

УДК 577.4:378

ББК 28.081:74.480

Э 40

Экология в высшей школе: синтез науки и образования: материалы Всерос. науч.-практ. конф., 30 марта – 1 апреля 2009 г. : в 2 ч. – Челябинск: Изд-во Челяб. гос. пед. ун-та, 2009. – ч. 1. - 314 с.

ISBN 978-5-85716-773-1

В сборнике представлены материалы Всероссийской научно-практической конференции, проходившей в г. Челябинске на базе Челябинского государственного педагогического университета. В материалах проанализирована экологическая ситуация на территории России и стран СНГ, рассмотрены проблемы внедрения новых достижений в области экологии в учебные дисциплины профильной подготовки, совершенствования содержания всех разделов курсов «Экология», обеспечения тесной связи высшей школы с ведущими научными учреждениями России и сопредельных государств, обоснования новых направлений научно-исследовательской работы в соответствии с концепцией экоразвития. Представленные материалы легли в основу разработки единой стратегии экологического образования в соответствии с главными направлениями экологической политики России.

Редакция: В. В. Латюшин, профессор, ректор ЧГПУ  
С. Г. Левина, д-р. биол. наук, профессор ЧГПУ

Г. Ф. Манторова, д-р. с.-х. наук, профессор ЧГПУ

Б. В. Красуский, д-р. биол. наук, доцент ЧГПУ

Е. А. Ламехова, канд. пед. наук, доцент ЧГПУ

Рецензенты: Е. А. Пряхин, д-р. биол. наук,

профессор УНПЦ РМ

Н. Н. Гордеева, д-р. пед. наук, профессор ЧГПУ

ISBN 978-5-85716-773-1

© Издательство Челябинского государственного педагогического университета, 2009

7. Barsegyan N.A. Bioecological peculiarities of Armenian population of *Acorus Calamus* L. [Text] / N.A. Barsegyan // XVI International botanical congress. – St. Louis. – USA, 1999.

В.Л. Вершигин  
г. Екатеринбург

## ДЕВИАНТНЫЕ ФОРМЫ МОРФОЛОГИЧЕСКОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ АМФИБИЙ КАК МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ МИКРОЭВОЛЮЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ

Изучение микроэволюционных (эволюционных) преобразований в популяциях традиционно базировалось на изучении их фенотипической специфики, включающей анализ изменчивости определенных ключевых диагностических признаков. Современные молекулярные методы, применяемые с той же целью, перевели исследования в плоскость «морфологии молекул», что само по себе не снимает проблемы понимания сути микроэволюционных преобразований. Как известно, у генетически близких форм может отмечаться сходный полиморфизм (Вавилов, 1967), что позволяет нам судить как об их сходстве, так и о различиях, которые имеют генетическую природу, но обладают определенным фенотипическим проявлением во многих случаях морфологическим, либо физиологическим или биохимическим [9, 10].

Характер морфологической изменчивости признаков носит стохастический характер, и в случае исследования меристических показателей уделяется внимание средней, медиане, mode, пределам и т.п. В самом лучшем случае анализируются: 1) характеристики центра распределения (средняя, мода, медиана); 2) характеристики степени вариации (вариационный размах, среднее линейное отклонение, дисперсия, среднее квадратическое отклонение, коэффициент вариации); 3) характеристики формы (типа) распределения (показатели эксцесса и асимметрии, ранговые характеристики, кривые распределения). В конечном смысле все изучение концентрируется на модальных классах кривой нормального распределения.

Крайние (девиантные) варианты признака нередко оказываются обойденными вниманием исследователей, а в ряде случаев даже сознательно отброшенными [13]. В то время как именно изучение редких, необычных вариантов – «тератов» – может помочь раскрыть степень филогенетической близости таксономических групп и прийти к пониманию закономерностей и механизмов морфологической эволюции [12, 15], а также принципов морфогенеза. Именно тератология – изучение аномалий и уродств в строении растений – на tolknulo Гёте на гипотезу о происхождении цветка у высших растений. Гёте, описавший в книге «Метаморфоз растений» [17] отклоняющееся от нормы вариации, писал – «...грядущие события отбрасывают свои тени назад». Впервые в зоологии учение о девиациях как естественных явлениях природы было создано Жоффруа Сент-Илером [22], положившим начало экспериментальной тератологии.

