УДК 597.94:591.612

Условия окружающей среды для размножения в неволе семиреченского лягушкозуба (*Ranodon sibiricus* Kessler, 1866, Amphibia; Hynobiidae)

Тимирханов Серик Ракишжанович[1], Дуйсебаева Татьяна Николаевна[2]

[1]НАО «Казахский научно-исследовательский институт Каспийского моря», Актау, Казахстан,
email: stimirkhanov@mail.ru
[2] Институт зоологии Комитета науки МНВО РК, Алматы, Казахстан,
e-mail: tatjana.dujsebayeva@mail.ru

Введение

Семиреченский лягушкозуб, *Ranodon sibiricus* Kessler, 1866 – уникальная хвостатая амфибия принадлежит к одному из наиболее древних семейств класса – Hynobiidae, обособившемуся, по молекулярным данным, ещё в средней юре, около 168–166 млн. л. н. (Jia et al., 2021). Лягушкозуб населяет небольшие горные речки и ручьи Джунгарского Алатау на высотах не ниже 1500 м н. ур. м. преимущественно на территории юго-восточного Казахстана и верхний бассейн р. Боротала в северо-западном Китае (Синьцзян). Вид представлен несколькими изолированными популяциями. Ареал и численность вида прогрессивно сокращаются ввиду региональных изменений климата, деградации и разрушения мест обитания, а в прошлом – браконьерского лова (Kuzmin et al., 1988; Дуйсебаева, 2013; Dujsebayeva, Malakhov, 2017; Дуйсебаева, 2019). По имеющимся официальным данным, браконьерство в настоящее время не наносит столь серьёзного урона. Однако появилась новая угроза – расселение чужеродного вида американской норки, *Neogale* (в прошлом *Neovison*) *vison* (Черемнов и др., 2016) и многократно усилилась нагрузка от отгонного скотоводства, что на фоне потепления и аридизации климата может привести к серьёзным последствиям (Dujsebayeva, Malakhov, 2023).

Вид внесен в Красную книгу Республики Казахстан (2024) в категории II «сокращающийся» и в Красный список Международного Союза Охраны Природы в категории «Находящихся под угрозой исчезновения» (EN: A2cd) в связи с сокращением ареала, численности популяции более чем на 30% за период времени, равный продолжительности жизни трех поколений, вымиранию субпопуляций в бассейнах отдельных рек и высокой степенью разрушения мест обитания (IUCN SSC, 2023).

В деле сохранения диких животных есть два пути – *in-situ*, где кроме прочих одним из главных мероприятий является создание охраняемых территорий, и *ex-situ*, который предполагает воспроизводство животных в искусственных условиях. Для видов с неустойчивой средой обитания оптимальной стратегией является комплекс *ex situ* и *in situ* мер сохранения вида. Надо с сожалением отметить, что в отношении лягушкозуба ни один из путей до сих пор не стал активным.

В нашей работе мы не будем останавливаться на проблемах сохранения лягушкозуба *in-situ,* напомнив, что до настоящего времени такой охраны этот вид лишён (Кубыкин, 1986; Кузьмин, 2012; Красная книга Республики Казахстан, 2024). Мы критически обобщим не столь богатый международный и отечественный опыт по содержанию и разведению *R. sibiricus* и приведем собственные материалы, которые могут оказаться полезными в дальнейших усилиях по спасению исчезающей амфибии. В данной статье мы не касаемся роли внутривидовых взаимоотношений в период размножения, таких как брачное поведение, конкуренция за партнера, территориальность, образование пар и пр.

Добавлено примечание ([ST1]): На нее есть выходные данные? Если нет давай заменим на предыдущее издание

удалено: числится

удалено: охраняемой

удалено: территории

удалено: с 1980-х гг. и

удалено: условий размножения, которые регулируются биотическим взаимоотношениями между особями одного вида…

Анализ международного и отечественного опыта содержания и разведения *Ranodon sibiricus* в искусственных условиях

Хотя на сегодня известно немало примеров успешного содержания и разведения в искусственных условиях горных видов семейства Hynobiidae (Tagami, 2016; Tagami, Ento, 2017; Tagami et al., 2012; Raffaëlli, 2022 – *добавить парочку значимых*), трудности остаются, но успешные примеры дают вполне оправданную надежду на успех размножения лягушкозуба в будущем.

В настоящее время известен только один положительный опыт разведения семиреченского лягушкозуба в неволе (Thorn, 1994). Пара животных, вывезенных из Казахстана в 1969 г. в лабораторию в Люксембурге в 1971 г. отложила яйца. В дальнейшем раз в один-два года эта пара откладывала яйца и в 1978 г. произошло размножение поколения, полученного в искусственных условиях. Животные, по нашим расчётам, содержались в искусственных условиях как минимум до 1993 г.

