

## АНАЛИЗ КИСЛОТНОСТИ (pH) НЕРЕСТОВЫХ ВОДОЕМОВ КАК ПАРАМЕТР ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ НИШИ БЕСХВОСТЫХ ЗЕМНОВОДНЫХ (ANURA, AMPHIBIA) СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

© 2010 А.И. Файзулин

Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти

Поступила 14.09.2008  
Окончательно 27.04.2009

В качестве одного из параметра экологической ниши рассмотрен уровень кислотности нерестовых водоемов Среднего Поволжья ( $n = 35$ ) для 6 видов бесхвостых земноводных. Большинство видов нерестятся при  $pH = 6,5-9,3$ . Не нерестятся в водоемах с  $pH < 7,3$  *Rana ridibunda*, с  $pH > 8,04$  – *Bombina bombina*. По уровню кислотности сходные ниши имеют *B. bombina* с *R. arvalis* и *B. viridis* и *R. ridibunda*, наибольшие различия у *Pelobates fuscus* и *R. lessonae*.  
Ключевые слова: кислотность, нерестовые водоемы, бесхвостые земноводные.

Согласно концепции Хатчинсона, экологическая ниша рассматривается как гиперпространство, в пределах которого условия среды допускают длительное существование особи или вида. Одним из важнейших параметров среды обитания гидробионтов является показатель концентрации ионов водорода в воде (pH). Концентрация ионов  $H^+$  влияет на метаболические процессы и стабильность белков [10]. Особенно восприимчивы к кислотности среды икра бесхвостых земноводных и личинки на эмбриональной стадии развития [2]. Антропогенные воздействия, повышающие кислотность водоемов, относят к одной из причин «глобального сокращения численности земноводных» [3]. По своей сути, водородный показатель pH представляет одну из осей гиперпространства экологической ниши (точнее, пространственной ниши). Ранее рассматривался данный показатель при сравнении экологических ниш остромордой и травяной лягушек [9]. Уровень кислотности водоема зависит от многих факторов, а его сезонные колебания отражают биологические процессы в водоемах [8].

В нашем исследовании проанализирован параметр кислотности нерестовых водоемов как компонент реализованной экологической ниши 6 видов бесхвостых земноводных, обитающих в Среднем Поволжье.

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования кислотности воды водоемов проведены в период нереста земноводных с 20 апреля до 10 мая в 2005–2007 гг. на территории Самарской области (Ставропольский, Волжский районы) и Республики Татарстан (Тетюшинский район). Измерение кислотности производили карманным pH-метром «Cheeger» отъюстированным в лабораторных условиях. Всего обследовано 35 нерестовых водоемов.

Оценка размеров пространственной ниши по градиенту уровня pH проведена по индексу  $B$  [12] –

$$B = \frac{1}{n \sum p_{xi}^2}$$

где  $p_{xi}$  – частота видов  $x$ , использующих ресурс (нерестилища)  $i$ , и  $n$  – число доступных ресурсов (нерестилищ).  $B$  варьирует от  $1/n$  (использование единственного нерестилища) до 1 (полное использование доступных ресурсов – нерестилищ). Анализ сходства нерестилищ по градиенту pH проводили по евклидовой метрике и анализом по методу Варда (Statistica 6.0) с предварительной нормализацией.

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В 35 обследованных водоемов Среднего Поволжья обнаружены нерестилища 6 видов бесхвостых земноводных: краснобрюхая жерлянка *Bombina bombina* (Linnaeus, 1761) –  $n = 12$ , обыкновенная чесночница *Pelobates fuscus* (Laurenti, 1768) –  $n = 20$ , зеленая жаба *Bufo viridis* Laurenti, 1768 –  $n = 25$ , озерная лягушка *Rana ridibunda* Pallas, 1771 –  $n = 17$ , прудовая лягушка *R. lessonae* Camerano, 1882 –  $n = 13$ , остромордая лягушка *R. arvalis* Nilsson, 1842 –  $n = 23$ .

По нашим данным, колебания pH в естественных водоемах в период нереста незначительны и составляют от 0,1 до 0,4 ед. В небольших озерах и прудах региона изменения pH связаны с сезонными биологическими процессами – фотосинтезом и потреблением  $CO_2$ , что вызывает возрастание pH с 7,3 весной до 8,9 в летние месяцы [7, 8]. Слабее выражены сезонные изменения pH в крупных водоемах, так в заливах водохранилища, pH изменяется от 7,7 до 8,3. Следует отметить, что в условиях высокой антропогенной нагрузки для магистрального канала условно чистых вод Централь-

Файзулин Александр Ильдусович, кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории популяционной экологии, amvolga@inbox.ru.

