

Морфологические аномалии *RANA RIDIBUNDA PALL.* как индикаторы качества окружающей среды

Е.В. Спирина, к.б.н., Ульяновская ГСХА

Ключевые слова: аномалии, индикатор качества, окружающая среда, тип, район исследования.

Живая природа нашей планеты переживает тяжелый экологический кризис, который начинается на региональном уровне и заканчивается глобальным системным кризисом биосферного уровня, поэтому дальнейшее взаимодействие общества с окружающей средой становится невозможным без информации о состоянии биосферы и без прогноза ее изменений под влиянием человеческой деятельности.

Для обеспечения устойчивого развития необходима комплексная экспресс-оценка экологического состояния окружающей среды, применительно к экосистемам разного уровня сложности. Получение информации об окружающей среде возможно либо с помощью химических методов,

либо на основе оценки состояния биологических объектов. Метод оценки абиотических и биотических факторов местообитания при помощи биологических систем называется биоиндикацией. Биоиндикация позволяет оценить степень и интенсивность воздействия загрязнителей, отражает динамику деградации экосистем в интегральной форме. Преимущества использования биоиндикаторов состоят в том, что они реагируют не только на отдельные загрязнители, но и на весь комплекс воздействующих веществ определенными реакциями организма в целом. А влияние комплекса загрязнителей на живые организмы может сильно отличаться от влияния каждого загрязняющего вещества в отдельности.

Тератологические явления издавна привлекали к себе внимание исследователей. В последнее время интерес к этой проблеме проявляется именно в плане индикации состояния окружающей

среды. Показана корреляция встречаемости морфологических аномалий у различных видов амфибий с кислотностью воды и содержанием тяжелых металлов [1].

В условиях высокого среднего стресса изменяется разнообразие типов аномалий и общая частота аберраций [1, 2], поэтому разнообразие и частота аномалий может служить показателем трансформации природной среды.

Целью работы является изучение частоты встречаемости морфологических аномалий у амфибий в зависимости от загрязнения среды и использование полученных данных в целях биоиндикации.

Нами были проанализированы амфибии из р. Усы и р. Свяги. Река Уса рассматривалась в качестве условного контроля, так как расположена на значительном удалении от промышленных и аграрных производств. Река Свяга была выбрана для оценки ситуации при сильной комплексной антропогенной нагрузке, так как результаты химического анализа воды показывают, что во всех пробах воды р. Свяги содержались тяжелые металлы в концентрациях, превышающих ПДК. Крайне высоким оказалось содержание ионов свинца и кадмия.

Во время осмотра амфибий регистрировались различные отклонения в строении – травмы (повреждения, приобретенные после метаморфоза) и морфологические аномалии (включая аномальные регенерации). Типовая принадлежность аномалий конечностей описывалась с учетом существующих классификаций [2, 3].

В качестве показателя встречаемости морфологических аномалий у взрослых животных мы рассчитывали долю особей с аномалиями в процентах от общего числа обследованных амфибий.

Нами были обнаружены 12 типов морфологических отклонений: экстремелия; полидактилия; эктродактилия; брахидактилия; клинодактилия; гиперплазия; увеличение размеров рудимента; удлинённый палец; циклопия; аномалии зрачка; левосторонний сколиоз; недоразвитие предплечья.

По частоте встречаемости наиболее распространенными являются аномалии конечностей. Установлено, что в лабораторных условиях аномалии конечностей отмечаются только в единичных случаях (не более 1–1,5%), обычно в потомстве от пар, давших большое число успешно оплодотворенных яиц, в то время как аномалии осевого скелета, по тем же данным, проявляются регулярно. Исходя из того, что аномалии конечностей в нашем материале наиболее массовые, мы предполагаем, что носители таких аномалий более жизнеспособны в природе. Микроскопический анализ длинных костей у головастиков пиренейской лягушки *Rana perezi* в присутствии инсектицидов показал изменения в плотности межклеточного вещества в обезвещенных ко-

стях и наличие сильно васкуляризированной соединительной ткани в области надкостницы, что и служит причиной дефектов при формировании костей [4].

