

Е. А. ТРУБЕЦКАЯ

АДАПТИВНЫЕ МЕХАНИЗМЫ РАЗВИТИЯ ЛИЧИНОК ОСТРОМОРДОЙ ЛЯГУШКИ

В современных условиях интенсивного антропогенного воздействия на природные комплексы существование многих видов животных находится под угрозой. Популяции реагируют на изменяющиеся условия среды посредством адаптивных процессов. Ни биологические реакции могут как положительно, так и отрицательно сказываться на величине ареала и структуре популяции, а в худшем случае — приводить к ее вымиранию. В частности, при резких антропогенных изменениях среды виды животных с высокими генетической изменчивостью, скоростью размножения и быстрой сменой поколений обладают селективным преимуществом и соответственно большими шансами на выживание.

Генетическая конституция каждого организма обуславливает его определенную реакционную способность (норму реакции) по отношению к воздействующим стрессорам (Unger, 1982). В этой связи важнейшей задачей является вскрытие механизмов адаптации, позволяющих видам выживать при изменениях среды. В настоящее время наблюдается два основных направления по изучению влияния человеческой деятельности на живую природу. Первый аспект включает изучение видового состава и структуры популяций отдельных видов в антропогенном ландшафте. Второе направление экспериментальное. Оно предусматривает установление предельно допустимых концентраций различных химических веществ, не нарушающих жизнедеятельность живых организмов, в основном гидробионтов, и исследование этих видов на выживаемость, рост и развитие отдельных особей. Экспериментальные исследования биологических особенностей животных в условиях антропогенных воздействий остаются на текущий момент единственным средством, имеющим прогностическую ценность, что позволяет связать настоящее и будущее экосистем.

Представленные исследования тесно связаны с работами В. Л. Вершинина, проведенными по изучению адаптивных возможностей остромордой лягушки в условиях крупного города (Вершинин, 1987). Им изучаются особенности динамики численности, пространственной и генетической структуры, изменчивости ряда морфологических показателей группировок остромордой лягушки, расположенных в черте города. Некоторые из исследованных параметров свидетельствуют о наличии адаптивных изменений в группировках, подверженных значительному антропогенному воздействию (Вершинин, 1983, 1987, 1990).

В нашу задачу входило экспериментальное изучение адаптационных механизмов городской популяции упомянутого вида в период личиночного развития.

