

3. Численность грызунов на обследованной территории на 20% определяется зональностью, а влияние нарушенности территорий невелико – 1,3%. Паразиты более чувствительны к антропогенной нагрузке – для формирования гельминтофаунистических комплексов большее значение имеет степень нарушенности обследованных территорий (23%), чем влияние природной зональности (2,5%).

ЛИТЕРАТУРА

1. Гашев С. Н. Млекопитающие в системе экологического мониторинга (на примере Тюменской области): Автореф. дисс. ... докт. биол. наук. Тюмень: Изд-во ТГУ, 2001. 47 с.
2. Гашев С. Н., Сазонова Н. А. Эколого-морфологические особенности сообществ мелких млекопитающих залежных земель юга Тюменской области // Вестник ТГУ. 2000. № 3. С. 126–135.
3. Москвитина Н. С., Лукьянцев В. В., Удалой А. В. Гельминты мелких млекопитающих на техногенно загрязненных территориях юга Томской области // Тез. докл. конф. по биологическому разнообразию животных Сибири. Томск: Изд-во ТГУ, 1998. С. 208–209.
4. Равкин Ю. С., Вартапетов Л. Г., Юдкин В. А. и др. Пространственно-типологическая структура и организация населения наземных позвоночных Западной Сибири (земноводные, птицы и мелкие млекопитающие) // Сибирский экологический журнал. 2002. № 6. С. 735–755.
5. Сазонова Н. А. Сообщества мелких млекопитающих в условиях естественной восстановительной сукцессии // Вестник ТГУ. 2002. № 4. С. 77–84.

Оксана Николаевна ЖИГИЛЕВА –
доцент кафедры экологии и генетики
биологического факультета,
кандидат биологических наук

УДК 575:576.895

УРОВНИ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ И ЗАРАЖЕННОСТИ ГЕЛЬМИНТАМИ В ПОПУЛЯЦИЯХ МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ

АННОТАЦИЯ. На основе анализа состояния генетической структуры и паразитологической ситуации в популяциях мелких млекопитающих изучена взаимосвязь уровня изменчивости и зараженности. Показано, что чем выше средний показатель ожидаемой гетерозиготности у данного вида в определенной природной зоне, тем меньше видовое разнообразие гельминтоценозов ($r = -0,889$, $P < 0,01$). Этот факт может свидетельствовать в пользу того, что высокая изменчивость помогает популяции хозяина сдерживать паразитарную инвазию.

On the basis of the analysis of the state of the gene structure and parasitological situation in micromammals populations the intercorrelation of genetical variability and invasion levels has been studied. The author demonstrates that when the middle theoretical heterozygosity exponent of same species in the same natural zone achieves the highest level the extent of special diversity of helminthocenoses decreases to the lower level ($r = -0,889$, $P < 0,01$). That may attest that the high level of variability in hosts population helps to keep the parasite invasion at the lowest point.

Для сохранения и рационального использования видов животных необходимы сведения об уровнях генетической изменчивости в их популяциях. Достаточный уровень изменчивости, с одной стороны, является условием успешной адаптации и эволюционной стабильности в меняющихся условиях среды, с другой – может служить

индикатором состояния популяции в конкретных условиях [1, 2, 3, 4]. Важным фактором динамики численности популяции служат паразиты, способные в стрессовых для хозяина условиях усиливать свое действие [5, 6]. Паразитологическая ситуация в популяциях животных является отражением их благополучия. Целью нашего исследования стал поиск взаимосвязи между уровнями изменчивости и зараженности в популяциях, необходимый для разработки параметров комплексного эколого-генетического и эколого-паразитологического мониторинга природных популяций.

