

УДК 574.3:597.8(285):658.1

UDC 574.3:597.8(285):658.1

**ИЗМЕНЕНИЯ ПОПУЛЯЦИОННЫХ  
ХАРАКТЕРИСТИК ОЗЕРНОЙ ЛЯГУШКИ  
(RANA RIDIBUNDA PALL.) ПРИ ОБИТАНИИ  
В ПРУДАХ-ИСПАРИТЕЛЯХ САХАРНЫХ  
ЗАВОДОВ****CHANGES OF POPULATION  
CHARACTERISTICS OF LAKE FROG (RANA  
RIDIBUNDA PALL.) AT DWELLING IN  
PONDS-EVAPORATORS OF SUGAR  
FACTORIES**

Шиян Анна Александровна  
*Кубанский Государственный Университет,  
Краснодар, Россия*

Shiyan Anna Alexandrovna  
*Kuban State University, Krasnodar, Russia*

В статье показаны изменения, происходящие в популяции озерной лягушки из прудов-испарителей сахарных заводов. Отмечается низкая численность животных, отсутствие сеголеток, что говорит о непостоянном обитании популяции озерной лягушки в данных условиях

In this article the changes of age and sexual structures of populations of a lake frog from ponds-evaporators of sugar factories are show. The are the low number of adult animals, the increase of frogs of morpha maculate and females

Ключевые слова: ПОПУЛЯЦИОННЫЕ  
ХАРАКТЕРИСТИКИ, ОЗЕРНАЯ ЛЯГУШКА,  
СТОЧНЫЕ ВОДЫ, САХАРНЫЕ ЗАВОДЫ,  
ВОЗРАСТНАЯ СТРУКТУРА, ЧИСЛЕННОСТЬ,  
ПОЛОВАЯ СТРУКТУРА

Keywords: POPULATION CHARACTERISTICS,  
LAKE FROG, WASTEWATER, SUGAR  
FACTORIES, AGE STRUCTURE, NUMBER  
SEXUAL STRUCTURE

Антропогенное загрязнение окружающей среды вызывает различные реакции у обитающих в этих условиях животных. При оценке состояния окружающей среды особое внимание необходимо уделять изменениям гидросферы, как наиболее мобильной части биосферы, в которой постоянно обитает достаточно большое количество живых организмов. Чаще всего они подвергаются воздействию целой группы различных загрязнителей. Совместное влияние токсикантов на земноводных герпетологи стали исследовать только в последнее время, хотя в естественных условиях амфибии подвергаются именно политоксикозу. Выявление устойчивости разных видов амфибий в таких ситуациях представляет несомненный интерес, так как антропогенные загрязнители (и особенно их совокупности) могут быть важнейшими факторами отбора и микроэволюции земноводных в антропогенно загрязненной среде [1]. Анализ состояния популяций животных в местах работы промышленных предприятий особенно актуален. Состав сточных вод различных предприятий зачастую очень сложен, и при взаимодействии разных

компонентов этих вод (даже если их предельно допустимая концентрация – ПДК не превышают установленных норм) общая токсичность может существенно меняться [2]. Изучение влияния сточных вод предприятий пищевой промышленности на различные живые организмы встречается гораздо реже, чем химических предприятий. Особенностью сточных вод сахарных заводов является высокая концентрация в их составе взвешенных веществ органического и минерального происхождения, растворенных органических загрязнителей, дефицит биогенных веществ (соединений азота и фосфора), наличие сапонинов (табл. 1).

Таблица 1 – Состав сточных вод сахарных заводов различных типов ( $X \pm m$ ), мг/л.

