

На правах рукописи

Шиян  
Анна Александровна

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА  
ОЗЕРНОЙ ЛЯГУШКИ (*RANA RIDIBUNDA PALL.*)  
ПРИ ОБИТАНИИ НА ПОЛЯХ ФИЛЬТРАЦИИ  
САХАРНЫХ ЗАВОДОВ

03.02.08 – экология (биология)

АВТОРЕФЕРАТ  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук

Саратов – 2011

Работа выполнена на кафедре зоологии ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный университет»

Научный руководитель: доктор биологических наук, доцент  
Пескова Татьяна Юрьевна

Официальные оппоненты: доктор биологических наук, профессор  
Кузнецов Вячеслав Александрович

кандидат биологических наук, ст. научный сотрудник  
Табачишин Василий Григорьевич

Ведущая организация: ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет»

Защита состоится «22» декабря 2011 г. в 10<sup>00</sup> часов на заседании диссертационного совета Д 212.243.13 при государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Саратовский государственный университет имени Н.Г.Чернышевского» по адресу: 410012, г. Саратов, ул. Астраханская, д. 83  
Email: biosovet@sgu.ru

С диссертацией можно ознакомиться в Зональной научной библиотеке имени В.А. Артисевич Саратовского государственного университета имени Н.Г. Чернышевского.

Автореферат разослан «\_\_\_» ноября 2011г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета,



С.А. Невский

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Сахарная промышленность России включает 96 заводов, из них перерабатывают свеклу 85 сахарных заводов общей мощностью 274,61 тыс. т в сутки. Лидером по производству сахара в нашей стране является - Кубань, а в первую пятерку входят Белгородская, Тамбовская, Воронежская и Липецкая области. В настоящее время свеклосахарный комплекс Северного Кавказа представляют 18 действующих сахарных заводов суммарной производственной мощностью более 80 тыс. тонн переработки свеклы в сутки. Заводы Краснодарского края производят 30-35% всего российского сахара. Сахарные заводы являются крупнейшими в пищевой промышленности потребителями воды питьевого качества (на 1 т продукции приходится 10, 5 м<sup>3</sup> сточных вод). Специальных исследований по влиянию сточных вод заводов сахарной промышленности ранее не проводилось. Заводы сахарной промышленности различаются составом используемого сырья (сахар-сырец и сахарная свекла), и, соответственно, составом сточных вод. На полях фильтрации многих сахарных заводов, как правило, обитает озерная лягушка. Поэтому изучение ответных индивидуальных и популяционных реакций озерной лягушки на воздействие сточных вод сахарных заводов, имеющих сложный состав, является актуальной задачей прикладной экологии.

Цель и задачи. Цель работы – выявить индивидуальные и популяционные реакции озерной лягушки при ее обитании на полях фильтрации сахарных заводов разных типов.

Для достижения указанной цели были поставлены и решены следующие задачи:

1. Определить изменения морфологических и физиологических характеристик половозрелых особей озерных лягушек под влиянием сточных вод сахарных заводов.
2. Изучить изменения популяционных характеристик (численность, половая, возрастная, фенетическая структуры популяции) озерной лягушки при обитании на полях фильтрации сахарных заводов.
3. Установить биологические показатели икры и головастиков (выживаемость, темпы роста) озерной лягушки при их развитии в сточных водах сахарных заводов.
4. Сравнить токсичность сточных вод сахарных заводов, различающихся составом используемого сырья.

Научная новизна. Впервые получены комплексные данные по влиянию сточных вод сахарных заводов различных типов на индивидуальные и популяционные характеристики озерной лягушки. Выявлено влияние сточных вод на биологические показатели икры и головастиков озерной лягушки, определены летальные (50 и 100%) и сублетальные (10 и 25%) концентрации стоков сахарных заводов различных типов для икры и головастиков. Проведено экспериментальное сравнение степени токсичности сточных вод сахарных заводов, работающих на сахар-сырце (заводы первого типа) и сахарной свекле (заводы второго типа) для озерной лягушки.

Практическая значимость работы. Выявлены концентрации сточной воды, позволяющие озерной лягушке существовать на полях фильтрации сахарных заводов на различных стадиях онтогенеза. Опробованы методики повышения резистентности икры и головастиков озерной лягушки с помощью оксидов четырех металлов в наноформе и даны рекомендации по их использованию. Проведено сравнение токсичности стоков заводов, работающих на разном сырье, на физиологические и биохимические показатели взрослых особей озерной лягушки.

Личный вклад соискателя. Автор в 2007–2010 гг. лично провел полевые исследования на полях фильтрации сахарных заводов в периоды их работы на разных видах сырья – сахаре-сырце и сахарной свекле. Работы, связанные с камеральной обработкой полевого материала, постановкой и проведением экспериментов, интерпретацией полученных данных, написанием текста диссертации, автор выполнил по плану, согласованному с научным руководителем. Доля личного участия автора в написании и подготовке совместных публикаций составляет 60–100%.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Под действием сточных вод сахарных заводов первого типа в крови озерных лягушек снижается число эритроцитов, гемоглобина и лимфоцитов, отмечается левый сдвиг нейтрофилов; под действием сточных вод сахарных заводов второго типа отмечается общий лейкоцитоз и правый сдвиг нейтрофилов.

2. На полях фильтрации сахарных заводов численность озерных лягушек меньше в 3–4 раза, чем в менее загрязненных близлежащих естественных водоемах. Весной на полях фильтрации чаще встречаются самцы, а также особи морфы *striata*, а летом и осенью преобладают самки и особи морфы *maculata*. Озерные лягушки из полей фильтрации сахарных заводов достоверно мельче, чем в менее загрязненных близлежащих водоемах. Для земноводных из всех исследованных естественных и искусственных водоемов нами отмечены высокие показатели нарушения стабильности развития, соответствующие 4 и 5 баллу по балльной шкале загрязнений.

3. В неразбавленных сточных водах сахарных заводов обоих типов развитие головастика озерной лягушки невозможно. Разбавление сточных вод в 4 раза не меняет показателей выживаемости, роста и развития головастика по сравнению с контрольными особями, а добавление оксидов металлов в наноформе увеличивает эти показатели в 2 раза.

4. Сточные воды сахарных заводов, полученные в ходе переработки сахара-сырца, оказывают более сильное токсическое воздействие на озерную лягушку, чем сточные воды заводов, полученные в ходе переработки сахарной свеклы.

Апробация работы. Результаты работы были доложены на Четвертой конференции герпетологов Поволжья (г. Тольятти, 2007); XX, XXI, XXII Межреспубликанских научно-практических конференциях «Актуальные вопросы экологии и охраны экосистем южных регионов России и сопредельных территорий» (г. Краснодар, 2007, 2008, 2009); Четвертом Съезде герпетологического общества им. А. М. Никольского «Актуальные вопросы изучения и охраны амфибий и рептилий Северной Евразии» (г. Казань, 2009); Третьей Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы биологии, нанотехнологий и медицины» (г. Ростов-на-Дону, 2009); Первой Международной научно-практической конференции «Беккеровские чтения» (г. Волгоград, 2010).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 7 работ, в том числе 3 статьи в изданиях, рекомендованных Перечнем ВАК РФ.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, 5 глав, выводов, библиографического списка и приложений. Диссертация изложена на 145 страницах, содержит 16 рисунков, 10 таблиц. Список литературы включает 200 источников отечественных и иностранных авторов.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

### Глава 1. АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ПРОБЛЕМЫ (обзор литературы)

В данной главе проведен анализ работ, затрагивающих экологию озерной лягушки при ее обитании на территориях различной степени загрязненности (Логинов, 2000; Ушаков, Образцов, 2000; Пескова, 2001, 2003; Логинов, Гелашвили, 2001; 2005; Устюжанина, 2002; Гелашвили, Романова, 2004; Романова, 2005; Устюжанина, Стрельцов, 2005; Логинов; Токтамысова, 2005; Фоминых, 2006). Рассмотрены различные индивидуальные и популяционные характеристики озерной лягушки при обитании в сточных водах сложного состава – в местах сброса промышленных сточных вод – металлургических, химических предприятий и др. (Ищенко, 1993; Мисюра, Марченковская, 2001; Жукова, Пескова, 2003; Токтамысова, 2005; Фоминых, 2006).

