

**РЕАКЦИИ КРОВИ ОЗЕРНОЙ ЛЯГУШКИ
Rana ridibunda Pal. НА ВОЗДЕЙСТВИЕ
СТОЧНЫХ ВОД САХАРНЫХ ЗАВОДОВ**

А.А. Вафис, Т.Ю. Пескова

*ГОУ ВПО «Кубанский государственный университет»,
г. Краснодар*

Рецензент Н.С. Попов

Ключевые слова и фразы: гематологические показатели; озерная лягушка; сточные воды сахарного завода.

Аннотация: Приведены сведения об изменениях в гематологических показателях озерной лягушки при двух вариантах экспозиции в растворах сточных вод сахарных заводов. Показано, что изменения красной и белой крови земноводных зависят от концентрации, состава сточных вод и длительности нахождения животных в них.

Введение

Мониторинг состояния окружающей среды является необходимой мерой, позволяющей прогнозировать изменения экологической ситуации в разных регионах. В местах работы промышленных предприятий это особенно актуально. Но химические методы анализа окружающей среды не могут отразить всю глубину изменений в биоценозах загрязненных районов, поэтому разработан целый ряд биологических методов индикации. Эти методы дают возможность оценить степень влияния технических вод промышленных предприятий на флору и фауну данной местности, а также на здоровье человека. В частности, разработаны методики оценки состояния среды на популяционном и организменном уровнях таких животных, как земноводные. Состав загрязненных вод зачастую очень сложен, и при взаимодействии разных компонентов этих вод (даже если их предельно допустимая концентрация (ПДК) не превышает установленных норм) общая токсичность может существенно меняться [2, 9]. В литературе, наряду с работами по влиянию отдельных загрязнителей на различные организмы, все чаще появляются работы по влиянию сточных вод различных предприятий, содержащих целые комплексы загрязнителей.

Одной из развивающихся отраслей пищевой промышленности является переработка сахарной свеклы. Сахарная промышленность характеризуется большим водоизмещением и соответственно большим количеством отработанных технических вод, которые должны быть подвержены многоуровневой очистке.

О влиянии сточных вод сахарных заводов на окружающую среду (и конкретно – на позвоночных животных) есть лишь единичные работы. Так, нам известна работа по влиянию отдельных компонентов сточных вод, в частности сапонина, на различные виды рыб [6]. Также известны исследования по численности, морфологическим характеристикам и особенностям размножения амфибий, обитающих в прудах-отстойниках сахарных заводов [5, 23]. Недостаточным количеством информации в литературе и отсутствием более глубоких исследований с помощью современных методов мониторинга объясняется выбор нами данной темы.

Материалы и методы

В производственные сточные воды сахарных заводов входят различные по своей природе и количественному соотношению компоненты. Такие воды характеризуются большой загрязненностью растворимыми и нерастворимыми минеральными веществами, из которых последние подвергаются активному разложению. Брожение содержащегося в стоках сахара способствует образованию различных органических кислот. Со сточными водами заводов в

пруды-отстойники попадают кроме органического осадка такие вещества, как хлориды, сульфаты, фосфаты, нитриты, нитраты, соединения кальция, магния, поверхностно-активные вещества и нефтепродукты. Вода непрозрачная, имеет черный цвет и характерный гнилостный запах, общая жесткость составляет 21,4 мг-экв/л, pH среды 7,5...8,0 [13]. В сточных водах сахарных заводов содержится кислый свекловичный сапонин, попадающий в стоки из сахарной свеклы, – это органическое вещество из группы гликозидов с сильно выраженными поверхностно-активными свойствами, вызывающее вспенивание водных растворов и токсичное для живых организмов [3]. ПДК сапонины в водах объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения принята 0,2 мг/л.

