Ветеринарная биология рукокрылых

«Летучая мышь – это химера, чудовищное невозможное существо, символ грез, кошмаров, призраков, больного воображения... Безобразные аномалии в устройстве чувств, допускающие гадкому животному слышать носом и видеть ушами, – все это, как будто нарочно, приноровлено к тому, чтобы летучая мышь была символом душевного расстройства и безумия.»

Альфонс Туссенель, 1874 г.

Макаров В. В., доктор биологических наук, профессор,
Российский университет дружбы народов, 117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, 6
Лозовой Д. А., кандидат ветеринарных наук, ВНИИ защиты животных, г. Владимир

В статье рассматриваются избранные элементы биологии и экологии рукокрылых, которые имеют важное значение и актуальны в контексте эмерджентности инфекций в ветеринарной и гуманной эпидемиологии. Приведены и интерпретируются данные по географическому распространению, биотопическому поведению, полету и эхолокации, питанию, экосистемной роли, местообитанию, гетеротермии, патологии, «синдрому белого носа».

Ключевые слова: Chiroptera, эпизоотии, эпидемии, природная очаговость.

Рукокрылые, с учетом ряда уникальных биоэкологических обстоятельств их воздушно-наземного существования, рассматриваются в качестве наиболее серьезной угрозы здоровья домашних животных и человека как криптогенный источник эпизоотий и эпидемий. Вирусы более 15 семейств выделены от рукокрылых 200 видов 12 семейств. С ними ассоциированы около 70 документально идентифицированных вирусов, в пересчете на один биологический вид больше, чем у самого многочисленного отряда грызунов [8, 12]. Именно рукокрылые оказываются резервуарами и источниками бешенства летучих мышей в Америке и Европе, таких особо опасных, ранее неизвестных науке заболеваний, как коронавирусные тяжелый острый респираторный синдром в Юго-Восточной Азии (2002–2003 гг.) и ближневосточный респираторный синдром (с 2012 г.), парамиксовирусные болезни Хендра и Нипах (1990-е гг.), чрезвычайно злокачественные, фатальные геморрагические филовирусные лихорадки Марбург и Эбола [8, 9, 12, 16].

В сложные паразитосистемные циклы этих инфекций вовлечены дикие и домашние животные-амплификаторы многих видов, служащие своеобразным «эпидемическим мостом» между природными очагами и восприимчивыми объектами антропургической принадлежности, а также многие нетривиальные факторы риска в системе взаимоотношений «дикие животные ↔ домашние, околодомашние животные и человек» – естественные и вынужденные контакты, связанные с трудовой деятельностью, хендлинг, рекреации и экотуризм, охотничий промысел, переработка, потребление животной продукции и т. п.

В настоящем сообщении систематизированы общие элементы биологии и экологии рукокрылых, которые имеют важное значение и актуальны в контексте эмерджентности инфекций в ветеринарной и гуманной эпидемиологии.

Систематика

Рукокрылые, известные как «летучие мыши» (bats), «летучие лисицы» (flying foxes), нетопыри, кожаны, вечерницы, ночницы и т. д., по сравнению с другими млекопитающими наиболее многочисленны, географически распространены и разнообразны в отношении образа жизни, морфологии, питания, места и роли в экосистемах, ветеринарно-эпидемиологического значения в инфекционной патологии животных и человека. Это единственная группа млекопитающих, способных к свободному полету. Их масса варьирует от 2 до 1600 граммов, размер крыльев – от 13 сантиметров до 2 метров. Перемещаясь по воздуху, они ориентируются с помощью эхолокации в пространстве и при обнаружении объектов питания [2, 4].

Большинству людей, живущих в средних широтах, мало что известно о наличии насекомояд-

PrikZoolog_4_15.indd 26 04.03.2016 16:18:28

ных летучих мышей, обитающих на этих территориях, об их нормальном образе жизни. Европейские летучие мыши в течение дня находятся в закрытых убежищах на насесте, являются относительно небольшими по размеру и чрезвычайно мобильными, почти бесшумно перемещаются и кормятся по ночам, как бы «плавают» по воздуху, ловят и едят насекомых на лету, поэтому неопытным глазом их весьма сложно увидеть.