При изучении морфогенеза нельзя пренебрегать случаями аномального роста и развития [22]. Тераты как биологическое явление, безусловно, имеют большое значение для систематики и филогении различных таксономических групп, т.к. они часто позволяют решить особенно сложные проблемы, связанные с появлением или развитием того или иного признака [11]. Так, атавистические девиации могут служить подтверждением гипотез о происхождении той или иной морфологической структуры или особенности. Например, отмеченное нами появление незамкнутой (как у примитивных *Leiopelmatidae*) оперкулярной камеры у головастиков *Rana ridibunda*, на наш взгляд, свидетельствует в пользу её постепенного формирования у предков бесхвостых и усложнения онтогенеза в ходе эволюционных преобразований, в то время как тенденция к редукции дистальных элементов конечностей саламандры *Plethodon cinereus* [16] сопутствует интенсификации микроэволюционных преобразований, направленных на миниатюризацию представителей данного таксона [19]. Чтобы оценить роль подобных форм в эволюции, необходимы данные специальных исследований [14].

На основе анализа материалов по спектрам и частоте встречаемости морфологических девиаций у взрослых и се-

голеток 8 видов амфибий Урала (*Salamandrella keyserlingii*, *Lissotriton vulgaris*, *Bufo bufo*, *B. viridis*, *Rana ridibunda*, *R. temporaria*, *R. arvalis* и *R. amurensis*), собранных в течение 1977–2008 гг., можно сделать вывод о том, что дистанционность суммарных спектров аномалий изученных видов сходна с их филогенетическими взаимосвязями. Удалось также выявить зависимость частоты и топографического расположения девиаций от пола.

Установлены различия между самцами и самками по разнообразию морфологических отклонений, их частоте и топографии у жаб и остромордой лягушки. У *R. arvalis* и *B. viridis* отмечается значимое различие по общей встречаемости девиаций ( $\chi^2 = 4,07$   $p < 0,05$  и  $\chi^2 = 16,83$ ;  $p < 0,001$  соответственно) и по количеству скелетных аномалий ( $\chi^2 = 4,89$ ,  $p < 0,05$ ) между самцами и самками [23]. У серой жабы выявлено достоверное различие во встречаемости аномалий на передних и задних конечностях у самцов и самок ( $\chi^2 = 5,24$ ;  $p < 0,05$ ), обусловленное половым диморфизмом по размерам тела [5]. Выявлен ряд оногенетических различий, связанных с сублетальностью части признаков, обуславливающих нежизнеспособность особи с момента прохождения метаморфоза (синдром неподвижных конечностей, мандибулярная гипоплазия и др.). Получены новые сведения о случаях массовых аномалий в популяциях озерной (40 %) и остромордой (34,4 %) лягушек и возможной связи некоторых скелетных отклонений с паразитарными инвазиями. Показано, что наличие и частота определенных девиантных форм (таких, как депигментация радиужины) позволяет оценить уровень мутационных процессов в популяциях и степень их гомозиготности. Отмечена общая тенденция к увеличению размаха морфологической изменчивости у всех видов земноводных в условиях урбанизации (растет частота и расширяется спектр уклоняющихся от «ди-кого типа» вариантов). Разумеется, появление в городских популяциях девиантных форм не является отражением позитивных процессов. Известно, что в преддверии биосферных кризисов, незадолго до вымирания группы палеонтологами отмечается большое количество аномальных форм. Фенотипическое проявление скрытой изменчивости может быть свя-

зано с вхождением группы в некогерентную фазу эволюции. В условиях кризиса конкурентоспособность не имеет решающего значения, что способствует появлению своего рода экспериментальных форм — «небезнадежных уродов» [18], которые в нормальных условиях отмечается стабилизирующим отбором.

Показано, что выпадение ряда факторов естественной смертности и отбор особей по наследственно обусловленным особенностям нервной системы может приводить к выходу в фенотип новых признаков, выходящих за рамки обычного спектра морфологической изменчивости [1, 2]. Это, на наш взгляд, является одной из причин роста доли девиантных форм в популяциях, обитающих на урбанизированных территориях [23], а также свидетельствует об определенном сходстве процессов урбанизации и доместикации.

