

жет быть обусловлена иммунологическими, физиологическими и экологическими особенностями организма. Следовательно, достаточно высокая генетическая изменчивость в популяциях животных является гарантией сохранения равновесия в соответствующих паразитарных системах. А популяционно-генетические исследования в комплексе с паразитологическими позволяют не только оценивать текущее состояние паразитарной системы, но и прогнозировать ее изменение в ответ на изменение условий обитания популяции хозяина.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алтухов Ю. П. Генетические процессы в популяциях. М.: Наука, 2003.
2. Алтухов Ю. П. Внутривидовое генетическое разнообразие: мониторинг и принципы сохранения // Генетика. 1995. Т. 31. № 10. С. 1333–1357.
3. Имашева А. Г. Стрессовые условия среды и генетическая изменчивость в популяциях животных // Генетика. 1999. Т. 35. № 4. С. 421–431.
4. Милишников А. Н., Исаев С. И., Анискин В. М., Варшавский А. А., Малыгин В. М. Высокая аллозимная изменчивость в популяциях трех видов щетинистых крыс Верхней Амазонии: связь с экологией и эволюцией // Генетика. 1999. Т. 35. № 7. С. 961–968.
5. Контримавичус В. Л. Паразитизм и эволюция экосистем (экологические аспекты паразитизма) // Журн. общ. биол. 1982. Т. XLIII. № 3. С. 291–302.
6. Сонин М. Д., Беэр С. А., Ройтман В. А. Паразитарные системы в условиях антропопрессии (проблемы паразитарного загрязнения) // Паразитология. 1997. Т. 31. № 5. С. 452–457.
7. Маурер Г. Диск-электрофорез. Теория и практика электрофореза в ПААГ. М.: Мир, 1971. 243 с.
8. Марков Г. С., Мозгина А. А. Особенности гельминтофауны обыкновенной чайки разного возраста // Фауна, систематика, биология и экология гельминтов и их промежуточных хозяев. Горький, 1981. С. 36–49.
9. Лакин Г. Ф. Биометрия. М.: Высшая школа, 1990. 352 с.

Ирина Владимировна ПАК –
доцент кафедры экологии и генетики
биологического факультета,
кандидат биологических наук

Илья Евгеньевич АЛЕХИН –
аспирант кафедры экологии и генетики
биологического факультета

УДК 587.08.875

МОРФОГЕНЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДВУХ РАС БАЙКАЛЬСКОГО ОМУЛЯ (*COREGONUS AUTUMNALIS MIGRATORIUS*)

АННОТАЦИЯ. Изучена изменчивость морфологических, краниологических и биохимических признаков у 2 рас байкальского омуля. Показана высокая стабильность внутри рас и выявлены различия между расами.

The variation of morphological, cranial and biochemical sings of two races of Coregonus autumnalis (Pall.) has been studied. High intraracial stability is demonstrated as well as interracial differences.

Байкальский омуль является эндемичным видом, представляющим огромный промысловый интерес для человека. Данный вид имеет сложную популяционную

структуру и состоит из четырех рас, отличающихся по многим признакам и широко мигрирующих по озеру. Многолетний нерациональный отлов привел к истощению некоторых популяций омулей и преобладанию других. Утрата хотя бы одной расы вызовет уменьшение внутривидового разнообразия, что негативно отразится на виде в целом. В связи с этим возникает необходимость более детального исследования особенностей каждой расы в отдельности.

Целью настоящей работы явилось изучение изменчивости селенгинской и северобайкальской рас омуля по совокупности морфологических, краниологических и биохимических признаков.

Материал и методы исследования

Исследования проводились в 1999–2001 гг. Объектом исследования послужили особи в возрасте 3 и 6 лет двух рас байкальского омуля *Coregonus autumnalis migratorius*: селенгинской и северобайкальской, отловленных в устье реки Селенги. Размер выборки в каждой категории составил по 200 особей.

Морфометрический анализ рыб был проведен по 18 пластическим и 3 меристическим признакам. Измерения проводились по общепринятой методике, по Смитту [1]. Краниологический анализ провели по 10 черепам омулей из селенгинской и по 10 черепам рыб северобайкальской рас. Биохимический анализ проб белых скелетных мышц проводили с использованием метода электрофореза в полиакриламидном геле (ПААГ, 7,5%) по стандартной методике [2]. Статистическая обработка данных проведена с использованием пакета прикладных программ Statan [3].

Результаты и обсуждение

Сравнение двух рас байкальского омуля по морфологическим признакам выявило достоверные различия по 13 признакам в возрасте 3 лет и 14 признакам в возрасте 6 лет. Эти различия сохранялись на протяжении двух лет, несмотря на небольшое уменьшение в 2001 г. размерных показателей во всех возрастных группах (табл. 1 и 2).