Исследованные сточные воды сахарных заводов характеризуются разным качественным составом, что объясняется использованием различного сырья для переработки. Так, на заводе № 1 в качестве сырья обычно используется сахар-сырец, а на заводе № 2 – свекла. В результате состав сточных вод на этих заводах также различается количеством некоторых веществ и биохимическим потреблением кислорода (БПК). При использовании в качестве сырья сахара-сырца в сточных водах увеличивается в 1,6 раза количество взвесей, в 2,6 раза – сухой остаток и в 7,3 раза – БПК, чем при использовании свеклы.

В прудах-отстойниках исследованных нами сахарных заводов постоянно обитает такой вид амфибий, как озерная лягушка (*Rana ridibunda*). Мы провели анализ гематологических показателей озерной лягушки после кратковременного пребывания ее в сточной воде двух сахарных заводов. Опыты проводили в 2007 г. в летний и осенний периоды, в 2008 г. – в осенний. Лягушки были отловлены в чистом водоеме р. Бейсуг (Приморско-Ахтарский район, Краснодарский край). После этого их помещали в сточную воду из пруда-отстойника на 5 и 10 суток в следующие разбавления сточной воды: 100, 75, 50, 25, 10 и 0 % (контроль). Сточную воду разбавляли отстоянной водопроводной водой. В 2007 г. нами было исследовано влияние сточной воды завода №1, в 2008 г. – завода № 2.

По истечении 5 и 10 суток опыта нами была взята кровь на анализ и определены стандартные гематологические показатели – количество эритроцитов, общее содержание гемоглобина, общее количество лейкоцитов, подсчитана лейкоцитарная формула [4, 12].

Статистическую обработку проводили стандартными методами [11]. Двухфакторный дисперсионный анализ был проведен с помощью пакета программ Statistika.

Результаты и их обсуждение

Основные показатели крови озерной лягушки в различных концентрациях сточной воды двух разных сахарных заводов приведены в табл. 1. Из нее видно, что показатели красной крови во всех вариантах эксперимента достоверно отличались от контрольных значений в десятидневном опыте № 2, а в опытах №№ 1 и 3 изменения происходили только в 100%-й концентрации сточных вод.

Интересно, что в опытах №№ 1 и 3 содержание гемоглобина увеличивается по сравнению с контрольными величинами, а в опыте № 2 – снижается (причем во всех исследованных концентрациях). Одновременно с этим в опыте № 2 достоверно уменьшается и количество эритроцитов,

тогда как этот показатель в двух других опытах не меняется. Таким образом, можно предположить, что на изменения показателей красной крови озерной лягушки оказывает действие сразу комплекс различных факторов.

Для проверки этого предположения нами был проведен двухфакторный дисперсионный анализ на выявление степени влияния таких факторов, как сезон проведения опыта (лето и осень), продолжительность нахождения животных в опыте (5 и 10 дней), различный состав сточных вод и естественно, концентрация сточной воды.

Анализ результатов двухфакторного дисперсионного анализа по факторам концентрация – сезон, концентрация – продолжительность опыта, концентрация – состав сточных вод, выявил достоверную зависимость показателей красной крови (количество эритроцитов, нормобластов и содержание гемоглобина) от концентрации сточной воды (12,6–40,1 % от общей дисперсии) и специфичности разных заводов (16,5–37,3 % от общей дисперсии). При этом доля остаточной изменчивости (случайные факторы) составила 22–42 % от общей дисперсии. Совместное влияние этих факторов составило менее 25 %.

Известно, что состав крови изменяется в зависимости от природы загрязнителя, его концентрации и продолжительности содержания в нем животных, а также от других факторов. Так, Т.Ю. Пескова и А.А. Вафис [14] сообщали, что реакция крови озерной лягушки на различные концентрации двух сортов бензина заключается в увеличении количества эритроцитов, снижении содержания гемоглобина (гипохромия), причем степень эритроцитоза зависит от концентрации токсиканта (компенсаторная реакция на развивающуюся гипоксию).