Одной из проблем при изучении аномалий является вопрос об основном факторе, вызывающем аномалии. К природным факторам, вызывающим отклонения, относят: мутации и взаимодействия генов (внутренние факторы), влияние слизи рыб, а также хищников, вызывающие аномальные регенерации – в результате повреждения почки роста конечности у личинок [4].

Известны также работы, где основным фактором, вызывающим проявление морфологических аномалий, является заражение трематодами. Некоторые авторы считают, что увеличение частоты морфологических аномалий у амфибий в условиях пестицидного загрязнения обусловлено функциональной перестройкой паразитарных комплексов. Во всех случаях механизм действия того или иного фактора не до конца изучен и требует дальнейших исследований.

Практически все изложенные выше точки зрения относительно причин возникновения аномалий в настоящий момент не могут быть опровергнуты или подтверждены нашими данными.

В нашем случае полидактилия отмечена во всех случаях на первом и третьем пальцах. Подобную картину, по нашему мнению, можно рассматривать с различных позиций. Известно, что первые три пальца на задних конечностях у амфибий при передвижении несут меньшую функциональную нагрузку, чем остальные [3]. Наличие полидактилии на четвертом и пятом пальцах в условиях сильного стабилизирующего отбора, вероятно, обуславливает меньшую жизнеспособность особей с такими отклонениями. Возможно, это связано с последовательностью закладки пальцев амфибий в ходе онтогенеза. Известно, что первый палец на задних конечностях при развитии бесхвостых амфибий закладывается в последнюю очередь. Нарушения в закладке первого пальца, вероятно, также в меньшей степени снижают жизнеспособность.

Характеристика общей частоты морфологических аномалий представлена на рис. 1.

Из графика видно, что наиболее высокая частота отмечена в антропогенно-трансформированном водоеме. Наблюдается общая тенденция – «повышения встречаемости аномалий в антропогенно-трансформированном водоеме».

Другой, более объективный показатель – разнообразие аномалий – анализируется в лабораторных и природных популяциях. В качестве критериев типового разнообразия аномалий мы использовали показатель внутривидового разнообразия μ и долю редких фенотипов h Л.А. Животовского. Обычно в популяции в качестве нормального фенотипа рассматривается