Двух животных содержали в закрытом акватеррариуме размером 60х40 см. Глубина воды составляла 23 см. Наземная часть занимала около трети поверхности и была отделена от водной части вертикальной стенкой, состоящей из сланцевого камня. Крышка аквариума представляла собой проволочную сетку. Производилась аэрация воды. Наземная часть состояла из гравия и двух кусков коры (пробки), под которыми любили прятаться животные. В водной части были посажены растения, которые переходили на наземную часть. Вода обновлялась каждые три месяца или чаще в теплое время года. Акватеррариум был расположен в холодной оранжерее, выходящей на север, в месте, защищенном от прямых солнечных лучей и воздействия атмосферных осадков. Высота над уровнем море места проведения опыта составляла около 300 м. Температура соответствовала температуре, преобладающей вне помещений (Люксембург). Температура внутри теплицы была немного выше наружной, особенно в холодное время года. Электрическое отопление теплицы предотвращало замерзание воды в зимний период. Таким образом, животные были подвержены климатическим колебаниям температуры и, благодаря естественному освещению, фотопериодизму места проведения опыта. Кормили животных крупными земляными червями или кусочками тресковой рыбы. Периодически к кусочкам рыбы добавляли мультивитаминный препарат (витамин D3, не D2) с минералами. Кладка яиц происходила при температуре 11 °C. (Thorn, 1994).

Размножение продолжалось до 1983 г. В публикации нет упоминаний о дальнейшем размножении в неволе особей второго поколения.

В 1980-е годы на базе террариума кафедры зоологии Казахского государственного университета им. С. М. Кирова (КазГУ) под руководством С.П. Нарбаевой и в тесном сотрудничестве со специалистами-герпетологами Института зоологии АН КазССР была предпринята попытка разведения лягушкозуба. 10 особей содержали в акватеррариуме размером 200х100х40 см с тремя изолированными секциями, расположенными на высоте 105 см от пола. Почти половина его была занята сушей, была предусмотрена проточность воды, имитирующая водопад. Температура воды летом составляла 10–12°С, зимой — 6–8°С. В качестве зимника использовали деревянный ящик размером 170х68х60 см с субстратом из песка (30%), земли (50%) и сухих листьев (20%), который сверху был присыпан хвоей сосны, температура воздуха составляла 9–15°С (Нарбаева, Брушко, 1986). Однако разведения добиться не удалось и со временем все животные погибли. Авторы приводят следующие причины: неумение безошибочно определить половую принадлежность особей, неправильное формирование групп размножения, недостаточно разнообразный рацион питания, отсутствие суточных и сезонных перепадов температуры (там же) Как видим, приведенные причины включают многие аспекты биологии животного, недостаточно

удалено: повторение

удалено: а

перемещено (вставка) [3]

удалено: Температура в террариуме лишь слегка отличалась от температуры окружающей среды.

удалено: Кладка яиц происходила при температуре 11 °C в условиях умеренного освещения без прямого солнечного света. …

изученных к тому времени, и, таким образом, практически весь цикл подготовки к воспроизводству. См. допхарактеристики…

Другая попытка была предпринята также в КазГУ, но на кафедре цитологии под руководством С. Т. Нуртазина. Животных содержали в специальном акватеррариуме из оргстекла объемом примерно 300 л, в котором были устроены каскады в виде лестницы. Акватеррариум не предусматривал специального охлаждения, и все животные постепенно погибли. В данном опыте животным не были созданы условия не только для размножения, но даже и для поддержания их жизнеспособности.

Еще одна попытка, была предпринята в Рижском зоопарке, где животных содержали во влажном террариуме с охлаждением кусочками льда, периодически подкладываемых в течение дня. Постепенно все животные погибли.

С целью разработки технологии искусственного разведения 9 молодых особей лягушкозуба содержались в Институте эволюционной морфологии и экологии животных АН СССР (ИЭМЭЖ, Москва) (Шубравый и др., 1986), но дальнейшая их судьба неизвестна, т.к. более упоминаний о них в публикациях этой группы авторов мы не встречали. Нужна публикация…

В 2010 г. в Московский зоопарке была привезена группа половозрелых животных. Их разместили в акватеррариуме (размер100х100х70см), который представлял собой нагромождение больших округлых камней в задней части и открытого бассейна глубиной до 25 см в передней. Надводная часть была застелена корой и живым мхом. Между камнями был установлен погружной аквариумный фильтр, создающий течение воды и небольшой водопад. Температура в помещении колебалась от 5–8 градусов зимой до 16–18 летом. Помещение, где содержались лягушкозубы, было неотапливаемым. Летом температура в помещении регулировалась кондиционером, зимой — приоткрытым окном. Кормили лягушкозубов домовым сверчком и дождевыми червями. В апеле 2011 г. была сформирована группа животных из одного крупного активного самца, одного молодого самца и трех самок различной степени зрелости. Элементы ухаживания со стороны крупного самца отмечались только в январе после резкого падения температуры ночью и замерзания водоема. Лягушкозубам это очень понравилось, и они радостно резвились подо льдом. Все остальное время они проявляли исключительно пищевую активность. Средний срок жизни в таких условиях составил 13–15 лет. Самки отошли раньше, у них постепенно развился кистоз яичников. Самцы жили дольше. Последние животные уходили с явными признаками старения (Ежегодный отчет, 2011). И в данном случае неуспех попытки разведения в искусственных условиях заключался отсутствии условий размножения, приближенных к естественным. При этом условия содержания были благоприятными и позволили им прожить более 10 лет.