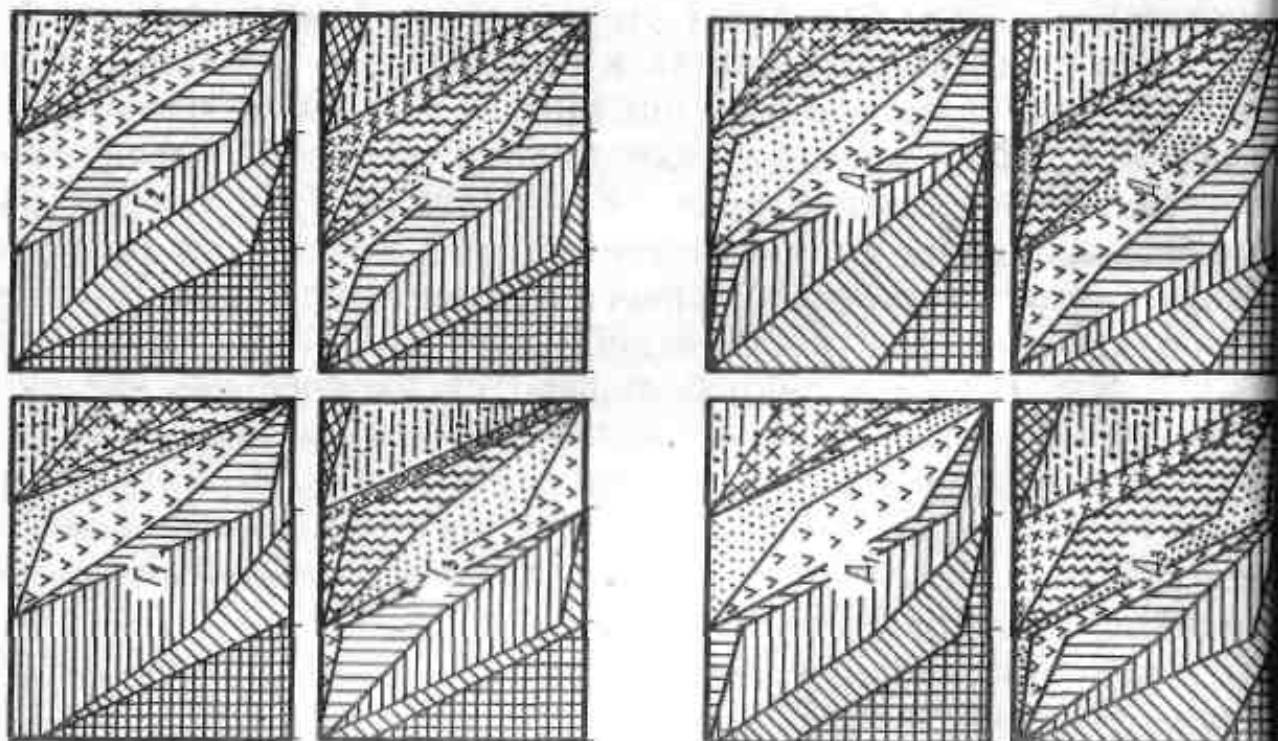
Материал и методики

Для опыта из городского водоема, где в течение ряда лет отмечался значительный уровень концентрации ПАВ (0,678 мг/л) (Вершинин, 1990), были взяты три кладки — А, Б, В. Для сравнения три кладки — Г, Д, Е взяли из контрольного пригородного водоема. Каждую из них поместили в отдельный кристаллизатор с отстоянной водопроводной водой. Когда у личинок исчезли наружные жабры и наметились почки задних конечностей (стадия 39, по классификации Дабагына и Слепцовой) (1975), их рассадили в растворы додецил сульфата натрия (ПАВ). Этот детергент был использован в качестве стрессора для моделирования антропогенного загрязнения в эксперименте при неизменности всех прочих факторов. О чувствительности биохимических и физиологических параметров часто могут говорить очень незначительные концентрации химических веществ. Количество детергента подбирали в установочном эксперименте на личинках *Bombina orientalis*. Максимальная концентрация веществ ($7,5 \times 10^{-5} \text{M}$), при которой наблюдалась 100%-ная выживаемость личинок в течение недели, была взята за исходную. Раствор средней концентрации содержал $5 \times 10^{-5} \text{M}$ ПАВ, а слабый $2 \times 10^{-5} \text{M}$. В качестве контроля использовали отстоянную водопроводную воду (в дальнейшем растворы $7,5 \times 10^{-5} \text{M}$, $5 \times 10^{-5} \text{M}$ и $2 \times 10^{-5} \text{M}$ мы будем упоминать как 1, 2 и 3 соответственно). Личинки каждой кладки в отдельности были распределены в три раствора и контроль по шесть головастиков на 3 л (в пяти повторностях). Икрометание в городе началось на десять дней раньше, поэтому опыт с пригородными кладками был поставлен позднее.