| Показатели                          | Сточные воды заводов при работе на сахаресырце | Сточные воды заводов при работе на сахарной свекле | ПДК (Перечень ПДК..., 1995) |
|-------------------------------------|--|--|-----------------------------|
| БПК полное, мг O <sub>2</sub> /л    | 1077,3±734,99                                  | 1400,0±108,01                                      | –                           |
| Взвешенные вещества                 | 330,0±94,16                                    | 7430,0±1415,74                                     | –                           |
| Сухой остаток (общая минерализация) | 1115,0±185,17                                  | 2429,0±359,09                                      | 1000,00                     |
| Азот аммонийный                     | 9,4±0,50                                       | 10,4±1,53  | 0,39                        |
| Азот нитритный                      | 0,03±0,01                                      | 0,055±0,01   | 0,02                        |
| Азот нитратный                      | 0,023±0,01                                     | 0,020±0,002  | 9,10                        |
| Фосфаты                             | 0,20± 0,140                                    | 0,13±0,030   | 0,20                        |
| Хлориды                             | 144,3±3,55                                     | 89,0±4,55  | 350,00                      |
| Сульфаты                            | 41,0±2,86                                      | 136,0±5,10   | 100,00                      |
| Кальций                             | 88,2±3,42                                      | 114,15±3,24  | 140,00                      |
| Магний                              | 53,50±28,71                                    | 42,00±1,41   | 85,00                       |
| СПАВ                                | 0,067±0,01                                     | 0,054±0,02   | 0,50                        |
| Нефтепродукты                       | 0,113±0,01                                     | 0,150± 0,002                                       | 0,05                        |
| Примечание: «-» - ПДК отсутствует   |  |  |                             |

Сточные воды сахарного производства включают в себя: избыточные транспортерно-мочные воды с осадком из отстойников; воды после газопромывателя; жомопрессовые воды, жомокислые воды; воды гидравлического удаления фильтрационного осадка; воды от мытья полов и аппаратуры; воды лаборатории завода; продувки котлов, регенерационные растворы химической очистки воды ТЭЦ; воды от промывки весов для свеклы и свеклоэлеватора; воды от промывки свеклорезок и свеклорезных ножей; воды от продувки оборотных систем; хозяйственно-бытовые воды промышленных площадок.

При использовании в производстве в качестве сырья сахара-сырца из компонентов сточных вод исключаются транспортно-мочные воды и барометрические воды.

Нами были исследованы заводы в разные периоды их работы, так, завод №1 исследовался во время работы завода на тростниковом сахар-сырце, а на заводе №2 основным сырьем для переработки служила сахарная свекла.

В прудах-испарителях сахарных заводов могут обитать только достаточно устойчивые виды позвоночных, такие как озерная лягушка. Поэтому изучение популяционных реакций озерной лягушки на воздействие сточных вод сахарных заводов, имеющих сложный состав, является актуальной задачей прикладной экологии.

Динамика численности озерной лягушки в прудах-испарителях обоих типов сахарных заводов за три года исследований была сходной (табл. 2, рис.1).

Таблица 2 – Численность озерной лягушки в прудах-отстойниках сахарных заводов по сезонам – особей на 500 м ( $lim, X \pm m, Cv \pm m$ ).

| Сезон | Завод первого типа | Завод второго типа |
|-------|--------------------|--------------------|
| Весна | 19-25              | 15-41              |
|       | 22,0±1,06          | 27, 8±4,67         |
|       | 10,8±3,40          | 37,5±11,86         |
| Лето  | 32-64              | 48-66              |
|       | 46,0±3,37          | 57,1±2,25          |
|       | 20,7±6,55          | 11,2±3,53          |
| Осень | 4-36               | 4-32               |
|       | 20,5±5,99          | 17,7±4,50          |
|       | 65,3±20,67         | 56,9±17,99         |