Сходства и различия в спектрах девиантных форм у близких видов и таксонов, а также их частоте и степени выраженности (пенетрантности и экспрессивности) могут характеризовать норму реакции, вариабельность формообразовательной потенции, а также степень толерантности морфогенеза к дестабилизации среды. Характер ответа морфогенетической системы вида на популяционном уровне может определить его судьбу [6] при динамичных (антропогенных) флуктуациях среды и в условиях глобальных изменений [20]. Так, морфогенез травяной лягушки более консервативен [4] в сравнении с *R. arvalis*. Морфогенез озерной лягушки более стабилен в сравнении с местными видами рода *Rana* [7]. Так, у сеголеток *R. ridibunda* встречается 12 типов аномалий, у взрослых — 5. У *R. arvalis* 15 и 11 соответственно; а у *R. temporaria* 14 и 6. Из них аномалий скелета у озерной — 5 и 1, у остромордой 8 и 6, травяной соответственно 8 и 3. В популяциях хвостатых амфибий, сохраняющих способность к регенерации в течение всей жизни, спектр девиантных форм расширяется с возрастом. У сеголеток сибирского углозуба 9; у взрослых — 12, у обыкновенного тритона — 8 и 11 соответственно.

В то же время, анализ дистанцированности полных спектров отклонений (рис. 1), кроме специфики нормы реакции

видов, в числе прочего является отражением филогенетических межвидовых различий [8].

Сравнение спектров и частот морфологических аномалий в популяциях амфибий на антропогенно-преобразованных территориях позволяет судить об экологической стабильности морфогенеза разных таксонов и видов, оценить адаптивный потенциал и определить перспективы их существования в измененной среде. Последнее возможно только при условии глубокого разностороннего анализа достаточно многочисленных многолетних материалов.

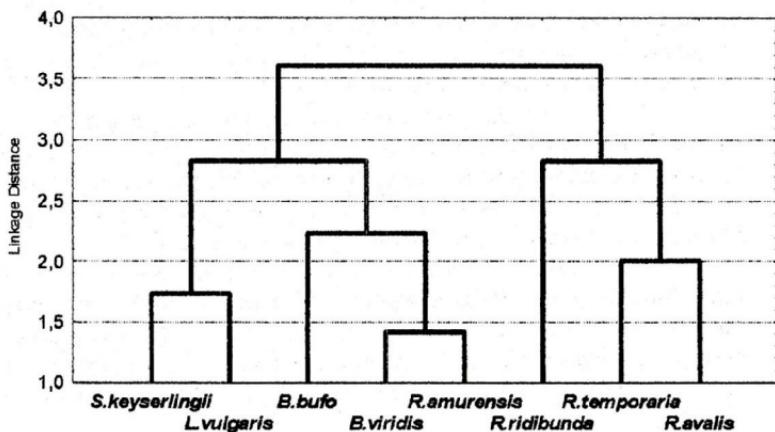


Рис. 1. Дистанцированность видовых спектров морфологических отклонений

Работа выполнена при поддержке РФФИ-Урал, проект № 07-04-96107.

#### Библиографический список

1. Беляев Д.К. О некоторых моментах стабилизирующего и дестабилизирующего отбора // История и теория эволюционного учения [Текст] / Д.К. Беляев. – Л., 1974. – Вып. 2. – С. 76–84.
2. Беляев Д.К. Дестабилизирующий отбор как фактор изменчивости при доместикации животных [Текст] / Д.К. Беляев // Природа, 1979. – №2. С. 36–45.

3. Вавилов Н.И. Закон гомологичных рядов в наследственной изменчивости: Линнеевский вид как система [Текст] / Н.И. Вавилов. – Л.: Наука, 1967. – С. 1–92.

4. Вершинин В.Л. О причинах сокращения численности и распространения травяной лягушки – *Rana temporaria* L. в антропогенных ландшафтах [Текст] / В.Л. Вершинин // Биоразнообразие и роль зооценоза в естественных и антропогенных экосистемах. – Днепропетровск: ДНУ, 2005. – С. 356–358.

5. Вершинин В.Л. Морфологические девиации у жаб (*Bufo bufo* L., 1758 и *B. viridis* Laur., 1768) – специфика топографии в зависимости от модели скрещивания [Текст] / В.Л. Вершинин // Популяционная экология животных: Материалы Международной конференции Проблемы популяционной экологии животных, посвященной памяти академика И.С. Шилова. – Томск: Томский государственный университет, 2006. – С. 213–215.