Таблица 1

**Гематологические показатели озерной лягушки при экспозиции
в различных концентрациях сточной воды двух сахарных заводов
($X \pm m$; $C_V \pm S_{CV}$)**

Условия опыта	Концентрация сточной воды, %	Количество эритроцитов, $10^{12}/л$	Содержание гемоглобина, г/л	Количество лейкоцитов, $10^9/л$
Опыт 1 5 дней; завод №1	0	2,62±0,49 37,4±11,84	70,80±4,59 13,0±4,10	29,20±4,35 29,8±9,42
	10	2,12±0,22 20,9±6,62	66,00±4,39 13,3±4,20	33,80±5,56 32,9±10,41
	50	2,16±0,23 20,9±6,60	60,20±5,18 17,2±5,44	43,00±6,92 32,2±10,18
	75	2,35±0,32 23,7±7,49	73,25±2,51 5,9±1,88	58,75±11,53* 34,0±10,75
	100	3,03±0,21 13,9±4,90	99,00±4,43* 9,0±3,17	44,75±5,38 24,0±8,49
Опыт 2 10 дней; завод №1	0	3,86±0,76 39,4±12,46	125,40±11,86 18,9±5,98	43,90±11,17 50,9±16,10
	10	1,53±0,17* 29,1±7,27	53,63±4,45* 21,9±5,49	44,90±4,82 28,4±7,10
	25	1,72±0,18* 29,0±6,84	86,33±6,76* 22,2±5,22	52,01±6,49 35,3±8,32
	50	1,59±0,21* 32,6±8,73	62,29±5,98* 23,5±6,29	54,64±6,80 30,5±8,15
	75	1,23±0,05* 8,4±2,42	70,00±6,73* 21,5±6,21	47,92±8,53 39,8 ±11,49
	100	2,61±0,24* 28,7±6,76	101,63±8,53* 20,8±4,91	53,69±7,52 34,6±8,15
Опыт 3 10 дней; завод №2	0	3,46±0,63 36,4±11,52	113,00±15,47 27,4±8,66	15,60±1,28 16,4±5,18
	10	3,46±0,30 17,5±5,54	116,40±9,58 16,4±5,20	29,06±1,46* 10,0±3,17
	25	2,46±0,26 20,8±6,59	82,80±7,36 17,8±5,62	38,90±2,38* 6,1±1,93
	50	3,18±0,58 36,8±11,63	103,4±19,06 36,9±11,66	38,20±2,47* 12,9±4,09
	75	3,54±0,48 27,4±8,65	118,20±12,91 21,8±6,91	58,52±5,13* 17,5±5,54
	100	6,23±1,36 31,0±12,64	155,00±4,42* 4,0±1,64	39,77±5,91* 21,0±8,57

* Различия достоверны для 5%-го уровня значимости.

В опытах с высокими и низкими концентрациями пестицидов (пиретроидными, хлорорганическими, фосфорорганическими) выяснилось, что высокие их концентрации вызывают снижение показателей красной крови, чаще всего и гемоглобина, и эритроцитов, либо одного из показателей. Малые дозы различных видов пестицидов вызывают увеличение показателей красной крови. При хроническом состоянии показатели красной крови также увеличиваются [7]. В рисовых чеках у земноводных отмечено увеличение кислородной емкости крови по сравнению с чистым водоемом. Кроме того автором отмечено, что у лягушек летом эритроцитов в крови

достоверно больше, чем весной и осенью. У сеголеток при этом количество эритроцитов и гемоглобина меньше по сравнению с взрослыми особями [7].

Воздействие температурного загрязнения на кровь бычка-мартовика приводило к увеличению количества эритроцитов и содержания гемоглобина при кратковременном пребывании в опыте (1–5 суток). На 5-е сутки эти показатели снижались, наблюдались первые случаи гибели рыб от асфиксии. На 15 сутки происходило повышение интенсивности эритропоэза – повышались показатели красной крови. На 20–40 сутки происходила стабилизация эритропоэза. При этом в 96 % наблюдалась гибель рыб [18].

В зоне металлургических и химических предприятий [19] и в зоне медеплавильного комбината [21] отмечалось повышение количества эритроцитов и содержания гемоглобина в крови озерной лягушки и обыкновенной чесночницы.