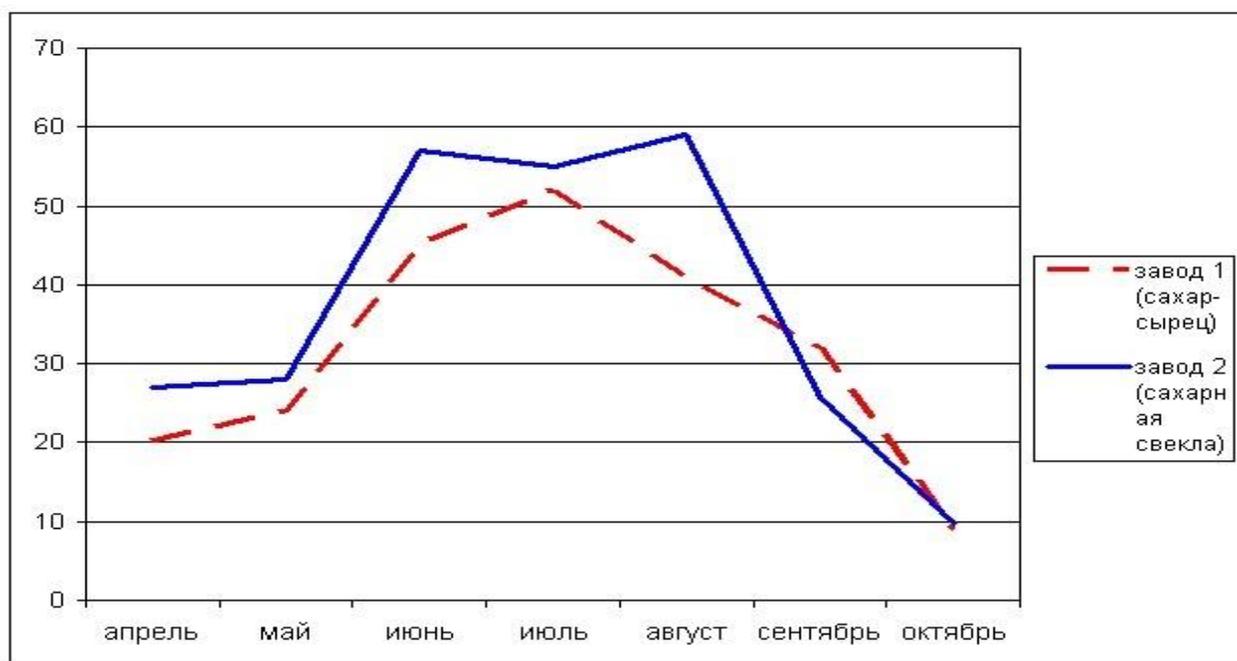


Рисунок 1 – Динамика численности озерной лягушки по месяцам исследования в прудах-отстойниках сахарных заводов, работающих на разном сырье

Наибольшей численности озерная лягушка достигала летом. Весной и осенью в популяциях, обитающих в прудах-испарителях обоих заводов численность животных была достоверно ниже, чем в летний период (завод первого типа –  $t_{\text{лето-весна}}=6,80$ ,  $t_{\text{лето-осень}}=3,71$ ; завод 2 –  $t_{\text{лето-весна}}=5,65$ ,  $t_{\text{лето-осень}}=7,84$  при  $t_{\text{ст}}=2,78$ ). Весной низкая численность озерных лягушек в прудах-отстойниках сахарных заводов, вероятно, связана с тем, что основная масса животных не размножается в них. Осенью численность

лягушек падает в 2–3 раза по сравнению с летним периодом, что может быть связано с более активной работой заводов и выбросом большого количества загрязнителей. Максимальные коэффициенты вариации численности озерной лягушки в обоих случаях отмечены осенью, они свидетельствуют о нестабильных условиях их существования в этот сезон.

Численность озерной лягушки в прудах-испарителях сахарных заводов сопоставимы с литературными данными по численности лягушек из других сильно загрязненных водоемов. Авторы объясняют снижение численности лягушки тем, что в водоемах с наиболее сильным загрязнением популяции обитает не постоянно, в водоем приходят единичные особи для возможного размножения. Такое предположение было высказано Т.И. Жуковой и Е.Н. Воробьевской [3] относительно популяции озерной лягушки из пруда-испарителя Успенского сахарного завода, а также А.Н. Мисюрой и А.А. Марченковской [4] об озерных лягушках, обитающих в промзоне г. Днепропетровска. В.Г. Ищенко и др. [5] отмечали аналогичное снижение численности для популяции остромордых лягушек, обитающих в местах сброса промышленных стоков, А.Ю. Косинцева [6] – относительно популяции остромордой лягушки из сильно загрязненного участка в г. Тюмени. В пользу этого предположения говорит факт отсутствия возрастания численности лягушек во второй половине лета и осенью, когда в более чистых водоемах отмечается резкое увеличение численности за счет выхода сеголеток [7].

