

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт фундаментальной биологии и биотехнологии
институт
Кафедра водных и наземных экосистем
кафедра

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Эмбриональное развитие и рост серой жабы и остромордой лягушки в
естественных и искусственных условиях

Руководитель _____
подпись, дата

Чупров С.М.

Студент ББ16-33Б _____
подпись, дата

Кирюхина С.М.

Красноярск 2020

Реферат

Бакалаврская работа по теме «Эмбриональное развитие и рост личинок серой жабы и остромордой лягушки в естественных и искусственных условиях» содержит 47 страниц текстового документа, 27 иллюстраций, 4 таблицы, одну формулу и 32 использованных литературных источника.

Ключевые слова: эмбриональное развитие, рост личинок амфибий, питание, серая жаба, остромордая лягушка, размножение.

Цель работы: изучить развитие и рост личинок серой жабы и остромордой лягушки в искусственных условиях и естественных условиях.

В данной работе представлены этапы эмбрионального развития и роста личинок серой жабы и остромордой лягушки в искусственных и естественных условиях. За головастиками велось наблюдение в процессе их роста, а также проводились измерения их длины и массы в процессе всего развития.

Изучен рост и развитие личинок серой жабы и остромордой лягушки. При сравнении средней длины и массы головастиков в процессе роста при разной плотности посадки значимых различий не найдено. Период развития и метаморфозных изменений личинок серой жабы и остромордой лягушки не противоречит литературным данным.

Содержание

Реферат.....	2
Введение.....	4
Глава 1. Обзор литературы.....	6
1.1 Рост и развитие серой жабы и остромордой лягушки.....	6
1.1.1 Серая жаба	6
1.1.2 Остромордая лягушка.....	8
1.2 Размножение	11
1.2.1 Серая жаба	11
1.2.2 Остромордая лягушка.....	13
1.3 Питание	14
1.3.1 Серая жаба	14
1.3.2 Остромордая лягушка.....	15
1.4 Распространение.....	17
1.4.1 Серая жаба	17
1.4.2 Остромордая лягушка.....	19
Глава 2. Материалы и методы изучения.....	22
Глава 3. Результаты и обсуждение.....	26
3.1. Развитие икры серой жабы.....	26
3.2 Рост личинок серой жабы	32
3.3 Развитие икры остромордой лягушки.....	34
3.4 Рост личинок остромордой лягушки	40
Выводы.....	43
Список используемых источников.....	44

Введение

Изучение развития и роста серой жабы *Bufo bufo* (Linnaeus, 1758) и остромордой лягушки *Rana arvalis* (Nilsson, 1842) в искусственных условиях проводилось в целях расширения знаний и получения дополнительных сведений по данной теме. Полных данных о развитии этих видов в нашем регионе нет. Данная работа актуальна, поскольку серая жаба может являться важным объектом в пищевой цепи для урегулирования количества вредителей и борьбы с ними в сельском хозяйстве без применения токсичных средств.

Основное значение амфибий в биоценозах заключается в истреблении криптических (сливающихся с фоном) и апосематических (ярко окрашенных) форм насекомых-вредителей, которые зачастую не используются в качестве пищи у птиц из-за окраски. Особенность амфибий реагировать при охоте в большей степени на движение добычи, а также отсутствие у них пищевой специализации дает возможность использовать их в качестве регуляторов ряда вредителей сельского и лесного хозяйства в отсутствии других хищников (Шварц, 1948).

В ходе исследований Ю.С. Равкина и И.В. Лукьяновой (1976 г) было установлено, что земноводные играют важную роль в трансформации энергии в таёжных комплексах фауны Западной Сибири, где их роль в переносе энергии в определенных районах наземных экосистем южной тайги Западной Сибири может превышать роль птиц и млекопитающих.

Важная роль амфибий отмечается также в их способности накапливать различные химические вещества, например, тяжелые металлы. Таким образом, земноводные служат превосходными индикаторами загрязнений окружающей среды, как наземных, так и водных экосистем, благодаря особенностям их метаморфоза. Реакция амфибий на загрязнение среды

проявляется не только повышением концентрации в организме различных вредных веществ, но и появлением в популяциях различных уродств и аномалий развития с большей частотой: увеличение или уменьшение количества конечностей или их отделов, деформация осевого скелета, аномалии кожи, внутренних органов и т.д. (Спирина, 2007).

По исследованиям Е.В. Дмитриевой (2014 г) было выявлено, что серая жаба способна быстро реагировать на различные изменения экосистемы, поэтому в условиях урбанизации на городской территории и в лесопарках этот вид исчезает одним из первых.

Объектом исследования являлась оплодотворенная икра, а затем подрощенные личинки серой жабы *Bufo bufo* (Linnaeus, 1758) и остромордой лягушки *Rana arvalis* (Nilsson, 1842).

Цель работы:

Изучить развитие и рост личинок серой жабы и остромордой лягушки в искусственных условиях и естественных условиях.

Задачи:

1. Обзор литературы по биологии *Bufo bufo* и *Rana arvalis*.
2. Изучить развитие оплодотворенной икры серой жабы и остромордой лягушки.
3. Изучить метаморфозные изменения личинок серой жабы и остромордой лягушки.
4. Изучить рост личинок серой жабы и остромордой лягушки при выращивании в искусственных условиях.

Глава 1. Обзор литературы.

1.1 Рост и развитие серой жабы и остромордой лягушки

1.1.1 Серая жаба

Эмбриональное развитие и выклев головастиков серой жабы по данным Е.А. Дунаева (1999 г) наступает через 3-15 суток после кладки оплодотворенной икры, личинки в этот период времени достигают 3-4 мм в длину, а личиночное развитие охватывает 45-95 суток. В работе Е.В. Дмитриевой (2014 г) приводятся данные, что процесс эмбрионального развития может длиться от 2 до 20 суток, а головастики развиваются 1.5-3 месяца. По В.П. Вершинину (2007 г), продолжительность эмбриогенеза составляет 2-10 дней, а личиночное развитие 45-68 дней. На длительность эмбрионального развития могут влиять такие факторы, как температура воды, структура и плотность кладки икры в период размножения, а также плодовитость кладки (Дунаев, 1999; Дмитриева, 2013).