Из приведенных выше данных можно сделать выводы, что увеличение кислородной емкости крови земноводных за счет повышения количества эритроцитов и содержания гемоглобина является типичной адаптивной реакцией организма лягушки на различные загрязнители. Понижение же этих показателей (анемия) в опыте № 2 может приводить к гибели животных, и говорит о патологическом процессе в организме.

Количество лейкоцитов изменяется во всех опытах по сравнению с контролем также неоднозначно. Общий лейкоцитоз отмечался у животных из опыта №1 в концентрации 75 % и в опыте № 3 – во всех концентрациях. Как известно, лейкоцитоз является ответной реакцией крови на воздействие любых загрязнителей и носит адаптивный характер. Во всех остальных вариантах опытов количество лейкоцитов не менялось, что свидетельствует о нормальном существовании земноводных в данных сточных водах (завод № 1).

В опытах №№ 1 и 2 между контрольными значениями нами были отмечены достоверные отличия по содержанию гемоглобина и количеству лейкоцитов, что можно объяснить разными сезонами проведения опытов. Так, пятидневный опыт (№ 1) был поставлен в летний период, а десятидневный (№ 2) – в осенний. Отличия между контрольными результатами опытов №№ 2 и 3, которые проводились в один и тот же сезон, но в разные годы, можно объяснить температурой воздуха, так как 2007 г. (№ 2) был аномально жарким по сравнению с 2008 г. (№ 3). Отличия между контрольными данными опытов №№ 1 и 3 также можно объяснить разными сезонами и годами проведения.

Анализ коэффициентов вариации всех признаков (см. табл. 1) показал низкую степень варьирования исследованных гематологических показателей озерной лягушки. При этом в большинстве проведенных опытов содержание гемоглобина менее вариабельно, чем количество эритроцитов. Анализ лейкоцитарной формулы показал (рис. 1, 2), что в опыте №1 при пятидневном нахождении озерной лягушки в сточных водах сахарного завода № 1 содержание отдельных видов лейкоцитов меняется по сравнению с контролем. Наблюдается общий нейтрофилез, характеризующийся

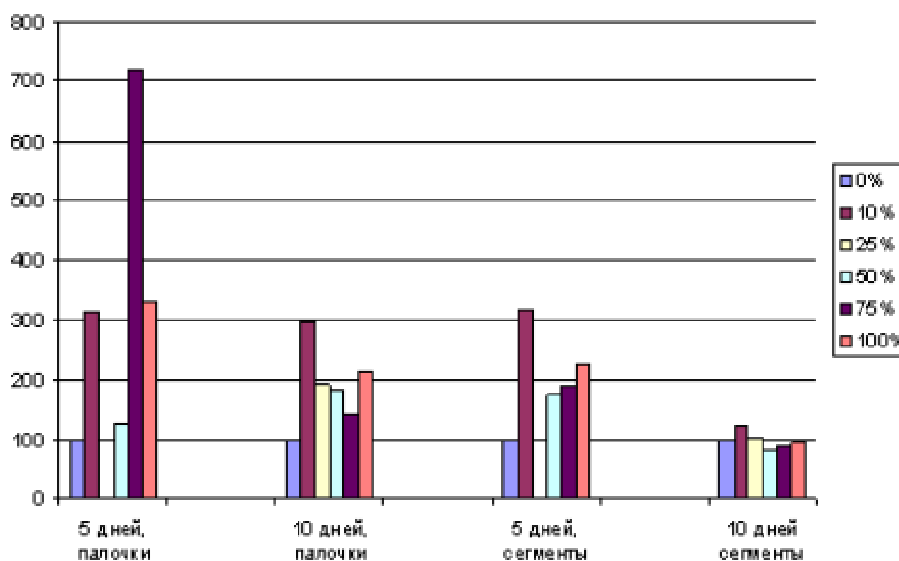


Рис. 1. Относительное (в % к контролю) количество палочкоядерных и сегментоядерных нейтрофилов в крови озерной лягушки в сточных водах завода № 1