Для селенгинской расы характерны длинное невысокое тело, укороченные грудные и брюшные плавники и более длинный, по сравнению с северобайкальской расой, хвостовой плавник. Эти отличия связаны с большей мигрантностью, что подтверждается нерестовым ходом, превышающим по протяженности в два раза аналогичный показатель северобайкальской расы, и характером питания. Так, для северобайкальской расы свойственно придонное питание, при котором рыба не перемещается на длительные расстояния, в то время как селенгинская в поисках пищи совершает прямолинейные движения в толще воды. Все эти особенности и находят свое отражение в особенностях строения тела у рыб.

Сохранение достоверных различий двух исследуемых рас в возрасте 6 лет свидетельствует о генетической дивергенции селенгинской и северобайкальской рас.

Анализ изменчивости по коэффициентам вариации выявил высокую стабильность морфологических признаков у омулей разных возрастных групп двух исследованных рас (табл. 3 и 4). По характеру изменчивости все признаки можно разбить на три группы. Низкой вариабельностью у селенгинской расы обладают такие признаки, как длина тела, промысловая длина тела, длина туловища, наибольшая высота тела, пекто-вентральное расстояние, число позвонков, число ребер. Наиболее изменчивыми являются заглазничный отдел головы, длина хвостового плавника, длина основания спинного плавника, длина основания анального плавника.

Для северобайкальской расы характерна несколько иная картина. У нее, в отличие от селенгинской, число признаков, обладающих низкой изменчивостью, больше, т. к. помимо отмеченных сюда относятся также и длина заглазничного отдела, длина головы и число чешуй боковой линии.

Таблица 1

Морфометрическая характеристика двух рас байкальского омуля
(возраст 3 года)

Признаки (мм)	Селенгинская раса		Северобайкальская раса	
	1999 год	2001 год	1999 год	2001 год
	$\bar{x} \pm m_x$	$\bar{x} \pm m_x$	$\bar{x} \pm m_x$	$\bar{x} \pm m_x$
Длина тела	330,6±0,72	327,8±0,75	268,5±0,59*	260,9±3,25*
Промысловая длина	289,6±0,62	285,5±0,63	230,9±0,61*	224,5±1,18*
Длина туловища	247,5±0,62	245,1±0,48	173,6±0,63*	171,6±1,99*
Длина головы	42,1±0,36	40,5±0,38	57,3±0,14*	52,4±0,28*
Длина рыла	14,2±0,14	13,6±0,10	11,3±0,10*	11,3±0,09*
Диаметр глаза	13,4±0,12	12,8±0,10	8,3±0,09*	7,9±0,08*
Заглаз. отдел головы	14,5±0,28	13,9±0,22	17,7±0,16*	33,3±0,39
Высота головы	46,8±0,27	45,1±0,27	39,7±0,16*	37,9±0,19*
Наибольшая высота тела	52,1±0,33	60,9±0,21	61,4±0,16*	62,7±0,19*
Наименьшая высота тела	17,7±0,22	18,7±0,20	20,7±0,14*	19,6±0,15*
Длина хвостового плавника	40,9±0,37	42,2±0,32	37,5±0,22*	37,3±0,26*
Длина основания спинного плавника	30,2±0,44	28,0±0,20	32,6±0,38	29,3±0,24
Высота спинного плавника	40,0±0,31	39,5±0,20	41,4±0,31	40,1±0,34
Длина основания анального плавника	33,9±0,40	36,2±0,27	34,9±0,31	36,0±0,52
Высота анального плавника	27,9±0,24	26,4±0,22	25,1±0,25*	23,9±0,32*
Длина грудного плавника	33,9±0,33	34,7±0,32	36,8±0,57*	35,5±0,51*
Длина брюшного плавника	33,9±0,31	33,4±0,29	34,3±0,44	34,0±0,44
Пекто-вентральное расстояние	87,1±0,26	83,7±0,33	66,7±0,27*	66,3±0,45*
Число чешуй боковой линии	79,4±0,80	79,5±1,21	90,1±0,03*	90,2±0,06*
Число позвонков	62,0±0,02	62,0±0,02	62,0±0,02	62,0±0,02
Число ребер	29,0±0,02	29,0±0,02	29,0±0,02	29,0±0,02

Примечание: различие между расами достоверно при $P < 0,01$.