Сравнительный анализ соотношения самок и самцов озерных лягушек, обитающих на полях фильтрации сахарных заводов, в целом, без учета сезона, показал небольшое преобладание в популяциях самок в обоих случаях (завод первого типа – 53–66% и завод второго типа – 51–58 % от общего числа особей).

Преобладание самок является следствием их большей жизнеспособности (устойчивости) по сравнению с самцами и дает преимущество популяции в экстремальных условиях, так как служит повышению её репродуктивного потенциала [7]. Кроме того, причинами преобладания самок может служить повышенная гибель самцов, как более подвижной, а, следовательно, и более уязвимой части популяции [8, 9]. Судя по литературе, преобладание самок характерно для загрязненных водоемов, например, сточными водами металлургических предприятий, пестицидами, а также для водоемов урбанизированных территорий [3, 4, 5, 6, 10].

Распределение самцов и самок по сезонам дает несколько иную картину (табл.3).

Таблица 3 – Число половозрелых самцов (числитель) и самок (знаменатель) озерной лягушки в прудах-испарителях сахарных заводов первого (сахар-сырец) и второго типов (сахарная свекла)

| Сезон исследования |       | Соотношение самцов и самок на полях фильтрации завода №1 |               | Соотношение самцов и самок на полях фильтрации завода №2 |               |
|--------------------|-------|--|---------------|--|---------------|
|                    |       | абсолютное   | относительное | абсолютное   | относительное |
| 2007 г.            | Весна | 27/17  | 1 / 0,6       | 46/11  | 1 / 0,2       |
|                    | Лето  | 41/79  | 1 / 1,9       | 65/99  | 1 / 1,5       |
|                    | Осень | 10/27  | 1/2,7         | 10/23  | 1/ 2,3        |
| 2008 г.            | Весна | 33/12  | 1 / 0,3       | 22/10  | 1 / 0,5       |
|                    | Лето  | 67/82  | 1 / 1,2       | 62/101   | 1 / 1,6       |
|                    | Осень | 7/28   | 1 / 4         | 13/23  | 1 / 1,8       |
| 2009 г.            | Весна | 28/15  | 1 / 0,5       | 62/16  | 1 / 0,3       |
|                    | Лето  | 38/107   | 1 / 2,8       | 73/106   | 1 / 1,4       |
|                    | Осень | 14/37  | 1/ 2,6        | 9/28   | 1/ 3          |

Среди половозрелых амфибий в популяции из прудов-испарителей сахарных заводов весной самцов больше. Летом преобладают самки – в 1,5-3 раза, а к осени преобладание самок увеличивается (их больше чем самцов в 3-4раза). Достоверные различия в соотношении особей разных полов на полях фильтрации заводов разных типов в целом наблюдались в 2007 г. ( $\chi^2 = 7,11$ ) и в 2009 г. ( $\chi^2 = 24,98$ ). При этом в 2007 г. достоверные сезонные отличия имеют место при сравнении весеннего и осеннего соотношения ( $\chi^2 = 6,95$ ), а в 2009 г. – во все сезоны исследования ( $\chi^2 = 10,35$ ; 8,48 и 24,54 соответственно). В 2008 г. сезонных различий половой структуры озерной лягушки не отмечено ( $\chi^2 = 3,76$  при  $\chi^2_{\text{станд}} = 5,99$ ).

Возрастная структура популяции определяет дальнейшую судьбу популяции в конкретных условиях обитания [10]. В водоемах обоих заводов нами не были обнаружены сеголетки и годовалые особи озерной лягушки (1+), основная масса животных относится к двухлеткам (2+) (рис. 2). Особи старших возрастных групп (3+) и (4+) встречаются единично (10% и 6% – возраста 3+ в прудах заводов №1 и №2 и 2% и 1% – возраста 4+ соответственно).