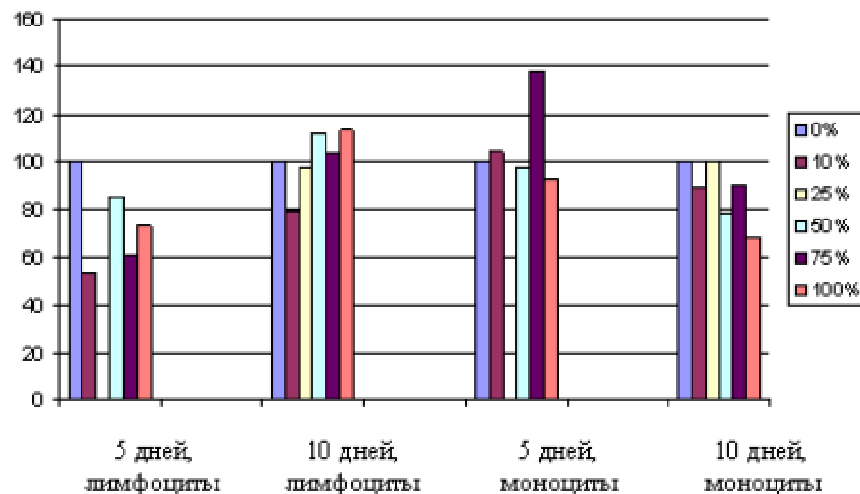


Рис. 2. Относительное (в % к контролю) количество лимфоцитов и моноцитов в крови озерной лягушки в сточных водах завода № 1

достоверным увеличением палочкоядерных и сегментоядерных нейтрофилов в 75 и 100%-х концентрациях, и сегментоядерных – в 10%-й концентрации. Кроме этого, наблюдается общая тенденция увеличения доли нейтрофилов во всех концентрациях по сравнению с контролем. Нейтрофилез обеспечивает повышение защитных сил организма в условиях загрязнения среды. На фоне нейтрофилеза в 10, 75 и 100%-х концентрациях имеет место достоверная лимфопения, причем тенденция к последней также имеется во всех остальных концентрациях. Лимфопения наблюдается на начальном этапе развития инфекционного процесса в организме [10]. При этом общее количество лейкоцитов в большинстве концентраций не изменялось. То есть при кратковременном пребывании озерных лягушек в сточных водах сахарного завода происходит мобилизация защитных сил организма, однако не все механизмы оказываются приведенными в действие (например, не происходит еще изменений числа моноцитов).

При более длительном содержании лягушек в сточных водах сахарного завода (опыт № 2) в их крови достоверно увеличивается содержание палочкоядерных нейтрофилов только в 10%-й концентрации сточной воды, но мы наблюдаем тенденцию к увеличению содержания этого типа нейтрофилов (а также миелоцитов) во всех других концентрациях. Отмеченный левый сдвиг ядер нейтрофилов (в сторону увеличения количества молодых клеток) является показателем длительного острого воспалительного процесса в организме, то есть свидетельствует о дальнейшем развитии интоксикации. Стимуляция нейтрофильного гранулоцитопоза выявлена в лейкограмме сеголеток озерной и травяной лягушек при обитании в зоне интенсивной антропогенной нагрузки в условиях городских водоемов [16, 17]. Известен факт наличия левого сдвига ядер нейтрофилов при одновременной общей нейтропении и моноцитозе под действием сточных вод химического предприятия [15, 22]. Однако в нашем случае было зафиксировано достоверное уменьшение количества моноцитов (в 50 и 100%-х концентрациях), что не было отмечено в известной нам литературе по данному вопросу.

В опыте № 3 изменений в лейкоцитарной формуле не отмечено, хотя во всех изученных концентрациях наблюдается общий лейкоцитоз.