Таблица 2

Морфометрическая характеристика двух рас байкальского омуля
(возраст 6 лет)

Признаки (мм)	Селенгинская раса		Северобайкальская раса	
	1999 год	2001 год	1999 год	2001 год
	$\bar{x} \pm m_x$	$\bar{x} \pm m_x$	$\bar{x} \pm m_x$	$\bar{x} \pm m_x$
Длина тела	369,4±0,67	365,9±0,76	337,1±0,71*	319,9±2,38*
Промысловая длина	315,4±0,61	313,8±0,75	289,3±0,65*	277,7±2,13
Длина туловища	264,0±0,51	261,6±0,79	217,5±0,56*	205,6±1,92*
Длина головы	46,6±0,60	52,2±0,45	71,8±0,16*	71,1±0,31*
Длина рыла	16,8±0,12	16,5±0,18	18,9±0,07*	17,9±0,10*
Диаметр глаза	12,7±0,15	14,6±0,12	9,5±0,08*	10,5±0,07*
Заглаз. отдел головы	17,1±0,43	21,1±0,44	43,3±0,15*	42,6±0,32*
Высота головы	50,5±0,35	48,3±0,26	50,2±0,13	50,9±0,11*
Наибольшая высота тела	72,3±0,32	68,6±0,26	75,6±0,33*	74,0±0,25*
Наименьшая высота тела	21,5±0,24	19,4±0,19	22,9±0,24*	21,9±0,21*
Длина хвостового плавника	54,0±0,33	52,2±0,29	47,8±0,30*	42,7±0,92*
Длина основания спинного плавника	23,6±0,24	23,3±0,22	32,1±0,33*	32,7±0,17*
Высота спинного плавника	42,3±0,25	38,4±0,26	43,5±0,37	40,0±0,26*
Длина основания анального плавника	43,4±0,27	42,0±0,22	31,7±0,38*	31,7±0,22*
Высота анального плавника	31,4±0,33	31,7±0,29	24,7±0,41*	27,7±0,27*
Длина грудного плавника	47,3±0,34	42,0±0,29	51,0±0,57*	48,5±0,21*
Длина брюшного плавника	45,9±0,42	40,4±0,30	47,5±0,59	46,9±0,20*
Пекто-вентральное расстояние	101,0±1,98	100,4±0,41	96,1±0,28	94,5±1,22*
Число чешуй боковой линии	78,4±1,05	78,0±0,04	90,1±0,05*	90,3±0,08*
Число позвонков	62,0±0,02	62,0±0,02	62,0±0,02	62,0±0,02
Число ребер	29,0±0,02	29,0±0,02	29,0±0,02	29,0±0,02

Примечание: различие между расами достоверно при $P < 0,01$.

Таблица 3

Изменчивость морфологических признаков у двух рас байкальского омуля
(возраст 3 года)

