

## **Биологический мониторинг качества среды в горных условиях.**

С.Г. Бабина<sup>1</sup>, Е.С. Булатова<sup>1</sup>, С.С. Онищенко

<sup>1</sup> Государственный природный заповедник «Кузнецкий Алатау»

<sup>2</sup> Кемеровский государственный университет

Оценка качества среды является основным назначением системы экологического мониторинга. В работе изложены результаты биологической оценки качества среды по морфологическим маркерам. В ходе работ оценен диапазон асимметрии билатеральных признаков, выявлен естественный уровень встречаемости уродств и отклонения в пигментации зубов бурозубки обыкновенной в популяциях обыкновенной бурозубки с территории Кемеровской области и Красноярского края.

Стрессирующие по характеру воздействия приводят к заметным отклонениям в онтогенезе и физиологических процессах, сопровождаются увеличением в популяциях видов частоты уродств и сопровождаются другими негативными для жизнедеятельности организмов проявлениями [6].

В качестве основного приема использована оценка степени стабильности развития организмов, когда регистрируются нарушения симметрии морфологических структур по билатеральным признакам. Теоретические основы нарушения симметрии изложены в работе В.М. Захарова [5]. Для оценки отклонения в развитии зверьков вне пределов нормы реакции вида выявлялись пороки развития скелетных и одонтологических структур. Они возникают под действием токсикологических, мутагенных и др. воздействий на формирующийся организм, вследствие заболеваний, в том числе и во внутриутробный период, или могут быть генетически обусловленными [9,4,2,3]. Для видов рода *Sorex* за норму принималась частота встречаемости уродств не более 1-2% [12]. Нами оценивалась частота встречаемости среди сеголеток обыкновенной бурозубки нарушений пигментации зубов [11, 13]. В связи с тем, что пигментация зубов у бурозубок происходит в течение первых 20 дней после рождения (в гнездовой период), то наличие таких отклонений может являться индикатором последствий каких-либо воздействий на новорожденных животных. Всего проанализировано более 5000 экземпляров черепов зверьков.

Для выявления диапазона колебаний показателя асимметрии краниальных признаков в естественных условиях, проанализированы выборки зверьков за ряд лет 1998 – 2004 гг. из окрестностей стационара КемГУ «Ажндарово» (Крапивинский район Кемеровской области). Это позволяет оценить влияние такой группы естественных факторов, как межгодовые изменения плотности популяции или колебания погодных условия, которые приводят к выраженным отклонения в развитии зверьков этого вида [7, 15].

Диапазон колебаний численности обыкновенной бурозубки в окрестностях стационара как в течение всего анализируемого периода, так и между годами значителен, и составляет от 5 до 37 ос. на 100 цил.-сут. Минимальная численность вида была зарегистрирована в 1999 г., а максимальный - в 2002 г. Ежегодные резкие изменения численности свидетельствует о выраженной зависимости популяции вида от факторов внешней среды, чем от внутривидовых механизмов. Не смотря на это, показатель стабильности развития менялся в незначительных пределах (табл. 1). Единственный год, когда произошел существенный сдвиг показателя асимметрии – 2002 г., т.е. во время пика численности вида. Популяции обыкновенной бурозубки из других районов по уровню нарушения стабильности развития оказались сходными. Единственная популяция, которая достоверно отличается от большинства из них, это сеголетки, населяющие высокогорья Кузнецкого Алатау в окрестностях оз. Рыбное. Для них обнаружен достоверно низкий уровень асимметрии краниологических признаков.

Таблица 1

Значения интегрального показателя стабильности развития

	N, экз.	M ± m	δ	min	max
ш. Ягуновская 1997	39	0,18 ± 0,02	0,15	0,00	0,50
Ажандарово 1998	27	0,14 ± 0,02	0,12	0,00	0,43
Ажандарово 2002	100	0,23 ± 0,02	0,19	0,00	1,16
Ажандарово 2003	100	0,15 ± 0,01	0,13	0,00	0,57
Ажандарово 2004	100	0,17 ± 0,01	0,15	0,00	0,60
оз. Рыбное 2006	19	0,04 ± 0,01	0,06	0,00	0,14
Ср. Маганаква 2006	57	0,11 ± 0,02	0,14	0,00	0,57
кордон Безымянка 2007	90	0,15 ± 0,01	0,13	0,00	0,50
хр. Бархатный 2007	64	0,12 ± 0,01	0,11	0,00	0,38
Таловка 2	15	0,18 ± 0,03	0,10	0,00	0,38
Сарлы	12	0,13 ± 0,03	0,11	0,00	0,25

Анализ отклонений в пигментации зубов показывает, что эта аберрация довольно часто встречается среди сеголеток в разных популяциях. Их доля в популяции может достигать 16% (табл. 2). Сравнения материалов по ажандаровской популяции за 2004 и 2005 гг. показывает, что в год низкой численности (2005 г.) возрастает доля зверьков с нарушениями окраски эмали зубов меланина. Для популяций горных территорий ГПЗ «Кузнецкий Алатау» доля зверьков с нарушениями пигментации зубов значительно выше, чем у таковых из предгорных районов Кузнецкого Алатау. Обращает внимание, что максимум зверьков с такого рода нарушениями обнаружены в сборе 2006 г. с окрестностей р. Ср.