Выявлена фрагментарность данных по влиянию на экологию озерной лягушки сточных вод предприятий пищевой промышленности (Жукова, Воробьевская, 2001) и отсутствие специальных исследований по влиянию сточных вод сахарных заводов. Отдельные работы посвящены некоторым экологическим характеристикам озерной лягушки при обитании ее на полях фильтрации сахарных заводов – численности и фенотипическому составу (Гоголева, 1989; Жукова, Воробьевская, 2001).

### Глава 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ. ХАРАКТЕРИСТИКА СТОЧНЫХ ВОД САХАРНЫХ ЗАВОДОВ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ

#### 2.1. Изучение популяционных характеристик озерной лягушки

Материал для данной работы был собран в течение полевых сезонов 2007–2010 гг. Для выяснения состояния популяции озерных лягушек, обитающих на полях фильтрации сахарных заводов, определяли такие показатели, как численность, половой, возрастной и фенотипический состав. Для сравнения те же показатели определяли в ближайших водоемах в окрестностях сахарных заводов – в притоке р. Лаба (0,7-1 км от полей фильтрации сахарного завода первого типа) и в р. Вторые Кочеты (0,5 км от полей фильтрации сахарного завода второго типа). Численность озерных лягушек изучали на маршрутных линиях (Щербак, 1989а). Пол озерных лягушек определяли с помощью визуальных учетов, учетов по голосам, у отловленных особей отмечали наличие признаков полового диморфизма (Кузьмин, 1999). Возраст озерных лягушек определяли по стандартным методикам по срезам фаланг пальцев по формуле: возраст = число видимых линий склеивания + 2 (Смирин, 1989; Замалетдинов, 2003).

#### 2.2. Исследование индивидуальных характеристик озерной лягушки

Объектом для проведения экспериментальных исследований служили половозрелые озерные лягушки, отловленные в условно чистых водоемах – в р. Бейсуг (хут. Бейсуг, Приморско-Ахтарский район, Краснодарский край) и в водоемах Ботанического сада Кубанского государственного университета, а также на полях фильтрации двух сахарных заводов в периоды их работы на разном сырье – сахаре-сырце и сахарной свекле.

Для проведения гематологических исследований лягушек отловленных в условно чистых водоемах акклиматизировали к сточным водам сахарных заводов в течение 15 суток. Основные гематологические показатели определяли по стандартным методикам (Любина и др., 1984; Гематология., 2004). Гематологические показатели были исследованы у 262 особей озерной лягушки.

Интенсивность процессов перекисного окисления липидов у половозрелых самцов озерной лягушки оценивали по регистрирующему значению светосуммы (Sm) (Азарова и

др., 2005). У всех животных исследовали уровень хемилюминисценции тканей печени. Запись хемолюминисценции проводили на хемилюминометре SmartLum-5773 в течение 10 минут. Обработку полученных данных вели с помощью программного обеспечения PowerGraph версия 3.3. Светосумму определяли по интегралу площади под кривой записи ХЛ за 10 минут измерения (Фархутдинов, Лиховских, 2005). Всего были исследованы ткани печени у 14 взрослых одновозрастных самцов озерной лягушки.

Измерение морфологических признаков озерной лягушки с полей фильтрации обоих заводов и их окрестностей – притока р. Лаба и р. Вторые Кочеты проводили по стандартным методикам на живых особях (Определитель, 1977). Всего было измерено 122 взрослые особи озерной лягушки.

Изучение показателей флуктуирующей асимметрии живых организмов в качестве индикатора стабильности развития проводили по стандартным методикам (Захаров, 1987; Чубинишили, 1997, 1998). Устанавливали значения таких показателей, как частота ассиметричного проявления на особь (ЧАПО) и частота ассиметричного проявления на признак (ЧАПП). Использовали шкалу оценки стабильности развития от условно нормального состояния, разработанную для южных регионов (Жукова, Пескова, 2008). Всего было исследовано 134 особи взрослых озерных лягушек.

### 2.3. Изучение ранних стадий онтогенеза озерной лягушки

Исследовали влияние сточной воды на наиболее чувствительные стадии онтогенеза озерной лягушки – на ее икру и головастиков. Икру и головастиков озерной лягушки брали из условно чистого водоема, находящегося на территории Ботанического сада Кубанского государственного университета. Икру помещали в растворы сточных вод двух сахарных заводов концентраций 10, 25, 50 и 100%. Артезианская вода служила контролем (концентрация сточной воды – 0%). Плотность посадки икры составляла 100 икринок на 1 л воды. Большинство икринок в день забора находились на 32 стадии развития (Дабагян, Слепцова, 1975). Вода и растворы заменялись каждые 5 дней. Температура воды составляла 22-24°C. Фиксировали количество вылупившихся и погибших личинок. К каждой из исследуемых концентраций сточных вод добавляли нанопорошки оксидов железа, меди, никеля и кобальта в концентрации 20 мг суспензии на 1 л раствора. Размеры частиц оксидов металлов были следующие: оксид кобальта и оксид никеля – 11 нм, оксид меди – 14 нм, оксид железа II – 22,8 нм. Удельная поверхность соответственно – 100, 79, 70 и 50 м<sup>2</sup>/г.

Головастиков озерной помещали в сточные воды заводов обоих типов в концентрациях 10 и 25%. Артезианская вода служила контролем (концентрация сточной воды – 0%). Плотность посадки головастиков в каждый вариант опыта составляла 10 особей на 1 л воды или раствора. Животных содержали в 3-литровых емкостях с широким горлом. Вода и растворы заменялись каждые 5 дней. Температура воды составляла 22-24°C. Как и в опыте с икрой озерной лягушки, к каждому из исследованных вариантов опытов были добавлены нанопорошки оксидов железа, меди, никеля и кобальта одинаковой концентрации – 20 мг суспензии на 1 л раствора. Эксперимент проводили в лабораторных условиях по стандартной методике (Пястолова, 1989) до завершения метаморфоза или наступления смерти. Фиксировали смертность личинок, темпы их роста, дни достижения основных стадий развития и метаморфоза (Дабагян, Слепцова, 1975). Всего в контроле и опыте было использовано 1500 икринок и 660 головастиков озерной лягушки.

Математическая обработка проводилась стандартными статистическими методами (Лакин, 1980), а также с помощью программ PowerGraph версия 3.3. и Statistika 6.0.

#### 2.4. Особенности состава сточных вод сахарных заводов

Поля фильтрации исследованных заводов лежат на лессовидных тяжелосуглинистых и глинистых грунтах с низкими фильтрационными качествами. Поэтому они используются как пруды-накопители и испарители. При этом поступление элементов загрязнения в бассейн грунтовых вод практически отсутствует, однако возникает опасность просачивания стоков через ограждающие валы при их переполнении в близлежащие реки. Таким образом, опасность попадания загрязняющих веществ из полей фильтрации сахарных заводов в реки существует.