Признаки (мм)	Селенгинская раса		Северобайкальская раса	
	1999 год	2001 год	1999 год	2001 год
	C.V. $\pm$ m _{C.V.}	C.V. $\pm$ m _{C.V.}	C.V. $\pm$ m _{C.V.}	C.V. $\pm$ m _{C.V.}
Длина тела	3,1 $\pm$ 0,15	3,2 $\pm$ 0,16	3,1 $\pm$ 0,16	17,6 $\pm$ 0,88*
Промысловая длина	3,0 $\pm$ 0,15	3,1 $\pm$ 0,16	3,7 $\pm$ 0,19*	7,4 $\pm$ 0,37*
Длина туловища	3,5 $\pm$ 0,18	2,8 $\pm$ 0,14	5,1 $\pm$ 0,26*	16,4 $\pm$ 0,82*
Длина головы	12,1 $\pm$ 0,60	13,3 $\pm$ 0,66	3,4 $\pm$ 0,17*	7,6 $\pm$ 0,38*
Длина рыла	13,9 $\pm$ 0,70	10,4 $\pm$ 0,52	12,6 $\pm$ 0,63	11,2 $\pm$ 0,56
Диаметр глаза	12,7 $\pm$ 0,63	11,0 $\pm$ 0,55	15,3 $\pm$ 0,76	14,3 $\pm$ 0,72*
Заглаз. отдел головы	27,3 $\pm$ 1,37	22,4 $\pm$ 1,12	6,0 $\pm$ 0,30	16,5 $\pm$ 0,83
Высота головы	8,2 $\pm$ 0,41	8,5 $\pm$ 0,42	5,7 $\pm$ 0,29*	7,1 $\pm$ 0,35*
Наибольшая высота тела	89,0 $\pm$ 0,45	4,9 $\pm$ 0,24	3,7 $\pm$ 0,18*	4,3 $\pm$ 0,21
Наименьшая высота тела	17,6 $\pm$ 0,88	15,1 $\pm$ 0,76	9,6 $\pm$ 0,48*	10,8 $\pm$ 0,54*
Длина хвостового плавника	12,8 $\pm$ 0,64	10,7 $\pm$ 0,53	8,3 $\pm$ 0,41*	9,9 $\pm$ 0,49*
Длина основания спинного плавника	20,6 $\pm$ 1,03	10,1 $\pm$ 0,50	16,5 $\pm$ 0,82	11,6 $\pm$ 0,58*
Высота спинного плавника	10,9 $\pm$ 0,55	7,2 $\pm$ 0,36	10,6 $\pm$ 0,53	12,0 $\pm$ 0,60*
Длина основания анального плавника	16,7 $\pm$ 0,84	10,6 $\pm$ 0,53	12,6 $\pm$ 0,63*	20,4 $\pm$ 1,02*
Высота анального плавника	12,2 $\pm$ 0,61	11,8 $\pm$ 0,59	14,1 $\pm$ 0,70	19,0 $\pm$ 0,95*
Длина грудного плавника	13,8 $\pm$ 0,69	13,1 $\pm$ 0,65	21,9 $\pm$ 1,10*	20,3 $\pm$ 1,02*
Длина брюшного плавника	13,8 $\pm$ 0,85	12,3 $\pm$ 0,61	18,1 $\pm$ 0,91*	18,3 $\pm$ 0,92*
Пекто-вентральное расстояние	4,2 $\pm$ 0,21	5,6 $\pm$ 0,28	5,7 $\pm$ 0,29*	9,6 $\pm$ 0,48*
Число чешуй боковой линии	14,2 $\pm$ 0,71	21,5 $\pm$ 1,08	0,5 $\pm$ 0,02*	1,0 $\pm$ 0,05*
Число позвонков	0,5 $\pm$ 0,02	0,3 $\pm$ 0,02	0,5 $\pm$ 0,02	0,5 $\pm$ 0,02
Число ребер	1,0 $\pm$ 0,05	1,0 $\pm$ 0,05	1,0 $\pm$ 0,05	1,0 $\pm$ 0,05

Примечание: различие между расами достоверно при $P < 0,01$.

Таблица 4

Изменчивость морфологических признаков у двух рас байкальского омуля
(возраст 6 лет)

Признаки (мм)	Селенгинская раса		Северобайкальская раса	
	1999 год C.V. $\pm$ m _{C.V.}	2001 год C.V. $\pm$ m _{C.V.}	1999 год C.V. $\pm$ m _{C.V.}	2001 год C.V. $\pm$ m _{C.V.}
Длина тела	2,6 $\pm$ 0,13	2,9 $\pm$ 0,15	2,9 $\pm$ 0,15	10,5 $\pm$ 0,53*
Промысловая длина	2,7 $\pm$ 0,14	3,4 $\pm$ 0,17	3,1 $\pm$ 0,16	10,8 $\pm$ 0,54*
Длина туловища	2,7 $\pm$ 0,13	4,5 $\pm$ 0,22	3,6 $\pm$ 0,18*	13,2 $\pm$ 0,66*
Длина головы	18,2 $\pm$ 0,91	12,2 $\pm$ 0,61	3,2 $\pm$ 0,16*	6,2 $\pm$ 0,31*
Длина рыла	10,1 $\pm$ 0,51	15,4 $\pm$ 0,77	5,24 $\pm$ 0,26*	7,9 $\pm$ 0,39*
Диаметр глаза	16,7 $\pm$ 0,83	11,7 $\pm$ 0,58	11,8 $\pm$ 0,59*	9,5 $\pm$ 0,47
Заглаз. отдел головы	35,6 $\pm$ 1,78	29,5 $\pm$ 1,47	4,9 $\pm$ 0,24*	10,6 $\pm$ 0,53*
Высота головы	9,8 $\pm$ 0,49	7,6 $\pm$ 0,38	3,7 $\pm$ 0,18*	3,1 $\pm$ 0,15*
Наибольшая высота тела	6,3 $\pm$ 0,31	5,4 $\pm$ 0,27	6,2 $\pm$ 0,31	4,8 $\pm$ 0,24
Наименьшая высота тела	15,8 $\pm$ 0,79	13,9 $\pm$ 0,69	14,8 $\pm$ 0,74	13,5 $\pm$ 0,68
Длина хвостового плавника	8,7 $\pm$ 0,43	7,9 $\pm$ 0,39	8,9 $\pm$ 0,44	30,4 $\pm$ 1,52*
Длина основания спинного плавника	14,4 $\pm$ 0,72	13,4 $\pm$ 0,67	14,6 $\pm$ 0,73	7,3 $\pm$ 0,37*
Высота спинного плавника	8,4 $\pm$ 0,42	9,6 $\pm$ 0,48	12,0 $\pm$ 0,60*	9,2 $\pm$ 0,46
Длина основания анального плавника	8,8 $\pm$ 0,44	7,4 $\pm$ 0,37	16,9 $\pm$ 0,85*	9,8 $\pm$ 0,49
Высота анального плавника	14,9 $\pm$ 0,74	12,9 $\pm$ 0,65	23,5 $\pm$ 1,18*	13,8 $\pm$ 0,69
Длина грудного плавника	10,2 $\pm$ 0,51	9,8 $\pm$ 0,49	15,8 $\pm$ 0,79*	6,1 $\pm$ 0,31*
Длина брюшного плавника	13,0 $\pm$ 0,65	10,5 $\pm$ 0,53	17,6 $\pm$ 0,88	6,0 $\pm$ 0,30*
Пекто-вентральное расстояние	27,7 $\pm$ 1,39	5,8 $\pm$ 0,29	4,1 $\pm$ 0,21*	18,2 $\pm$ 0,91*
Число чешуй боковой линии	18,9 $\pm$ 0,95	0,7 $\pm$ 0,04	0,8 $\pm$ 0,04*	1,3 $\pm$ 0,06*
Число позвонков	0,5 $\pm$ 0,02	0,5 $\pm$ 0,02	0,5 $\pm$ 0,02	0,5 $\pm$ 0,02
Число ребер	1,0 $\pm$ 0,05	1,0 $\pm$ 0,05	1,0 $\pm$ 0,05	1,0 $\pm$ 0,05

