

УДК И5.128

**ЗАРАЖЕННОСТЬ ПРЫТКОЙ ЯЩЕРИЦЫ *LACERTA AGILIS*
ГЕМОГРЕГАРИНОЙ *KARYOLYSUS LACERTAE*
(DANILEWSKY, 1889)**

И.З. Хайрутдинов, Ф.М. Соколина

Аннотация

В предлагаемой статье изложены данные, полученные при паразитологическом исследовании крови прыткой ящерицы *Lacerta agilis* (Linnaeus, 1758). Обнаружен и исследован *Karyolysus lacertae* (Danylevsky, 1889), который паразитирует в цитоплазме эритроцитов ящериц. Отмечены межполовые и межпопуляционные различия в зараженности особей указанным паразитом.

Введение

Паразитизм широко распространен среди представителей *Protozoa*. Поскольку паразитические простейшие имеют малые размеры и повсеместное распространение, их хозяевами стали представители всех типов *Metazoa*. Особый интерес вызывают кровепаразиты.

Фауна простейших паразитирующих в организме пресмыкающихся и, в частности, ящериц чрезвычайно разнообразна. Из известных семи типов она представлена четырьмя – *Sarcomastigophora*, *Apicomplexa*, *Ciliophora*, *Microspora*. Лишь некоторые из них патогенны. Большинство простейших являются компонентом нормальной кишечной фауны и проявляют патогенность лишь при определенных условиях.

Среди внутриклеточных паразитов крови наиболее распространенными являются представители трех семейств – *Haemogregarina*, *Hepatozoon* и *Karyolysus* [1–3]. В настоящее время описано более трехсот видов. Актуальность проблемы состоит в том, что ввиду простоты организации и малого количества морфологических признаков у кровяных споровиков остро стоит вопрос о понятии вида. Признаки их настолько сходны или подвержены вариациям, что иногда кажутся синонимами. Внешне все эти паразиты имеют схожую внутри-эритроцитарную форму. Как правило, они имеют колбасовидное или слегка изогнутое тело, крупное, центрально или терминально расположенное ядро седловидной формы. Чаще всего тело их лишено пигмента.

Цель данных исследований – выявить характер зараженности прыткой ящерицы *Lacerta agilis* (L.) с трансформированных территорий кровепаразитом *Karyolysus lacertae* (Danilewsky, 1889).

Были поставлены задачи:

1. уточнить вид паразита в крови рептилий;

2. выявить различия в степени зараженности популяций ящериц на территориях с разным характером антропогенного воздействия.

Научная новизна исследований заключается в том, что разработаны эффективные методы изучения *Karyolysus* и отмечены межполовые и межпопуляционные различия в зараженности ящериц этим паразитом.

Практическая значимость работы состоит в том, что впервые для Республики Татарстан (РТ) зафиксирован случай заражения прыткой ящерицы кровепаразитом. Отмечены в периферической крови ящерицы эритроциты с пикнотическими ядрами, что можно связать с воздействием промышленного загрязнения.

1. Материал и методика

Сбор материала проводился в течение полевого сезона 2005 г. Взрослые особи прыткой ящерицы отлавливались на территории города Казани. По характеру антропогенной нагрузки территория города была поделена на четыре зоны (по убыванию воздействия).

Зона 1 – промышленная территория. Испытывает загрязнение от расположенных здесь промышленных объектов.

Зона 2 – территория многоэтажной застройки. Участки, на которых проводился отлов особей, расположены среди жилых массивов. Основным типом антропогенной нагрузки являются интенсивная рекреация, загрязнение бытовыми отходами, выхлопами автотранспорта. Популяции с данных территорий являются полностью или частично изолированными от соседних вследствие развитости дорожной сети.

Зона 3 – частный сектор. Основной тип нагрузки – рекреация, выпас скота, сенокос, загрязнение бытовым мусором.

Зона 4 – пригородные лесопарки. Данные участки испытывают в основном рекреационную нагрузку.