Изученные нами заводы работали на разном сырье: завод первого типа - на тростниковом сахаре-сырце, завод второго типа – на сахарной свекле. Состав сточных вод сахарных заводов в зависимости от типа используемого сырья приведен в табл.1

Таблица 1

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

Показатели	Сточные воды заводов при работе на сахаре-сырце	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±0,010	0,05±0,01	0,02
Азот нитратный	0,02±0,011	0,02±0,002	9,10
Фосфаты	0,2± 0,14	0,1±0,03	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	114,1±3,24	140,00
Магний	53,5±28,71	42,0±1,41	85,00
СПАВ	0,07±0,010	0,05±0,021	0,50
Нефтепродукты	0,1±0,01	0,15± 0,002	0,05
Примечание: «—» – ПДК данных величин отсутствует			

### Глава 3. ИЗМЕНЕНИЯ ПОПУЛЯЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ОЗЕРНОЙ ЛЯГУШКИ ПРИ ОБИТАНИИ НА ПОЯЛХ ФИЛЬТРАЦИИ САХАРНЫХ ЗАВОДОВ

#### 3.1. Численность озерной лягушки на полях фильтрации сахарных заводов

Общая численность озерной лягушки на полях фильтрации сахарных заводов первого и второго типа за все годы исследований достоверно не отличалась ( $t_{\phi}=0,5$  при  $t_{ct}=2,02$ ) и составила  $31,9\pm 6,21$  и  $37,5\pm 7,93$  особей на 500 м соответственно. Численность озерной лягушки в притоке р. Лаба, в окрестностях полей фильтрации сахарного завода первого типа, была достоверно выше ( $t_{\phi}=5,22$  при  $t_{ct}=2,57$ ), чем в водоеме-отстойнике и составляла  $104,7\pm 12,47$  особей на 500 м. Численность озерной лягушки на участке реки Вторые Кочеты, расположенном в 0,5 км от полей фильтрации сахарного завода второго типа, также достоверно выше ( $t_{\phi}=8,9$ ;  $t_{ct}=2,57$ ), чем на полях фильтрации, она составляет  $155,0\pm 10,55$  особей на 500 м. Таким образом, в прилегающих к полям фильтрации менее загрязненных территориях численность озерной лягушки в 3-4 раза выше.

Динамика численности озерной лягушки на полях фильтрации сахарных заводов обоих типов во все сезоны исследований была сходной (табл. 2).

Таблица 2

Численность озерной лягушки на полях фильтрации сахарных заводов по сезонам, особей на 500 м ( $\lim$ ,  $X\pm m$ ,  $Cv$ )

Сезон	Завод первого типа	Завод второго типа
Весна	19 – 25	15 – 41
	$22,0\pm 1,06$	$27,8\pm 4,67$
	10,8	37,5
Лето	32 – 64	48 – 66
	$46,0\pm 3,37$	$57,1\pm 2,25$
	20,7	11,2
Осень	4 – 36	4 – 32
	$20,5\pm 5,99$	$17,7\pm 4,50$
	65,3	56,9

Наибольшая численность озерной лягушки отмечена летом. Весной и осенью на полях фильтрации 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 второго типа –  $t_{\text{лето-весна}}=5,65$ ,  $t_{\text{лето-осень}}=7,84$  при  $t_{ct}=2,78$ ).

Весной низкая численность озерных лягушек, вероятно, связана с тем, что основная масса животных не размножается в них. Осенью численность озерных лягушек падает в 2–3 раза по сравнению с летом, что может быть связано с более активной работой заводов и выбросом большого количества загрязнителей.

Численность озерной лягушки на полях фильтрации сахарных заводов сопоставима с литературными данными по численности лягушек из других сильно загрязненных водоемов. Многие авторы высказывают предположение о том, что в экстремальных условиях популяции обитают не постоянно и скорее представляют собой скопления особей. Такое предположение было высказано Т.И. Жуковой и Е.Н. Воробьевской (2001) относительно популяции озерной лягушки из пруда-испарителя Успенского сахарного завода, а также А.Н. Мисюррой и А.А. Марченковской (2001) об озерных лягушках, обитающих в промзоне г. Днепропетровска. В.Г. Ищенко и др. (1993) высказывали подобное предположение о популяции остромордых лягушек, обитающих в местах сброса промышленных стоков, А.Ю. Косинцева (2006) – относительно популяции остромордой лягушки из 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 (Фоминых, 2006).

### 3.2. Половая и возрастная структура популяций озерной лягушки на полях фильтрации сахарных заводов

Сравнительный анализ соотношения самок и самцов озерных лягушек, обитающих на полях фильтрации сахарных заводов двух типов, в целом, без учета сезона, показал некоторое преобладание в популяциях самок, на полях фильтрации завода первого типа – 53–66%, второго типа – 51–58 % от общего числа особей. В популяциях лягушек в окрестностях сахарных заводов нами было отмечено либо равное соотношение самцов и самок (р. Вторые Кочеты), либо незначительное преобладание самок 1:1,2 (р. Лаба).

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 (Фоминых, 2006). Кроме того, причинами преобладания самок может служить повышенная гибель самцов, как более подвижной и, соответственно, более уязвимой части популяции (Пескова, 2004; 2005). Судя по литературе, преобладание самок характерно для загрязненных водоемов, например, сточными водами металлургических предприятий, пестицидами, а также для водоемов урбанизированных территорий (Ищенко, 1993; Жукова, Воробьевская, 2001; Мисюра, Марченковская, 2001; Замалетдинов, 2003; Косинцева, 2006).

Распределение самцов и самок по сезонам дает несколько иную картину (табл.3). Среди половозрелых амфибий на полях фильтрации обоих заводов весной самцов больше. Летом преобладают самки – в 1,5-3 раза, к осени преобладание самок увеличивается (их больше чем самцов в 3–4 раза). Достоверные различия в соотношении особей разных полов на полях фильтрации заводов разных типов в целом наблюдались в 2007 г.

Таблица 3

Число половозрелых самцов (в числителе) и самок (в знаменателе) озерной лягушки на полях фильтрации сахарных заводов первого и второго типов

Год и сезон исследования		Соотношение самцов и самок на полях фильтрации завода первого типа		Соотношение самцов и самок на полях фильтрации завода второго типа	
		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

( $\chi^2 = 7,11$ ) 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  $\chi^2_{\text{ст}} = 5,99$ ).

Возрастная структура популяции определяет дальнейшую судьбу популяции в конкретных условиях обитания (Замалетдинов, 2003). Соотношение лягушек разных возрастов на полях фильтрации двух заводов приведены на рис.1. В водоемах обоих заводов нами не были обнаружены сеголетки и годовалые особи озерной лягушки (1+), основная масса животных относится к двухлеткам (2+), особи старших возрастных групп (3+ и 4+) встречаются единично. По нашему мнению, это объясняется тем, что поля фильтрации не являются постоянным биотопом для озерных лягушек, а только водоемами, куда заходят единичные особи.

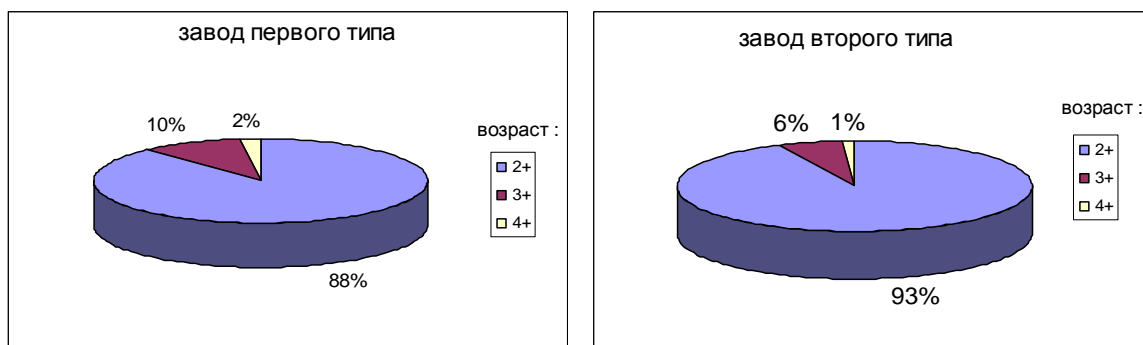


Рис. 1. Соотношение озерных лягушек трех возрастов (2+, 3+ и 4+) на полях фильтрации сахарных заводов первого и второго типов

Подобная картина описывается некоторыми авторами для популяций озерной лягушки, обитающих; на урбанизированных территориях, – в промзоне г. Днепропетровска (Мисюра, Марченковская, 2001), пруде-испарителе Успенского сахарного завода (Жукова, Воробьевская, 2001); для популяции остромордых лягушек, обитающей в местах поступления промышленных сточных вод (Ищенко, 1993); а также на территории г. Тюмени (Косинцева, 2006). Большинство авторов при этом склоняются к мнению, что такие популяции неполноценны, а животные в них либо погибают, либо уходят в поисках более благоприятных мест обитания.