Примечание: различие между расами достоверно при $P < 0,01$.

Для селенгинской расы в возрасте 6 лет показатели изменчивости в целом уменьшаются. Однако признаки, характеризующие голову (ее длина, длина заглазничного отдела, высота головы), становятся более изменчивыми. В отличие от рыб селенгинской расы представители северобайкальской в возрасте 6 лет по всем признакам демонстрируют меньшую изменчивость в сравнении с более ранним периодом – возрастом 3 года.

В целом же, показано, что селенгинская раса обладает более высокой изменчивостью по сравнению с северобайкальской. Это, очевидно, объясняется большей гетерогенностью среды обитания селенгинской расы как наиболее выраженного мигранта.

Краниологический анализ, проведенный по 10 черепам рыб северобайкальской и 10 черепам рыб селенгинской рас, показал, что внутри рас изменчивость признаков очень низкая, достоверных различий в размерах парных костей не выявлено. При сравнении данных, полученных при промерах костей черепов, было обнаружено, что представители северобайкальской расы обладают более крупным и массивным черепом. При сопоставлении данных за разные годы в пределах одной расы наблюдалось уменьшение значений исследуемых параметров.

Анализ генетической изменчивости двух рас байкальского омуля по 8 белковым системам белых скелетных мышц выявил незначительные различия по гетерозиготности (табл. 5).

Таблица 5

Уровень генетической изменчивости двух рас байкальского омуля

Раса	Год исследования	Возраст	Средняя на локус гетерозиготность, %
Селенгинская	1999	3+	6,13±0,60
		6+	6,25±0,61
	2001	3+	6,11±0,60
		6+	6,25±0,61
Северобайкальская	1999	3+	5,86±0,59
		6+	6,00±0,59
	2001	3+	5,90±0,59
		6+	6,03±0,60

Показатели средней на локус гетерозиготности у представителей селенгинской расы немного выше, чем у рыб северобайкальской. Однако различия эти не носят достоверного характера. Отмечено также незначительное увеличение с возрастом уровня гетерозиготности во всех исследованных расах.

Таким образом, внутривидовая дивергенция исследованных рас байкальского омуля подтверждается различиями по морфологическим показателям. Селенгинская и северобайкальская расы отличаются по 14 морфологическим признакам и их изменчивости. По краниологическим признакам достоверных различий между расами выявлено не было.

ЛИТЕРАТУРА

1. Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб. М., 1966. 376 с.
2. Корочкин Л. И., Серов О. Л., Пудовкин А. И., Аронштам А. А., Боркин Л. Я., Малецкий С. И., Полякова Е. В., Манченко Г. М. Генетика изоферментов. М.: Наука, 1977. 275 с.
3. Гашев С. Н. Статистический анализ для биологов (руководство по использованию пакета прикладных программ «Statan-1996»). Тюмень: Изд-во ТГУ. 1998. 23 с.