Средний прирост за день, по Е.А. Дунаеву (1999 г), составляет около 0,6 мм. Головастики образуют большие скопления рядом с берегом и передвигаются в воде синхронно, однако, механизмы их коммуникаций хорошо не изучены (<http://www.ecosystema.ru/08nature/amf/19.htm>).

Выживаемость икры, находящейся в натянутом шнуре, выше, чем икры, находящейся в свернутом шнуре. В натянутом икряном шнуре наблюдаются низкая смертность, а также высокие темпы и высокая синхронность развития отдельных эмбрионов (Дмитриева, 2019).

Взрослые головастики серой жабы достигают в длину около 25-32 мм, при этом их хвост на 30-50% длиннее тела и имеет незаостренный конец и его цвет остается черным на протяжении всего развития (Дунаев, 1999). У головастиков серой жабы заднепроходное отверстие расположено на средней линии симметрично, ширина рта примерно равна промежутку между глазами. Личинки способны образовывать в водоемах крупные скопления

(Вершинин, 2007). Метаморфоз окончательно завершается в июне-августе или в сентябре-октябре, в зависимости от широты и высоты над уровнем моря, а также от времени, когда была сделана кладка. После метаморфоза сеголетки примерно неделю держатся в траве или на заболоченных участках по берегам водоема. После этого начинается их массовое расселение от водоемов (<http://www.sevin.ru/vertebrates/>).

Е.В. Дмитриева (2014 г) в своей работе отмечает, что эмбриональные и личиночные стадии развития серой жабы в меньшей степени подвержены прессу хищников, чем разные виды лягушек. Например, в малых водоемах, где может обитать интродуцированный хищник *Percottus glenii*, исчезают некоторые виды тритонов, а также травянистая и остромордая лягушки. В свою очередь серая жаба успешно размножается в таких водоемах, так как головастики этого вида практически не используются в качестве питания для *P. glenii* и в массе достигают завершения метаморфоза, несмотря на уничтожение части личинок рыбами. По другим данным к моменту выхода на сушу сеголеток серой жабы остается только около 2% от всей отложенной икры и большая часть головастиков поедается хищниками (<http://www.sevin.ru/vertebrates/>).

Как отмечает Е.А. Дунаев (1999 г), вышедший на сушу молодняк способен в первое время распознавать запах своего нерестового пруда, однако вскоре «забывает» его и тогда начинается массовая миграция к местам зимовки. Несмотря на это, жабы способны возвращаться к своим местам нерестилища даже через год, проходя порой с десятков километров. Такое явление называется хоминг, от англ. *homing* – идти домой, однако способы их ориентации до сих пор хорошо не изучены.

У серой жабы отмечается ярко выраженный половой диморфизм, поэтому самки значительно крупнее самцов (Вершинин, 2007). Половое созревание достигается самцами на 3 год жизни, а самками на 4. При этом они могут вырастать до 48 мм (самцы) и 62 мм (самки) и больше. В природе

вид обычно живет не менее 15 лет, а в неволе до 36 лет. Созревание женских половых клеток у амфибий (оогенез) длится 3 года (Маслова, Сидоров, 2007). На зимовку особи серой жабы уходят в конце сентября — начале ноября (на севере и в горах раньше, чем в южных районах и на равнине).

Поселяются на зимовку под валежником, в норах грызунов, подвалах, погребях, водосточных трубах (<http://www.ecosystema.ru/08nature/amf/19.htm>).

1.1.2 Остромордая лягушка

По данным В.Л. Вершинина (2007 г), процесс эмбриогенеза остромордой лягушки длится от 4 до 29 дней в зависимости от температуры воды, структуры кладки и состояния водоема. Средняя продолжительность эмбриогенеза в южных частях Западной Сибири, как пишет А.В. Матковский (2008 г), составляет около 10 суток, а при неблагоприятных условиях этот период может увеличиваться в два или три раза. А.А. Куницын (2010 г) же отмечает, что период эмбрионального развития у остромордой лягушки происходит в течение 5-10 суток и увеличивается при заморозках до 21 дня.

При вылуплении из икры личинки остромордой лягушки имеют длину 4–8 мм. Личиночное развитие может длиться от 31 до 106 дней, как пишет В.Л. Вершинин (2007 г), или 37-93 дня по данным А.А. Куницына (2010 г). При благоприятных условиях эти сроки могут уменьшаться, а также небольшое сокращение длительности развития может наблюдаться в северных районах из-за общего сокращения физиологически активного периода животных. Несмотря на то, что первоначально кладка остромордой лягушки может быть достаточно большой, в период эмбрионального развития часть икры (около 30 - 48% кладок) и головастиков погибает от пересыхания водоемов и низких температур, а также при поедании хищниками (Матковский, 2008; Куницын, 2010).

Головастики остромордой лягушки темного цвета с небольшими вкраплениями желто-золотистого цвета по всему телу, хвост на конце

заострен и обычно длиннее тела. Длина головастиков может достигать 51 мм (с хвостом), средний прирост личинок за день составляет около 0,4 мм в зависимости от условий. Сеголетки начинают выходить на сушу в июне–июле, реже в августе, в длину достигают 11-20 мм (Вершинин, 2007; Ананьева, 1998).

Половозрелость особей остромордой лягушки наступает в возрасте 2-4 лет. Максимальная продолжительность жизни в природе не менее 12 лет (Куницын, 2010), в равнинных популяциях, по данным В.Л. Вершинина (2007), максимальная продолжительность жизни достигает 8 лет. Сами лягушки могут становиться добычей многих видов позвоночных животных (змей, птиц, млекопитающих) (Куницын, 2010).

На зимовку остромордая лягушка уходит в зависимости от климатических условий, так, например, в северных районах уже в начале сентября, южнее – в конце октября. Срок зимней спячки в среднем 165–170 дней, зимуют особи на суше в норах грызунов, подвалах или под корнями деревьев, также есть данные о зимовке остромордой лягушки в водоемах (Вершинин, 2007; Ананьева, 1998).