Рукокрылые образуют одноименный отряд Chiroptera. Несмотря на сходство некоторых признаков с грызунами (отряд Rodentia) и плотоядными (отряд Carnivora), в частности способности к зимней спячке, в принципе они таксономически обособлены и уникальны. Эволюционный возраст рукокрылых составляет 50–52 млн лет.

Среди мирового разнообразия млекопитающих, насчитывающего сейчас 4600 видов, рукокрылые составляют четвертую часть, это второй по численности отряд после грызунов (на территории Евросоюза – треть всех местных млекопитающих). От 1000 до 1230 их видов и разновидностей (по разным источникам) расселены практически по всему миру.

Отряд делится на два подотряда – Megachiroptera, или Pteropoidei (крылановые) и Microchiroptera, или Vespertilioidei (кожановые, или собственно летучие мыши). Единствен-

Таблица 1

Таксономическая структура отряда Chiroptera

Подотряды	Количество семейств	Количество родов	Количество видов	Масса, г	Примечание
Megachiroptera (крыланы)	1	42	187	От 10 до 1500	Преимущественно растительноядные
Microchiroptera (летучие мыши)	17	144	813	От 2 до 196	Преимущественно насекомоядные

Таблица 2

Семейства, количество признанных родов и видов отряда Chiroptera

Подотряды, семейства	Русскоязычные названия	Количество родов	Количество видов
Megachiroptera	**Рукокрылые**		
Pteropodidae	Крыланы	42	187
Microchiroptera	**Летучие мыши**		
Craseonycteridae	Свиноносые	1	1
Desmodontidae	Вампиры	3	3
Emballonuridae	Мешкокрылые	13	51
Furipteridae	Дымчатые	2	2
Hipposideridae	Ложные подковоносы	9	81
Megadermatidae	Ложные вампиры	4	5
Molossidae	Бульдоговые	16	100
Mormoopidae	Подбородколистые	2	10
Mystacinidae	Футлярокрылые	1	2
Myzopodidae	Мадагаскарские присосконогие	1	11
Natalidae	Воронкоухие	3	8
Noctilionidae	Рыбоядные	1	2
Nycteridae	Щелемордые	1	16
Phylostomidae	Американские листоносы	56	160
Rhinolophidae	Подковоносые	1	77
Rhinopomatidae	Ланцетоносые	1	4
Thyropteridae	Американсикие присосконогие	1	3
Vespertilionidae	Обыкновенные летучие мыши, кожаны	50	410

PrikZoolog_4_15.indd 27 04.03.2016 16:18:28

ное семейство крылановых (крыланы и летучие лисицы) включает 42 рода и 187 видов, подотряд летучих мышей состоит из 17 семейств, 144 родов, 813 видов [4, 8, 20] (*табл. 1 и 2*).

Названия родов и видов рукокрылые получают, исходя из невероятного, весьма своеобразного внешнего вида и сходства с наиболее одиозными объектами животного и растительного мира – бульдоговые, молотоголовые свиноносы, подковоносы, листоносы, зайцегубые, подбородколистые, подковогубые, футлярохвостые, щелегубые и т. п.

Распространение

Рукокрылые обитают в условиях умеренного и тропического климата, но не встречаются в холодных областях за пределами границ лесной зоны. Плотность их расселения представляет градиент в полярных направлениях – от 50–100 особей на кв. км в средних широтах до 1000 в субтропиках. То же касается и видового распределения: до северной границы тайги простираются ареалы двух-трех видов, в субтропиках – уже несколько десятков, в тропической зоне – несколько сотен видов. В фауне России насчитывается до 40 видов только представителей Microchiroptera родов Miotis (Ночницы), Plecotus (Ушаны), Nictalus (Вечерницы), Vespertilio (Кожаны и Нетопыри).