В качестве контроля мы использовали выборку из охранной зоны Раифского участка Волжско-Камского Государственного природного заповедника РТ (зона 5).

Изготовление мазков крови проводилось по общепринятой методике [4]. Мазки окрашивались по методу Романовского – Гимзы.

Готовые мазки просматривались под микроскопом. Измерение размеров эритроцитов и их ядер производилось при помощи окуляр-микрометра и 40× объектива. Цена деления окуляра-микрометра была определена как 2,8 мкм. Фотосъемка проводилась на микроскопе «Jenaval» с фотонасадкой и фотоэкспонометром «Ехромет» с иммерсией при 1000× увеличении. Всего было просмотрено 297 мазков периферической крови.

Полученные данные по размерным характеристикам эритроцитов соответствуют нормальному распределению. Для сравнения размеров здоровых и зараженных клеток использовался критерий Стьюдента (t), вычисляемый по формуле:

$$t = (M_1 - M_2) / \sqrt{(m_1^2 + m_2^2)},$$

где M_1 и M_2 – арифметические средние, m_1 и m_2 – ошибки средней [5].

Данные по плотности населения прыткой ящерицы не подчинены законам нормального распределения, в связи с чем мы провели обработку данных в модуле Nonparametrics/Distribution программы Statistica 6.

Для корреляционного анализа данных по плотности населения и зараженности прыткой ящерицы кариолизусом использовалась ранговая корреляция Спирмена (r).

2. Характеристика объекта исследования

Представители рода *Karyolysus* известны только у ящериц двух семейств – *Lacertidae* и *Scincidae* Старого Света. Кровяные простейшие резко отличаются от кишечных как по своей морфологии, так и по биологии. В теле кровепаразитов почти отсутствуют запасные питательные вещества. В небольшом количестве их можно встретить в макрогаметоцитах. Биология кровепаразитов определяется замкнутостью кровеносной системы. Инвазия идет из тела хозяина в тело переносчика и обратно. Поэтому у паразитов утрачивается потребность в защитных оболочках, и у кариолизуса выпадает стадия образования спор. Это подчеркивает то, как жизненный цикл зависит от особенности локализации кровепаразита.

Представители этого класса сначала возникли в виде кишечных паразитов *Vertebrata*, а развитие полового поколения, видимо, происходило в переносчиках-кровососах. Затем главные моменты полового процесса переносятся с древнего хозяина в другого, позже включившегося в цикл. Наступает период взаимного приспособления паразита и хозяина. Вырабатывается система равновесия между обоими организмами, позволяющая паразиту жить в хозяине, не принося ему вреда и не страдая от его ответных реакций. Смягчение действия повторной инвазии при сохранении в тканях ее латентной формы от первого заражения названа Догелем [6] «нестерильным иммунитетом».

Явление смены хозяев обеспечивает лучшее распространение паразита, усложняется его жизненный цикл, так как появляется промежуточный хозяин, в котором зародыш претерпевает очень сложные изменения. Это увеличивает шансы в борьбе за существование. Лишь попав в тело основного хозяина, он способен к развитию и образованию потомства. В промежуточном хозяине обычно идет развитие зародыша или личинок, а в окончательном паразит достигает половой зрелости и размножается половым путем. Доказана трансвариальная передача этих паразитов трансмиссивным хозяином – гамазовым клещом.

Марков с коллегами [7] считают, что шизогония кариолизуса протекает в клетках ретикулоэндотелия ящерицы, а половой процесс – в теле клещей.

