

Rostand J., 1959. L'anomalie P chez la grenouille verte (*Rana esculenta* L.) // Bulletin Biologique de la France et de la Belgique. Paris. T. 93, 1er trimestre, fasc. 1. P. 7–15.

Tyler M. J., 1989. Australian Frogs. Viking O'Neil, Penguin Books Australia Ltd, Ringwood. 220 p.

**АНОМАЛИИ У СЕГОЛЕТОК ОБЫКНОВЕННОГО ТРИТОНА
(*LISSOTRITON VULGARIS* L., 1758)
НА УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ**

Д. Л. Берзин

Уральский федеральный университет (Екатеринбург)

**ANOMALIES IN JUVENILES OF SMOOTH NEWT
(*LISSOTRITON VULGARIS* L., 1758)
IN URBAN AREA**

D. L. Berzin

Ural Federal University (Ekaterinburg)

This work is a methodological analysis of the possibility of using morphological abnormalities in common newt's populations for environmental health assessment.

Настоящая работа представляет собой методологический анализ возможности использования морфологических аномалий в популяциях обыкновенного тритона для оценки здоровья окружающей среды.

Материал и методы

В основе данного исследования лежат сборы сеголеток и взрослых особей обыкновенного тритона *Lissotriton vulgaris* L. В. Л. Вершинина и Д. Л. Берзина (2010–2013) на территории естественных и антропогенных ландшафтов Урала. Основная часть материала собрана на территории Екатеринбургской городской агломерации. Животные собраны в местообитаниях с разным уровнем урбанизации, в соответствии с ландшафтной типизацией [Вершинин,

1980]: II – зона многоэтажной застройки, III – зона малоэтажной застройки, IV – лесопарковая зона, K – загородный лес. Отлов животных проводился вручную в водных и наземных местообитаниях, сеголетки отлавливались вскоре после завершения метаморфоза. Гидрохимические анализы выполнены в лаборатории физико-химических методов анализа Уральского государственного горного университета.

Результаты и обсуждение

Среди других позвоночных животных земноводные обладают наибольшей чувствительностью к загрязнениям, так как все этапы развития протекают вне организма самки [Большаков и др., 2001]. Кожа амфибий – чувствительный орган, так как через нее осуществляется дыхание животного, поэтому Caudata чувствительны к различным загрязняющим веществам (нефтепродукты, свинец), которые растворены в воде. Химикаты, загрязнение тяжелыми металлами и просто существенные нарушения химического фона среды приводят к увеличению доли морфологических аномалий у тритонов [Вершинин, 2007]. Концентрация земноводными, в том числе и тритонами, поллютантов позволяет обнаружить загрязнение до того, как оно окажется значительным [Большаков и др., 2001]. У обыкновенного тритона, кроме еще большей по сравнению с углозубами доли аномалий конечностей, имеется такой специфический компонент, как кожные новообразования, которые отражают уровень загрязненности среды канцерогенами [Breedis, 1952; Dumont et al., 1979] и используются как специальный «тритоновый тест» [Плисс, Худoley, 1979]. В связи с этим тритонов используют как индикатор состояния окружающей среды.

Использование тритонов для оценки качества природной среды позволяет сделать то, что не под силу измерительным приборам: с их помощью определяют не концентрацию того или иного загрязнителя, а дают общую оценку качества природной среды, ее пригодности для живых существ, в том числе для человека [Иванов, 2010]. Обыкновенный тритон в силу своих биологических особенностей – весьма удобный объект для оценки состояния экосистем (как наземных, так и водных). Его широкое распространение, мор-

фологический полиморфизм, способность аккумулировать поллютанты, тяжелые металлы, радионуклиды, возможность использования этого вида в условиях лабораторного эксперимента, хорошая изученность биологии и экологии позволяют использовать данное животное в качестве биоиндикатора [Пястолова и др., 1996].