Общий вид развития амфибий от икринки до взрослой особи и метаморфозные изменения личинок взяты из учебного и справочного пособия С. Гилберта (1993 г), (рис. 1 и таблица 1).

Таблица 1 - Основные изменения, происходящие в процессе метаморфоза бесхвостых амфибий (по С. Гилберт, 1993).

Система органов	Личинка	Взрослое животное
Локомоторная	Водная; имеются хвостовые плавники	Наземное; бесхвостое четвероногое
Дыхательная	Жабры, кожа, легкие, личиночные гемоглобины	Кожа, легкие, гемоглобины взрослого животного

Продолжение таблицы 1

Система органов	Личинка	Взрослое животное
Кровеносная	Дуги аорты, аорта, передняя, задняя и общая кардинальные вены (кювьеров проток)	Каротидная дуга; системная дуга; яремные вены
Пищеварительная	Растительоядные: длинный спиральный кишечник, кишечные симбионты, небольшой рот, роговые челюсти, губные зубы	Плотноядные: короткий кишечник, протеазы, большой рот, длинный язык
Нервная, органы чувств	Отсутствие мигательной перепонки; порфиросин; система органов боковой линии и нейроны Маутнера	Развитие глазных мышц; мигательная перепонка; родопсин; утрата системы органов боковой линии и дегенерация нейронов Маутнера; барабанная перепонка
Выделительная	Мезонефрос; главным образом аммиак; немного мочевины (аммониотелия)	Мезонефрос; главным образом мочевины; высокая активность ферментов цикла орнитин – мочевины (уротелия)

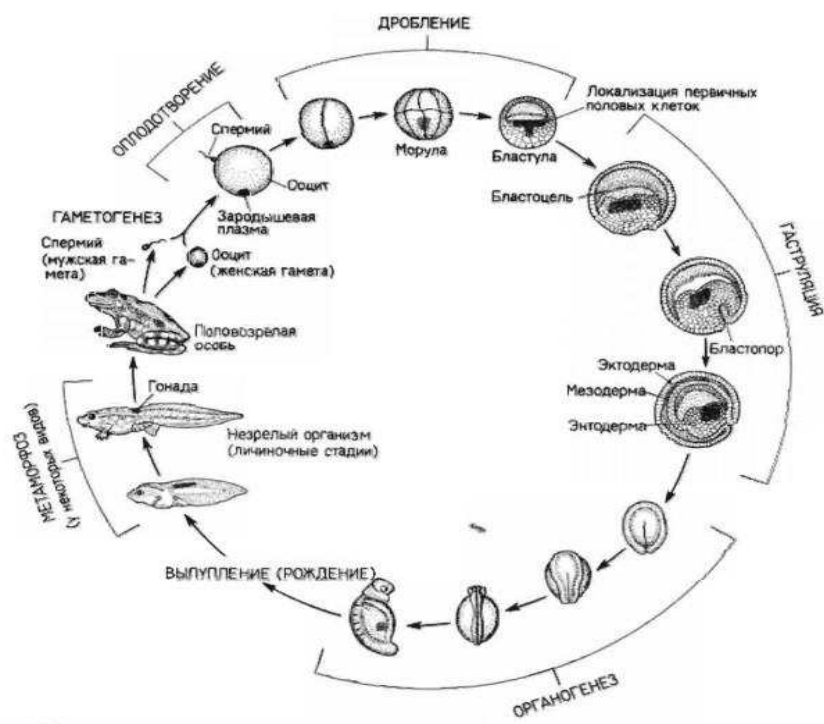


Рисунок 1 - Общая схема индивидуального развития амфибий (по С. Гилберт, 1993).

1.2 Размножение

1.2.1 Серая жаба

Как отмечают в своих работах А.Б. Ручин (2017 г) и Н.Б. Ананьева (1998 г), серая жаба выходит из спячки весной: с середины марта и до конца мая, что зависит от условий обитания и погодных условий. Оптимальная температура воздуха при которой начинают появляться первые особи считается от + 6°C и выше. Так, например, на территории Республики Мордовия выход жаб наблюдается весной во вторую декаду апреля при температуре воздуха +4–5°C (Ручин, 2017).

Для размножения серая жаба выбирает водоемы со стоячей водой или слабопроточной, например, пруды, старицы, заливы крупных озер, однако, в отсутствии таких мест, размножение может проходить и в проточных ручьях

или реках (Ручин, 2017; Ананьева, 1998). Самцы приходят к водоемам раньше самок на несколько дней. Для размножения серые жабы способны мигрировать к водоемам, иногда проходя до 2,5-6 км, а также возвращаться к родным нерестилищам, такое явление называется хоминг (Ананьева, 1998; Дунаев, 1999).

Для серой жабы характерен половой диморфизм, поэтому самец всегда меньше самки по размерам, во время брачного сезона у самцов на лапах появляются брачные мозоли на передних лапах, что позволяет им удерживаться на самке во время спаривания. Также можно отметить, что самцы способны издавать громкие брачные сигналы для привлечения внимания самки (Ананьева, 1998; Антонюк, 2019; Дунаев, 1999).

Как отмечает Е.В. Дмитриева (2014 г), в период размножения серая жаба откладывает от 1200 до 7200 икринок диаметром 1,5-2,0 мм. Кладка имеет вид вытянутого шнура длиной в 1,5-6 м, иногда такой шнур может достигать 10 м, икринки располагаются в шнуре в 2-4 ряда. Самки постоянно передвигаются в процессе икрометания, наматывая, таким образом, икру на растительность или откладывая ее на глубину до 15-25 см (Ананьева, 1998; Дунаев, 1999). Как пишет А.П. Кутенков (1998 г), на северном пределе своего распространения (Республика Карелия), серая жаба размножается в мелких частях озер и рек на глубинах 15-100 см и на расстоянии 50-200 см от берега.

Особенность кладки икры у серой жабы в виде длинных шнуров вызвана тем, что икрометание происходит уже в более теплые водоемы, в отличие, например, от травянистой или остромордой лягушки (Дмитриева, 2019).