Для кариолизуса характерно нетипичное деление, так как не обнаружена центросома, очень нечетко выглядит ахроматиновое веретено и поперечное деление хромосом. Для этого вида характерно множественное деление – синтомия. Это многократное деление ядра, не сопровождающееся делением цитоплазмы – плазмотомией. После определенного периода питания или роста организм испытывает повторное деление ядра. Организм становится многоядерным, ядра временно остаются необособленными, но вскоре плазматическое тело распадается на число особей в соответствии с количеством образовавшихся

ядер. Вновь после определенного периода питания и роста организм испытывает деление ядра. Образовавшиеся особи снова проникают в ретикулоэндотелиальные клетки ящерицы и проходят цикл шизогонии. Этот цикл повторяется несколько раз. Появляются трофозоиты – питающиеся особи, которые дают начало гамонтам. Для кариолизуса синтомия представляет собой стадию бесполого размножения, формирующую микрогаметоциты и макрогаметоциты, которые часто сохраняют грегариноподобную форму. Когда происходит повторное деление, микрогаметоциты образуют 4 микрогаметы. Спаривание микро- и макрогаметоцитов происходит за счет активного сближения червеобразных мерозоитов последнего, прогамного поколения. Считается, что это стадия подготовки к половому размножению кариолизуса, так как она в процессе гамогонии приводит к образованию гамет. Спаренный с макрогаметоцитом микрогаметоцит делится на два округло-овальных тельца – микрогаметы. Одна из них сливается с макрогаметой. В результате образуется зигота, которая у кариолизуса называется оокинетой. На этой стадии грегариноподобный кариолизус укорачивается и принимает округло-удлиненную форму. На стадии ооцисты кариолизус округло-эллипсоидной формы.

С началом деления в ооците ее размеры увеличиваются, а спорозоиты кариолизуса удлиняются. Ооциста лопается и спорозоиты кариолизуса потоком гемолимфы разносятся по телу клеща. При укусе клещом ящерицы спорозоиты со слюной попадают в ее тело.

Появление полового процесса в жизненном цикле кариолизуса влечет за собой усложнение – чередование диплоидных и гаплоидных фаз.

Формы, которые можно встретить в эритроцитах ящериц, следует определять как трофозоиты и гамонты – предполовые формы, развившиеся из мерозоитов заключительной генерации. При этом трофозоиты из периферической крови в гамонотов не превращаются. Гамонты образуются при агамном размножении в ретикулоэндотелии и, попадая в периферическую кровь, проникают в другие эритроциты. Таким образом, трофозоиты и гамонты – представители различных поколений в развитии кариолизуса в промежуточном хозяине – ящерице, а поэтому различно и воздействие этих форм на эритроциты. Одним из признаков, указывающих на присутствие гемогрегаринов, является наличие многоядерных форм в периферической крови. Кроме того, очевидно их влияние на эритроциты. Меняется их форма, клетка часто гипертрофируется, растягивается, увеличивается ядро. Параллельно с этим идет деструкция гемоглобина, а также наблюдается изменение сывороточных белков [7]. Кариолизус имеет своеобразное строение в каждой стадии развития. Несколько поколений, предшествующих половому акту, отличаются морфологически и по способу деления.

3. Результаты и обсуждение

При изучении мазков крови прыткой ящерицы нами были отмечены как трофозоиты, так и гамонты *Karyolius lacertae* (рис. 1, 2).

Паразит характеризуется вытянутым полупрозрачным телом, лишенным какой-либо капсулы. При этом оболочка паразита вступает в прямой контакт с ядром эритроцита. Имеется предположение [7], что мембранное взаимодейст-