Маганакова. В этот год из-за затяжной холодной и дождливой весны численность вида довольно низкой (в том числе и в других районах Кемеровской области). Наблюдался также сдвиг на более поздние сроки июльского подъема численности у бурозубок, который связан с расселением второй генерации сеголеток.

Таблица 2

Встречаемость особей среди сеголеток обыкновенной бурозубки с нарушением пигментации зубов

Местность, год	N, экз.	Доля (в %)
Ажандарово, 2004	771/205	4,02
Ажандарово, 2005	435/130	8,3
р. Ср. Маганакова, 2006	50/7	16
оз. Рыбное, 2005	88/46	10,2
оз. Рыбное, 2006	18/4	-
р. Безымянка, 2007	158/76	10,7

Среди сборов землероек из разных районов Кузнецкого Алатау зверьки с аномалиями развития были отловлены в окр. оз. Рыбного и р. Безымянка. В сборе землероек из района р. Ивановский (левый приток р. Кия) была найдена одна травмированная бурозубка. Аномальных зверьков нет в других массовых сборах: с р. Средняя Маганакова, окр. г. Чемодан, по р. Кии (от р. Безымянка до руч. Ивановка), по притоку р. Пейзас (западная граница заповедника). В окрестностях оз. Рыбное, находящегося в поясе субальпийских и альпийских лугов и горных тундр аномалии развития обнаружены у обыкновенной, равнозубой и средней бурозубок. Среди проанализированных 159 экземпляров обыкновенных бурозубок 3 особи были с аномалиями, или 1,9%. Видимо, достаточно своеобразные для вида условия обитания в этом районе являются довольно мощным фактором, стимулирующим возникновения различного рода уродств у зверьков. В окрестностях р. Безымянка ситуация несколько иная. Здесь более благоприятные условия для обитания видов. Однако в сборе сеголеток обыкновенной бурозубки доля аномальных зверьков составляла 3,8%, что заметно превышает видовую норму в 1,5%. Следует отметить, что в этой популяции обыкновенной бурозубки также было довольно много травмированных животных, вероятно вследствие довольно напряженных внутривидовых взаимодействий на фоне высокой численности (78,8 особей на 100 кон./сут.).

Анализ асимметрии краниологических признаков обыкновенной бурозубки позволил выделить две популяции, которые достоверно отличались от остальных в большинстве попарных сравнений: из окр. стационара «Ажандарово» за 2002 г. и из окр. оз. Рыбное. Наибольший уровень нарушения развития зверьков отмечен в ажандаровской популяции в 2002 г. В этот год был зарегистрирован пик численности.

Наибольшей стабильностью развития краниологических структур отличаются популяции вида, населяющие высокогорья окр. оз. Рыбное. Однако для них и зверьков с р. Безымянка характерно высокая частота встречаемости уродств.

Для других популяций обыкновенной бурозубки не характерны выраженные отклонения в развитии зверьков, несмотря на существенную разницу в условиях обитания (низкогорья, среднегорья и высокогорья), уровне численности и степени доминирования вида в таксоценозе землероек. Примечательно, что популяция вида из пригорода г. Кемерово, т.е. антропогенно преобразованного района достоверно не выделялись в серии выборок, обладающих умеренными проявлениями нарушения развития зверьков. В целом диапазон варьирования признака в одной популяции за ряд лет может превосходить степень различий таковых разных, географически удаленных популяций.

Анализ отклонений в пигментации зубов показывает, что эта аберрация довольно часто встречается среди сеголеток в разных популяциях. Их доля в популяции может достигать 16%. Имеющийся материал по 2004 и 2005 г. показывает, что в год низкой численности популяции (2005 г.) возрастает доля зверьков с нарушениями окраски эмали зубов меланина. Для популяций из ГПЗ «Кузнецкий Алатау» доля зверьков с нарушениями пигментации зубов значительно выше, чем у таковых из предгорных районов Кузнецкого Алатау. Обращает внимание, что максимум зверьков с такого рода нарушениями были обнаружены в сборе 2006 г. из окрестностей р. Ср. Маганакова. В этот год сложились своеобразные условия для популяции модельного вида (затяжная холодная и дождливая весна, позднее размножение, низкая стартовая численность вида и т.д.), что могло привести к сбоям некоторых физиологических процессов. Следует отметить, хотя обыкновенная бурозубка в темнохвойной тайге и один из фоновых видов, но для нее в условиях сильно увлажненной местности являются не совсем оптимальные условия.