### 3.3. Фенетическая структура популяций озерной лягушки на полях фильтрации сахарных заводов

При анализе соотношения морф озерных лягушек, обитающих на полях фильтрации сахарных заводов, выяснилось, что в целом, без учета пола и сезона в популяциях преобладают пятнистые особи (морфа *maculata*).

Сезонные колебания соотношения морф лягушек из полей фильтрации сахарных заводов первого и второго типов показаны в табл. 4. В разные годы исследований соотношения морф у лягушек различались. Так, летом во все 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 г.), 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.

Таблица 4

Сезонные соотношения морф (*striata/maculata*) озерной лягушки на полях фильтрации сахарных заводов первого и второго типов, %

Год и сезон исследования		Соотношение морф озерной лягушки на полях фильтрации завода первого типа	Соотношение морф озерной лягушки на полях фильтрации завода второго типа
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

Учитывая высокую степень загрязненности полей фильтрации сахарных заводов, мы можем предположить, что преобладание пятнистой морфы озерной лягушки, характерной для чистых водоемов, является еще одним подтверждением того, что данная группировка особей непостоянна и состоит из мигрирующих из менее загрязненных водоемов животных. Одними из возможных мест, откуда приходят отдельные лягушки, могут служить ближайшее от полей фильтрации водоемы – приток р. Лаба (0,7-1 км от полей фильтрации сахарного завода первого типа) и р. Вторые Кочеты (0,5 км от полей фильтрации сахарного завода второго типа). Соотношение полосатых и пятнистых особей лягушки озерной на участках притока р. Лаба и р. Вторые Кочеты было равным или преобладали пятнистые особи - 1:1,3 и 1:1,4 соответственно.

#### Глава 4. ИЗМЕНЕНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ОЗЕРНОЙ ЛЯГУШКИ ПРИ ОБИТАНИИ В СТОЧНЫХ ВОДАХ САХАРНЫХ ЗАВОДОВ

##### 4.1. Цитогематологическая характеристика озерной лягушки после экспозиции в сточных водах сахарных заводов

Одними из основных показателей состояния организма животных под действием факторов среды являются функциональные и морфологические характеристики крови. В практическом плане картина крови помогает диагностировать патологические состояния животных и является весьма лабильным показателем состояния популяций (Жукова, 1999; Абдуллаева, 2007; Силс, 2008; Хайрутдинов, 2008 и др.). Общий анализ крови озерной лягушки после кратковременного (5 суток) пребывания в сточных водах сахарных заводов обоих типов показал увеличение кислородной емкости крови животных в 100% концентрации стоков за счет увеличения содержания гемоглобина (рис 2, 3). Основные показатели красной крови (количество эритроцитов, содержание гемоглобина) в других концентрациях сточных вод достоверно не менялись.

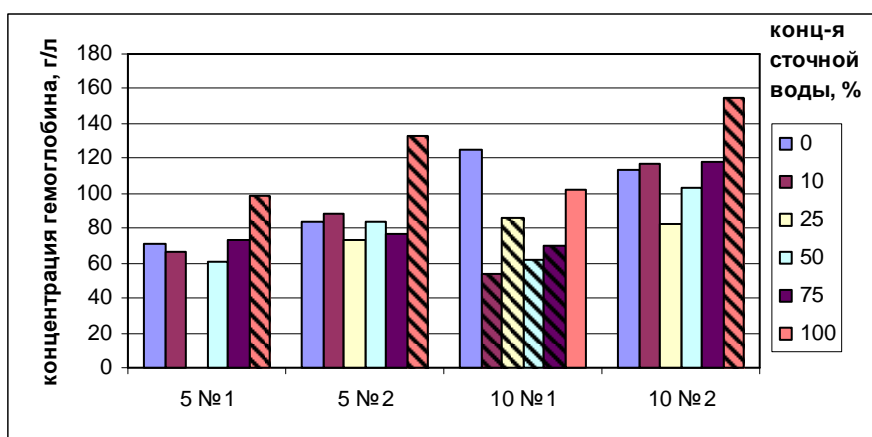


Рис. 2. Содержание гемоглобина (г/л) в крови озерных лягушек после пребывания в сточных водах заводов различных типов.

Примечание: на рисунках 3 – 5 штриховкой показаны достоверные различия по сравнению с контролем

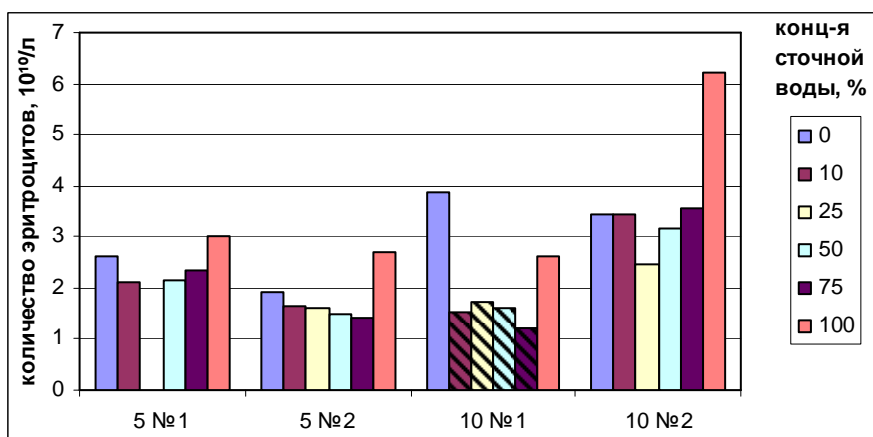


Рис. 3. Количество эритроцитов ( $10^{10}/л$ ) в крови озерных лягушек после пребывания в сточных водах заводов различных типов

После 10 дней пребывания озерных лягушек в сточных водах различия более существенны и разноплановы – в зависимости от состава сточных вод. Так, при содержании животных в сточных водах завода первого типа достоверно уменьшается количество эритроцитов и содержание гемоглобина почти во всех концентрациях. При аналогичном содержании озерных лягушек в сточных водах завода второго типа показатели красной крови в большинстве случаев не отличались от контрольных значений. Отличия реакций крови между животными из 10 дневных опытов, мы объясняем спецификой состава сточных вод разных заводов.

Анализ результатов двухфакторного дисперсионного анализа выявил достоверную зависимость показателей красной крови (количество эритроцитов, нормобластов и содержание гемоглобина) от концентрации сточной воды (12,6–40,1% от общей дисперсии) и специфики состава сточных вод разных заводов (16,5–37,3% от общей дисперсии). При этом доля остаточной изменчивости составила 22–42% от общей дисперсии.

Анализ показателей белой крови дает другую картину (рис.4). Общее количество лейкоцитов у озерных лягушек после пребывания в различных концентрациях стоков сахарных заводов двух типов имеет тенденцию к увеличению. Достоверные различия отмечены у озерных лягушек, пробывших 5 дней в сточных водах завода первого типа в высоких концентрациях, и у лягушек, пробывших 10 дней в сточных водах завода