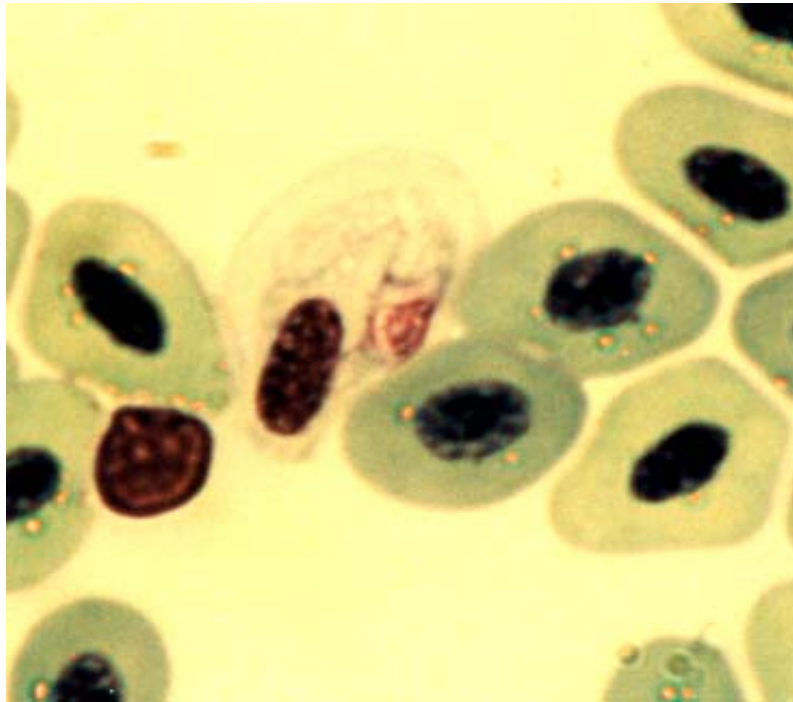


Рис. 1. Трофозоит *Karyolysus lacertae* в эритроците прыткой ящерицы *Lacerta agilis*.
Ув. 10000

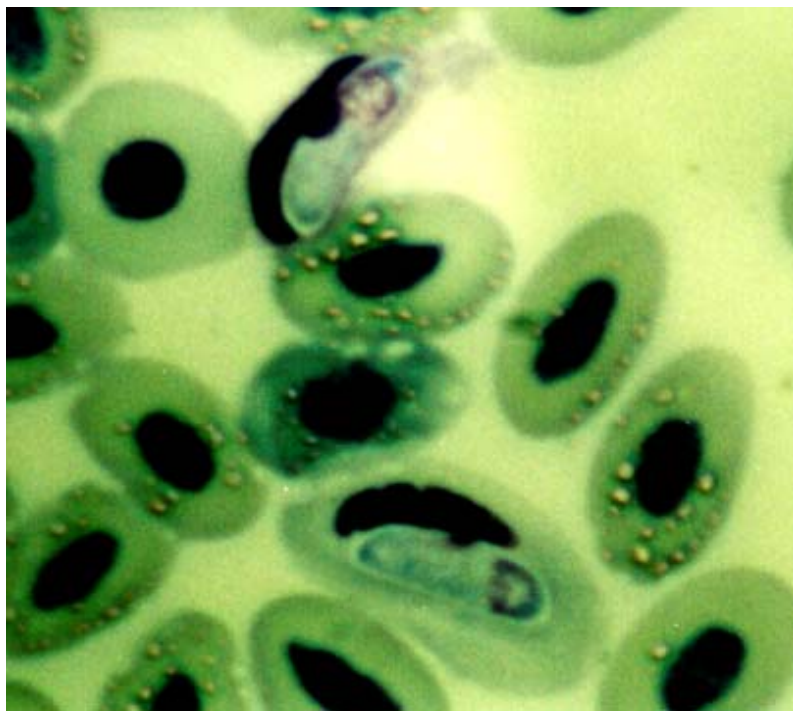


Рис. 2. Гамонты *Karyolysus lacertae* в эритроцитах прыткой ящерицы *Lacerta agilis*.
Ув. 10000