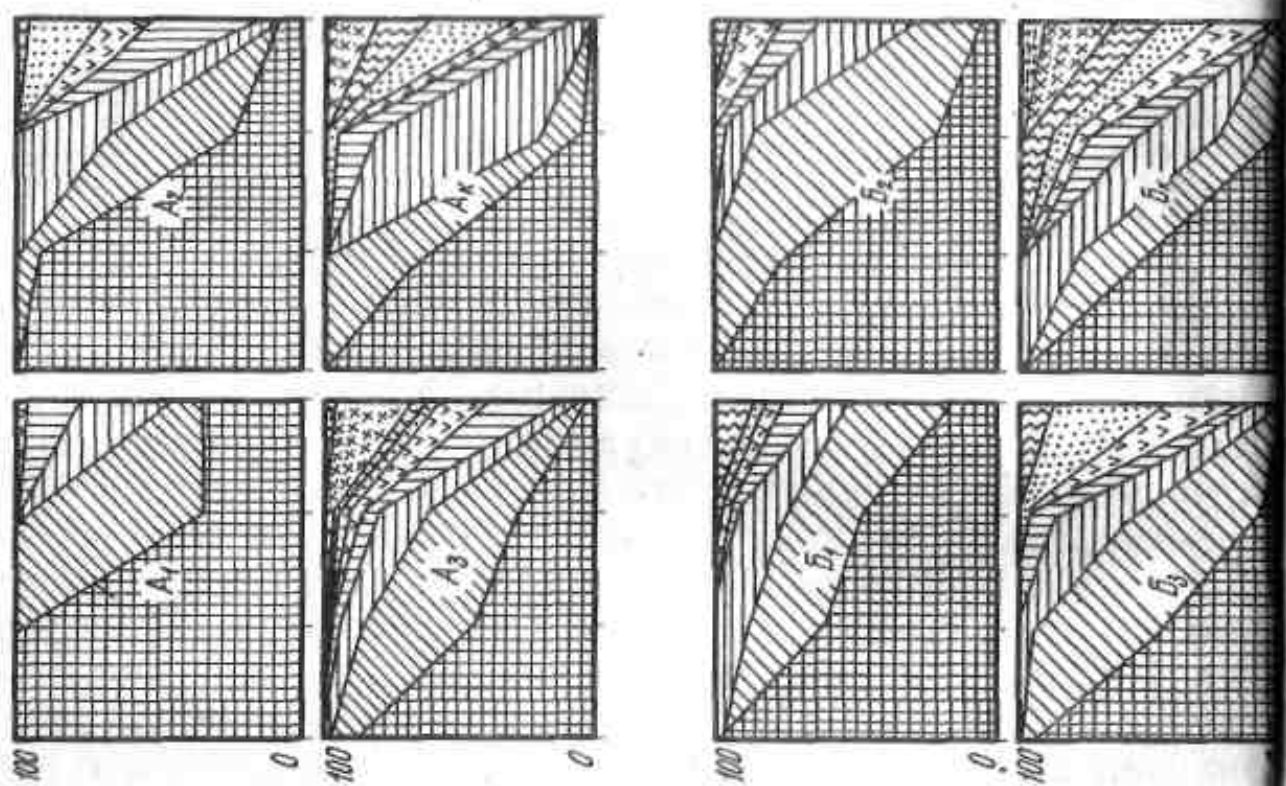
Еженедельные измерения температуры указывали на ее стабильность, в ходе всего эксперимента она была 18°C .

На протяжении всего опыта головастиков кормили вареными листьями одуванчиков. По литературным данным, при явном недостатке корма скорость роста может быть максимальной. Избыток пищи приводит к тому, что большое количество неусвоенного органического вещества в воде дает эффект загрязнения, выражающийся в замедлении роста (Weilbur, 1977). Поскольку потребность в корме у личинок разных вариантов опыта резко отличалась, пищу давали по мере необходимости и в небольшом количестве. В случае гибели личинки 500 мл воды отливали и тем самым поддерживали постоянную плотность животных. Через каждые семь дней со дня постановки опыта определяли стадию развития по классификации П. В. Дабагына и Л. А. Слепцовой (1975). Чтобы не травмировать головастиков, их засасывали с водой в стеклянную пипетку и рассматривали под лупой при 16-кратном увеличении.

