Озёрная лягушка (*Rana ridibunda Pall.*) как объект мониторинга водоёма-охладителя Рефтинской ГРЭС*

***В.Н. Большаков**, д.б.н., профессор, академик РАН,*
***Н.Л. Иванова**, к.б.н., Институт экологии растений и животных УрО РАН*

Проблема биологической рекультивации нарушенных земель в окрестностях тепловых электростанций включает необходимость мониторинга нагрузки на различные экосистемы загрязняющих веществ, так как взаимосвязь между компонентами экосистем и их влияние друг на друга очевидны. Активно действующая с 1970 г. Рефтинская электростанция – источник значительных, в первую очередь – воздушных, выбросов. Согласно государственному докладу о состоянии и об охране окружающей среды Свердловской области в 2011 г., выброс загрязняющих веществ в атмосферный воздух в результате деятельности Рефтинской ГРЭС составил 305 тыс. т (27,7% от суммарного выброса по области!). Значительная часть этих веществ оседает в окрестностях станции и в том числе на акватории водоёма-охладителя ГРЭС. Одновременно станция сбрасывает (по данным того же источника) 19,893 млн м^3 сточных вод с массой сброса загрязняющих веществ 7,66 тыс. т. Исследования М.Р. Трубиной и А.К. Махнёва [1] показали, что в трёхкилометровой зоне окрестностей ГРЭС, в которую входит и водоём-охладитель, в составе атмосферных выпадений содержатся высокие концентрации многих элементов (цинка, меди, никеля, марганца). Эти данные свидетельствуют о том, что и акватория Рефтинского водохранилища (площадь зеркала 2530 га) подвержена существенному антропогенному влиянию, которое может быть оценено в том числе и при изучении населяющих его видов животных.

В этом плане исключительный интерес представляет изучение интродуцированного вида – озёрной лягушки (*Rana ridibunda Pall.*), ведущееся в водоёме-охладителе с 1995 г. по настоящее время [2].

Особым аспектом исследования проблемы расширения ареала является вопрос о сохранении или изменении видом своих экологических, морфологических и других особенностей в области инвазии. Следует отметить, что в новые регионы попадают группы особей видов и, как правило, возникают географически изолированные популяции, которые могут существенно отличаться как по своим экологическим, морфофизиологическим показателям, так и генетическим характеристикам. С другой стороны, экспансия вида за пределы его исходного ареала может оказать существенное влияние на биоразнообразие регионов-реципиентов. Виды-вселенцы могут также являться основной причиной исчезновения аборигенных видов, уничтожая виды-жертвы, загрязняя генофонд, привнося возбудителей болезней и паразитов [8]. В результате, как правило, разрушаются старые и возникают новые экосистемные взаимоотношения, а это в свою очередь может повлиять и на микроэволюционные процессы, протекающие в этих экосистемах [3].

Известно, что озёрная лягушка распространена по всей Европе, проникая в Азию, доходит до озера Балхаш, а его северная граница почти совпадает с южной границей таёжной зоны. С середины 70-х гг. прошлого столетия отмечается формирование популяций озёрной лягушки за пределами естественного ареала на восточном склоне Среднего Урала [4].

Источником интродукции данного вида послужили озёрные лягушки с Украины (такой же гаплотип по гену ND3, как у среднеуральских лягушек, найден в Харьковской, Киевской, Житомирской, Херсонской, Одесской и Воронежской областях [5]). Непосредственно при обнаружении озёрных лягушек в водоёмах-охладителях Рефтинской и Верхне-Тагильской ГРЭС этот вид был включён в Красную книгу Среднего Урала 1996 г.

Уже в это время численность его была достаточно высока (2 экз. на 100 м береговой линии), однако по всем критериям озёрная лягушка относилась к третьей категории (редкий вид на периферии ареала). Исследования Н.Л. Ивановой позволили исключить этот вид из числа охраняемых видов амфибий в новом издании Красной книги Свердловской области 2008 г.