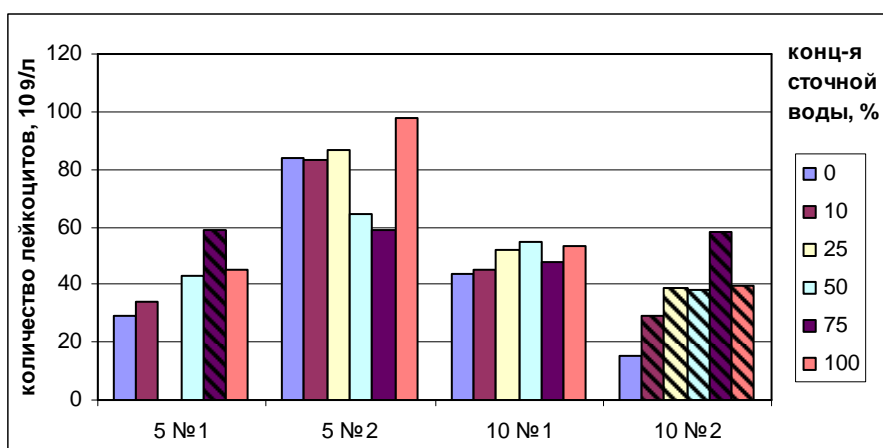


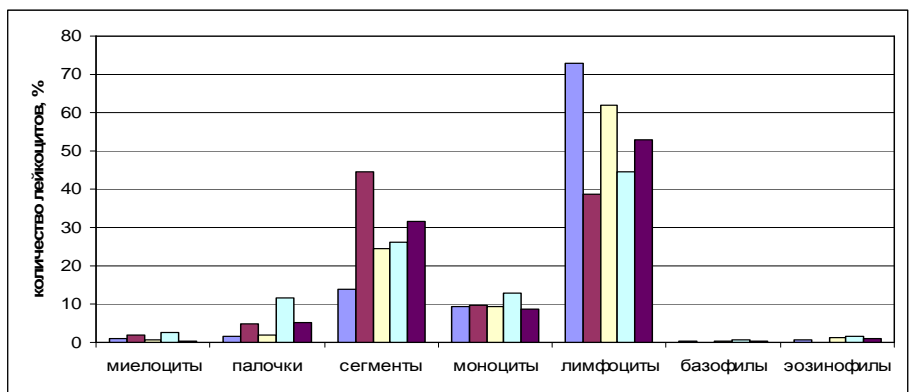
Рис. 4. Количество лейкоцитов ( $10^9/л$ ) в крови озерных лягушек после пребывания в сточных водах заводов различных типов

второго типа – во всех концентрациях, что является ответной реакцией крови на воздействие любых загрязнителей и носит адаптивный характер. После 5 дневного пребывания животных в сточной воде заводов обоих типов содержание отдельных видов лейкоцитов меняется по сравнению с контролем (рис. 5, А, В). Отмечен общий нейтрофилез, характеризующийся достоверным увеличением числа как палочкоядерных нейтрофилов во всех вариантах опыта (в 1,5 – 7 раз), так и сегментоядерных нейтрофилов (в 1,7 – 5 раз). Нейтрофильный лейкоцитоз наблюдается, как правило, при острых воспалительных процессах и различных интоксикациях и рассматривается в качестве адаптационного механизма, повышающего защитную функцию крови (Пескова, Жукова, 1996). Тенденция к увеличению содержания миелоцитов у лягушек из сточных вод высоких концентраций свидетельствует о возможности компенсаторной стимуляции нейтрофильного гранулоцитопоэза. Одновременно в пятидневном опыте со сточными водами обоих заводов во всех концентрациях имеет место достоверная лимфопения. Обычно, лимфопения наблюдается на начальном этапе развития инфекционного процесса в организме животного (Кост, 1985).

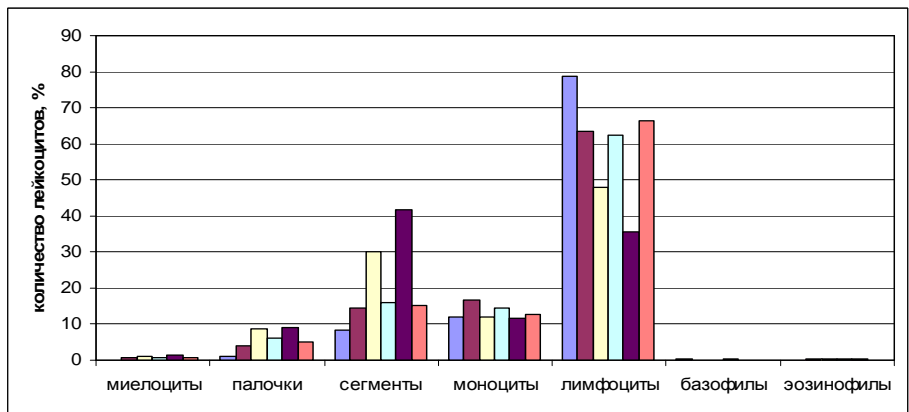
Таким образом, при кратковременном пребывании озерных лягушек в сточных водах прудов-испарителей сахарных заводов происходит мобилизация защитных сил организма, однако не все механизмы оказываются приведенными в действие (например, не происходит достоверного изменения числа моноцитов).

При десятидневном опыте со сточными водами обоих заводов количество лимфоцитов в крови подопытных лягушек не отличается от контрольного (рис.5, Б, Г). В отдельных вариантах опытов отмечена моноцитопения, которая свидетельствует о снижении иммунитета. У подопытных лягушек отмечен общий нейтрофилез, который достигается за счет увеличения количества палочкоядерных нейтрофилов, а также числа миелоцитов. Особенно резко сдвиг влево проявляется при воздействии на озерных лягушек сточных вод завода первого типа. Левый сдвиг ядер нейтрофилов является одним из важнейших признаков наличия в организме патологического процесса. При этом общее количество лейкоцитов в опыте со сточными водами завода первого типа не изменяется, а в опыте со сточными водами завода второго типа отмечен достоверный лейкоцитоз.

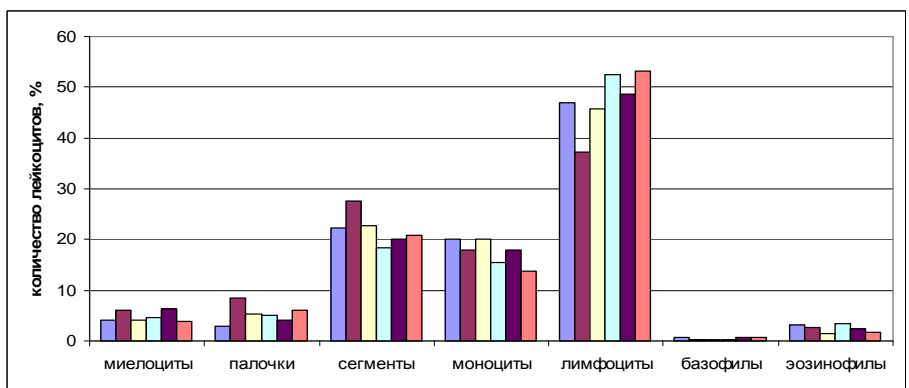
А



Б



В



Г

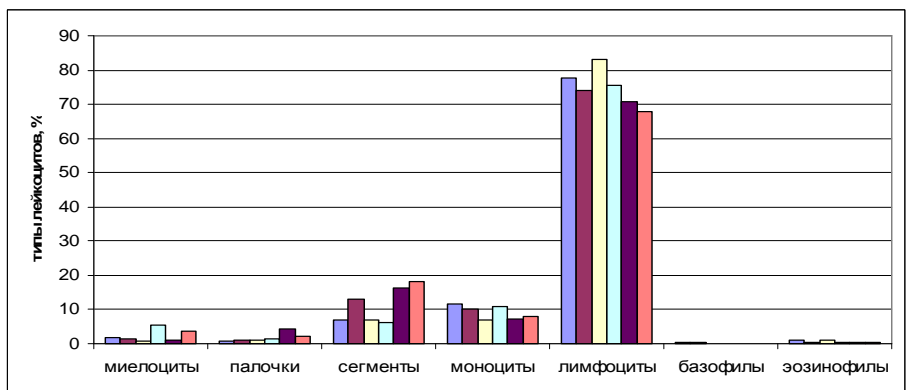


Рис. 5. Лейкоцитарная формула крови озерной лягушки после пребывания в сточных водах различных типов: А – 5 дней (завод первого типа); Б – 10 дней (завод первого типа); В – 5 дней (завод второго типа); Г – 10 дней (завод второго типа)

Кроме того, при содержании лягушек в сточных водах сахарных заводов обоих типов нами были обнаружены различные цитоморфологические патологии эритроцитов

(табл. 5). При этом частота встречаемости различных патологий эритроцитов у озерных лягушек из сточных вод завода первого типа была значительно выше, чем у животных из сточных вод завода второго типа – 88% и 7 типов патологий и 25% и 4 типа патологий соответственно.