Возможно, существовали и другие попытки, но достоверных сведений о них мы не имеем.

На наш взгляд все неудачные попытки, за исключением работы группы О.И. Шубравого, о которой мы не имеем достаточно сведений, можно разделить на 2 группы:

1. Для лягушкозубов не были созданы базовые условия для нормальной жизни, и все особи в течение непродолжительного времени погибали;
2. Для лягушкозубов создавались подходящие базовые условия, имитирующие естественные. Животные жили продолжительное время, но им не были созданы условия для успешного размножения, и животные погибали, прожив здоровыми и активными много лет, так и не отложив яйца.

Поэтому нашей первоочередной задачей являлось создание установки позволяющей максимально точно воспроизвести условия обитания семиреченского лягушкозуба в естественных условиях и отработка условий длительного содержания.

Результаты и обсуждение

Добавлено примечание ([ST3]): Не помню, для чего это написано, но всегда можно убрать

удалено:

удалено: случае

удалено: и

удалено: Третья, известная нам

удалено:

Добавлено примечание ([ST4]): Если ты говоришь о публикации, что развести не удалось, то такой нет

удалено: В

удалено: ом

удалено: В московском зоопарке в апреле 2011 г. была сформирована группа Г

удалено: Акватеррариум, куда были помещены лягушкозубы,

удалено: -

удалено: -

удалено: ев

удалено: а

удалено: Для реофилов животные весьма неприхотливы в содержании: активно питаются, редко болеют. Так, за много лет работы с этими животными мы ни разу не отмечали грибковых заболеваний у лягушкозубов в отличие от уссурийского безлегочного тритона и кавказской саламандры. Сложнее с размножением. температурный режим, который мы могли задать в весенне-летний период сильно не соответствовал природным параметрам. Иными словами, у нас было слишком тепло. Помещение где содержались лягушкозубы, было неотаплиевым. Летом температура регулировалась кондиционером, а зимой - приоткрытым окном. Единственный раз, когда мы наблюдали элементы брачных ухаживаний, случился

удалено: ночного

удалено: очень понравилось

удалено: -

удалено: .

удалено: Поскольку к нам они попали взрослыми, настоящий возраст остался неизвестен

удалено: Сербинова, 2012

удалено: эти

Добавлено примечание ([ST6]): Эта оговорка здесь как раз, потому что, об условиях размножения в опыты Шубравого мы ничего не знаем и не можем сказать почему разведение было неуспешным.

удалено: – *а откуда ты это взял? Только из соображений, что молодых поселили? Где сама работа, у меня нет*

удалено: были обречены на провал с самого начала.

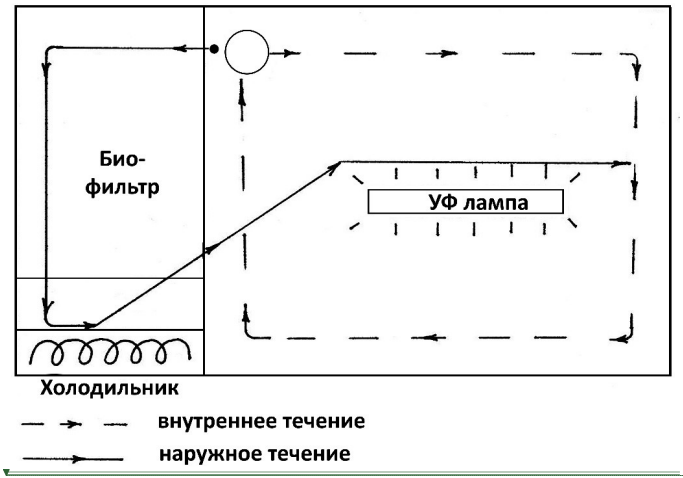
удалено:

удалено: что является первой и основополагающей задачей при содержании любого дикого животного в неволе.