Оценка качества среды с использованием морфологических маркеров показывает, что условия обитания следует считать достаточно оптимальными. Этот вывод можно распространить не только на малонарушенные территории ГПЗ «Кузнецкий Алатау», но и на трансформированные рубками участки долины р. Томи, и подвергающиеся постоянному загрязнению и сельскохозяйственному воздействию пригородные районы г. Кемерово. Использование других критериев дает несколько иную и противоречивую картину. Так, регистрация нарушений пигментации зубов как индикатора нормы протекания физиологических и ростовых процессов показывает, что наиболее часто эти отклонения регистрируется в популяциях обыкновенной бурозубки Кузнецкого Алатау. Это позволяет считать, что модельный вид в горной тайге существует в достаточно напряженном взаимодействии с биотическим и

абиотическим окружением. Еще более существенно расхождение результатов анализа флуктуирующей асимметрии и врожденных пороков скелетных и одонтологических структур. Зарегистрированный у обыкновенной бурозубки высокий уровень аномалий развития в окрестностях р. Безымянка позволяет предполагать существование в этом районе, по крайней мере, в год проведения исследований достаточно мощного стрессирующего фактора неясной природы.

#### Литература

1. Гашев С.Н. Млекопитающие в системе экологического мониторинга (на примере Тюменской области). – Тюмень: ТюмГУ, 2000. – 220 с.
2. Графодатский А.С., Железова А.И., Князев С.П., Мычко Е.В., Полетаева И.И., Сотская М.Н. Генетика собаки. – Новосибирск: Изд-во Новосибир. ун-та, 1999. – 196 с.
3. Дистель В.А., Сунцов В.Г., Вагнер В.Д. Зубочелюстные аномалии и деформации: основные причины развития. – М.: Медицинская книга, Н. Новгород: Изд-во НГМА, 2001. – 102 с.
4. Журавель А.А. Патологическая физиология сельскохозяйственных животных. – М., 1977. – 368 с.
5. Захаров В.М. Асимметрия животных. – М.: Наука, 1987. – 216 с.
6. Захаров В.М., Чубинишвили А.Т., Дмитриев С.Г., Баранов А.С., Борисов В.И., Валецкий А.В., Крысанов Е.Ю., Кряжева Н.Г., Пронин А.В., Чистякова Е.К. Здоровье среды: практика оценки. — М.: Центр экологической политики России, 2000 -320 с.
7. Захаров В.М., Шефтель Б.И., Александров Д.Ю. Нарушение стабильности развития на фазе пика численности в популяции млекопитающих // ДАН СССР, 1984. - Т. 275, N 3. - С. 761-764
8. Израэль Ю.А. Экология и контроль состояния природной среды. – М.: Гидрометеиздат, 1984. – 435 с.
9. Меженина В.П. Врожденные уродства. – Киев: Здоров'я, 1974. – 144 с.
10. Методические рекомендации по выполнению оценки качества среды по состоянию живых существ (оценка стабильности развития живых организмов по уровню асимметрии морфологических структур). Утверждены Распоряжением МПР № 460-р от 16.10.2003. – Москва, 2003
11. Онищенко С.С., Ильяшенко В.Б., Бибик Е.В. Травмы и деформации черепа бурозубок (*Insectivora*, *Sorex*) // Териофауна России и сопредельных территорий (7 съезд Териологического общества). Материалы Международного совещания 6-7 февраля 2003 г., Москва – М., 2003. – С. 244
12. Онищенко С.С., Ильяшенко В.Б., Бибик Е.В. Тератологическая и травматическая изменчивость сибирских землероек родов *Sorex* и *Crocidura* // Биология насекомоядных млекопитающих: Матер. III Всерос. науч. конф. По биологии насекомоядных млекопитающих (15-20 сент. 2007 г., Новосибирск). – Новосибирск: Изд-во «ЦЭРИС», 2007. - С. 90-93
13. Толкачев О.В. Воздействие урбанизации на население бурозубок лесных экосистем: Автореф. дис...канд. биол. наук. – Екатеринбург, 2007. – 24 с.
14. Шадрина Е.Г., Вольперт Я.Л., Данилов В.А., Шадрина Д.Я. Биоиндикация воздействий горнодобывающей промышленности на наземные экосистемы Севера: морфогенетический подход. – Новосибирск: Наука, 2003. – 110 с.
15. Zakharov V.M., Demin D.V., Baranov A.S., Borisov V.I., Valetsky A.V., Sheftel B.I. Developmental stability and population dynamics of shrews *Sorex* in central Siberia // Acta theriologica, 1997. – S. 4. - P. 41-48