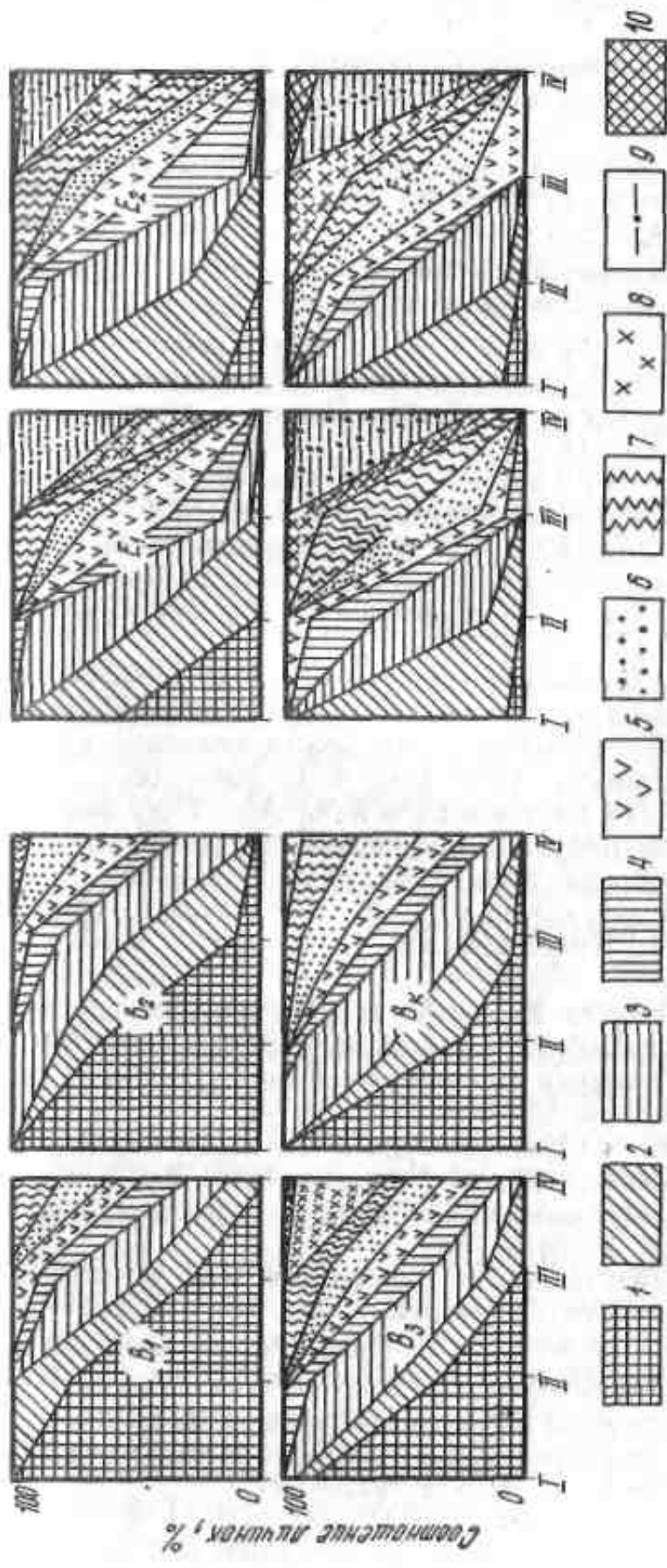
б



а



Соотношение личинок, %



Скорость развития личинок в эксперименте под влиянием ПАВ

I-IV — периоды развития, равные семи дням; стадии развития: 1 — 39, 2 — 40, 3 — 41, 4 — 42, 5 — 43, 6 — 44, 7 — 45, 8 — 46, 9 — 47, 10 — 48;

A-B — номера кладок из городской группировки; Γ-E (6) — из пригородной популяции; 1-3 и К в индексе — все концентрации раствора и контроль.

Результаты и их обсуждение

Полученные результаты сведены в диаграммы (см. рисунок). Обозначены стадии личиночного развития от 39 (наметились почки задних конечностей) до 48 (хорошо развитые задние конечности)

В первую неделю развития личинки городских кладок оставались на стадии 39 (как и в начале эксперимента) и только в растворе 3 появилось несколько особей более развитых (А3 – 10%, Б3-%, В3—10%). Головастики пригородных кладок за этот же срок развивались быстрее, и во всех вариантах опыта (за исключением Г1 и Г2) появились особи стадии 40, а ко второй неделе развития все личинки прошли стадию 39, только 7—10% их осталось в растворах Г2, Д1 и Д2.

Стадии 39 и 40 соответствуют росту почки задних конечностей и относятся к периоду премеаморфоза (Etkin, 1964), который характеризуется ускоренным ростом и незначительными изменениями и развитии. Поэтому мы объединили эти две стадии и посчитали общий процент встречаемости их за время всего эксперимента. Этот показатель отличается у городских групп от пригородных и меньше у последних в 2 раза (табл. 1). Наблюдается также прямая зависимость между концентрацией раствора и числом особей стадий 39—40, отмеченных в опыте, но если у городской группы это выражено четко, то у пригородной почти незаметно.

За вторую неделю намечается явное отставание по срокам развития личинок А, Б, В по сравнению с головастиками серии Г, Д, Е. Оно сохраняется до четвертой недели и равно примерно семи дням (см. рисунок). В результате к концу эксперимента личинки кладок Г, Д, Е достигли стадий 46, 47 или 48, а в городской группе лишь незначительную долю составляют особи стадий 46 16, в вариантах Вк и ВЗ — стадии 47. Причем в сериях А, Б, В чем больше концентрация ПАВ, тем больше животных, отстающих и развитии.