Таблица 5

Встречаемость патологий эритроцитов в крови озерной лягушки после пребывания в сточных водах сахарных заводов двух типов, %

Вариант опыта	Концентрация сточной воды, %	Анизотоз	Пойкилоцитоз	Вакуолизация	Токсическая зернистость	Фестончатые края	Гипохромия	«Монетные столбики»
5 дней завод 1 типа	10	–	–	20	20	–	–	–
	50	40	40	40	–	20	20	40
	75	50	50	50	50	–	–	25
	100	75	50	75	25	–	–	25
10 дней завод 1 типа	10	62,5	–	37,5	–	–	37,5	25
	25	33	22	88	44	–	44	11
	50	14	–	57	–	–	29	–
	75	50	50	50	17	17	50	–
	100	33	55	55	50	11	–	33
5 дней завод 2 типа	10	–	–	–	–	–	–	–
	25	25	–	–	–	–	–	–
	50	–	–	–	–	–	–	–
	75	–	–	–	–	–	–	–
	100	–	–	–	–	–	25	–
10 дней завод 2 типа	10	–	–	20	20	–	20	–
	25	20	–	–	–	–	–	–
	50	–	–	–	–	–	–	–
	75	–	–	–	–	–	–	–
	100	25	–	–	–	–	–	–

Примечание: «–» – данный вид патологии не встречался

У многих земноводных после их нахождения в сточных водах завода первого типа эритроциты были поражены внутриклеточными паразитами, относящимися к роду гемогрегариин (*Haemogregarina*). В 5 дневном опыте паразиты встречаются только в крови лягушек, находившихся в высоких концентрациях сточной воды (50% и выше), а в 10 дневном опыте они встречаются у лягушек из всех концентраций сточной воды. У озерных лягушек из сточных вод завода второго типа такие паразиты не были зафиксированы.

В целом, судя по картине красной (содержание эритроцитов и гемоглобина, патологические изменения эритроцитов) и белой крови (общее количество лейкоцитов, лейкоцитарная формула) озерных лягушек, можно говорить о том, что сточные воды завода первого типа оказывают большее токсическое влияние на гематологические показатели озерной лягушки, чем сточные воды завода второго типа.

#### 4.2. Скорость окислительных процессов в тканях печени озерной лягушки

Для определения токсического влияния сточных вод сахарных заводов на озерную лягушку на клеточном уровне, мы выяснили состояние антиоксидантной системы озерной лягушки по уровню интенсивности перекисного окисления липидов в тканях печени. Изменение скорости окислительных процессов в тканях является надежным показателем стресса в организме животного. У земноводных печень более других органов накапливает токсические вещества (Мисюра, 1988) в связи с ее барьерной функцией. Сравнение биохемилюминисценции тканей печени самцов озерных лягушек, взятых с полей фильтрации сахарных заводов и из относительно чистого водоема (территория Ботанического сада Кубанского государственного университета), показало, что у животных с полей фильтрации сахарных заводов светосумма гомогенатов тканей печени достоверно не различалась. Она составила в чистом водоеме –  $81,74 \pm 5,350$  условных единиц (у.е.), в сточных водах первого и второго заводов –  $85,48 \pm 4,610$  у.е. и  $83,88 \pm 6,280$  у.е. соответственно. Следовательно, процессы свободно-радикального окисления у озерных лягушек из сточных вод сахарных заводов обоих типов не нарушаются, что является результатом устойчивости антиоксидантной системы организма озерной лягушки, позволяющей ей существовать в данных местах, то есть сточные воды сахарных заводов не оказывают токсического влияния на клеточный уровень организации озерной лягушки. В литературе аналогичные результаты встречаются у преадаптированных к стрессирующим факторам животных (Азарова, 2005).

#### 4.3. Морфометрия озерной лягушки при обитании в сточных водах сахарных заводов

Попарное сравнение морфометрических показателей самцов и самок, обитающих совместно на полях фильтрации одного завода, а также сравнение аналогичных показателей животных одного пола, обитающих на полях фильтрации разных заводов, показало отсутствие достоверных различий по основным морфометрическим показателям. Сравнение морфометрических показателей лягушек из полей фильтрации и близлежащих относительно чистых водоемов – рек Вторые Кочеты и Лаба, показало достоверное уменьшение размеров как самцов, так и самок озерных лягушек с полей фильтрации сахарных заводов, по таким показателям как длина тела (L.), длина головы (L.c.), ширина головы (Lt.c.), расстояние между ноздрями (Sp.n.), длина голени (T) – на обоих заводах, а на полях фильтрации завода первого типа еще и по показателю длина бедра (F). Из литературы известны разнонаправленные реакции земноводных на загрязнения – увеличение, уменьшение размеров тела, некоторые загрязнения не отражаются на морфометрических показателях. Уменьшение размеров тела озерной лягушки отмечается под действием пестицидов, нефти, промышленных стоков и т.д. (Пескова, 2001; Жукова, Кубанцев, 1982; Пястолова, 1990; Ищенко, 1993; Овчинникова, 1984; Ищенко, Леденцов, Мисюра, 1993, Косинцева, 2006). Вероятно, это связано с накоплением токсических веществ в организме и ухудшением кормовой базы (Пескова, 2001).

#### 4.4. Морфогенетические показатели озерной лягушки при обитании на полях фильтрации сахарных заводов

Получившее широкое распространение в последние годы изучение флуктуирующей асимметрии живых организмов в качестве показателей экологического состояния животных было проведено нами для лягушек с полей фильтрации сахарных заводов обоих типов. Установленные значения показателей ЧАПО и ЧАПП озерных лягушек с полей фильтрации сахарного завода, работающего на сахаре-сырце, составляют



0,74±0,04 и 0,74±0,08, завода, работающего на сахарной свекле, – 0,61±0,04 и 0,61±0,07 соответственно. Эти цифры соответствуют 5 и 4 баллу по балльной шкале загрязнений (Жукова, Пескова, 2007) что означает, что водоемы, в которых прошло индивидуальное развитие лягушек, находятся в кризисном состоянии. На самих полях фильтрации озерные лягушки не размножаются, этот процесс происходит в мелких естественных водоемах, расположенных в окрестностях, а также в протекающих неподалеку реках – притоке р. Лаба и р. Вторые Кочеты. У земноводных, отловленных вблизи сахарного завода первого типа, в притоке р. Лаба были отмечены следующие показатели ЧАПО – 0,72±0,08, ЧАПП – 0,72±0,06, у земноводных, отловленных в р. Вторые Кочеты, возле завода первого типа, ЧАПО составляет 0,64±0,06, ЧАПП – 0,64 ±0,05. Видимо, их воды также загрязнены токсикантами, но не в такой степени, как на полях фильтрации. Кроме того, вероятно, высокий уровень отклонений от стабильного развития у озерных лягушек связан со значительным изменением окружающего ландшафта вокруг полей фильтрации сахарных заводов.

## Глава 5. РАЗВИТИЕ ИКРЫ И ГОЛОВАСТИКОВ ОЗЕРНОЙ ЛЯГУШКИ В СТОЧНЫХ ВОДАХ САХАРНЫХ ЗАВОДОВ

Мы исследовали влияние сточной воды сахарных заводов, различающихся составом сырья, на наиболее чувствительные стадии онтогенеза озерной лягушки – на ее икру и головастиков. При помещении икры озерной лягушки, взятой из условно чистого водоема, в растворы сточных вод двух сахарных заводов (концентрации 10, 25, 50 и 100%), в 50 и 100% концентрациях стоков мы наблюдали 100% смертность икринок в течение 10-12 часов. В 10% концентрации стоков выживаемость составила 12 и 17% в 25%-ой концентрации – 16 и 19% для сточных вод завода первого типа и второго типа соответственно.