Изменения лейкоцитарной формулы по литературным данным зависят от природы загрязнителя, его концентрации, времени воздействия токсиканта и других факторов. Так, при воздействии различных сортов бензина на озерную лягушку на фоне общего лейкоцитоза у животных наблюдается нейтропения по палочкоядерным нейтрофилам, а также снижение количества эозинофилов и базофилов. Причем снижение разных типов лейкоцитов происходило только в самой высокой концентрации сорта бензина АИ-76, а в сорте АИ-96 изменения происходили даже в самой маленькой концентрации. Таким образом, существует обратная связь между уровнем среднего стресса и количеством нейтрофилов. Возрастание антропогенной нагрузки приводит к нейтропении, которая обусловлена избирательным повреждением ряда дифференцировки нейтрофилов, хотя часто появляются незрелые формы клеток, говорящие о

компенсаторной стимуляции гранулопоэза. Следствие нейтропении – ослабление защитной функции организма [14].

Анализ лейкограмм озерных лягушек из водоемов с разным уровнем антропогенной нагрузки [15] также показал специфичность изменений отдельных групп лейкоцитов в зависимости от уровня загрязнения. При более низком уровне загрязнения отмечены небольшой нейтрофилез (в основном за счет палочкоядерных нейтрофилов), базофилия и моноцитоз. При более высоком уровне загрязнения отмечено снижение числа сегментоядерных нейтрофилов, резкое увеличение числа палочкоядерных нейтрофилов и полное отсутствие юных клеток нейтрофильного ряда.

При воздействии сырой нефти, ацетата свинца и хлорида кадмия на сеголеток карпа и двухлеток красноперки количество лейкоцитов или уменьшается (при воздействии сырой нефти), или остается постоянным (при воздействии солей тяжелых металлов). Может наблюдаться снижение количества лимфоцитов, увеличение количества нейтрофилов и моноцитов, особенно эти изменения выражены при воздействии сырой нефти [1].

Растворы солей тяжелых металлов (сульфат меди, сульфат кадмия и др.), а также различных пестицидов вызывают, чаще всего, лейкоцитоз амфибий, при этом степень последнего зависит от природы и концентрации загрязнителя. Увеличивается количество моноцитов, общих нейтрофилов, могут происходить различные изменения количества эозинофилов, базофилов и лимфоцитов. Такая реакция относится к первому типу изменения белой крови. Общий лейкоцитоз, нейтропения с моноцитозом, базофилией и эозинофилией, сопровождающиеся сдвигом лейкоцитарной формулы влево, характеризуют второй тип изменения белой крови и говорят скорее о тяжелом состоянии организма животного, чем об адаптации к загрязнителю. Второй тип изменения белой крови наблюдается при высоких концентрациях пестицидов различной природы, солей тяжелых металлов и ионизирующем излучении [7].

У озерных лягушек из загрязненных участков в районе разъезда Мыслец установлен относительный моноцитоз, базофилия, нейтропения с умеренным сдвигом влево за счет увеличения палочкоядерных нейтрофилов, низкое содержание эозинофилов, а иногда и полное их отсутствие. Подобная картина наблюдается при интоксикации, вызываемой химическими поллютантами [8].

В табл. 2 приведены результаты двухфакторных дисперсионных анализов, проведенных для определения влияния различных факторов на показатели белой крови озерной лягушки.

Этот анализ показал, что общее количество лейкоцитов в крови амфибий зависит только от состава сточной воды разных заводов (21,1 % от общей дисперсии). Содержание таких типов лейкоцитов, как миелоциты, моноциты и эозинофилы, достоверно зависит от трех факторов (не зависит от концентрации сточной воды или сезона проведения опыта). Палочкоядерные нейтрофилы и лимфоциты зависят только от двух факторов (состава сточных вод и их концентрации). Количество базофилов зависит только от состава сточных вод (см. табл. 2). Наконец, сегментоядерные нейтрофилы зависят от всех четырех исследованных факторов. Таким образом, от фактора «состав сточных вод» (заводы 1 или 2) зависят изменения всех типов лейкоцитов. Однако при этом доля воздействия случайных факторов (остаточная дисперсия) на большинство типов лейкоцитов остается достаточно высокой и составляет 38,6–88,5 % от общей дисперсии.