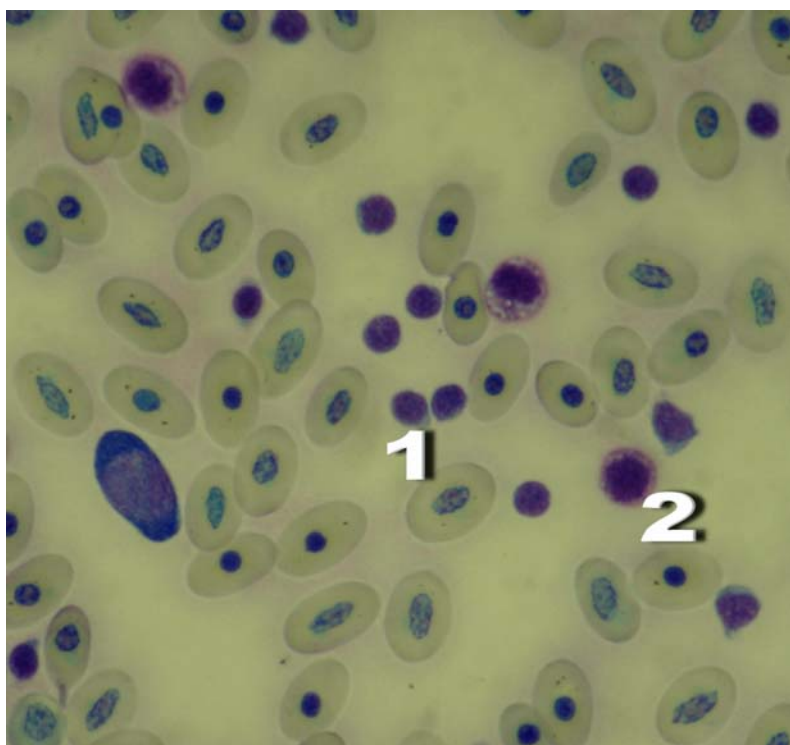


Рис. 3. Эритроциты с нормальным (1) и пикнотическим (2) ядрами. Ув. 10000

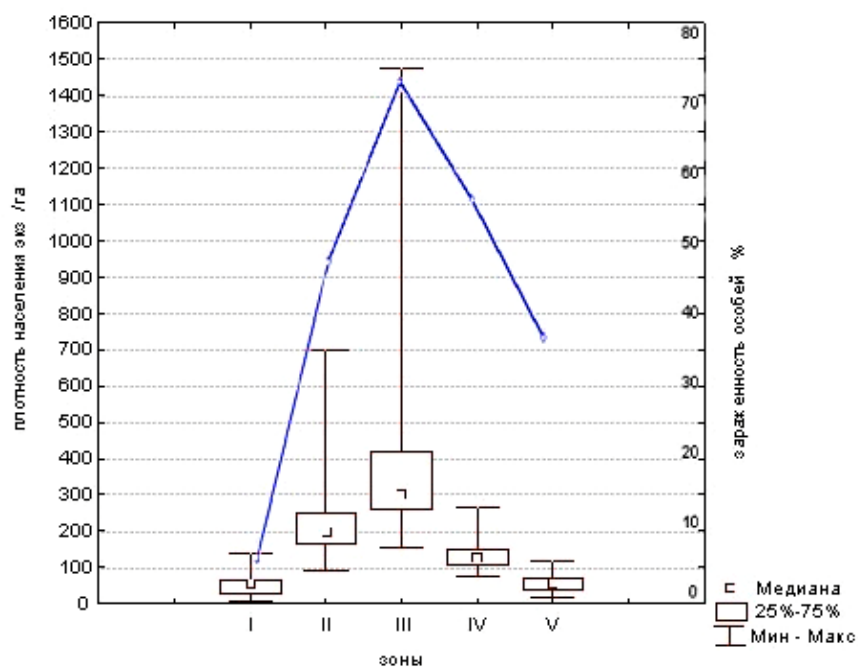


Рис. 4. Плотность населения (экз./га) и степень зараженности прыткой ящерицы кариолизусом (%) в различных зонах

вие является участником процесса избирательного проникновения веществ ядра эритроцита в тело активно питающегося паразита-трофозоида. Он расположен в клетке рядом с ядром, несколько охватывая его. Длина трофозоитов колеблется от 7.2 до 18.5 мкм, ширина – от 1.4 до 6.4 мкм. Ядро расположено центрально либо ближе к одному из полюсов. Длина колеблется от 2 до 3.7 мкм, ширина примерно равна ширине трофозоида.