Материалы и методы

Материалами для работы послужили результаты отловов, неполных гельминтологических вскрытий и электрофоретических анализов белков грызунов и насекомых, проведенные в 1998–2002 гг. Всего в 10 географических пунктах юга Тюменской области отловлено 1118 особей мелких млекопитающих, из них 319 бурозубки обыкновенной *Sorex araneus* L. (Insectivora: Soricidae), 237 мыши полевой *Apodemus agrarius* (Rodentia: Muridae), 255 узкочерепной полевки *Microtus gregalis* (Rodentia: Cricetidae), 232 красных *Clethrionomys rutilus* Pallas. и 75 рыжих полевок *Cl. glareolus* Schreber (Rodentia: Cricetidae).

С использованием стандартного метода электрофореза белков в ПААГ [7] у бурозубки обыкновенной изучена изменчивость по 10 локусам, кодирующим неспецифические эстеразы, миогены, аспартатаминотрансферазу, малатдегидрогеназу, лактатдегидрогеназу, супероксиддисмутаза, у мыши полевой – по 11 локусам тех же белков, у полевок – по 15.

Расчет индекса видового разнообразия гельминтоценозов (ИВРГ) осуществлялся по Г. С. Маркову и А. А. Мозгиной [8]. Для оценки взаимосвязи генетических и паразитологических характеристик популяций применяли коэффициент корреляции r [9].

Результаты и обсуждение

Из исследованных видов мелких млекопитающих максимальный уровень генетической изменчивости зафиксирован у лесных полевок. Они оказались полиморфны по более чем половине изученных локусов, а средняя частота гетерозиготных особей составила 16–19% на локус. Полевая мышь и узкочерепная полевка имеют средние уровни изменчивости. Их популяции полиморфны по 40 и 35% локусов соответственно, а средние частоты гетерозигот составили 12–13%. Минимальным из изученных видов уровнем изменчивости обладает обыкновенная бурозубка. В ее популяциях полиморфны лишь 20% локусов, а частота гетерозигот в среднем менее 10% (табл. 1–5).

Таблица 1

Уровни изменчивости и зараженности в популяциях мыши полевой

Пункт	Год	Объем выборки	Показатели зараженности			Уровни изменчивости	
			ЭИ, %	ИИ	ИО	$P_{95\%}$	$H_{ф(ож)}$, %
Тюмень	2002	13	15,4	11,5	1,77	0,545	15,2 (24,8)
Верхний Бор	2002	4	50	5	2,5	0,455	6,8 (15,1)
В среднем подтайга			32,7	8,3	2,1	0,500	11 (20)
Ишимчик	1998	10	-	-	-	0,200	9 (8,2)
	1999	55	5,7	2,3	0,13	0,364	11,9 (17,6)
	2001	13	17,7	17,7	0,24	0,400	17,9 (16,1)
	2002	6	16,7	2	0,33	0,545	9,1 (19,6)
	средн.		13,4	7,3	0,23	0,376	12 (15,4)
Аэродром Синицино	2002	49	11,1	5,3	0,59	0,545	16,6 (21,7)
	1998	6	-	-	-	0,300	18,3 (14,7)
	1999	39	27,5	17,4	5,15	0,364	11,7 (18,1)
	средн.		27,5	17,4	5,15	0,332	15 (16,4)
Омутинка	1999	4	50	3	1,5	0,364	9,1 (18,4)
Сладково	2002	34	5,4	1,5	0,09	0,500	11,1 (24,4)
В среднем лесостепь			19,2	7	1,15	0,398	12,7 (17,6)
Всего			22,2	8,8	1,37	0,408	12,4 (18,1)