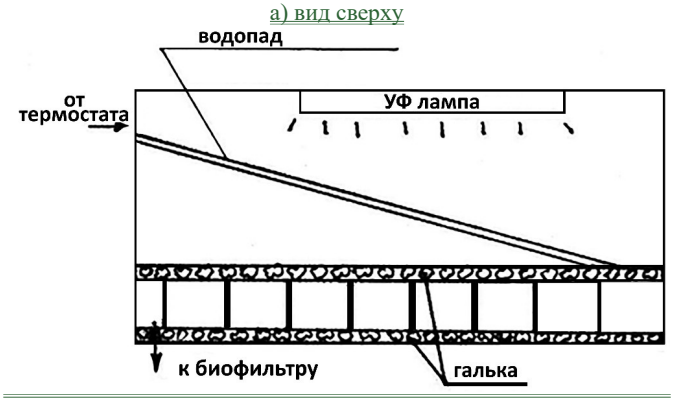
удалено: является максимально возможное … [1]

На базе аквариальной КазНУ им. аль-Фараби была создана опытная установка для круглогодичного содержания семиреченского лягушкозуба с замкнутым водоснабжением. Объем ежедневной добавки свежей воды составлял около 10%. Установка включала в себя бокс с искусственными подводными и наземными убежищами для животных. Внутри бокса с помощью микропомпы создавалось течение. Вода из бокса подавалась в биофильтр, далее в холодильник и поступала в бокс через водопад. Подача и охлаждение воды осуществлялись посредством ультратермостата (рис. 1). Для облучения бокс в верхней части был оборудован ультрафиолетовой лампой. Химический состав воды в г. Алматы практически такой же, как и в горных водоемах Джунгарского Алатау, ультрафиолетовая лампа обеспечивала необходимый уровень облучения, холодильник совместно с термостатом позволяют создавать любой температурный режим, имитировать суточные и сезонные колебания температуры. Замкнутое водоснабжение с биофильтром позволяет избежать аварийных ситуаций с химическим составом воды и при апробации режимов стимуляции размножения применять в качестве дополнительного стимула свежую, талую воду. Внутренняя циркуляция имитировала течение реки. Эффективность биофильтра при низких температурах содержания лягушкозуба довольно низка, но он также играет роль механического фильтра и при указанной плотности посадки животных успешно справляется с биогенной нагрузкой. В этой установке в течение двух лет жили взрослые лягушкозубы.

перемещено (вставка) [4]



а) вид сверху



б) вид сбоку

Рис.1. Схема установки замкнутого цикла для круглогодичного содержания семиреченского лягушкозуба

Животных кормили тараканами, земляными червями, промытым трубочником. Изредка в бокс выпускали живых бокоплавов.

В такой установке возможно содержание 20–25 взрослых особей. Отличное самочувствие и отменный аппетит лягушкозубов являются подтверждением правильности выбранной схемы.

В естественных условиях лягушкозубы активны при температуре воды от +4 до +25°C (Брушко, Дуйсебаева, 2009; Дуйсебаева, 2013). В период зимовки температура воды колеблется от 0,3 до 4 °C, особи лягушкозуба круглогодично сохраняют активность, бодрствуя (возможно, с некоторой заторможенностью) в воде ручьев и речек (Дуйсебаева, Берман, 2019).

Наибольшая численность особей характерна для относительно ровных участков среднегорья (1950–2400 м над у.м.) с уклонами 3–15°, где 2/3 особей населяет ландшафты с уклонами 3–9°. Для этих участков характерна относительно высокая увлажнённость (459–504 мм осадков в год), что определяет достаточно большой объем снега и надежное укрытие мест зимовки лягушкозуба. Среднемесячные минимальные температуры воздуха характерны для декабря – февраля и колеблются от -11,7 до -17,0 °C, максимальные — для июня – августа и составляют 10,3–15,9 °C (Dujsebayeva, Malakhov, 2017).

Икрометание растянуто с середины апреля по первую половину сентября, пик приходится на май-июнь после повышения температуры воды до 8–12 °C (Параскив, 1953, 1954). Хотя и отмечались кладки развивающейся икры в июне при температуре +20–21 ° (Брушко, Дуйсебаева, 2009).

Таким образом, для жизненного цикла лягушкозуба характерны значительные сезонные колебания температуры воды и температуры воздуха в районах обитания.

В искусственных условиях технически возможно воспроизвести такие условия обитания, но как показывает единственный успешный опыт долговременного размножения лягушкозуба в неволе, определяющим фактором для размножения является наличие сезонных колебаний, а не только абсолютное значение температуры.

Успешный опыт по разведению лягушкозуба производился в Люксембурге с 1969 г. и, как минимум, по 1993 г. в условиях естественного температурного режима без дополнительного его регулирования (Thorn, 1994).

Среднегодовая температура воздуха в Люксембурге в период проведения опытов колебалась от +8 до +10,2 С. Среднемесячные температуры в период с 1961 по 1990 гг. — от -2 С в январе до +22 С в июле. Для понимания условий обитания лягушкозубов в опыте R.Thorn (1994) мы сравнили их со среднегодовыми (2012–2022 гг.) данным по р. Коктал в районе с. Аралтобе (Жетысуская область, Казахстан), расположенный на высоте 2022 м БС (рис. 2).