Они активно осваивают антропургические условия обитания, общеизвестна населяемость ими агроценозов. Некоторые популяции предпочитают в качестве стаций города и другие гуманизированные территории (рекреационная среда и дачные постройки, чердаки домов, различные защищенные пространства). Для некоторых кожановых жилье человека – основное место обитания, а сами рукокрылые (в нашей стране поздний кожан, нетопырь-карлик, кожановидный нетопырь и др.) стали такими же домовыми видами, как грызуны (домовые мыши и крысы) или некоторые птицы (голуби, воробьи, деревенские ласточки). В Голландии они встречаются почти исключительно в зданиях, в Дании даже известны «дома летучих мышей». В Москве летучие мыши обитают в многочисленных лесопарках, не только окраинных (Воробьевы горы, Измайлово, Нескучный сад, Серебряный бор, Лосиный остров, и т.д.), зимуют во многих зданиях (например, МГУ), известны случаи массированных налетов на отдельные архитектурные объекты [1, 2, 3, 4, 6].

Биотопическое поведение

Продолжительность жизни рукокрылых достаточно велика – для представителей некоторых видов 10 лет и более. Отдельные особи в естественных условиях доживают до 20–25 лет, документированный рекорд долголетия составил 35 лет (малая бурая ночница *Miotis lucifugus*). В пересчете на массу тела это самый долгоживущий отряд млекопитающих. При низкой рождаемости (обычно один детеныш в год) полная смена поголовья происходит за 8–9 лет [5, 8].

Социальная группировка характерна для рукокрылых большинства видов. При разнообразии размеров тела все рукокрылые в своих биотопах живут большими «семьями», при неблагоприятных условиях концентрируются в громадные по численности колонии в закрытых пространствах-убежищах. В одной колонии может быть от двух-трех до 20 миллионов (!) совместно обитающих особей, в среднем от сотен до нескольких тысяч [8, 12]. Например, в одной из шахт в Уганде, где произошел случай заражения рабочего марбургвирусной инфекцией, обитала колония летучих собак *Rousettus aegyptiacus* численностью в 100 000 особей, от которых был изолирован вирус, генетически аналогичный вирусу, вызвавшему заболевание человека [17].

Величина колонии определяется, главным образом, важнейшими атрибутами активной жизни – совершенством летательного аппарата, быстротой и выносливостью полета, обилием корма. Независимо от этого, рукокрылые питаются и охотятся большими группами [1, 2, 3, 4, 8, 9].

Полет и эхолокация

Уникальная среди млекопитающих способность к полету обеспечивает рукокрылым как рутинные локальные перемещения в поисках корма, так и территориальные регулярные сезонные миграции в умеренных широтах от мест перезимовывания (зимней спячки) до летних ареалов на расстояния от 350 до 700 км и более. При крупномасштабном исследовании экологии хенипавирусов в Юго-Восточной Азии с помощью радиотелеметрии было показано, что летучие лисицы (самые крупные рукокрылые) способны преодолевать расстояния свыше 1000 километров, пересекая водные пространства, что делает их идеальным фактором трафика различных вредоносных агентов [9]. Важно, что с конкретными путями миграций рукокрылых совпадают случаи эпидемического проявления резервируемых ими инфекций, в частности бешенства, что регистрируется во Франции, США, Канаде. Сезонные перелеты рукокрылых нередко совершаются совместно с насекомоядными птицами. При этом так же как и в случае перелетных птиц, происходит метапопуляционный и межвидовой обмен возбудителями между популяциями мигрирующих и неми-

PrikZoolog_4_15.indd 28 04.03.2016 16:18:28

грирующих рукокрылых, передача инфекции восприимчивым плотоядным наземных видов (кошки, собаки, серые лисицы, полосатые скунсы) по типу spill over (случайная, тупиковая заболеваемость животных, которые не обеспечивают естественную циркуляцию инфекции) [8, 9].

