = 7.498$ ;  $p < 0.001$ ), чем у западнокамчатских. При сопоставлении феноетических характеристик горбуши материкового побережья Охотского моря и Камчатки получены результаты, аналогичные тем, что отмечены для четных генераций. Производители сахалинской горбуши (р. Большой Такой) по исследованным маркерам были более разнообразны, чем нерестящиеся в реках западного побережья Камчатки ( $0.001 < p < 0.01$ ), но значимо не отличались от рыб из рек Восточной Камчатки и материкового побережья Охотского моря. При изучении биохимического полиморфизма горбуши также были обнаружены различия в частотах генотипов и фенотипов между производителями Камчатки и Сахалина (Гагальчий, 1985). Кроме того, отмечалось, что для горбуши о. Сахалин показатели гаплотипического и нуклеотидного разнообразия, в целом, выше, чем для большей части камчатских популяций (Шпигальская и др., 2009).

Значения показателя фенетического разнообразия у производителей материкового побережья Охотского моря и Западной Камчатки выше ( $0.001 < p < 0.05$ ) в четные годы, а восточнокамчатская горбуша разных генеративных линий, по исследованным маркерам, достоверно не различалась. Результаты исследования дифференциации популяций по аллозимным локусам показали, что общее генное разнообразие в линии четных лет выше, что проявилось и на уровне регионов. В то же время по локусам микросателлитной ДНК подобного различия между линиями не выявлено (Салменкова и др., 2006).

Таким образом, горбуша на изученной части ареала неоднородна по исследованным фенетическим маркерам. Различия по значениям показателя разнообразия обнаружены между выборками производителей из нерестовых популяций рек, относящихся как к одному, так и к разным региональным комплексам. Характер такой дифференциации отличался в четные и нечетные годы. Региональные отличия у исследованной горбуши проявлялись одинаково в обеих генеративных линиях. Значение  $\mu$ -критерия у производителей из рек материкового побережья Охотского моря было выше, чем у западнокамчатских, но сопоставимо с рассчитанным для рыб из рек Восточной Камчатки. Восточнокамчатская горбуша фенетически более разнообразна, чем западнокамчатская. Степень разнообразия этого вида лососей из р. Большой Такой (о. Сахалин) выше, чем из рек западного побережья Камчатки. В то же время, по значению рассматриваемого параметра, горбуша из данной популяции значимо не отличалась от взятой на анализ в реках Восточной Камчатки и материкового побережья Охотского моря. К сожалению, сахалинские производители представлены выборкой из одной локальности и для корректных сравнений на уровне региональных комплексов требуются дополнительные исследования.

## ЛИТЕРАТУРА

Аганова Г.А. 2012. Изменчивость фенетических признаков горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* (Salmonidae) из рр. Ола и Тауй (Тауйская губа Охотского моря) // Вестн. СВНЦ ДВО РАН. № 3. С. 69–76.

Аганова Г.А., Пустовойт С.П. 1999. Генетическая и фенетическая изменчивость популяций азиатской горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* (Walbaum) // Экология. № 1. С. 42–48.

Бугаев А.В., Шапорев Р.А., Савин В.А., Чистякова А.И. 2012. Результаты камчатских фенотипических исследований тихоокеанских лососей *Oncorhynchus* spp. в 1990–2010 гг. // Исслед. водных биол. ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. Вып. 25. С. 38–57.

Гагальчий Н.Г. 1985. Биохимический полиморфизм камчатской горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* (Walb.). Сообщ. 1. Частоты аллелей полиморфных локусов в генерации нечетного года // Генетика. Т. 21. № 5. С. 854–860.

Животовский Л.А. 1991. Популяционная биометрия. М. : Наука. 269 с.

Салменкова Е.А., Гордеева Н.В., Омельченко В.Т. и др. 2006. Генетическая дифференциация горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* (Walbaum) в азиатской части ареала // Генетика. Т. 42. № 10. С. 1371–1387.

Штигальская Н.Ю., Брыков В.А., Кухлевский А.Д. 2009. Полиморфизм мтДНК горбуши Камчатки и острова Сахалин // Исслед. водных биол. ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. Вып. 13. С. 74–87.