перемещено вниз [1]: В результате моделирования оптимальных условии обитания лягушкозуба, было выявлено, что наибольшая численность особей характерна для относительно ровных участок среднегорья (1950–2400 м над у.м.) с уклонами 3–15°, где 2/3 особей населяет ландшафты с уклонами 3–9°. Для этих участков характерна относительно высокая увлажнённость (459–504 мм осадков в год), что определяет достаточно большой объем снега и надежное укрытие мест зимовки лягушкозуба. Среднемесячные минимальные температуры воздуха характерны для декабря–февраля и колеблются от -11,7 до -17,0 °C, максимальные — для июня–августа и составляют 10,3–15,9 °C (Дуйсебаева. Малахов, 2017).¶

удалено: В результате моделирования оптимальных условии обитания лягушкозуба, было выявлено, что наибольшая численность особей характерна для относительно ровных участок среднегорья (1950–2400 м над у.м.) с уклонами 3–15°, где 2/3 особей населяет ландшафты с уклонами 3–9°. Для этих участков характерна относительно высокая увлажнённость (459–504 мм осадков в год), что определяет достаточно большой объем снега и надежное укрытие мест зимовки лягушкозуба. Среднемесячные минимальные температуры воздуха характерны для декабря–февраля и колеблются от -11,7 до -17,0 °C, максимальные — для июня–августа и составляют 10,3–15,9 °C (Дуйсебаева. Малахов, 2017).¶

¶

Икрометание растянуто с середины апреля по первую половину сентября, пик приходится на май-июнь после повышения температуры воды до 8–12 °C (Параскив, 1953, 1954). Хотя и отмечались кладки развивающейся икры в июне при температуре ° (Брушко, Дуйсебаева, 2009).

перемещено вверх [4]: ¶

перемещено вверх [3]: в месте, защищенном от прямых солнечных лучей и воздействия атмосферных осадков. Температура в террариуме лишь слегка отличалась от температуры окружающей среды. Высота над уровнем море места проведения опыта составляла около 300 м. Кладка яиц происходила при температуре 11 °C

удалено: . Террариум с животными находился на северной стороне

перемещено вниз [2]: В целом температурный режим Люксембурга по крайним значениям в период проведения опытов был схож со средними показателями в районе естественного обитания лягушкозуба. Отличия заключались в меньшей продолжительности периода отрицательных и большей продолжительности положительных температур, а также меньшими скоростью нарастания температуры весной и скоростью падения температуры осенью.

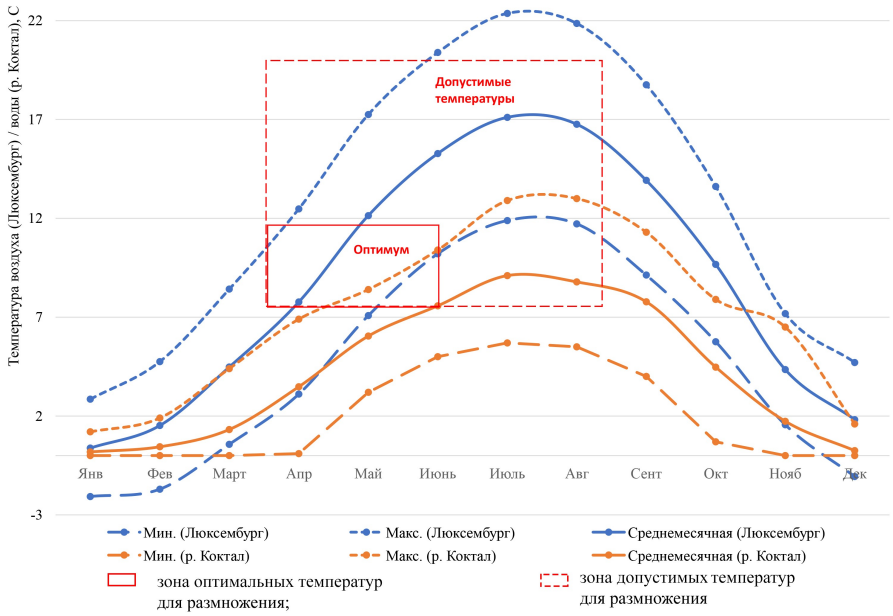


Рис. 2. Температурный режим в Люксембурге в период проведения опытов по размножению лягушкозуба в неволе (climateknowledgeportal.worldbank.org) и р. Коктал

В целом температура воды в опытах R.Thorn (1994) была выше, чем в местах естественного обитания лягушкозуба, но в оптимальный период размножения (вторая половина апреля – июнь) она лежала в зоне оптимальных температур для нереста лягушкозуба (8–12 °С), а допустимые температуры (до 20 °С) отмечались по июнь включительно в теплые годы и до сентября в средне тёплые и холодные годы. Скорость повышения температуры в весенний период в опытах R.Torn (1994) была даже выше, чем в водоемах из естественного ареала (рис.2), таким образом температурные условия размножения лягушкозуба в опытах в Люксембурге были близки к оптимальным.