Период размножения у серой жабы длится от 3 до 15 суток, а сам процесс кладки икры может занимать от 6 до 24 часов. В этот период особи обычно перестают питаться. Температура воды к началу икрометания серой жабой составляет 10,5-17°C (Дмитриева, 2014). Отложение икры совершается

с перерывами и в основном в первую половину дня, самец оплодотворяет отдельные части шнуров. Когда часть шнура уже оплодотворена, они могут всплывать на поверхность, чтобы поменять положение или подышать, после чего происходит оплодотворение следующей части шнура. Такой процесс может повторяться 8 – 10 раз до полного выхода яйцевого шнура. После того, как весь шнур был оплодотворен, самка уходит из водоема, а самец остается защищать кладку (Брэм, 1895; Ананьева, 1998).

Из-за того, что число самцов превосходит число самок, самцы жаб могут залазить друг на друга, а также на других животных, в особенности на рыб, вследствие чего, рыбы могут умирать от удушья.

Иногда, как пишет Е.А. Дунаев (1999 г), из-за неравномерного соотношения полов – самок всегда меньше, чем самцов – самцы могут залазить друг на друга или вместе облеплять одну самку, из-за чего они могут гибнуть. В таком случае можно наблюдать ассортативное спаривание, когда более крупные самцы более успешны в оплодотворении самки, чем молодые и мелкие особи. Также можно заметить некоторых самцов на других видах земноводных или даже на других животных (Брэм, 1895; Дунаев, 1999; Ананьева, 1998).

1.2.2 Остромордая лягушка

Выход из спячки у остромордой лягушки отмечается в конце марта или в начале апреля, в этот период времени местами еще может лежать снег, самцов в это время можно заметить раньше, чем самок (Ананьева, 1998). В средней части европейской полосы особи могут появляться только в апреле, в Закарпатье и Молдавии в марте, а на Алтае в конце апреля или в мае, что в целом зависит от климатических условий (Куницын, 2010). По данным В.Л. Вершинина (2007 г), выход с зимовки и икрометание происходят в 1-3-й декадах апреля.

Размножение остромордой лягушки начинается через пару дней после выхода из зимовки и может длиться от нескольких дней до месяца, к маю процесс размножения уже прекращается. Самцы приобретают голубоватый оттенок на период размножения. Температура воды в это время держится от + 5 °С и выше (Ананьева, 1998; Вершинин, 2007). Для размножения лягушка выбирает хорошо прогреваемые небольшие водоемы, болота, различные лесные водоемы, пруды (Куницын, 2010).

Как отмечает В.Л. Вершинин (2007 г), самки остромордой лягушки откладывают плотный и сферический комок икринок, при этом верхняя сторона каждой икринки окрашена в черный цвет, а нижняя – в белый цвет. Такая особенность структуры кладки и ее окраса обусловлена тем, что размножение происходит достаточно рано и водоемы могут быть недостаточно прогреты, следовательно, такие скопления могут повышать выживаемость икринок (Дмитриева, 2019). Также для этого вида характерно групповое икрометание, где в одном комке может быть от 500 до 2500 (или от 200 до 3000) икринок, каждая диаметром 7-8 мм, а в одном скоплении около 100 кладок, (Вершинин, 2007; Ананьева, 1998; Куницын, 2010).

Икрометание обычно происходит ночью, изначально кладка находится на дне водоема (до 40 см) недалеко от берега, где хорошо развита водная растительность, но через какое-то время она всплывает на поверхность. Самки обычно покидают место кладки сразу после завершения икрометания, а самцы остаются ее охранять, издавая при этом громкие звуки во время опасности (Ананьева, 1998; Куницын, 2010).

1.3 Питание

1.3.1 Серая жаба

Основу питания для серой жабы составляют беспозвоночные животные: насекомые, черви, моллюски, пауки, помимо них в рационе могут

встречаться губоногие многоножки и ногохвостки, но в малых количествах (<http://nature.sfu-kras.ru/node/69>; Одинцев и др., 2015). Для них характерна также мирмекофагия - поедание муравьев, что наблюдается и у других видов жаб (<http://www.sevin.ru/vertebrates/>). Известны случаи, когда крупные особи жабы нападали на мелких ящериц, черепашек и новорожденных мышей. (<http://www.ecosystema.ru/08nature/amf/19.htm>).

Как пишет Е.А. Дунаев (1999 г), у серых жаб можно наблюдать своеобразное специфическое пищевое возбуждение, когда особь поджидает добычу, что сопровождается дрожанием и сгибанием пальцев задних конечностей перед прыжком на добычу. Пищевыми стимулами для них могут являться объекты, которые передвигаются в нижней части их поля зрения, а предметы, которые передвигаются сверху, они воспринимают как потенциальную угрозу, поэтому вид предпочитает нелетающих, малоподвижных или плохо летающих животных. Обыкновенная жаба активна в сумерках и ночью, днем обычно прячется под лесной подстилкой, валежником, в норах грызунов (<http://nature.sfu-kras.ru/node/69>).

На примере исследований С.Н. Городиловой (2010 г), можно посмотреть предпочтения серой жабы в пище, а так же зависимость количества потребляемой пищи от ее массы. Средняя масса животных (г) для обыкновенной жабы составила $106,7 \pm 1,9$ (min 70,9–max 134,2), $L = 81,7 \pm 1,2$ (70,9–99,2). Масса содержимого желудка *B. bufo* (г) в среднем равна $5,8 \pm 0,1$ (min 2–max 9,3), где отношение массы содержимого желудка к массе тела равно в среднем 5,4%. Можно отметить, что серая жаба, в отличие от других представителей амфибий лесостепи Средней Сибири, отдает предпочтение перепончатокрылым (70,5%) и жестkokрылым (25%).

1.3.2 Остромордая лягушка

Основу питания остромордой лягушки составляют насекомые, пауки, моллюски и черви. В зависимости от местообитания и сезона в рационе

могут преобладать жуки, пауки и другие животные. Помимо насекомых, в желудках лягушек встречались брюхоногие моллюски, а также ногохвостки (Куницын, 2010, Одинцев и др., 2015, Вершинин, 2007).