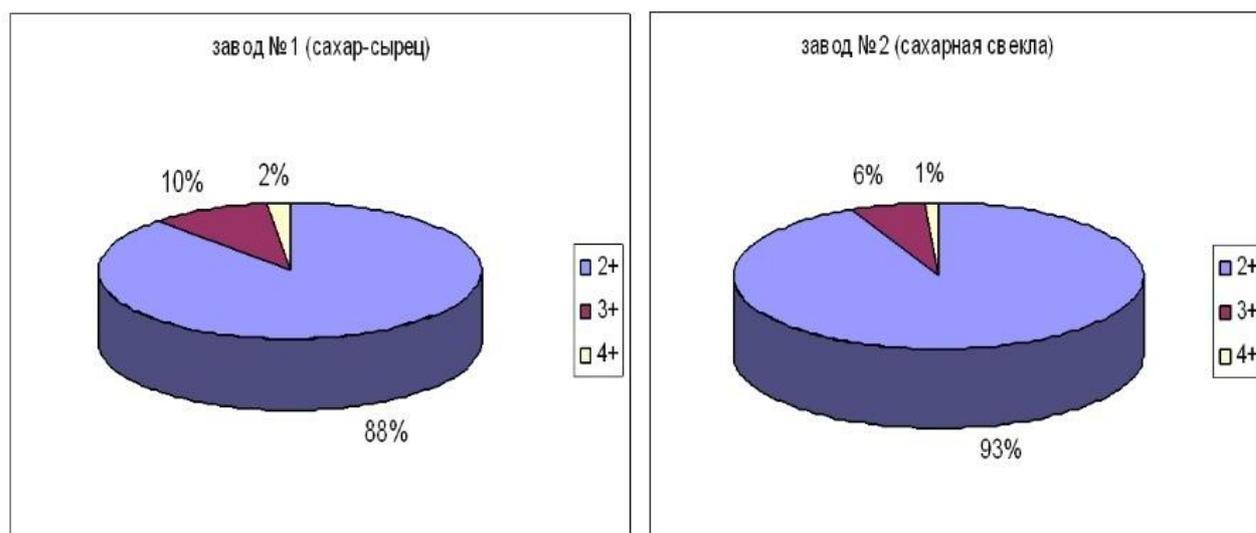


Рисунок 2 – Соотношение озерных лягушек трех возрастов (2+, 3+ и 4+) в прудах-испарителях сахарных заводов, работающих на разном сырье (сахаре-сырце и сахарной свекле).

Анализ литературных данных свидетельствует, что возрастная структура популяций озерной лягушки существенно меняется при обитании в водоемах различной степени загрязненности. Максимальная продолжительность жизни в популяциях амфибий снижается с увеличением загрязнения среды. Отсутствие в популяции животных старших возрастов свидетельствует о меньшей продолжительности жизни животных, что связано с влиянием антропогенных факторов [7]. Увеличение доли средневозрастных (3-4 года) животных отмечается от промышленной зоны к зеленой зоне [10, 11]. Отсутствие сеголеток и снижение в популяции особей старших возрастов описывается некоторыми авторами для популяций озерной лягушки, обитающих на урбанизированных территориях, – в промзоне г. Днепропетровска [4], в пруде-испарителе Успенского сахарного завода [3]; для популяции остромордых лягушек, обитающей в местах поступления промышленных сточных вод [5]; а также на сильно загрязненной территории г. Тюмени [6].

Большинство вышеперечисленных авторов при этом склоняются к мнению, что такие популяции неполноценны, а большинство животных в них либо погибают, либо уходят в поисках более благоприятных мест обитания.

При анализе соотношения морф озерных лягушек обитающих в прудах-испарителях сахарных заводов, выяснилось, что в целом, без учета пола и сезона в популяциях преобладают пятнистые особи (морфа *maculata*). Сезонные колебания соотношения морф лягушек из прудов-испарителей сахарных заводов, работающих на сахаре-сырце (№1) и сахарной свекле (№2) показаны в таблице 4.