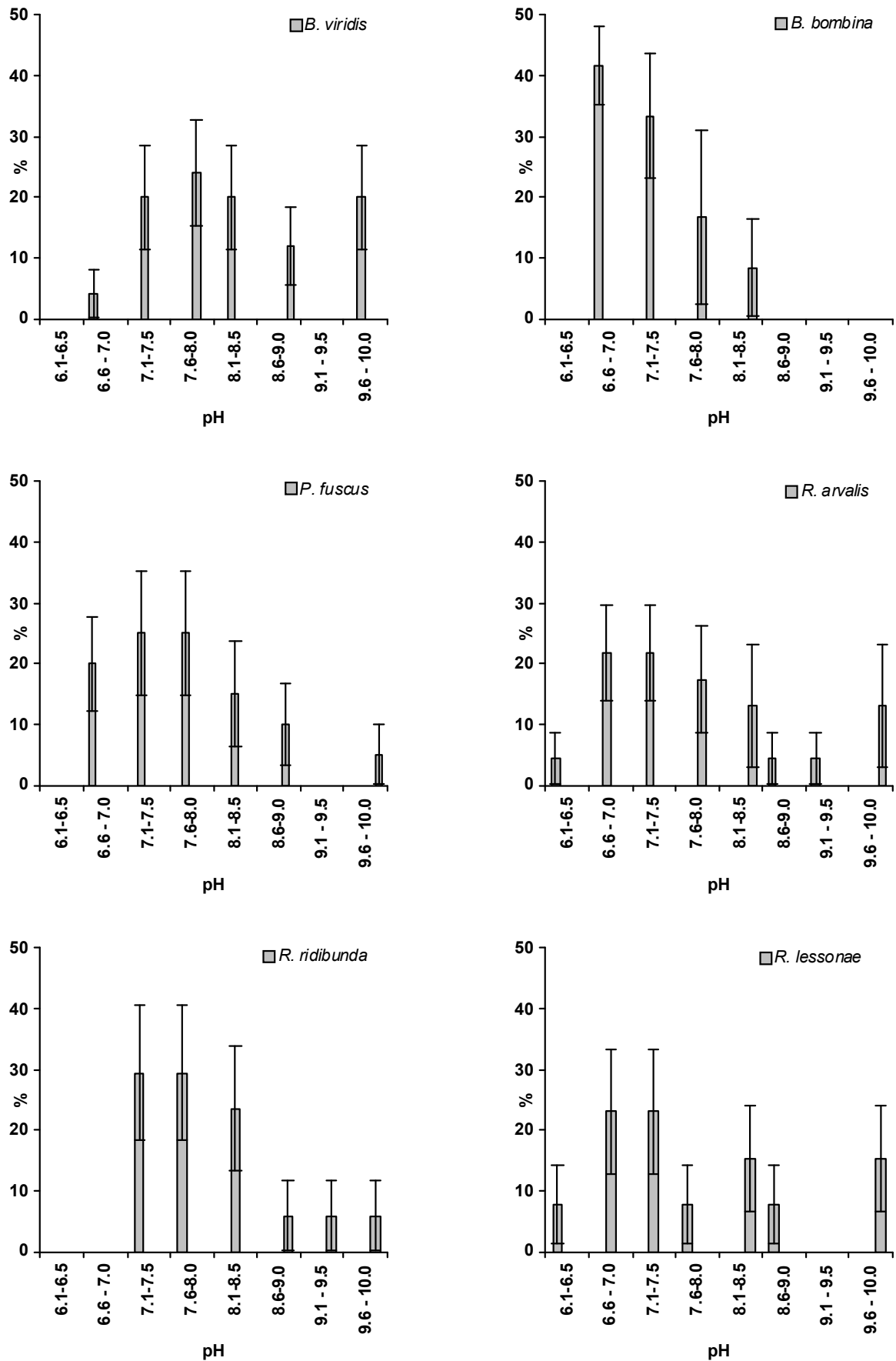


Рис. 1. Распределение нерестилиц (%) бесхвостых земноводных Среднего Поволжья по степени кислотности воды

ного района г. Тольятти наблюдаются критические для гидробионтов значения – рН = 9,93–10,00.

Распределение нерестилищ бесхвостых земноводных в условиях Среднего Поволжья представлено на рис. 1, интервал значений рН выбран с учетом работы [6], для сопоставления данных.

По данным графиков (рис. 1) видно, что наиболее узкий диапазон кислотности нерестилищ наблюдается у краснобрюхой жерлянки, которая нерестится в водоемах с рН от 6,6 до 8,04. Обыкновенная чесночница имеет широкий диапазон рН нерестилищ, однако большая часть приходится на водоемы с рН от 6,6 до 8,0.