Замечено, что состав кормов у остромордой лягушки может меняться в зависимости от разных географических регионов или биотопа, а также смены сезона. Известны случаи каннибализма (Лукиянов и др., 2006). Например, как пишет А.А. Куницын (2010 г), в зоне степей, где лягушка постоянно держится у водоемов, в большей степени преобладают наземные организмы, а в тундре значение водных кормов в питании этого вида возрастает. В целом пищевой спектр лягушки очень разнообразен и включает более 130 видов с преобладанием беспозвоночных животных (Лукиянов и др., 2006).

Головастики остромордой лягушки едят Chlorophyta, Cladocera, Diatomeae и другие водоросли, высшие растения, детрит и в небольшом количестве водных беспозвоночных. Они питаются круглосуточно, но пищевые скопления образуют только днем.

В период метаморфоза у остромордой лягушки прекращается питание, но вновь возобновляется еще до его окончания. Недавно вышедшие сеголетки охотятся на мелких клещей, коллембол и других мелких членистоногих. Можно отметить, что состав пищи и возрастные пищевые предпочтения у остромордой лягушки сходны с таковыми у травяной лягушки. Взрослые особи потребляют в основном сухопутную добычу. Во время брачного сезона также наблюдается снижение активности питания (Кузьмин, 2012, <http://www.sevin.ru/vertebrates/index.html>).

Во время охоты остроморды лягушки обычно затаиваются, а для того, чтобы захватить добычу, способны совершать довольно большие прыжки, что позволяет им включать в свой рацион летающих насекомых (20-40%) от общего числа. Это могут быть перепончатокрылые или ночные виды бабочек, в основном это семейство совки (Ананьева, 1998).

1.4 Распространение

1.4.1 Серая жаба

Серая жаба является одной из самых крупных и холодостойких жаб в фауне России. В Красноярском крае обитает в лесоболотных ландшафтах, лесостепи и южной тайге (<http://nature.sfu-kras.ru/node/69>).

Как отмечает в своих работах С.Н. Городилова (2010 г), в условиях лесостепи Средней Сибири амфибии не распространены повсеместно и приурочены к специфическим участкам, которые располагаются фрагментарно, такие участки можно встретить в крупных межгорных котловинах (например, в Чулымо-Енисейской или Абакано-Минусинской). На этих территориях выделяют лесостепи, которые разделяются между собой Кемчугским нагорьем или Южно-Енисейским кряжем и которые охотно заселяются серой жабой: это Канская, Красноярская, Минусинская и др. лесостепи. Очень часто там образуются березовые, березово-еловые или еловые заболоченные леса, формирующиеся рядом с участками, где проходят узкие долины рек. На таких заниженных участках земли создаются оптимальные и благоприятные условия для жизни амфибий, благодаря сырым и избыточно увлажненным зонам.

Серая жаба предпочитает лесные ландшафты и может встречаться как на равнинах, так и на высотах до 2000 метров от уровня моря. Вид прекрасно приспособлен к жизни в смешанных, хвойных, широколиственных (дубравы, буковые) и мелколиственных (березовые и осиновые) лесах. Зачастую поселяется на опушках леса или по обочинам дорог, но может встречаться и в чаще леса. Также серую жабу можно найти на лугах, в сырых оврагах и поймах рек. Предпочитает влажные места с высокой растительностью и травой (Одинцев и др, 2015; Ананьева и др., 1998).

Как отмечает О.А. Одинцев и др. (2015 г), на территории Прииртышья южной тайги серая жаба многочисленна на низинных болотах, которые покрыты лесными массивами (было обнаружено 132 особи), и в смешанных

пойменных лесах (116 особей). В полях и перелесках жаба встречается намного реже (30), также вид обычен и немногочислен на открытых низинных болотах (7), в кедрово-пихтовых (7), березово-осиновых (6) и в смешанных суходольных лесах (6).

Серая жаба широко распространена в Европе и Западной Сибири, отдельные популяции можно обнаружить в Восточной Сибири. В северной тайге Западной Сибири обыкновенной жабы меньше, чем в средней тайге, где ее обилие максимально в темнохвойно-мелколиственных лесах (Равкин, Лукьянова, 1976).

Северная граница ареала серой жабы доходит до северной части России, проходя от северного берега Белого моря в Мурманской области в Архангельскую область. Граница северо-восточной части ареала этого вида остается малоизученной (Ручин, Чихляев, 2017 г; Вершинин, 2007 г). В средней тайге серая жаба встречается очень часто и является обычным видом. Однако можно заметить определенную избирательность при заселении этого вида, так как на пойменных территориях и в низинных болотах вид почти не попадает (Стариков, Колесникова, 2014). В южной части тайги серая жаба чаще всего встречается на территории низинных болот с участками леса. На южной границе ареала, где преобладает лесостепь, серая жаба встречается довольно редко, преимущественно этот вид заселяется на территориях низинных болот. (<http://www.sevin.ru/vertebrates/>).

Юго-восточный ареал серой жабы занимает территорию Средней Сибири. На территории юга Средней Сибири вертикальный предел распространения 700-1500 м над уровнем моря, где она населяет березово-лиственничные подтаежные леса Кузнецкого Алатау и темнохвойную тайгу центральной части хребта Крыжина (Городилова, 2010). Серая жаба поселяется в черневой и светлохвойной тайге, а также распространена в

северной и южной частях Средней Сибири, поселяясь в лесостепи (Баранов, Городилова, 2015).

По данным В.Л. Вершинина (2007 г), серая жаба является обычным видом на Среднем Урале и встречается там как в горных, так и в равнинных районах. В лесах некоторых районов, расположенных вблизи рек, вид является доминирующим по численности среди остальных амфибий и очень часто встречается (Вершинин, 2007).

Сокращение лесных территорий на юге европейской части России и стран СНГ могло стать результатом постепенного сокращения ареала серой жабы на данной территории и миграции популяций на север. В условиях развития городов и урбанизации происходит все большее загрязнение среды минеральными удобрениями и промышленными отходами, рекреация и гибель особей на автодорогах, например, при массовых миграциях во время размножения. Все эти изменения ведут к постепенному сокращению популяций данного вида. Серая жаба занесена в Красные книги некоторых регионов России: Республики Башкортостан, Республики Татарстан, Ямало-Ненецкого автономного округа и Иркутской области, и считается редким видом. Обитает в 35 (или 40) заповедниках России (<http://www.sevin.ru/vertebrates/>).