Верхним пределом оптимальной температуры содержания лягушкозуба в неволе следует считать 20–22 С, при которой они начинают хуже питаться (Goncharov et al., 1989). Размножение наступает в период весеннего повышения температуры воды до 8–12 °С. Скорость нарастания среднемесячной температуры воды составляет 4–5 °С/месяц (рис. 2).

В естественных условиях лягушкозубы предпочитают водотоки со спокойным течением (скорость течения не более 40 см/сек.). В водотоках со скоростью потока более 60 см/сек. их численность значительно ниже (Дуйсебаева, 2013). Исходя из этого, скорость потока воды в искусственных условиях не должна превышать 40 см/сек, которую несложно обеспечить с помощью насосов малой мощности.

УФ облучение в лабораторной установке было установлено с целью имитации естественных условий обитания и стерилизации террариума, в котором содержались тритоны. Однако, как показывает опыт R.Thorn (1994) отсутствие избыточного УФ излучения не повлияло на жизненные функции животных. В опыте Московского зоопарка (Ежегодный отчет, 2011) лягушкозубы не болели без применения УФ стерилизации.

В естественных условиях ранние личинки лягушкозуба питаются реофильными беспозвоночными: остракодами, личинками стрекоз, жуков-водолюбов и ручейниками.

перемещено (вставка) [2]

удалено: температурный режим Люксембурга по крайним значениям в период проведения опытов был схож со средними показателями в районе естественного обитания лягушкозуба. Отличия заключались в меньшей продолжительности периода отрицательных и большей продолжительности положительных температур, а также меньшими скоростью нарастания температуры весной и скоростью падения температуры осенью. Суточные и сезонные перепады температуры не носили столько экстремального характера как в Жонгарском Алатау, но, как видим, их было достаточно для успешного размножения.¶

В дальнейшем спектр добычи расширялся, появлялись гаммарусы, личинки поденок и хирономиды. Взрослые особи питаются как водными, так и наземными животными: бокоплавами, ручейниками, дождевыми червями, жуками и комарами (Kuzmin, 1991). В искусственных условиях в успешном опыте разведения в неволе животных кормили дождевыми червями и кусочками рыбы (тресковые) с добавлением мультивитаминов (Thorn, 1994), как наиболее доступными компонентами. Как видно из результатов успешного многолетнего разведения лягушкозуба, такая диета полностью удовлетворяла его физиологическим потребностям. Такие компоненты питания могут быть найдены практически повсеместно и, возможно, тресковые могут быть заменены на другие виды рыб, доступные в иных местах разведения лягушкозуба.

К сожалению, нет никакой информации по питанию личинок лягушкозуба в искусственных условиях.

Невозможно судить о влиянии на размножение других диет (Нарбаева, Брушко, 1986; Goncharov et al., 1989; Кубыкин и др., 1999), т.к. эти опыты не были успешными.

Отдельный вопрос о роли кормления в период, предшествующий нересту. Возможно, голодание является одним из необходимых элементов кормового режима в период подготовки к нересту. Многие водные животные вступают в нерест голодными и начинают кормиться после завершения откладки икры (ссылки).

Не ясна роль наличия укрытий для размножения лягушкозуба. Являются ли эти укрытия защитой от хищников, которых в районе естественного ареала у лягушкозубов практически нет, или это защита от дневных условий (яркий свет, повышенное УФ излучение).

Возможно, важным элементом для успешного размножения является наличие больших плоских каменей диаметром 10–100 см, часть из которых может быть полностью или только нижней поверхностью погружена в воду, т.к. именно на нижней поверхности таких камней чаще всего в природе встречаются кладки лягушкозуба (Брушко, Дуйсебаева, 2009).

Как показывает успешный опыт, при создании оптимальных условий для содержания и размножения в неволе, семиреченский лягушкозуб откладывает икру без стимулирования гормональными препаратами.

Неясным остается вопрос о влиянии талой воды как стимулятора размножения (старта нереста) лягушкозубов. Таяние ледников, в целом, влияет на места обитания, через физические процессы, связанные с гидрологией, мутностью и температурой, химические процессы, связанные с биогеохимией питательных веществ и углерода (Krista et al., 2013). В момент таяния талая вода имеет кислую среду (pH~ 9,0), но за счет переноса CO_2 из атмосферы, pH стремительно уменьшается и уже через 60 минут оно падает ниже 7,5, а через 240 минут концентрация CO_2 в воде приходит в равновесие с атмосферой и pH воды колеблется около 7 (Metcalf, 1984). В местах наибольшей концентрации лягушкозубов за 60 минут поток воды проходит расстояние от 5,7 до 8,64 км. Понятно, что нерест лягушкозубов начинается на нижних участках гор и движется вверх по мере повышения температуры воды. Играет ли в процессе размножения какое-нибудь стимулирующее влияние талая вод необходимо исследовать.