Одной из качественных характеристик морфологической специфики популяций амфибий является наличие девиантных форм, а также их встречаемость. Анализ частот морфологических аномалий *L. vulgaris* показал, что имеется тенденция к увеличению их суммарной встречаемости у сеголеток и взрослых животных в популяциях, населяющих урбанизированные территории. Например, у сеголеток в зоне II наблюдается довольно высокая частота встречаемости морфологических аномалий. При исследовании животных ($n = 113$) из зоны II было обнаружено 6,2 % аномалий, в зоне III ($n = 86$) – 1,1 %, в зоне IV ($n = 119$) – 9,2 %. В природных популяциях ($n = 7$) не было обнаружено девиантных форм. У взрослых *L. vulgaris* в зоне II наблюдается более высокая частота встречаемости морфологических аномалий по сравнению с сеголетками. При исследовании животных ($n = 179$) из зоны II было обнаружено 8,9 % аномалий, в зоне III ($n = 103$) – 15,5 %, в зоне IV ($n = 99$) – 13,1 %, в природных популяциях ($n = 19$) – 5,2 %.

Наибольшее количество вариантов аномалий у сеголеток *L. vulgaris* встречается в зоне многоэтажной застройки. У сеголеток *L. vulgaris* встречаются: отеки, олигодактилия (меньшее число пальцев), эктромелия (укороченные или отсутствующие отделы конечности), аномалии осевого скелета, эктродактилия (отсутствие части элементов в строении пальцев). Чаще всего у сеголеток имеются следующие девиантные формы: эктроздактилия и олигодактилия.

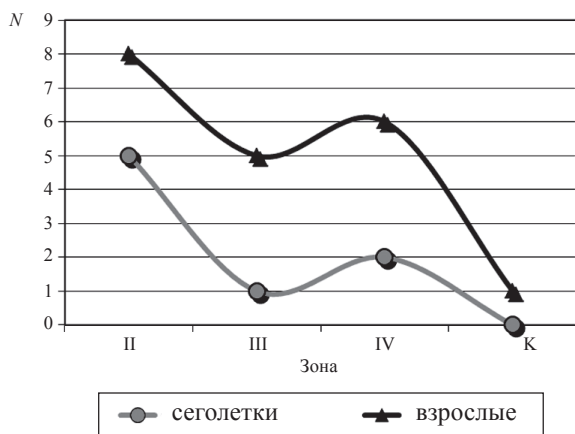
У взрослых особей *L. vulgaris* встречается следующий спектр аномалий: таумелия (сильное изменение плана строения конечности), полидактилия (наличие дополнительных пальцев), олигодактилия (меньшее число пальцев), клинодактилия (разветвление пальцев), эктроздактилия (отсутствие части элементов в строении пальцев), эктромелия (укороченные или отсутствующие отделы конечности), брахимелия (симметричные укороченные конечности), новообразования, аномалии осевого скелета, а также пигментные

отклонения. Наиболее часто встречаются следующие девиации: отеки, клинодактилия, полидактилия, аномалии скелета, что связано с аномальной регенерацией.

Высокая доля вариантов аномалий у взрослых особей обыкновенного тритона, вероятно, обусловлена не только отклонениями в ходе онтогенеза в условиях антропогенной трансформации среды, но также связана с явлением аномальной регенерации в условиях загрязнения среды обитания [Вершинин, 1997].

Меньшая встречаемость и разнообразие аномалий у сеголеток *L. vulgaris* в сравнении с половозрелыми животными обусловлены, по-видимому, высокой смертностью вариантов, характеризующихся отклонениями в формообразовательной потенции.

В целом для обыкновенного тритона число вариантов аномалий и их встречаемость имеют тенденцию к накоплению с возрастом (рисунок).



Число вариантов аномалий *L. vulgaris* в градиенте урбанизации

Вероятно, высокие концентрации загрязнителей в водоемах урбанизированных территорий способствуют увеличению частоты отклонений развития и аномальной регенерации. Так, широкий спектр вариантов и высокий процент аномалий характерен для животных, обитающих в местообитаниях с высокой минерализацией

поверхностных вод, являющейся интегральным показателем загрязнения (таблица).