1.4.2 Остромордая лягушка

Остромордая лягушка (*Rana arvalis*) широко распространена в горах юга Сибири и Западной Европе. Северная граница ареала вида простирается вдоль побережья Баренцева моря и продолжается на Северный Урал, также затрагивает среднее течение Енисея. Южная граница остромордой лягушки проходит от побережья Адриатического моря к Черному морю, и далее идет к Северному Казахстану, огибая Алтай и Саяны, до Забайкалья (Куницын, 2010). Данный вид обладает достаточно высокой степенью

приспособляемости к различным изменениям фактора среды (Баранов, Городилова, 2015).

В Западной Европе остромордая лягушка встречается до северо-востока Франции, а также на юге Швеции и Финляндии. В России вид можно встретить в северных и центральных районах Европы, в Западной и Средней Сибири. В Республике Бурятия остромордая лягушка включена в Красную книгу, как сокращающийся вид, который находится на окраине ареала (Куницын, 2010).

В Сибири остромордая лягушка поселяется в основном на открытых болотах. Также может занимать территорию тундры и степи, покрытые древесной растительностью или по долинам рек. В Западной части Сибири остромордая лягушка может населять различные биотопы от кустарниковых субарктических тундр до степи. На южном и северном пределах распространения - в тундре, лесостепи и степи держится около водоемов: рек, озер и т.д. (Равкин и др., 1976,).

В средней тайге остромордая лягушка является частым видом, где предпочитает заселять низинные болота и другие низменности, а также сосняки. В северной и южной лесостепи вид занимает облесенные и открытые низинные болота, луга и луговые степи, также территории вблизи пресных озер. Таким образом, в Западной Сибири остромордая лягушка в целом предпочитает внепойменные открытые низинные болота и поймы крупных рек, а в лесостепи и степи - болота и берега озер (Равкин и др., 1976, <http://www.sevin.ru/vertebrates/index.html>).

Остромордая лягушка может заселять разнообразные места, выбирая как влажные, так и достаточно сухие участки. Вид может поселяться в широколиственных, смешанных и таежных лесах, предпочитая лесные опушки, поляны и заболоченные луга, а также территории, находящиеся вблизи рек и по берегам озер (Куницын, 2010, Одинцев и др., 2015). Чаще всего остромордая лягушка не выбирает для заселения горы, а предпочитает

занимать низменности. Предельная высота в Европе около 800 м (Австрия), на Алтае обитает до высоты 2140 м над уровнем моря – наибольшая известная точка. (Куницын, 2010, Баранов и Городилова, 2016).

О.А. Одинцев (2015 г) отмечает в своей работе, что на территории южной тайги Прииртышья остромордая лягушка является распространенным видом и заселяет открытые низинные болота, смешанные пойменные леса, также вид обычен в смешанных заболоченных лесах и полях-перелесках.

По данным Миллера (2003 г), которые приведены в работе Городиловой и Баранова (2016 г), было обнаружено, что остромордая лягушка занимает все исследуемые районы лесостепи Средней Сибири, где она освоила заболоченные или искусственные пруды Канской лесостепи; пойменные леса р. Тырбыш и р. Оя (Минусинская лесостепь); леса национального парка «Шушенский бор» и искусственный карьер в районе п. Шушенское; территорию Кузнецкого Алатау, Енисейской лесостепи, Назаровской лесостепи и Ачинской лесостепи (Баранов, Городилова, 2015).

Как отмечают А.А. Баранов и С.Н. Городилова (2015 г), остромордая лягушка была найдена на территории Красноярска и в окрестностях от него на заболоченных берегах оз. «Мясокомбинат» и заболоченных участках вдоль дороги; заболоченный участок в окрестностях пос. Зыково и окрестности пос. Памяти 13 Борцов (60 км от Красноярска) и пос. Емельянова (25 км от Красноярска). Вид распространен и на территории Красноярского края, встречается в таежной, подтаежной зоне, лесотундре (отмечен на Таймыре – в районе озера Глубокого) (<http://nature.sfu-kras.ru/node/71>).

Остромордая лягушка может поселяться в сельской местности на полях, пашнях и огородах, на мелиорированных территориях, в садах, парках и населенных пунктах, находящихся вблизи водоемов (Куницын, 2010).

Глава 2. Материалы и методы изучения

Сбор оплодотворенной икры серой жабы *Bufo bufo* (Linnaeus, 1758) производился в одном из правобережных заливов средней части Красноярского водохранилища (Новоселовский р-н, в 20 км ниже устья р. Убей) (рис.2,3). Сбор оплодотворенной икры остромордой лягушки *Rana arvalis* (Nilsson, 1842) – в небольшом водоеме, в 500 м от левого берега реки Качи (Емельяновский район, 2 км от д. Крутая). Изучение развития икры и головастиков в искусственных условиях проведено в Сибирском федеральном университете.



Рисунок 2 – Красноярское водохранилище (залив Убей), 2019 г.

Фото: С.М. Чупров.



Рисунок 3 – Красноярское водохранилище (залив Убей), 2019 г.

Фото: С.М. Чупров.

Первоначальные исследования развития оплодотворенной икры серой жабы осуществлялись в естественной среде в заливе Убей, где каждый день, с 11.06.19 по 22.06.19, проводилось наблюдение за развитием икры посредством взятия из общей отложенной ленты 2-3х икринок (рис. 4,5). Собранный материал рассматривался под биноклярным микроскопом, после чего фотографировался. После 23.06 материал был собран и перевезен в лабораторию СФУ.



Рисунок 4 – Самец и самка серой жабы в амплексусе (Красноярское водохранилище), 2019 г. Фото: С.М. Чупров.



Рисунок 5 – Кладка серой жабы на растительности (Красноярское водохранилище), 2019 г. Фото: С.М. Чупров

С 23 июня наблюдение за развитием головастиков проходило в искусственных условиях, созданных в лаборатории СФУ. Весь материал был собран и помещен в большие контейнеры с водой и льдом, для обеспечения безопасной перевозки без повреждения головастиков и оплодотворенной икры.