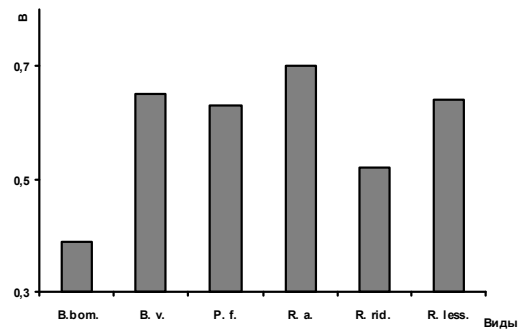
Диапазон кислотности нерестовых водоемов обыкновенной чесночницы на территории Среднего Поволжья сходен с опубликованными данными – рН = 6,5–8,6 [4]. Озерная лягушка не нерестится в водоемах с кислой средой (7,1–10,0), 85% нерестилищ приходится на диапазон рН от 7,1 до 8,5. Нерестилища зеленой жабы, остромордой и прудовой лягушек имеют широкий спектр значений рН, но шире известного диапазона кислотности для прудовой лягушки рН = 5,8–7,4 [4]. По данным Г.А. Лады и соавторов [5], для Тамбовской области обыкновенная чесночница, остромордая и прудовая лягушки нерестятся при рН = 6,70–7,70, озерная лягушка – при рН = 7,5–8,39. Известно, что остромордая лягушка нерестится в Тверской области в водоемах с уровнем рН от 4,6 до 7,1 [6], в Польше – при рН = 4,1–4,4 [11].

Характеристика распределения нерестилищ указывает на то, что для краснобрюхой жерлянки, обыкновенной чесночницы и озерной лягушки имеется узкий диапазон значения рН, на который приходится большинство нерестилищ. Для остальных видов, вероятно, уровень рН не является определяющим фактором при распределении нерестовых водоемов.

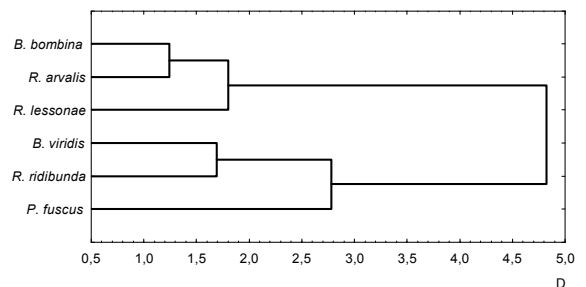
Анализ ширины экологической ниши нерестилищ (рис. 2) показал, что наиболее широкая ниша, судя по индексу В, у прудовой лягушки и зеленой жабы, наименьшая – у краснобрюхой жерлянки. Известно, что зеленая жаба и прудовая лягушка являются эвритопными видами [4]. Напротив, судя по нашим данным для Среднего Поволжья, краснобрюхая жерлянка, не откладывает икру воде с кислой и сильнощелочной средой. Сравнить ширину пространственной ниши по индексу остальных видов, не представляется возможным, так как индекс В не имеет формул для расчета статистической ошибки и алгоритма для оценки статистической достоверности различий.

Для оценки перекрытия нерестилищ по градиенту концентрации использован кластерный анализ (рис. 3). При этом дендрограмма

характеризует степень перекрытия ниш по данному фактору. Кластерный анализ показал, что виды, разделяются на две группы. Первая включает краснобрюхую жерлянку, остромордую и прудовую лягушки. Наиболее сходны по уровню рН нерестовых водоемов краснобрюхая жерлянка и остромордая лягушка. Большая часть ареалов данных видов приурочена к лесной и лесостепной природной зонах [4].



**Рис. 2.** Размер ниши нерестовых водоемов бесхвостых земноводных Среднего Поволжья: *B. bom.* (краснобрюхая жерлянка), *B. v.* (зеленая жаба), *P. f.* (обыкновенная чесночница), *R. a.* (остромордая лягушка), *R. rid.* (озерная лягушка), *R. less.* (прудовая лягушка)



**Рис. 3.** Дендрограмма градиента рН бесхвостых земноводных Среднего Поволжья (евклидово расстояние, кластеризация методом Варда)

Вторая группа включает зеленую жабу, озерную лягушку и обыкновенную чесночницу. Ареалы данных видов приходятся в основном на степную и лесостепную зоны, достигая полупустынь [4]. Следует отметить, что в лесной природной зоне большинство нерестилищ земноводных имеет кислую [6, 11, наши данные], в степной и в зоне полупустынь – щелочную [8, наши данные], в лесостепной зоне в лесных массивах преимущественно – кислую, а на открытых (остепенных, луговых) участках – щелочную среду [8]. Следует отметить, что для экологически близких видов, например озерной и прудовой лягушек, уровень рН может дифференцировать нерестилища. Кладки озерной лягушки чувствительны к подкислению водо-

емов [1], и данный вид нерестится в водоемах со слабощелочной реакцией (рН > 7,3).