Изменение минерализации нерестовых водоемов в градиенте урбанизации

Зона	Минерализация, мг/л	N (количество проб)
II многоэтажной застройки	547,9 ± 39,2	13
III малоэтажной застройки	234,3 ± 30	22
IV лесопарковая зона	134,4 ± 25	32
K пригородный лес	109 ± 40,7	12

Возможно, встречаемость аномалий у обыкновенного тритона зависит также от кислотности водоемов. *L. vulgaris* предпочитает водоемы с нейтральным или слегка щелочным рН [Вершинин и др., 2006]. Он отмечен в прудах с рН 6,0–9,0, но не встречается при рН < 6,0, хотя отдельные животные обнаружены и при рН 5,8. При значениях рН < 3,9 обыкновенные тритоны полностью отсутствуют. Возможно, в водоемах с предельным уровнем рН для данного вида наблюдается большее количество девиантных форм. В зоне II рН около 8,0, что близко к критическому значению для данного вида.

В результате данного исследования удалось установить, что ширина спектра и частота морфологических аномалий растут на урбанизированной территории как у сеголеток, так и у взрослых животных, что определяется как ростом отклонений развития, так и аномальной регенерацией в условиях загрязнения и антропогенной дестабилизации среды.

Меньшая встречаемость и небольшое разнообразие аномалий у сеголеток *L. vulgaris* в сравнении с половозрелыми животными обусловлены, по-видимому, высокой смертностью вариантов, характеризующихся отклонениями в формообразовательной потенции. Высокая доля вариантов аномалий у взрослых особей обыкновенного тритона, в сравнении с сеголетками, может быть вызвана аномальной регенерацией в условиях загрязнения.

Библиографические ссылки

Большаков В. Н., Пястолова О. А., Вершинин В. Л., 2001. Специфика формирования видовых сообществ животных на техногенных и урбанизированных ландшафтах // Экология. № 5. С. 349–354.

Вершинин В. Л., 1980. Распределение и видовой состав амфибий городской черты Свердловска // Информ. материалы Ин-та экологии растений и животных. Свердловск : УНЦ АН СССР. С. 5–6.

Вершинин В. Л., 1997. Экологические особенности популяций амфибий урбанизированных территорий : автореф. ... д-ра биол. наук / Ин-т ЭРИЖ УрО РАН. Екатеринбург. 49 с.

Вершинин В. Л., 2007. Амфибии и рептилии Урала. Екатеринбург : УрО РАН. 170 с.

Вершинин В. Л., Середюк С. Д., Черноусова Н. Ф. и др., 2006. Пути адаптациогенеза наземной фауны к условиям техногенных ландшафтов. Екатеринбург : Изд-во УрО РАН. 183 с.

Иванов А. А., 2010. Тритон гребенчатый (*Triturus cristatus*) как биоиндикатор чистоты водоема // Зоологические исследования в регионах России и в сопредельных территориях : материалы междунар. науч. конф. Саранск. С. 271–273.

Плисс Г. Б., Худoley В. В., 1979. Онкогенез и канцерогенные факторы у низших позвоночных и беспозвоночных животных // Экологическое прогнозирование. М. : Наука. С. 167–185.

Пястолова О. А., Вершинин В. Л., Трубецкая Е. А., Гатиятуллина Э. З., 1996. Использование амфибий в биоиндикационных исследованиях территории восточно-уральского радиоактивного следа // Экология. № 5. С. 378–383.

Breedis C., 1952. Induction of accessory limbs and of sarcoma in the newt (*Triturus viridescens*) with cancerogenic substances // Cancer Research. Vol. 12. P. 861–866.

Dumont J. N., Schultz T. W., Jones R. D., 1979. Toxicity and teratogenicity of aromatic amines to *Xenopus laevis* // Bull. Environ. Contam. Toxicol. Vol. 22. P. 159.