Для создания искусственных условий развития эмбрионов серой жабы необходимо подобрать подходящую температуру. По результатам многолетних исследований Е.В. Дмитриевой (2019 г), скорость эмбриогенеза серой жабы при температуре 19°C, которую можно обеспечить в искусственных условиях, увеличивается почти в 1,4 раза по сравнению со скоростью развития при температуре 15°C в естественных условиях. Так, при 19°C время развития икры от момента ее оплодотворения до момента появления личинки составляет примерно 95 ч, тогда как при 15°C – 130 часов. Однако, при более высокой температуре (19°C) в кладках с пониженной выживаемостью увеличивается и эмбриональная смертность к моменту вылупления головастиков, поэтому температура также оказывает некоторое влияние на смертность эмбрионов серой жабы, было выявлено, что

такое влияние тесно связано с первоначальными свойствами кладки. Таким образом, при проведении экспериментов в лабораторных условиях рекомендуется работать при пониженной температуре.

После приезда в СФУ икра и часть уже вылупившихся головастиков были отсортированы и разделены на три части, которые поместили в пластиковые контейнеры объемом 11 л. Вода в контейнерах аэрировалась с помощью аквариумных компрессоров (рис. 6), температура воды изменялась в зависимости от комнатной температуры. Таким образом, были созданы условия для дальнейшего развития головастиков в искусственных условиях.



Рисунок 6 – Контейнеры для содержания головастиков в искусственных УСЛОВИЯХ. Фото: С.М. Чупров.

Наблюдение за развитием остромордой лягушки *Rana arvalis* (Nilsson 1842) в искусственных условиях проводилось в лаборатории СФУ с 06.05.19 по 08.07.19. Кладка лягушки была собрана 06.05.2019, после чего икру также поместили в контейнеры объемом 11 л и подключили аэраторы.

Для вылупившихся головастиков лягушки и жабы кормом служили листья одуванчиков, которые предварительно заваривались кипятком; сухой корм для рыб из зоомагазина (гаммарус и дафнии сушеные); и зоопланктон,

который собирался в пруду «Бугач» в пригороде Красноярска. Сбор зоопланктона производился с помощью планктонной сети.

Для анализа различий в процессе роста при разной плотности посадки у головастиков серой жабы и остромордой лягушки были рассчитаны: средняя арифметическая для каждой выборки, стандартное отклонение и средняя ошибка. При сравнении двух средних значений, полученных из разных выборок, для оценки достоверности этих значений проводили расчет с помощью критерия Стьюдента (1):

$$\frac{M_1 - M_2}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}}, \quad (1)$$

где M_1 – среднее арифметическое первой выборки, M_2 – среднее арифметическое второй выборки, m_1 – средняя ошибка для первой выборки, m_2 – средняя ошибка для второй выборки.

Выводы

1. Эмбриональное развитие оплодотворенной икры серой жабы от икринки до головастика в естественных условиях на Красноярском водохранилище составляет 13 дней. Эмбриональное развитие оплодотворенной икры остромордой лягушки в искусственных условиях до головастика длилось 9 дней.
2. Метаморфозные изменения у головастиков серой жабы до полностью сформировавшихся особей проходили в течение 25-28 суток. Метаморфозные изменения у головастиков остромордой лягушки до выхода особей на сушу проходили в течение 44-56 суток. В этот период происходило формирование задних и передних конечностей, а также редукция хвоста и выход головастиков на сушу. Что в целом не противоречит литературным данным.
3. Максимальный рост личинок серой жабы и остромордой лягушки наблюдается в период формирования задних и передних конечностей. При сравнении значений длины и массы головастиков остромордой лягушки и серой жабы с помощью t-критерия Стьюдента значимых различий не было выявлено. Разная плотность посадки головастиков не оказывает значительного влияния для их развития: 50, 100, 150 особей на 11 л/ 10, 15, 30 особей на 11 л для остромордой лягушки и 10, 15, 20 особей на 11 л для серой жабы.
4. Плодовитость серой жабы можно оценить как достаточно высокую (6085 икринок). Выживаемость головастиков серой жабы в искусственных условиях составила 91%. Выживаемость головастиков остромордой лягушки в искусственных условиях составила 90%. В естественной среде выживаемость составляет от 2 до 40%.
5. Отработана методика подращивания головастиков серой жабы и остромордой лягушки из оплодотворенной икры в искусственных условиях.

Список используемых источников

1. Ананьева Н.Б., Боркин Л. Я. и др. Земноводные и пресмыкающиеся. [Энциклопедия природы России]. // Н.Б. Ананьева. – М.: АБФ, 1998. – 576 с., 58 цв. илл.
2. Антонюк Э.В., Панченко И.М. Некоторые особенности биологии размножения серой жабы *Bufo bufo* / Труды Окского государственного природного биосферного заповедника // Э.В. Антонюк. 2019. – С. 175 – 180.
3. Баранов А.А., Городилова С.Н. Земноводные лесостепи Средней Сибири: монография. // А.А. Баранов. – Красноярск.: Гос. пед. ун-т им. В.П. 2015. — 193 с.
4. Брэм А.Э. Жизнь животных. Т.7. Пресмыкающиеся – Земноводные. – СПб. 1895. – 877 с.
5. Вершинин В. Л. Амфибии и рептилии Урала. – Екатеринбург: УрО РАН. 2007. – 227 с.
6. Гилберт С., Биология развития: В 3-х т. - М.: Изд. «Мир». 1993. 829 с.
7. Городилова С.Н. Эколого-фаунистический анализ земноводных лесостепи Средней Сибири: дис. канд. биологических наук. - Крск. 2010. – 191 с.
8. Дмитриева Е.В. Экспериментальное исследование факторов, влияющих на эмбриональное и личиночное развитие серой жабы (*bufo bufo*): дис. на соискание ученой степени кандидата биологических наук. - Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова. 2014.
9. Дмитриева Е.В. Влияния структуры кладки серой жабы (*Bufo bufo*) на эмбриональное развитие/ Е.В. Дмитриева. – М.: Зоологический журнал. 2013. – Т. 92. – Н. 12. – С. 1437-1449.
10. Дмитриева Е.В. Экспериментальное исследование эмбрионального развития серой жабы (*bufo bufo*): методические аспекты/ Е.В. Дмитриева. – М.: Вестник московского университета. Серия 16: биология , 2019. – Т. 74. – Н. 3. – С. 170-178.