Таблица 2

Влияние фактора (% от общей доли дисперсии) на изменение лейкограммы озерной лягушки при экспозиции в сточных водах сахарных заводов

Тип лейкоцитов	Состав сточной воды	Концентрация сточной воды	Длительность опыта	Время проведения опыта
Миелоциты	11,5	0	41,3	41,3
Палочкоядерные нейтрофилы	34,7	20,8	0	0
Сегментоядерные нейтрофилы	28,1		8,7	8,7
Базофилы	15,3	0	0	0
Эозинофилы	20,7	14,2	14,2	0
Лимфоциты	55,7	19,4	0	0
Моноциты	61,4	0	61,2	61,2

Выводы

Кратковременное (5 суток) содержание озерных лягушек в сточных водах сахарного завода привело к мобилизации защитных сил, что выразилось в изменении лейкоцитарной формулы, при сохранении постоянства общего числа лейкоцитов и эритроцитов, а также количества гемоглобина.

При 10-дневном содержании озерных лягушек в сточных водах сахарного завода происходит дальнейшая интоксикация организма, отмечены изменения показателей не только белой, но и красной крови – увеличивается количество эритроцитов, гемоглобина, палочкоядерных нейтрофилов, однако количество лейкоцитов, как и в первом случае, не меняется. Кровь озерных лягушек реагирует на загрязнители, находящиеся в сточных водах, по первому типу – с некоторой модификацией (отмечен нейтрофилез со сдвигом влево, но без моноцитоза, а иногда и с монопенией). Такие изменения крови озерной лягушки соответствуют первой – «нейтрофильной боевой фазе» развития инфекционного заболевания, что было описано для крови человека (V. Schilling (1959) – цит. по [20]).

При 10-дневном содержании озерных лягушек в сточных водах другого состава (завод № 2) также отмечено повышение защитных сил организма, проявляющееся только в общем лейкоцитозе, без изменений лейкоцитарной формулы. По нашему мнению, это связано с другим составом сырья для переработки и, соответственно, сточных вод, в которых находились озерные лягушки.

Список литературы

1. Абдуллаева, Н.М. Цитогематологические исследования рыб при воздействии тяжелых металлов и сырой нефти : автореф. дис. ... канд. биол. наук / Н.М. Абдуллаева ; Дагестанский гос. ун-т. – Махачкала, 2007. – 23 с.
2. Брагинский, Л.П. Визуально фиксируемые реакции пресноводных гидробионтов как экспресс-индикаторы токсичности водной среды / Л.П. Брагинский, А.А. Игнатюк // Гидробиол. журн. – 2005. – Т.41, № 4. – С. 89–103.
3. Водное хозяйство сахарных заводов // под ред. В.В. Спивчака. – Курск, 2005. – 167 с.
4. Гематология: Новейший справочник // под ред. К.М. Абдулкабырова – М. : ЭКСМО ; СПб. : Сова, 2004. – 928 с.
5. Гоголева, Н.П. Эколого-морфологическая характеристика амфибий искусственных водоемов / Н.П. Гоголева // Проблемы региональной экологии в цикле зоологических дисциплин педвуза. Ч. 1. – Витебск, 1984. – С. 52–53.
6. Гриб, И.В. Сапонин как фактор массовой гибели рыб в реках Украины / И.В. Гриб, Н.И. Гончаренко, Д.И. Войтышина // Гидробиол. журн. – 2006. – Т. 42, № 4. – С. 65–76.
7. Жукова, Т.И. Реакция крови бесхвостых амфибий на пестицидное загрязнение / Т.И. Жукова, Т.Ю. Пескова // Экология. – 1999. – № 4. – С. 288–292.
8. Здоровье среды: Методика оценки / В.М. Захаров [и др.] // Оценка состояния природных популяций по стабильности развития : методическое руководство для заповедников. – М., 2000. – С. 224–230.
9. Коваленко, В.Ф. Влияние ионов кальция на газообмен у рыб в присутствии ионов тяжелых металлов и аммония / В.Ф. Коваленко // Гидробиол. журн. – 2002. – Т. 38, № 5. – С. 66–71.
10. Справочник по клиническим лабораторным методам исследования / под ред. Е.А. Кост. – М. : Медицина, 1975. – 384 с.
11. Лакин, Г.Ф. Биометрия / Г.Ф. Лакин. – М. : Высш. шк., 1990. – 352 с.
12. Клинические лабораторные исследования / А.Я. Любина [и др.]. – М. : Медицина, 1984. – 288 с.
13. Методические указания по обоснованию нормативов предельно допустимого сброса сточных вод и загрязняющих веществ на поля фильтрации сахарных заводов и размера платы за негативное воздействие на окружающую среду. – Краснодар, 2006. – 35 с.
14. Пескова, Т.Ю. Влияние бензина на гематологические показатели озерной лягушки / Т.Ю. Пескова, А.А. Вафис // Науковий вісник Ужгородського університету. Серія Біологія. Вип. 21. – 2007. – С. 100–104.