Заключение

К настоящему времени накоплено большое количество дополнительной информации по биологии семиреченского лягушкозуба. В результате анализа естественных условий обитания, успешного и неуспешного опытов разведения лягушкозуба *ex situ* можно определить условия для успешного размножения семиреченского лягушкозуба в неволе:

1. Температура круглогодичного содержания от +1,5 до +25 °C;
2. Наличие сезонных колебаний температуры воды: зима — +1,5…+6 °C, весна — до 15 °C, лето — не выше +25 °C, оптимально — не выше +22 °C;

Добавлено примечание ([ST7]): Не смог найти ссылок, которые прямо указывают на это. Хотя, по моему опыту, когда рыба переставал нереститься, очень часто голодание помогало восстановить фертильность. Можно было бы удалить, а можно написать, что в «наших опытах с разведением рыб в искусственных условиях у самок в репродуктивном возрасте и состоянии, не нерестящихся по неизвестным причинам, фертильность восстанавливалась после периода голодания, который для рыб мог длиться до трех месяцев.»

удалено: параметров

удалено: для

удалено: стимуляции

удалено:

удалено: и

удалено: опыта

удалено: размножения

3. Скорость течения: не выше 40 см/сек;
4. Наличие больших плоских каменей диаметром 10–100 см на границе суша-вода, погруженных нижней частью в воду
5. Диета: рыба с регулярным добавлением витаминов, желательно добавление живых бокоплавов, ручейников, дождевых червей;
6. Неясным остается влияние на размножение лягушкозуба наличие укрытий в акватеррариуме, а также значение талой воды, как стимулятора размножения.

Разработка технологии разведения лягушкозуба в искусственных условиях для сохранения вида *ex situ* представляется актуальной задачей, требующей безотлагательного решения. Иначе уже в ближайшие десятилетия мы можем потерять уникальную узкоэндемичную редкую амфибию – обитателя и без того небогатых по биоразнообразию горных рек и ручьев Джунгарского Алатау.

Литература

Брушко З.К., Дуйсебаева Т.Н., 2009. Семиреченский лягушкозуб (*Ranodon sibiricus*) // Selevinia. Т. 17. С. 24–34.

Дуйсебаева Т.Н. 2013. Мониторинг популяций *Ranodon sibiricus* Kessler, 1866 (Amphibia: Caudata: Hynobiidae) в южной части ареала//Труды Зоологического института РАН. Т. 317, № 2. С. 151–175, DOI: 10.31610/trudyzin/2013.317.2.151

Дуйсебаева Т.Н. 2019. Современное состояние популяций амфибий в Казахстане: риски, прогноз, пути сохранения // Материалы VIII-ой Междунар. конф. «Экологические особенности биологического разнообразия». 3–4 октября 2019 г. Таджикистан, г. Худжанд. Душанбе: Дониш. С. 223–225.

Дуйсебаева Т.Н., Берман Д.И. 2019. О местах зимовки семиреченского лягушкозуба (*Ranodon sibiricus*, Hynobiidae, Amphibia) // Зоологический журнал. Т. 98, № 4. С. 415–419, DOI: 10.1134/S0044513419010057

Красная книга Республики Казахстан (2024)

Кузьмин С.Л., 2012. Земноводные бывшего СССР. М.: Т-во научных изданий КМК. – 370 с.

Кубыкин Р.А. 1986. К экологии семиреченского лягушкозуба // Редкие животные Казахстана (материалы ко второму изданию Красной книги Казахской ССР). Алма-Ата: «Наука» КазССР. С. 187–191.

Кубыкин К А Черкашнн А.Н., Исабекова С.Б., Коншубаева Р.Д. 1999. Содержание в неволе семиреченского лягушкозуба и изучение возможности его искусственного разведения // Проблемы охраны и устойч. использ. биоразнообразия животного мира Казахстана. Алматы. С. 75.

Нарбаева С.П., Брушко З.К., 1986. Содержание семиреченского лягушкозуба в неволе // Содержание и разведение диких животных. Алма-Ата. С. 81-88.

Нарбаева С.П., Брушко З.К., 1986а. Численность, размещение и размерный состав популяции семиреченского лягушкозуба в истоках р. Борохудзир // Редкие животные Казахстана (материалы ко второму изданию Красной книги Казахской ССР). Алма-Ата: «Наука» КазССР. С. 181–186.

Ежегодный отчет 2011: Информационно-справочный материал о работе Московского зоопарка в 2011 году / под ред. В.В. Спицина. – Тверь: ООО «Триада», 2012. – 272 с.

Параскив К.П., 1953. Семиреченский тритон (лягушкозуб) // Известия АН КазССР. Сер. биол. № 8. С. 47–56.