Из литературы известно, что возможности собственной биохимической защиты живых клеток организма от токсического действия чужеродных компонентов ограничены. Резистентность организма водных позвоночных к неблагоприятным условиям среды можно усилить путем использования адаптогенов, вызывающих повышение устойчивости организма к воздействию токсических веществ (Сергеева, Лукьяненко, 2008). Мы предположили, что в качестве таких веществ могут выступить оксиды металлов в наноформе, которые обладают высокой абсорбционной способностью по отношению к органическим загрязнителям. Нами установлено, что добавление нанопорошков оксидов кобальта, железа, меди и никеля не влияет на выживаемость икры озерной лягушки в высоких концентрациях сточных вод (50 и 100%) обоих заводов. В низких концентрациях сточной воды (10 и 25%) и в чистой воде смертность икры уменьшается в 1,5 - 2 раза при добавлении оксида кобальта по сравнению с контролем.

В связи с гибелью икры в высоких концентрациях сточных вод, для изучения развития головастиков озерной лягушки мы взяли только низкие концентрации сточных вод – 10 и 25%. Смертность головастиков озерной лягушки в контроле и двух концентрациях сточных вод завода второго типа была одинаковой и находилась в пределах 48–60%, смертность головастиков в сточной воде завода первого типа была выше, она составила 64–74% (рис. 6). Добавление нанопорошков оксидов металлов к чистой воде (контролю) не изменило показателей смертности головастиков.

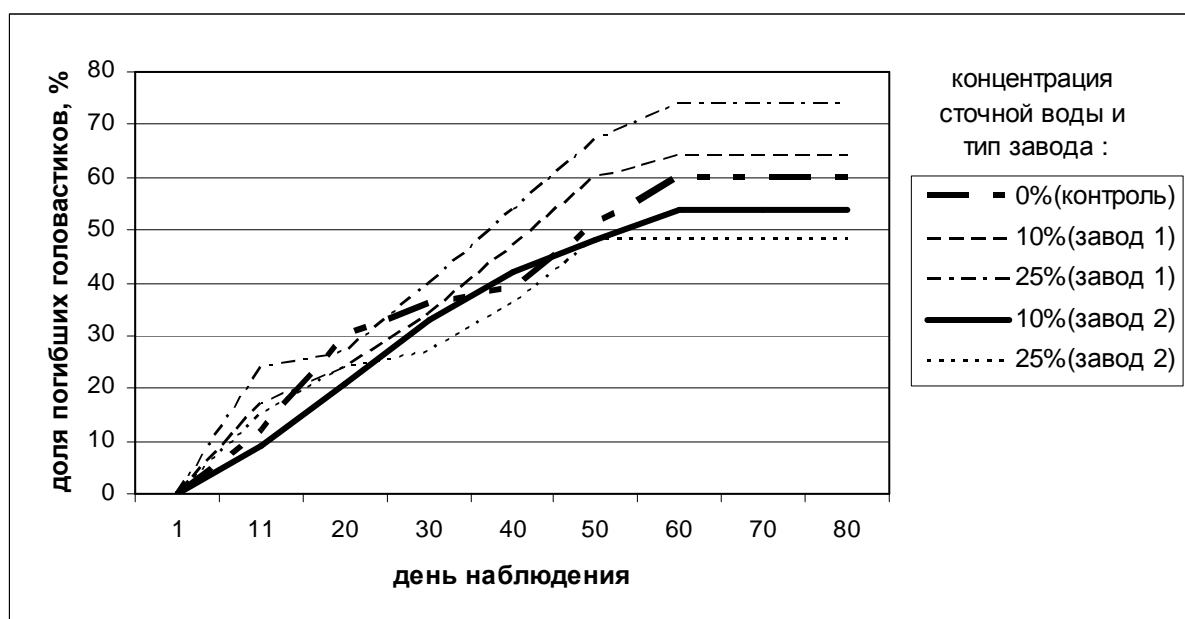


Рис. 6. Смертность головастиков озерной лягушки в чистой воде и растворах сточных вод сахарных заводов

Иная картина наблюдается при развитии головастиков в сточных водах заводов обоих типов при добавлении оксидов металлов в наноформе. Так, добавление нанопорошков трех исследованных оксидов металлов (за исключением оксида меди) к 10 и 25% растворам сточных вод снижает смертность головастиков во всех случаях по сравнению с раствором стоков без нанопорошков. Особенно сильно (на 30–35%) снижение происходит при действии оксида кобальта (рис. 7), что можно объяснить его наибольшей площадью удельной поверхности по сравнению с другими изученными нами оксидами металлов.

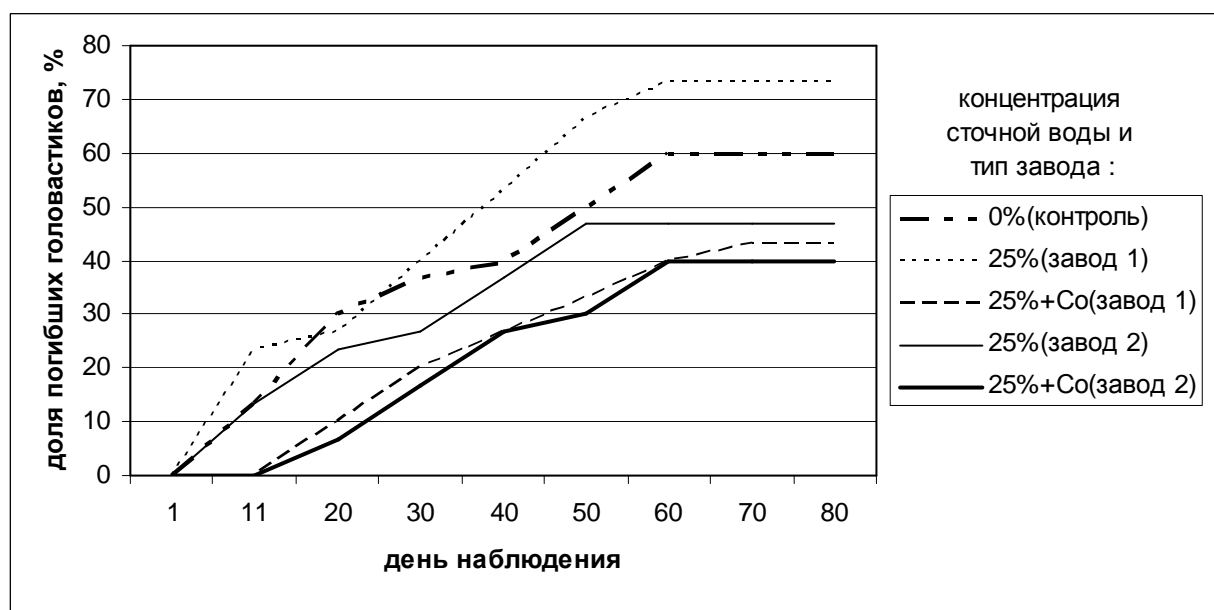


Рис. 7. Смертность головастиков озерной лягушки в чистой воде и сточных водах сахарных заводов 25% концентрации с добавлением и без добавления оксида кобальта в наноформе

Известно, что одним из проявлений хронической интоксикации личинок амфибий является изменение темпов роста. Общий прирост длины тела головастиков озерной лягушки, содержащихся в растворах сточных вод сахарного завода второго типа

представлен в табл. 6. Сравнение темпов роста головастиков в сточных водах заводов различных типов показало сходство этих показателей.