11. Дунаев Е.А.. Земноводные и пресмыкающиеся Подмосковья. – М.: МосгорСЮН. 1999. – 84 с. – 47 илл.
12. Дунаев Е.А., Орлова В.Ф. Земноводные и пресмыкающиеся России: Атлас-определитель / Изд. 2-е, перераб. и доп. // А.Е. Дунаев. – М.: Фитон XXI. 2017. 328 с.
13. Коваленко Е.Е., Кружкова Ю.И. Индивидуальная изменчивость развития серой жабы *bufo bufo* (anura, bufonidae). 1. Сроки развития и отклонения во внешнем строении / Онтогенез // Е.Е. Коваленко. - С.Петербургский государственный университет. 2013. – Т. 44. – Н. 4. – С. 240 – 248.
14. Кузьмин С.Л. Земноводные бывшего СССР // Москва: Товарищество научных изданий КМК. 2012.
15. Куницын А.А. Материалы по распространению и экологии остромордой лягушки (*Rana arvalis*) в Прибайкалье и Забайкалье / Байкальский зоологический журнал // А.А. Куницын. – Иркутск. 2010. – № 2 (5). – С. 28-31.
16. Кутенков А.П., Гурулева Е.Л. К экологии серой жабы (*Bufo bufo* L.) в Южной Карелии / Фауна и экол. наземн. Позвоночных // А.П. Кутенков. – Петрозаводск: Карел, фил. АН СССР. 1988. – С. 5 – 15.
17. Лукиянов С.В., Ручин А.Б., Рыжов М.К. Спектр и динамика питания *Rana arvalis* Nilsson в условиях Мордовии / Бюллетень Самарская лука // С.В. Лукиянов. – Мордовский гос. университет. 2006. – Н. 17. – С. 101 – 107.
18. Маслова Г. Т., Сидоров А. В. Развитие амфибий. Методические указания по курсу «Биология индивидуального развития» для студентов биологического факультета специальности 1-31 01 01 «Биология» // Г. Т.Маслова. - Белорусский государственный университет. 2007. – 19 с.
19. Матковский А.В., Стариков В.П. Экологические аспекты размножения и развития остромордой лягушки (*rana arvalis*) в условиях северной тайги Западной Сибири / Северный регион: наука, образование, культура // А.В. Матковскийю. – Сургут. 2008. – Н. 2 (18). – С. 48-56.

20. Одинцев О.А., Одинцева А.А., Тимкина М.В. Биотопические особенности населения и спектр питания некоторых амфибий южной тайги западной сибери (по материалам Тюменской области) / Омский научный вестник // О.А. Одинцев. - Омский государственный педагогический университет. 2015. – Н. 1(138). – С. 168-171.
21. Определитель земноводных и пресмыкающихся фауны СССР. уч. пособие для студентов биол. специальностей пед. ин-тов // - М.: Просвещение, 1977. 415 с.
22. Равкин, Ю.С., Лукьянова И.В. География позвоночных южной тайги Западной Сибири (птицы, мелкие млекопитающие и земноводные) // Ю.С. Равкин. - Новосибирск: Наука, 1976. – 360 с.
23. Ручин А.Б. Влияние фотопериода на личиночное развитие и рост земноводных // Вестник оренбургского государственного университета. 2013. – Н. 6 (155). – С. 159-163
24. Ручин А.Б., Чихляев И.В. Экология земноводных и пресмыкающихся Мордовии. Сообщение 4. Обыкновенная жаба, *bufo bufo* (linnaeus, 1758) // А.Б. Ручин. - Труды Мордовского государственного природного заповедника им. П.г. Смидовича. 2017. – Н. 18. – С. 172 - 185.
25. Спирина Е.В. Амфибии как биоиндикационная тест-система для экологической оценки водной среды обитания: Дис. кан. биол. наук. // - Ульяновск: УГУ. 2007. – 193 с.
26. Стариков В.П., Колесникова Е.Н. Материалы по экологии обыкновенной жабы (*Bufo bufo*) Югры // В.П. Стариков. - Вестник Сургутского государственного университета. 2014. – Н. 2. – С. 32-36.
27. Сурова Г.С. Изменение абиотических условий при содержании головастиков с разной плотностью (на примере личинок травяной лягушки – *Rana temporaria* и серой жабы – *Bufo bufo*) // МГУ им. М.В. Ломоносова. Современная герпетология. 2010. – Т. 10, вып. 1/2. – С. 26 – 39.

28. Шварц С.С. О специфической роли амфибий в лесных биоценозах, в связи с вопросом об оценке животных с точки зрения их значения для человека // Зоологический журнал. 1948. - Т. 27. – Н. 5. - С. 441 - 444.
29. Kenneth L. Gosner. A Simplified Table for Staging Anuran Embryos and Larvae with Notes on Identification // Herpetologica. 1960. – Vol. 16. – №. 3. – P. 183-190.
30. <http://www.ecosystema.ru/08nature/amf/19.htm> (Дата последнего обращения: 29.09.2019 г).
31. <http://nature.sfu-kras.ru/node/69> (Дата последнего обращения: 11.11.2019 г).
32. <http://www.sevin.ru/vertebrates/> (Дата последнего обращения: 17.11.2019 г).

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт фундаментальной биологии и биотехнологии
Кафедра водных и наземных экосистем

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

 _____ М. И. Гладышев

подпись

« » _____ 2020 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

06.03.01 — Биология

Эмбриональное развитие и рост серой жабы и остромордой лягушки в
естественных и искусственных условиях

Руководитель





Чупров С.М.

подпись, дата

Студент ББ16-33Б

Кiryukhina С.М.

подпись, дата

Красноярск 2020