Параскив К.П., 1954. Семиреченский тритон (лягушкозуб) – Ranodon sibiricus, Kessler, 1866 // Тезисы третьей экол. конф. Ч. III. Киев. С. 127–129.

Черемнов Д.В., Дуйсебаева Т.Н., Черемнов В.Е., Досболов У.К., 2015. Первые результаты сравнительного мониторинга американской норки (Neovison vison) и

семиреченского лягушкозуба (Ranodon sibiricus) в Джунгарском Алатау (Казахстан). Selevinia. Том 23. — С. 159–165.

Шубравый и др., 1986

Dujsebayeva, Malakhov, 2017. The Model of Ranodon sibiricus Ecological Niche: GIS and Remote Sensing Approach // Russian Journal of Herpetology. Vol. 24, No. 3, 2017, pp. 171 – 192

Dujsebayeva T.N., Malakhov D.V. 2023. Grazing is the main threat to the stability of populations of *Ranodon sibiricus* (Amphibia, Hynobiidae) in the central part of the species range (Kazakhstan) // Исследования живой природы Кыргызстана. № 2: Основные мат-лы научно-практ. конф. «Сохранение биоразнообразия горных экосистем в условиях изменения климата». Бишкек: Изд-во Института биологии НАН КР. С. 147–154 (РИНЦ)

Goncharov B., Shubravy O., Serbinova I., Uteshev V. 1989 The USSR programme for breeding amphibians, including rare and endangered species. International Zoo Yearbook. 28. 10-21.

IUCN SSC Amphibian Specialist Group. 2023. *Ranodon sibiricus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2023: e.T19304A63879814. https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2023-1.RLTS.T19304A63879814.en. Accessed on 24 December 2024.

Jia, J., Anderson, J.S., Gao, Ke-Q. 2021. Middle Jurassic stem hynobiids from China shed light on the evolution of basal salamanders // iScience, 24(7): 102744. https://doi.org/10.1016/j.isci.2021.102744.

Slemmons, Krista & Saros, Jasmine & Simon, Kevin. (2013). The influence of glacial meltwater on alpine aquatic ecosystems: A review. Environmental science. Processes & impacts. 15. 10.1039/c3em00243h.

Kuzmin et al., 1988

Kuzmin S.L. Feeding of the salamander *Ranodon sibiricus* // Alytes, 1991. Vol. 9 (4). P. 135–143.

Kuzmin et al., 1998

Metcalf RC. Field pH Determinations in Glacial Melt Waters. Journal of Glaciology. 1984;30(104):106-111. doi:10.3189/S0022143000008546

Tagami, 2016

Tagami, Ento, 2017

Tagami et al., 2012

Raffaëlli, 2022

Thorn R. 1994. Courtship Behavior, Fertilization of Eggs, and Rearing in Captivity of the Semirechensk Salamander *Ranodon sibiricus* Kessler (Amphibia, Caudata). Russian Journal of Herpetology, 1: 86–90.

https://climateknowledgeportal.worldbank.org/country/luxembourg/climate-data-historical

THORN R. 1987. Comportement sexuel, ponte et fécondation chez la salamandre du Semiretchensk (*Ranodon sibiricus*). Inst. Grd. Duc. De Luxembourg, 40, 97-101.

THORN R. 1968. Les salamandres. Éditions Paul Lechevalier. 380p.

Код поля изменен

Код поля изменен

Summary

Serik R. Timirkhanov, Tatyana N. Dujsebayeva. **Условия для размножения в неволе семиреченского лягушкозуба** (*Ranodon sibiricus* Kessler, 1866, Amphibia; Hynobiidae)

Проанализированы условия обитания в естественных условиях, а также условия содержания в неволе в процессе успешного многолетнего опыта по разведению семиреченского лягушкозуба. Рекомендовано техническое устройство замкнутого цикла водоснабжения для содержания лягушкозуба и основные параметры искусственной

среды для его успешного разведения: термический режим в течение круглого года, меры по стимулированию размножения, диета взрослых особей.

[1]НАО «Казахский научно-исследовательский институт Каспийского моря», Актау, Казахстан, email: stimirkhanov@mail.ru
[2] Институт зоологии Комитета науки МНиВО РК, Алматы, e-mail:

Подписи к иллюстрациям

а) вид сверху
б) вид сбоку
Рисунок 1. Схема установки замкнутого цикла для круглогодичного содержания семиреченского лягушкозуба

а) среднемноголетняя температура
б) среднемесячная температура за период с 1961 по 1990 гг.
Рисунок 2. Температурный режим в Люксембурге в период проведения опытов по размножению лягушкозуба в неволе (climateknowledgeportal.worldbank.org) и р. Коктал

удалено: Температурный режим в Люксембурге в период проведения опытов по размножению лягушкозуба в неволе (climateknowledgeportal.worldbank.org)

Страница 3: [1] удалено	Serik Timirkhanov	02.10.2025 15:06:00

1.