Особенности биологии озёрной лягушки в водоёме-охладителе Рефтинской ГРЭС свидетельствуют о том, что влияние воздушных и водных выбросов не оказывает на неё выраженных отрицательных последствий. Размножение в естественных водоёмах Одесской области, откуда были завезены озёрные лягушки в Рефтинское водохранилище, начинается в конце марта и продолжается до начала июля. Длительность личиночного развития составляет около 80–90 суток

* Работа выполнена при поддержке программы президиума РАН «Живая природа» (проект 12–П–4–1048)

и существенно зависит от специфики условий водоёма, часть личинок остаётся зимовать [6].

Икрометание в Рефтинском водохранилище в годы наблюдений начиналось в середине мая, последние кладки были зафиксированы в конце мая, продолжительность нереста составляет не более трёх недель. Уже на 10-е сутки личиночного развития наблюдается разброс по стадиям развития, в пробе присутствуют головастики от 39-й стадии – зачатки задних конечностей в виде небольшого круглого бугорка (11,0%) до 45-й – в зачатках конечностей намечаются контуры всех пальцев (12,9%).

Выход молодых особей на сушу начинается в первых числах августа, таким образом, минимальный личиночный период составляет 60 суток. Размеры тела в течение всего личиночного периода постепенно увеличиваются. Средняя длина тела животных, завершивших метаморфоз в начале августа, составляет 23,6±0,7 мм, в течение всего августа происходит выход молодых лягушек на сушу. Сеголетки в конце августа крупнее, средняя длина тела животных в этот период равна 28,3±0,9 мм. Длина тела завершивших метаморфоз перед зимовкой в разные годы практически не различается 29,97±0,91 мм и 29,26±0,65 мм, а средний вес тела составляет 3,2±0,9 г.

В конце августа в водоёме оставались головастики на 45-й и 47-й (задняя конечность чётко изогнута на уровне колена, наметились фаланги пальцев) стадиях развития. Поскольку верховья и малопроточные зоны возле берегов, где обычно обитают личинки, покрываются толстым слоем льда, они не успевают завершить развитие, то, очевидно, они погибают. Весной в этих участках головастиков обнаружить не удавалось.

Сравнение со сходной популяцией, интродуцированной в водоём-охладитель Верхне-Тагильской ГРЭС, показало, что обе популяции не различаются по минимальной продолжительности личиночного периода, общий ход роста и развития головастиков в основном совпадает. Однако темп роста головастиков из рефтинской популяции выше, сеголетки после метаморфоза крупнее, чем в верхнетагильской.

Анализ имеющегося в нашем распоряжении материала из Рефтинского водохранилища показал, что средняя длина тела половозрелых самок составляет 112,9±10,0 мм (57,6–132,0 мм), основная размерная группа (72%) – это особи с длиной тела от 110 мм. В условиях естественного ареала, в Одесской области, обитают лягушки больших размеров – средняя длина тела у них колеблется в пределах 130,0–139,0 мм, максимальная составляет 170,0 мм [6]. Средний возраст размножающихся самок в рефтинской популяции оказался равным 4,4±1,1 зимовки (от двух до восьми зимовок), 36,7% в выборках составляют самки, пережившие четыре зимовки, 22,0% – пережившие пять зимовок. Достоверно значимые различия в верхнетагильской и рефтинской популяциях по этому признаку ($p = 0,001$) могут свидетельствовать о том, что рефтинская популяция характеризуется меньшей продолжительностью жизни по сравнению с верхнетагильской. Размах изменчивости возрастной структуры в верхнетагильской популяции выше, чем в рефтинской.

По количеству отложенных яиц лягушки рефтинской популяции не отличаются от лягушек, обитающих в естественных популяциях в Одесской области, средняя абсолютная плодовитость которых составляет около 5400 (850–12400) икринок [6]. Абсолютная плодовитость самок, обитающих в Рефтинском водохранилище, равна 5778,7±267,5 икринок, минимальная составила 1199 икринок при длине тела самки 57,6 мм, пережившей две зимовки, максимальная – 13 252 икринки у самки, которая пережила четыре зимовки и имела длину тела 124,0 мм.