Таблица 2

Уровни изменчивости и зараженности в популяциях узкочерепной полевки

Пункт	Год	Объем выборки	Показатели зараженности			ИВРГ	Уровни изменчивости	
			ЭИ, %	ИИ	ИО		P _{95%}	H _{ф(ож)} , %
Мяги	2001	5	42,8	12	5,14	0,323	0,222	17,8 (11,8)
Ишимчик	1998	30	-	-	-	-	0,467	13,1 (21,0)
	1999	83	32,3	7,9	2,55	0,048	0,400	12,1 (21,6)
	2001	16	58,8	5	2,94	0,204	0,222	10,4 (14,6)
Аэродром Синицино	2001	21	62,5	5,8	3,63	0,479	0,300	15,0 (15,9)
	1998	7	-	-	-	-	0,467	15,4 (16,5)
	1999	39	47,1	15,1	3,91	0,025	0,400	19,9 (23,5)
Омутинка	1998	25	-	-	-	-	0,467	9,5 (16,6)
	1999	20	29,4	4,2	1,24	0,126	0,400	10,1 (23,6)
Сладково	2001	4	100	32,5	32,5	0,645	0,111	11,1 (6,6)
	2002	3	66,7	3	2,0	0	-	-
В среднем лесостепь			56,7	10,5	6,97	0,237	0,359	13 (16,7)
Всего			48,8	10,7	6,74	0,231	0,346	13,4 (17,2)

Обозначения: ЭИ – экстенсивность инвазии, ИИ – средняя интенсивность инвазии, ИО – индекс обилия паразитов, P_{95%} – доля полиморфных по 95%-му критерию локусов, H_{ф(ож)} – средняя гетерозиготность на локус фактическая (ожидаемая)

Таблица 3

Уровни изменчивости и зараженности в популяциях красной полевки

Пункт	Год	Объем выборки	Показатели зараженности			ИВРГ	Уровни изменчивости	
			ЭИ, %	ИИ	ИО		P _{95%}	H _{ф(ож)} , %
Кучак	1997	28	29,7	34,8	10,4	0,015	0,700	14,3 (20,8)
	2001	8	81,8	18,2	15,5	0	0,714	20,9 (29,8)
	2002	10	60	12,8	7,7	0	0,667	15,4 (29,2)
Лесничество	1998	24	-	-	-	-	0,629	14 (21,6)
	2001	4	25	1	0,25	0	0,462	23,7 (19,2)
В среднем подтайга			49,1	16,7	8,46	0,004	0,634	17,7 (24,1)
Ишимчик	1998	11	-	-	-	-	0,600	28,4 (24,9)
	1999	19	0	0	0	0	0,545	17,4 (20,8)
	2001	2	0	0	0	0	-	-
	2002	6	0	0	0	0	-	-
Аэродром Синицино	2002	5	20	11	2,2	0	0,667	11,1 (26,7)
	1998	10	-	-	-	-	0,571	32,2 (25,3)
Омутинка	1999	59	38,8	29,6	11,5	0,14	0,545	17 (25,7)
	1998	15	-	-	-	-	0,600	21,3 (25,5)
Сладково	1999	29	19,4	1,6	0,3	0,158	0,545	21,5 (25,9)
	2002	4	25	1	0,25	0	0,364	15,9 (14,5)
В среднем лесостепь			14,7	6,2	2,04	0,043	0,555	20,6 (23,7)
Всего			27,2	10	4,37	0,028	0,585	19,5 (23,8)

Таблица 4

Уровни изменчивости и зараженности в популяциях рыжей полевки

Пункт	Год	Объем выборки	Показатели зараженности			Уровни изменчивости	
			ЭИ, %	ИИ	ИО	P _{95%}	H _{ф(ож)} , %
Кучак	1997	34	23,4	26,6	6,2	0,538	16 (25,5)
	2001	7	75	21,8	16,4	0,571	20,9 (23,6)
	2002	15	73,3	6,7	4,6	0,500	10,1 (16,8)
Лесничество	1998	15	-	-	-	0,545	14 (26,9)
	2001	3	33,3	7	2,3	0,538	20,5 (24,1)
Всего			51,3	15,5	7,4	0,538	16,3 (23,4)