6. Вершинин В.Л. Многолетняя динамика сообществ земноводных Восточного склона Уральских гор [Текст] / В.Л. Вершинин // Горные экосистемы и их компоненты: тр. Междунар. конф., 13–18 авг. 2007 г. РАН, Ин-т экологии горных территорий Кабардино-Балкар. науч. центра. – М.: КМК, 2007 а. – Ч. 1. – С. 126–130.

7. Вершинин В.Л. Морфологические девиации в популяциях травяной лягушки (*Rana temporaria* Linnaeus, 1758) на урбанизированных территориях: спектр и частота [Текст] / В.Л. Вершинин // Биоразнообразие и роль животных в экосистемах: Материалы международной научной конференции. – Днепропетровск: Изд-во ДНУ, 2007 б. – С. 360–361.

8. Вершинин В.Л. Генетико-физиологические основы адаптационеза представителей рода *Rana* в современных экосистемах [Текст] В.Л. Вершинин // Вопросы герпетологии. Материалы Третьего Съезда Герпетологического Общества им. А.М. Никольского, 9 – 13 октября 2006 г., г. Пущино. – СПб, 2008. – С. 95–100.

9. Гершензон М.С. Генетический полиморфизм в популяциях животных и его эволюционное значение [Текст] / М.С. Гершензов // Журнал общей биологии. – 1974. – Т. 35. – № 5. – С. 678–684.

10. Гершензон М.С. Микроэволюция, полиморфизм и доминантные мутации [Текст] / М.С. Гершензон // Природа. – 1985. – № 4. С. 80–89.

11. Дорофеев В.И. Тераты крестоцветных: их место в эволюции и систематике семейства [Текст] / В.И. Дорофеев // *Turczaninowia*. – 2002. – V.5. – № 4. – Р. 23–30.

12. Коваленко Е.Е. Эффект нормы признака и его теоретическое значение [Текст] / Е.Е. Коваленко // Эволюционная биология: история и теория. – 2003. – Вып. 2. – С. 66–87.
13. Майр Э. Принципы зоологической систематики [Текст] / Э. Майр. – М.: Мир, 1971. – 454 с.
14. Попов И.Ю. Монстры в эволюции. Эволюционная биология: история и теория [Текст] / И.Ю. Попов. – СПб: СПб ФИИЕТ РАН, 1999. – С. 70–81.
15. Черданцев В.Г. Морфогенез и эволюция [Текст] / В.Г. Черданцев. – Товарищество научных изданий КМК, 2003. – 346 с.
16. Dinmore C.E. Native variant limb skeletal patterns in the red-backed salamander, *Plethodon cinereus*, are not regenerated [Text] / C.E. Dinmore, L. Hanken // J. Morphol. – 1986. – V.190. – № 2. – P.191–200.
17. Goethe J.W. Versuch die Metamorphose der Pflanzen zu erklären [Text] / J.W. Goethe. – Gotha: C.W. Ettinger, 1790. – 86 s.
18. Goldschmidt R. The material basis of evolution [Text] / R. Goldschmidt. – New Haven: Yale Univ. Press, 1982. – XLIII. – 436 p.
19. Hanken J. Morphological novelty in the limb skeleton accompanies miniaturization in salamanders [Text] / J. Hanken // Science. 1985. – V. 229. – № 4716. – P. 871–874.
20. Pounds J.A. Climate and amphibian declines [Text] / J.A. Pounds // Nature (Gr. Brit.). 2001. – V. 410. – № 6829. – P. 639–640.
21. Saint-Hilaire G. Philosophie anatomique [Text] / G. Saint-Hilaire. – 1822.
22. Sinnott E.W. Plant morphogenesis [Text] / E.W. Sinnott. – New York, Toronto, London, 1960. – 603 p.
23. Vershinin V.L. Morphological deviations in population *Rana arvalis* Nilss. on urbanized territories: spectrum, topography, frequency [Text] / V.L. Vershinin // Ananjeva N. and Tsinenko O. (eds.). Herpetologica Petropolitana. Proc.of the 12th Ord.Gen.Meeting Soc.Eur.Herpetol., August 12 – 16 , 2003, St.Petersburg, Russ. J. Herpetol., St. Petersburg – Moscow, 2005. 12 (Suppl.). – P. 235–237.