Таблица 4 – Сезонные колебания соотношения морф озерной лягушки в прудах-испарителях сахарных заводов первого (сахар-сырец) и второго типов (сахарная свекла), %

| Сезон исследования |       | Соотношение морф озерной лягушки на полях фильтрации завода №1, striata/maculata | Соотношение морф озерной лягушки на полях фильтрации завода №2, striata/maculata |
|--------------------|-------|--|--|
| 2007 г.            | Весна | 52/48  | 56/44  |
|                    | Лето  | 37/63  | 38/62  |
|                    | Осень | 54/46  | 43/57  |
| 2008 г.            | Весна | 61/39  | 67/33  |
|                    | Лето  | 33/67  | 43/57  |
|                    | Осень | 34/66  | 34/66  |
| 2009 г.            | Весна | 78/22  | 51/49  |
|                    | Лето  | 41/59  | 41/59  |
|                    | Осень | 52/48  | 45/55  |

В разные годы исследований соотношения морф у лягушек различались. Так, летом во все три года исследований на полях фильтрации заводов обоих типов преобладали особи морфы maculata, тогда как весной и осенью отмечено либо примерно равное соотношение особей двух морф (2007 год), либо преобладание морфы striata. Судя по критерию  $\chi^2$ , соотношение абсолютных количеств особей одной и той же морфы на полях фильтрации разных заводов в один и тот же год не различается. Также одинаковым является соотношение лягушек одной морфы, встреченных на полях фильтрации каждого завода по годам исследования.

Учитывая высокую степень загрязненности прудов-отстойников сахарных заводов, мы можем предположить, что преобладание пятнистой морфы озерной лягушки, характерной для чистых водоемов, является еще одним доказательством того, что данная группировка особей непостоянна и состоит из мигрирующих из менее загрязненных водоемов животных.

Тем не менее, изучение животных обитающих в экстремальных условиях, является полезным, т.к. вероятно, при снижении нагрузки загрязнителей на данные водоемы или выработке определенных адаптаций, обеспечивающих успешное прохождение ранних стадий онтогенеза озерной лягушкой, такие группы особей могут стать полноценными популяциями.

### Литература

1. Пескова Т.Ю. Влияние антропогенных загрязнений среды на земноводных. Волгоград, 2001. 156 с.
2. Брагинский Л.П., Игнатюк, А.А. Визуально фиксируемые реакции пресноводных гидробионтов как экспресс-индикаторы токсичности водной среды// Гидробиологический журнал. 2005. Т 41. №4. С. 89-103.
3. Жукова Т.И., Воробьевская Е.Н. Зависимость численности озерной лягушки от степени загрязнения водоема // Биосфера и человек: Мат-лы Международной науч.-практич. конф. Майкоп, 2001. С.153–155.
4. Мисюра А.Н., Марченковская, А.А. Влияние промышленных сточных вод предприятий различных видов промышленности на эколого-биохимические показатели различных видов бесхвостых амфибий// Биосфера и человек: Мат-лы Международной науч.-практич. конф. Майкоп, 2001.-С.180-181.
5. Ищенко В.Г., Леденцов А.В., Мисюра А.Н. Использование некоторых экологических показателей остромордой лягушки для оценки состояния вида в различных частях ареала // Вестник Днепропетровского ун-та. Биология и экология. Днепропетровск, 1993. Вып. 1. С. 118-119.
6. Косинцева А.Ю. Возрастная структура и репродуктивные особенности городских популяций земноводных (на примере г. Тюмени)// Современные наукоемкие технологии. 2006. №4. С. 20-23.
7. Фоминых А.С. Особенности экологии озерной лягушки из отстойника Нижнетагильского металлургического комбината// Водное хозяйство России. 2006. № 6. С. 50–57.
8. Пескова Т.Ю. Адаптационная изменчивость земноводных в антропогенно загрязненной среде: Дисс..... д-ра биол. наук. Тольятти, 2004. 284с.
9. Пескова Т.Ю. Адаптационная изменчивость земноводных в антропогенно загрязненной среде // Известия ВУЗов. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. 2005. №3. С. 66–70.
10. Замалетдинов Р.И. Экология земноводных в условиях большого города (на примере г. Казани): автореф. дис. ... канд. биол. наук. Казань, 2003. 24с.
11. Замалетдинов Р.И., Файзулин А.И., Чихляев И.В. Результаты и перспективы исследования земноводных, обитающих на урбанизированных территориях Среднего Поволжья // Вопросы герпетологии. С.Пб. 2008. С.130–135.