Основная функция трофозоида – питание. В результате этого меняется морфология пораженного эритроцита. На рис. 1 мы можем наблюдать отчетливые различия между здоровыми и пораженными эритроцитами.

Цитоплазма эритроцита и объем ядра сильно увеличиваются. Ядро при этом может быть смещено в сторону от своего обычного положения. Нередко оно как бы расплющивается телом гамонта вдоль длинной оси эритроцита. Эти изменения – следствие токсического, кариолитического и механического воздействий на паразита, и возможно, результат интенсификации жизнедеятельности ядра-прокормителя.

Гамонты внешне отличаются от трофозоитов. На рис. 2 можно видеть, что они обладают бесцветной капсулой, форма тела при этом – бобовидная или сосисковидная. Размерами они несколько крупнее трофозоитов. Цвет их более насыщен, розовато-фиолетовых тонов. Ядро гамонта расположено центрально либо субцентрально в виде перевязи. Иногда проглядываются нити хроматина. Сравнивая клетки эритроцитов, пораженные кариолизусом, со здоровыми, можно отметить, что некоторые пораженные эритроциты имеют размеры, превосходящие размеры нормальных клеток. Ядра этих эритроцитов имеют вытянутую форму. Они несколько сплющены и располагаются вдоль кариолизуса.

Функция гамонта – выжидание момента нападения на ящерицу клеща – окончательного хозяина кариолизуса. Следовательно, это стадия покоя перед продолжением развития.

Изучение размерных характеристик здоровых и зараженных кариолизусом эритроцитов показало существенное увеличение размеров клеток и ядер пораженных эритроцитов по сравнению со здоровыми. Различия подтверждены статистически (табл. 1).

Проведенные нами расчеты дают нам основание предположить, что основной причиной различия в размерах эритроцитов и их ядер является механическое воздействие кариолизуса на ядерный и плазменный материал. Такое же мнение было высказано Г.С. Марковым с коллегами в 1979 г. [7].

В крови прыткой ящерицы отмечаются эритроциты с видоизмененными пикнотическими ядрами (рис. 3). Как правило, эти ядра имеют сжатую округлую форму, хроматин их сильно уплотнен и имеет густую темно-синюю окраску. Уплотнение со сморщиванием протоплазмы и ядер эритроцитов наблюдается при медленном постепенном умирании клетки. Как правило, ядра таких эритроцитов имеют сжатую округлую форму и размеры намного меньше размеров нормальных ядер. Размеры клеток, как видно из фото, также имеют меньшие размеры по сравнению с нормальными эритроцитами. Г.С. Марковым с соавторами [7] отмечена связь между инвазией кариолизусом и наличием в периферической крови прыткой ящерицы таких эритроцитов.

Табл. 1

Различия в размерах между здоровыми и пораженными кариолизусом (*Karyolysus lacertae*) эритроцитами прыткой ящерицы (*Lacerta agilis*)

Размеры (мкм)	Зараженные клетки		Здоровые клетки		<i>t</i>
	<i>n</i> = 100		<i>n</i> = 100		
	<i>M</i>	<i>m</i>	<i>M</i>	<i>m</i>	
Длина эритроцита	19.2	0.17	15.1	0.06	22.8
Ширина эритроцита	11.5	0.14	9.1	0.06	15.4
Длина ядра	8.7	0.13	6.0	0.04	19.1
Ширина ядра	3.5	0.07	2.9	0.02	8.3

Примечание: *n* – количество промеренных клеток, *M* – арифметическая средняя, *m* – ошибка средней, *t* – критерий достоверности Стьюдента.