Плодовитость является одной из характеристик, позволяющих оценить приспособленность популяций к разным условиям существования. Известно, что для амфибий характерна положительная зависимость между длиной тела и количеством откладываемых икринок. У многих видов земноводных отмечается значительная изменчивость величины кладки между особями, находящимися в разных климатических условиях. Сроки размножения также существенно влияют на размер кладки, который уменьшается в конце сезона размножения. У некоторых видов земноводных плодовитость варьирует в зависимости от длины тела, мелкие самки инвестируют меньше энергии в потомство, чем крупные, которые, возможно, вкладывают её больше в непрерывный рост тела. Различия в числе отложенных яиц наблюдаются и среди одноразмерных самок, находящихся в одном календарном возрасте внутри популяции. Например, плодовитость самок, отловленных в рефтинской популяции после третьей зимовки, при одной длине тела, равной 110,0 мм, составила 3238 и 7266 икринок [7]. Результаты исследований свидетельствуют о том, что на территории Среднего Урала в водоёме-охладителе Рефтинской гидроэлектростанции сформировалась постоянная популяция озёрной лягушки. Животные, обитающие в этой популяции, отличаются от исходных по ряду популяционных характеристик: по размерно-возрастному составу размножающихся особей, типу нереста, скорости личиночного развития. Полученные данные позволяют утверждать, что обнаруженные различия имеют адаптивный характер.

Представляет интерес питание взрослых особей. Как известно, характерной особенностью пищевого поведения амфибий является неизбирательность в питании. Озёрные лягушки

используют в качестве корма всё, что движется и соответствует по размерам. Отличительной чертой этого вида является способность потреблять не только наиболее массовые виды наземных беспозвоночных, но и водных, которые недоступны аборигенным бурым лягушкам *Rana temporaria* L. и *Rana arvalis Nills*. Это позволяет животным этого вида переключаться на питание гидробионтами в условиях дефицита наземных форм добычи и гарантирует им наличие пищевых ресурсов в зимнее время в термальных водоёмах [5]. У озёрной лягушки обнаружено хорошо выраженное сезонное изменение состава пищи. Соотношение разных экологических групп кормов зависит не только от сезона, но также от специфики сообщества, в котором обитают амфибии [7].

Таким образом, появление и успешная акклиматизация озёрной лягушки в водоёме-охладителе Рефтинской ГРЭС свидетельствует о высокой экологической пластичности вида. Учитывая, что амфибии являются прекрасным индикатором уровней загрязнения среды, можно констатировать, что уровень основного лимитирующего фактора, отмеченного в большинстве Красных книг ряда регионов, – загрязнение водоёмов промышленными стоками в Рефтинском водохранилище не является пессимальным, вид полностью приспособился к новым для него условиям в новом районе ареала.

Литература

1. Трубина М.Р., Махнев А.К. Поступление и распределение загрязняющих веществ в окрестностях Рефтинской электростанции // Биологическая рекультивация нарушенных земель: матер. Междунар. совещ. Екатеринбург, 2003. С. 507–518.
2. Иванова Н.Л. Особенности экологии озёрной лягушки (*Rana ridibunda Pall.*), интродуцированной в водоёмы-охладители // Экология. 1995. № 6. С. 473–476.
3. Большаков В.Н., Кубанцев Б.С. Антропические факторы в микроэволюции животных // Развитие идей академика С.С. Шварца в современной экологии. М., 1991. С. 41–47.
4. Топоркова Л.Я. Влияние деятельности человека на распространение амфибий // Вопросы герпетологии. Л., 1977. С. 204–205.
5. Вершинин В.Л., Иванова Н.Л. Специфика трофических связей вида-вселенца – *Rana ridibunda Pall.* в зависимости от условий местообитаний // Поволжский экологический журнал. 2006. № 3. С. 119–128.
6. Писанец Е.М. Земноводні України. Київ: Изд-во Раевського, 2007. 192 с.
7. Иванова Н.Л. Озёрная лягушка (*Rana ridibunda Pall.*) в водоёмах-охладителях на Среднем Урале // Экология. 2002. № 2. С. 137–141.
8. Haffner P. Bilan des introductions recentes d“ amphibiens et de reptiles dans les milieux aquatiques continentaux de France metropolitaine // Bull. fr. pechect piscicult. 1997. Vol. 70. № 344–345. P. 155/163.