Таблица 5

Уровни изменчивости и зараженности в популяциях бурозубки обыкновенной

Пункт	Год	Объем выборки	Показатели зараженности			ИВРГ	Уровни изменчивости	
			ЭИ, %	ИИ	ИО		P _{95%}	H _{ф(ож)} , %
Кучак	2001	39	73	17	12,4	0,334	0,300	9,8 (13,3)
	2002	46	56,5	8,1	4,6	0,310	0,200	4,2 (7,7)
Решетниково	2002	13	84,6	8,9	7,5	0,670	0,100	3,9 (3,3)
Лесничество	2001	6	80	26,5	21,2	0,260	0,300	12,5 (11,2)
В среднем подтайга			73,5	15,1	11,4	0,394	0,225	7,6 (8,9)
Ишимчик	1998	8	-	-	-	-	0,364	20,6 (16,6)
	1999	16	20	2	0,4	0	0,200	5,6 (9)
	2001	27	60	6,7	4,0	0,502	0,300	7,9 (13,7)
	2002	38	39,5	11,9	11,9	0,208	0,300	9,0 (10,8)
Аэродром	2001	11	75	10,2	7,63	0,402	0,300	12,2 (13,2)
	2002	22	36,4	36,4	4,4	0,213	0,300	6,5 (10,4)
Синицино	1998	11	-	-	-	-	0,200	10,9 (10,2)
	1999	30	17,9	1,4	0,25	0,194	0,300	10,4 (12,7)
Омутинка	1998	22	-	-	-	-	0,300	9,2 (14,1)
	1999	44	37,2	22,9	8,0	0,208	0,300	8,4 (12,6)
В среднем лесостепь			40,9	13,1	5,2	0,247	0,286	10,1 (12,3)
Всего			52,7	13,8	6,84	0,321	0,269	9,36 (11,3)

Следовательно, популяции бурозубок имеют наиболее консервативную генетическую структуру и обладают наименьшим адаптивным потенциалом по сравнению с разными видами грызунов.

В изученных районах юга Тюменской области популяции мыши полевой заражены гельминтами на 5–50% со средним индексом обилия 1,4 паразита на особь, в одной особи редко встречается более 1 вида паразита (ИВРГ= 0,002). На втором месте по зараженности стоит красная полевка. Ее популяции заражены на 19–82% с показателем обилия 4,4 паразита на особь, видовое разнообразие паразитов, встречающихся в одной особи хозяина, невелико (ИВРГ=0,028). Лесостепные популяции красной полевки заражены в меньшей степени, хотя и большим количеством неспецифичных видов паразитов. Ишимская популяция красной полевки была полностью свободна от паразитов в течение ряда лет. В подтаежных популяциях рыжей полевки паразитологическая ситуация сходна с симпатрическими популяциями красной полевки. При экстенсивности инвазии 23–75%, на одну особь рыжей полевки в среднем приходится 7,4 особи паразита преимущественно одного вида. Экстенсивность инвазии узкочерепной полевки несколько выше (30–100, в среднем 49%), индекс обилия составляет 6,8 паразита на особь, гельминтоценозы разнообразны (ИВРГ=0,23). Сходные показатели зараженности и разнообразия гельминтокомплексов характерны для обыкновенной бурозубки. Различные популяции бурозубок заражены в среднем на 53% с индексом обилия 0,4–21 паразит на особь при достаточно высоком видовом разнообразии гельминтов (ИВРГ=0,32). Лесостепные популяции бурозубок заражены в среднем в 2 раза меньше, чем подтаежные.

Наблюдается сильная достоверная отрицательная корреляция между уровнем гетерозиготности популяции и видовым разнообразием гельминтоценозов. Чем выше средний показатель ожидаемой гетерозиготности у данного вида в определенной природной зоне, тем меньше видовое разнообразие гельминтоценозов ($r = -0,889$, $P < 0,01$). Этот факт может свидетельствовать в пользу того, что высокая изменчивость помогает популяции хозяина сдерживать паразитарную инвазию. При этом внутривидовая различность по белкам служит маркером изменчивости особей по степени их устойчивости к инвазии, которая мо-

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