Таблица 1

Встречаемость личинок стадии 39 – 40 за весь период развития, %

№ раствора	Маркировка кладки					
	А	Б	В	Г	Д	Е
1	80	81	65	33	35	37
2	72	77	60	36	37	33
3	64	63	44	27	27	28
К	54	53	48	27	23	22

Таблица 2

Минимальные и максимальные сроки личиночного развития до стадии 52

№ раствора	Кол-во суток											
	min						max					
	А	Б	В	Г	Д	Е	А	Б	В	Г	Д	Е
1	43	41	42	33	36	34	34	58	57	58	40	47
2	43	41	42	41	46	34	58	57	46	42	47	42
3	35	38	38	34	34	34	57	52	58	42	48	42
К	38	38	38	34	34	33	50	58	56	46	48	42

К стадии 52 (появление передних конечностей) различия между кладками удалось установить более точно (табл. 2). Минимальные сроки развития личинок от стадии 39 до 52 оказались одинаковыми в контроле и в растворе 3, но отличались между городскими и пригородными популяциями. Последние на четверо суток опередили группу АБВ. Сроки развития личинок городской группы в растворах 1 и 2 оказались одинаковыми у каждой кладки и отставали от контроля на три—пять дней. В пригородной группе только в растворе 2 кладок Г и Д выход задержался на 7 дней, но и максимальный предел здесь составил столько же. Животные в этих вариантах погибли к стадии 52, а выжившие развивались более синхронно.

В среднем разница в минимальных сроках развития между кладками А, Б, В и Г, Д, Е в растворах 1, 2, 3 и контроле составила 8, 2, 3 и 4 дня соответственно.

Максимальные сроки выхода личинок указывают на еще больший разрыв в скорости развития между кладками опытного и контрольного районов. Эта разница в растворах 1, 2, 3 и контроль составила в среднем 5, 10, 11 и 9 дней соответственно.

В обоих вариантах опыта (А, Б, В и Г, Д, Е) отмечается не которая тенденция увеличения периода выхода на сушу из раствора 3 и контроля по сравнению с таковым из растворов 1 и 2 (табл. 3). Исключение представляет кладка Г, где период выхода животных на стадию 54 во всех растворах одинаков.

Таблица 3

Период выхода группы в целом на стадию 54

№ раствора	Период выхода, сут					
	А	Б	В	Г	Д	Е
1	15	16	16	7	11	8
2	15	16	4	1	1	8
3	22	14	20	8	14	8
К	12	20	18	12	14	7

Таким образом, развитие личинок городских и пригородных кладок отличалось между собой как в контроле, так и в растворах ПАВ более длительным сроком прохождения стадии 39 и периодом выхода на сушу. Отметим общую тенденцию задержки развития на стадиях 39—40 и более быстрые темпы выхода на метаморфоз в растворах более высокой концентрации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Вершинин В. Л. Смертность личинок и сеголеток бурых лягушек *Rana arvalis* Nilss., *R. temporaria* L. в зависимости от степени урбанизации // Экологиз, человек и проблемы охраны природы. Свердловск, 1983. С. 89.

Вершинин В. Л. Адаптивные особенности группировок остромордой лягушки в условиях крупного города // Экология. 1987. № 1. С. 46—50.

Вершинин В. Л. О распространении озерной лягушки в городе Свердловске. // Экология. 1990. № 2. С. 67—71.

Дабагян Н. В., Слепцова Л. А. Травяная лягушка // Объекты биологии развития. М., 1975. С. 442—462.

Etkin W. Metamorphosis // Physiology of the amphibia. A. Moore ed N.-Y. Acad. Press. 1964. P. 427—469.

Unger K. Zur Modellierung der Reaktionsnorm von Kulturflanzen und deren Bedeutung für die Prüfung von Stress-Reaktionen // Umwelt-Stress. Wiss. Beitr. Martin-Luther. Univ. Halle-Wettemberg, 1982. V. 35. P. 190—199.

Wilbur Henry M. Interaction of food level and population density in *Rana sylvatica* // Ecology. 1977. V. 58, N 1. P. 206—209.

использовано с сайта
«Герпетофауна Волжского бассейна»
www.herpeto-volga.apus.ru