Табл. 2

Зараженность прыткой ящерицы *L. agilis* паразитом *Karyolysus lacertae* (Danilewsky, 1989)

	Зона 1	Зона 2	Зона 3	Зона 4	Зона 5
<i>n</i> обследованных особей	46	60	63	86	42
зараженных	2	28	46	48	15
% зараженных	4	46	73	55	35
самцов	23	21	25	33	15
зараженных	0	9	16	18	6
% зараженных	0	42	64	54	40
самок	23	39	38	53	27
зараженных	2	19	30	30	9
% зараженных	8	48	78	56	33

Однако мы в своих исследованиях не отмечали связи между наличием таких эритроцитов и инвазией кариолизусом. Большой процент таких клеток был отмечен у особей, отловленных в зоне 1. Как было сказано выше, для особей с этой территории характерна наименьшая степень зараженности кариолизусом (табл. 2). Этот район считается экологически неблагополучным. Именно данное обстоятельство, на наш взгляд, служит причиной видоизменения эритроцитов и их ядер. Возможно, причиной появления подобных клеток является промышленное загрязнение среды.

Следует отметить, что наибольший процент зараженных кариолизусом особей был отмечен в выборках с территории зон 3 и 4 (табл. 2).

Практически во всех случаях нами наблюдался больший процент зараженности среди самок по сравнению с самцами. Не исключено, что здесь может быть несколько вариантов объяснений. 1) Более низкая встречаемость самцов прыткой ящерицы по сравнению с самками, что подтверждается и результатами учетов. Видимо, преобладание самок в популяциях является нормой для

этого территориального и, возможно, полигамного вида. 2) Возможно, что самцы в силу своей более высокой активности реже бывают атакованы клещами, по сравнению с более медлительными самками. В итоге процент зараженных особей среди этой группы также снижается.

Сравнение результатов учетов плотности ящериц в популяциях различных зон с данными по степени зараженности особей при помощи ранговой корреляции Спирмена показало, что наблюдается положительная зависимость между числом особей на гектар площади и частотой встречаемости особей, зараженных паразитом *Karyolysus lacertae* ($r = 0.90$; $p = 0.037$) (рис. 4).

Высокая плотность поселения ящериц благоприятно сказывается на возможности переноса паразита клещами, что в итоге приводит к интенсивному заражению кариолизусом. Хорошим примером этому служит зона 3, являющаяся территорией частного сектора с малоэтажной застройкой сельского типа. Рядом авторов отмечается синантропизация прыткой ящерицы, которая предпочитает открытые, слаботрансформированные ландшафты, в основном сельхозугодия, сады [8–13].

Напротив, зоны 1 и 5 характеризуются низкой встречаемостью прыткой ящерицы, в результате чего мы наблюдаем наименьший процент зараженных особей. Зона 1, как было указано выше, является территорией с промышленным загрязнением. Возможно, этот фактор неблагоприятно отражается на жизнедеятельности как самих ящериц, так и клещей, способствующих заражению ящериц кариолизусом. В то же время зона 5 относится к заповеднику, где антропогенная деятельность сведена к минимуму. Территория представляет лесной массив с небольшими просеками и полянами, что препятствует достижению высокой плотности поселения прыткой ящерицы, являющейся, преимущественно, степным видом. В итоге интенсивность заражения кариолизусом также снижается.

Выводы

1. Впервые для Республики Татарстан зафиксирован случай заражения прыткой ящерицы *Lacerta agilis* (Linnaeus, 1758) кровепаразитом *Karyolysus lacertae* (Danylewsky 1989).

2. Установлено, что наличие паразита в эритроцитах приводит к существенному увеличению размеров пораженных клеток и их ядер.

3. Отмечено, что зависимость плотности населения прыткой ящерицы от характера антропогенного воздействия на территорию приводит к изменению степени зараженности особей кариолизусом.

4. Показан высокий процент зараженности самок. Это, видимо, связано с низкой встречаемостью самцов и их более высокой активностью, что препятствует их интенсивному заражению.

5. Установлено, что наличие в периферической крови прыткой ящерицы эритроцитов с пикнотическими ядрами может вызываться промышленным загрязнением.