Таблица 6

Прирост длины тела (мм) головастиков озерной лягушки в сточных водах завода второго типа

Вариант опыта	Стадии развития головастиков (по Дабагян Н.В., Слепцовой Л.А., 1975)			
	39-46	46-49	47-51	50-54
	день наблюдения			
	10-40	40-60	60-70	70-80
контроль	8,18	17,92	8,1	-9,8
Контроль+CoO	9,85	18,65	4,8	-3,8
Контроль+FeO	11,8	18,0	2,1	-13,9
Контроль+NiO	8,9	18,2	10,1	-8
10% стоки	4,58	21,82	5,7	-13,9
10% стоки+CoO	8,7	28,7	6,8	-15,9
10% стоки+FeO	14,1	23,9	10,1	-10,9
10% стоки+NiO	7,7	22	6,1	-10,5
25% стоки	8,57	20,73	10,3	-10,3
25% стоки+CoO	10,4	19,9	9	-10,5
25% стоки+FeO	9,8	22,7	9,2	-11,3
25% стоки+NiO	8,8	19,5	10	-10,1

Добавление оксидов нанопорошков кобальта, никеля и железа ускорило темпы роста головастиков (табл. 6) в сточных водах во всех вариантах опытов. Самый высокий прирост длины тела обнаружен при добавлении к растворам сточных вод нанопорошка оксида железа (на 59–66% выше, чем в растворе сточных вод без добавления нанопорошка).

До 46 стадии развития (обособленные пальцы задней конечности) включительно развитие головастиков озерной лягушки во всех вариантах эксперимента происходило синхронно. Основной прирост головастиков происходил между 40 и 60-м днями развития. Наибольший прирост наблюдался в опытах с оксидом железа, как с чистой водой, так и в растворах сточных вод. Далее наблюдалось замедление роста (60–80 дни наблюдения) в связи с формированием конечностей – 47–49 стадии (хорошо развитые задние конечности) и 50–51 стадии (хорошо развитые передние конечности). Между 70 и 80 днями наблюдается 52–53 стадии (редукция хвоста), которые наступали на 5–10 дней позднее у амфибий практически во всех вариантах опыта по сравнению с контролем (чистая вода). Полная редукция хвоста – 54 стадия наступает раньше всего у головастиков из контроля – между 70 и 75-м днями.

Таким образом, мы наблюдаем небольшое замедление развития (на 5–10 дней) головастиков озерной лягушки во всех вариантах опытов, по сравнению с контролем. При этом во всех вариантах опытов мы наблюдали ускорение темпов роста головастиков, т.е. головастики достигали более крупных размеров, но при этом заканчивали метаморфоз на 5–10 дней позднее, чем в контроле. Отмеченное ускорение роста длины тела головастиков

в сточных водах сахарных заводов при добавлении наночастиц оксидов металлов, говорит о том, что данные вещества могут выступать в качестве адаптогенов, повышающих резистентность личинок амфибий к некоторым загрязнителям, в частности к сточным водам сложного состава, имеющим в своем составе большое количество взвешенных веществ.

## ВЫВОДЫ

1. Кратковременное (5 суточное) содержание озерных лягушек в сточных водах сахарных заводов обоих типов приводит к мобилизации адаптационного потенциала, который выражается в изменениях лейкоцитарной формулы (нейтрофилез в 1,5 – 7 раз и лимфоцитопения), при сохранении постоянства общего числа лейкоцитов, эритроцитов и количества гемоглобина. Изменения в крови лягушек при 10-дневном пребывании в сточных водах свидетельствуют о развитии патологических процессов (моноцитопения, увеличение числа молодых клеток нейтрофильного ряда).

2. При содержании лягушек в сточных водах сахарных заводов обоих типов были обнаружены различные цитоморфологические патологии эритроцитов. У животных из прудов-испарителей завода первого типа разные патологии отмечались с большей степенью как интенсивности (88%), так и экстенсивности (7 патологий), чем у лягушек из прудов-испарителей завода второго типа (25% и 4 типа патологий соответственно).

3. Показатели перекисного окисления липидов печени озерных лягушек, обитающих на полях фильтрации сахарных заводов обоих типов, свидетельствуют об отсутствии нарушений в работе антиоксидантной системы клеток организма.

4. В сточных водах сахарных заводов обитают достоверно более мелкие особи озерных лягушек, чем в близлежащих естественных водоемах – притока р. Лаба (0,7–1 км от полей фильтрации сахарного завода первого типа) и р. Вторые Кочеты (0,5 км от полей фильтрации сахарного завода второго типа). Однако, для земноводных из всех естественных и искусственных водоемов отмечены высокие показатели нарушения стабильности развития, соответствующие 4 и 5 баллу по балльной шкале загрязнений, свидетельствующие о критическом состоянии популяций.

5. При обитании озерной лягушки на полях фильтрации сахарных заводов обоих типов отмечено общее сокращение численности особи; она меньше в 3–4 раза, чем в менее загрязненных естественных водоемах – в притоке р. Лаба и р. Вторые Кочеты. Наибольшей численности во все годы наблюдений озерная лягушка достигает летом (57,1 особей/500м), а наименьшей – осенью (17,7 особей/500м). В популяции лягушек с полей фильтрации сахарных заводов отмечено либо равное соотношение особей морф *striata* и *maculata*, либо преобладание (в 2,0 раза) особей морфы *maculata*. Аналогичное соотношение было отмечено и в естественных водоемах (притоке р. Лаба и р. Вторые Кочеты). Летом и осенью на полях фильтрации обоих заводов преобладают самки в 1,2 – 2,8 и 1,8 – 4,0 раза соответственно, весной – самцы в 1,6 – 4,2 раза.

6. Икра и головастики озерной лягушки могут развиваться в сточных водах сахарных заводов, разбавленных в 4 и более раз. Смертность головастиков в стоках заводов первого типа составляет 64–74%, а завода второго типа – 48–60%. Добавление нанопорошков оксидов металлов приводит к увеличению скорости развития головастиков (максимально – оксид железа на 22-29%) и уменьшению смертности как икры, так и головастиков (максимально – оксид кобальта на 30-35 %).

7. Токсичность сточных вод заводов первого типа, работающих на сахаре-сырце, для озерных лягушек выше, чем сточных вод заводов второго типа, работающих на сахарной свекле.

## Список публикаций по теме работы

\* публикации в журналах, рекомендованных Перечнем ВАК РФ.

1. Вафис (Шиян) А.А., Пескова Т.Ю. Влияние сточных вод сахарных заводов на гематологические показатели озерной лягушки *Rana ridibunda* // Актуальные проблемы герпетологии и токсикологии. Вып.10. Тольятти, 2007. С. 21–25.

2. Вафис (Шиян) А.А., Пескова Т.Ю. Изменение гематологических показателей озерной лягушки (*Rana ridibunda*) при различных режимах содержания в сточных водах сахарного завода // Актуальные вопросы экологии и охраны природы экосистем южных регионов России и сопредельных территорий. Краснодар, 2008. С. 66–71.

3.\*Вафис (Шиян) А.А., Пескова Т.Ю. Реакция крови озерной лягушки *Rana ridibunda* Pal. на воздействие сточных вод сахарных заводов // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. №2. Тамбов, 2009. С. 8–18.

4. Вафис (Шиян) А.А., Пескова Т.Ю. Влияние нанопорошков на головастиков озерной лягушки материалы III Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы биологии, нанотехнологий и медицины», Ростов-на-Дону, Изд-во СКНЦ ВШ ЮФУ, 2009. С. 76.

5. Шиян А.А., Абрамова Н.О. Антиоксидантная система тканей печени озерной лягушки (*Rana ridibunda* Pall.) из чистого и загрязненного водоемов // Первые Международные Беккеровские чтения. Ч.2. Волгоград, 2010. С.346–347.

6.\*Шиян А.А. Влияние нанопорошков оксидов металлов на успех прохождения личиночных стадий развития озерной лягушкой (*Rana ridibunda* Pall.) // Научный журнал КубГАУ [Электронный ресурс]. - Краснодар: КубГАУ, 2011. - №66 (2). - Шифр Информрегистра: 0421100012/0059. – Режим доступа:<http://ej.kubagro.ru/2011/02/pdf/26.pdf>

7.\*Шиян А.А. Изменение популяционных характеристик озерной лягушки (*Rana ridibunda* Pall.) при обитании в прудах-испарителях сахарных заводов // Научный журнал КубГАУ [Электронный ресурс]. - Краснодар: КубГАУ, 2011. - №67 (3). - Шифр Информрегистра: 0421100012/0097. - Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2011/03/pdf/27.pdf>