Таким образом, анализ уровня кислотности нерестовых водоемов бесхвостых земноводных Среднего Поволжья показал, что озерная лягушка нерестится при рН от 7,30 до 9,94 – в щелочной среде. Наиболее толерантные к уровню кислотности нерестилищ – остромордая (6,46–9,94) и травяная (5,60–9,30) лягушки. Возможно, для озерной и прудовой лягушек градиент рН нерестовых водоемов является фактором, препятствующим перекрыванию экологических ниш данных видов.

**Благодарности.** Автор благодарит А.Г. Бакиева за ценные замечания, Г.С. Розенберга и И.А. Евланова, за поддержку при проведении исследования.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жукова Т.И., Валиуллина Л.Ф. Влияние рН среды на выживаемость икры озерной лягушки // Актуальные вопросы экологии и охраны природы Азовского моря и Восточного Приазовья. Краснодар, 1990. С. 148–151.
2. Кузнецов В.А., Лобачев Е.А. Влияние концентрации водородных ионов на рост и развитие личинок шпорцевой лягушки (*Xenopus laevis*) // Зоол. журн. 2005. Т. 84, № 5. С. 1344–1350.
3. Кузьмин С.Л. Сокращение численности земноводных и проблема вымирания таксонов // Успехи совр. биол. 1995. Т. 115, № 2. С. 141–155.
4. Кузьмин С.Л. Земноводные бывшего СССР. М.: Т-во науч. изд. КМК, 1999. 298 с.
5. Лада А.Г., Малин А.В., Попова Н.А. Некоторые гидрохимические показатели мест икротетания земноводных в Тамбове и окрестностях // Фауна и флора Черноземья. Тамбов, 1997. С. 71–74.
6. Николаев В.И. Некоторые особенности экологии амфибий в условиях болот Верхневолжья // Зоол. журн. 2007. Т. 86, № 9. С. 1113–1118.
7. Номоконова В.И., Горохова О.Г., Романова Е.П. и др. Голубая книга Поволжья. – Самара: СамНЦ РАН, 2007. С. 56–162.
8. Поспелов А.П., Горбунов М.Ю., Поспелова М.Д., Уманская М.В. Характеристика гидрохимического режима водоемов Самарской Луки // Изв. Самар. НЦ РАН. 2000. Т. 2, № 2. С. 216–223.
9. Северцов А.С., Ляпков С.М., Суворова Г.С. Соотношение экологических ниш травяной (*Rana temporaria* L.) и остромордой (*Rana arvalis* Nilss.) лягушек (Anura, Amphibia) // Журн. общ. биол. 1998. Т. 59, № 3. С. 279–301.
10. Хочачка П., Сомеро Дж. Биохимическая адаптация. М.: Мир, 1988. 567 с.
11. Drzejewska B., Brzeziński M., Drzejewski W. Seasonal dynamics and breeding of amphibians in pristine forests (Bialowieza National Park, E Poland) in dry years // Folia Zool. 2003. V. 52, N 1. P. 213–217.
12. Jehle R., Bouma P., Sztatecsny M., Arntzen J.W. High aquatic niche overlap in the newts *Triturus cristatus* and *T. marmoratus* (Amphibia, Urodela) // Hydrobiologia. 2000. V. 437. P. 77–86.

## ACIDITY ANALYSIS (PH) OF SPAWNING RESERVOIRS AS THE ECOLOGICAL NICHE PARAMETER OF ANURANS OF THE MIDDLE VOLGA

© 2010 A.I. Fayzulin

Institute of ecology of the Volga River basin RAS, Togliatti

Acidity level of spawning reservoirs of the Middle Volga region (n = 35), for 6 species of anurans was considered as one of ecological niche parameters. The majority of species spawn at pH = 6,5–9,3. Spawning does not occur in reservoirs with pH less than 7,3 for *Rana ridibunda*, with pH more than 8,04 for *Bombina orientalis*. Similar niches on acidity level have *Bombina orientalis* with *Rana arvalis* and *Bufo viridis* with *Rana ridibunda*, the greatest distinctions were observed for *Pelobates fuscus* and *Rana lessonae*.  
**Key words:** acidity, spawning reservoirs, anurans.

---

Fayzulin Aleksandr Il'dusovich, candidate of Biology, research worker of laboratory of population ecology, amvolga@inbox.ru