Авторы выражают благодарность доценту кафедры зоологии беспозвоночных КГУ Малютиной Людмиле Васильевне и инженеру Ряховской Наталье Валерьевне за содействие в проведении фотосъемок.

Summary

I.Z. Hairutdinov, F.M. Sokolina. The sand lizard *Lacerta agilis* (Linnaeus, 1758) infection by parasite haemogregarina *Karyolysus lacertae* (Danylewsky, 1889).

This article is dedicated to study of infection of the sand lizard *Lacerta agilis* (Linnaeus, 1758) by parasite haemogregarina *Karyolysus lacertae* (Danylewsky, 1889). Haemogregarina *Karyolysus lacertae* (Danylewsky, 1889) is noted in cytoplasm of erythrocytes of sand lizard *Lacerta agilis*. Interpopulation and intersexual differences in infection of sand lizard *Lacerta agilis* by haemogregarina *Karyolysus lacertae* are noted.

Литература

1. *Васильев Д.Б.* Черепахи. Болезни и лечение. – М.: «Аквариум ЛТД», 1999. – 424 с.
2. *Васильев Д.Б.* Ветеринарная герпетология: ящерицы. – М.: Проект-Ф, 2005. – 480 с.
3. *Ярофке Д., Ланде Ю.* Рептилии. Болезни и лечение / Пер. с нем. И. Кравец. – М.: «Аквариум», 1999. – 324 с.
4. *Бокуняева Н.И., Жевелик Ю.С., Золотницкая Р.П., Ильина С.Т., Корневская М.И., Макарова Н.А., Марцишевская Р.Л., Молотилова Г.П., Морозова В.Т., Стенко М.И., Циркина А.С., Шалфеева М.Н.* Справочник по клиническим и лабораторным методам исследования. – М.: Медицина, 1975. – 384 с.
5. *Плохинский Н.А.* Биометрия. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1970. – 368 с.
6. *Догель В.А.* Общая протистология. – М., 1951. – 604 с.
7. *Марков Г.С., Ваккер В.Г., Яворский М.И.* Первая находка кариолизуса у прыткой ящерицы в Казахстане // Герпетология. Науч. тр. – Краснодар: Кубан. гос. ун-т., 1979. – С. 81–89.
8. *Галеева Д.Н., Гаранин В.И., Замалетдинов Р.И., Павлов А.В.* Материалы к кадастру земноводных и пресмыкающихся Республики Татарстан. // Материалы к кадастру амфибий и рептилий бассейна Средней Волги / Под ред. М.В. Пестова. – Н. Новгород: Экоцентр «Дронт», 2002. – С. 186–221.
9. *Гаранин В.И.* К синантропности земноводных и пресмыкающихся // Синантропизация и domestikация животного населения. – М., 1969. – С. 49–51.
10. *Гаранин В.И.* Герпетофауна и урбанизация // Наземные и водные экосистемы. – Горький: Горьк. гос. ун-т, 1983. – С. 37–43.
11. *Гаранин В.И.* Земноводные и пресмыкающиеся Волжско-Камского края. – М.: Наука, 1983. – 175 с.
12. *Гаранин В.И., Павлов А.В.* К экологической дивергенции амфибий и рептилий // Актуальные проблемы герпетологии и токсинологии. – Тольятти, 2004. – Вып. 7. – С. 38–44.
13. *Попов В.А., Лукин А.В.* Животный мир Татарии. Позвоночные. – Казань: Татарск. кн. изд-во, 1988. – 248 с.

Поступила в редакцию
10.11.06

Хайрутдинов Ильдар Зиннурович – аспирант кафедры зоологии позвоночных Казанского государственного университета.

E-mail: lldar_hairutd@mail.ru

Соколина Флюра Мухаметгалеевна – доктор биологических наук, профессор кафедры зоологии беспозвоночных Казанского государственного университета.