15. Романова, Е.Б. Гематологические аспекты механизмов адаптации природных популяций зеленых лягушек в условиях антропогенного средового стресса / Е.Б. Романова // Актуальные проблемы герпетологии и токсикологии. Вып. 8. – Тольятти, 2005. – С. 169–176.
16. Силс, Е.А. Популяционная специфика гематологических показателей травяной лягушки (*Rana temporaria* L.) в условиях урбанизации / Е.А. Силс // Экология: от Арктики до Антарктики : материалы конф. молодых ученых, Екатеринбург, 16–20 апр., 2007. – Екатеринбург, 2007. – С. 195–198.
17. Силс, Е.А. Специфика лейкоцитарной формулы периферической крови амфибий рода *Rana* в условиях антропогенной нагрузки / Е.А. Силс // Вопр. герпетологии. – СПб., 2008. – С. 369–374.
18. Солдатов, А.А. Регуляция состава красной крови бычка-мартовика (*Gobius batrachocephalus*) при адаптации к высоким температурам / А.А. Солдатов // Гидробиол. журн. – 1998. – Т. 34, № 1. – С. 62–67.
19. Тарасенко, С.Н. Сравнительная характеристика показателей крови бесхвостых амфибий различных по степени антропогенной освоенности экосистем / С.Н. Тарасенко, С.В. Тарасенко // Вид и его продуктивность в ареале. – Вильнюс, 1988. – С. 137–138.
20. Тодоров, Й. Клинические лабораторные исследования в педиатрии / Й. Тодоров. – София : Медицина и физкультура, 1968. – 1064 с.
21. Токтамысова, З.С. Морфофизиологические показатели популяций озерной лягушки, подверженных антропогенному воздействию / З.С. Токтамысова // Биоразнообразие и роль зооценозов в природных и антропогенных экосистемах. – Днепропетровск, 2005. – С. 380–381.
22. Чернышова, Э.В. Периферическая кровь лягушек рода *Rana* как тест-система для оценки загрязнения окружающей среды / Э.В. Чернышова, В.И. Старостин // Изв. РАН. Сер. биол. – 1994. – № 4. – С. 656–660.
23. Zhukova, T.I. Reproduction indexes of *Rana ridibunda* in ponds of different degree of contamination / T.I. Zhukova, T.Yu. Peskova // Herpetologia Petropolitana. – 2003. – С. 175.

**Blood Change of Lake Frog (*Rana ridibunda*)
Influenced by Sugar-Beet Mill Sewage**

A.A. Vafis, T.Yu. Peskova

Kuban State University, Krasnodar

Key words and phrases: a lake frog; sugar-beet mill sewage; hematological indicators.

Abstract: The paper presents data on hematological indicators changes of *Rana ridibunda* exposed to two types of sugar-beet mill sewage solutions. It is shown, that changes of red and white blood of reptiles depend on concentration of sewage, the time animals spend in it and the sewage composition.

© А.А. Вафис, Т.Ю. Пескова, 2009