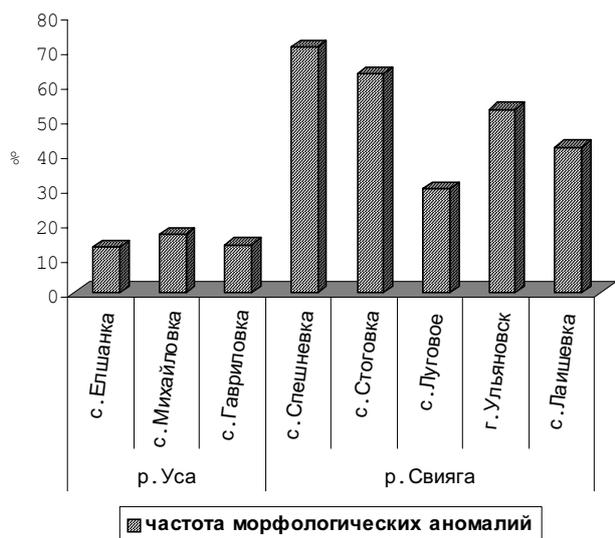


Рис. 1 – Общая частота морфологических аномалий среди озерных лягушек

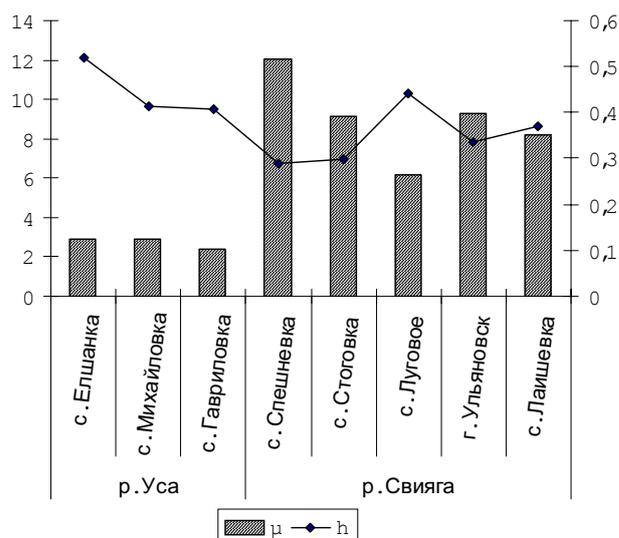


Рис. 2 – Значение показателей разнообразия (μ) и доли редких фенотипов (h) по морфологическим аномалиям среди озерных лягушек

Показатели внутривидового разнообразия морфологических аномалий

Популяция	Численность, N	Среднее число типов, μ±Sμ	Доля редких фенотипов, h±Sh
р. Уса, с. Елшанка	68	2,890±0,360	0,518±0,061
р. Уса, с. Михайловка	60	2,924±0,318	0,415±0,064
р. Уса, с. Гавриловка	72	2,369±0,232	0,408±0,058
р. Свяга, с. Спешневка	151	12,041±0,629	0,290±0,037
р. Свяга, с. Стоговка	60	9,120±0,768	0,298±0,059
р. Свяга, с. Луговое	73	6,150±0,639	0,441±0,058
р. Свяга, г. Ульяновск	66	9,303±0,814	0,336±0,058
р. Свяга, с. Лаишевка	88	8,180±0,669	0,371±0,052

доминирующий тип строения, без видимых отклонений (93–99%) (p1). Остальные особи с видимыми отклонениями, возникающими на эмбриональной и личиночной стадиях развития, – морфологическими аномалиями включены в группы типов с ненормальным строением (p2+p3+...+pm), где m – число вариантов фенотипа, включая и особей без отклонений (анализируется весь ряд фенотипов, а не только аномальные). Таким образом, данные показатели оценивают одновременно частоту встречаемости и разнообразие аномалий в выборке.

Значение параметров разнообразия и доли редких типов аномалий в районах исследования представлены в таблице.

Из таблицы видно, что типовое разнообразие аномалий максимально в р. Свяга, около с. Спешневка, на территории г. Ульяновска, около с. Стоговка, с. Лаишевка, с. Луговое, и минимально в р. Уса.

При анализе коэффициентов корреляции среднего числа типов аномалий (μ) была выявлена сильная связь данного параметра с содержанием кадмия и связь средней силы с содержанием свинца, никеля и хрома в воде, то есть при увеличении концентрации тяжелых металлов в воде происходит увеличение типового разнообразия аномалий у озерных лягушек.

Значения параметров разнообразия и доли редких типов аномалий приведены на рис. 2.

Согласно этим данным, внутривидовая изменчивость морфологических аномалий минимальна в экологически чистом водоеме, что может быть свидетельством большего давления отбора в этих условиях, так как доказано, что действие стабилизирующего отбора приводит к уменьшению генотипической изменчивости.

По нашему мнению, высокая частота и разнообразие типов аномалий может служить показателем неблагоприятных условий в результате критического нарушения стабильности развития. Поэтому встречаемость и разнообразие морфологических аномалий могут быть использованы в качестве биоиндикационных признаков.

Литература

1. Borkin, L.J. Environmental contamination and abnormalities in amphibians / L.J. Borkin, N.L. Flax // Herpetol. 97: Abstr. 3rd World Congr. Herpetol. Prague, 1997. P. 26.
2. Замалетдинов, Р.И. О распространении некоторых морфологических аномалий в городских популяциях бесхвостых амфибий / Р.И. Замалетдинов // Экол. и гидрометеорол. проблемы больших городов и пром. зон. СПб., 2000. С. 18–20.
3. Вершинин, В.Л. Морфологические аномалии амфибий городской черты / В.Л. Вершинин // Экология. 1989. № 3. С. 58–66.
4. Пескова, Т.Ю. Влияние антропогенных загрязнений среды на земноводных: монография / Т.Ю. Пескова. Волгоград: Волгоградский государственный педагогический университет, 2001. 160 с.