Насекомоядные рукокрылые каждого вида при полном заселении биотопа занимают убежища и кормятся соответственно их специализации. Различия по условиям охоты (полета) – времени суток, продолжительности, участкам и воздушным прослойкам, видовому составу и количеству потребляемой пищи, другие факторы обеспечивают тотальный «охват» всего диапазона летающих ночных насекомых-вредителей и их интенсивное истребление до предельно допустимого минимума, определяемого экосистемными интересами.

Радиус ареала кормления (на примере позднего кожана) составляет до 7.5 км, т. е. пространство около 176 кв. км. Если обычная эксплуатируемая одной средней колонией зона занимает около 50 кв. км (окружность диаметром 8 км), это дает возможность особям разных колоний охотиться и осуществлять метапопуляционные контакты в перекрывающихся диапазонах [8, 9].

Способностью к эхолокации обладают главным образом летучие мыши и кожаны (Microchiroptera), ведущие активный образ жизни только в темное время суток. Ее суть – произведение звуковых эхолокационных сигналов и расшифровка информации, поступающей в отраженном сигнале, т. е. анализирование времени задержки возвращения отраженной от объекта волны (эхо) с целью навигации, ориентирования в полете (локация). Такая уникальная среди млекопитающих способность потребовала особого развития нервной и мышечной систем их организма [2, 3, 16].

Акустическое отображение – чрезвычайно энергоемкий и затратный процесс, требующий 6×10^{-6} Дж/м^2 на сигнал. Интенсивные высокочастотные эхолокационные сигналы в пределах от 80 до 110 дБ на расстоянии 1 м от издающей сигнал летучей мыши близки по диапазону шуму, производимому кофемолкой, рок-концертом или реактивным самолетом на взлете. Эхолокационные сигналы производятся гортанью при помощи мышц брюшной стенки и распространяются через рот и ноздри [14].

Питание

Пища рукокрылых разнообразна – фрукты, насекомые, нектар и пыльца растений, мелкие млекопитающие, птицы, рыба и водные беспозвоночные, кровь крупных животных и птиц. В абсолютном большинстве случаев преобладает пищевая специализация; в зависимости от этого они делятся на растительноядных (фрукто-, плодоядных ~260 видов), насекомоядных (их абсолютное большинство ~625 видов), гематофагов-вампиров (3 вида). Именно наличие и обеспеченность кормом того или иного типа определяет планетарное распределение их ареалов и полярную градуальность, характер и особенности биотопического поведения (размеры колоний, местные кочевки, дальние миграции, зимнюю спячку и т. п.).

Преимущественным кормом рукокрылых (прежде всего летучих мышей) во всех ареалах, независимо от климато-географических условий, являются насекомые, активные в сумеречные и ночные часы. На ловлю летающих насекомых направлены все их анатомо-физиологические адаптации – циркадные ритмы (вечерне-ночная активность и дневной сон), эхолокация и распознавание объекта, стремительная реактивность и т. п. Темп охоты у мелких летучих мышей характеризуют более 1000 бросков в час и поглощение 500–600 насекомых, что составляет до трети, а иногда и равно собственной массе их тела. Крупные кожановые охотятся на крупных насекомых: жуков, ночных бабочек, стрекоз, совок.

В периоды массового появления летающих насекомых (например майских или июньских жуков) поедающие их вечерницы и кожаны едят больше нормального. Установлено, что население одной только крупной колонии длиннокрылов (около 40 тысяч особей) за одну ночь съедает до 150 кг корма, или 1.5 миллиона насекомых величиной со среднего мучного червя [2, 4, 8, 9].

Экосистемная роль

Рукокрылые имеют преимущественно положительное практическое значение, которое заключается в общих чертах в том, что они являются опылителями растений, распространяют их семена, истребляют в громадных масштабах насекомых-вредителей сельскохозяйственного производства и флоры вообще.

Питаясь различными продуктами множества диких деревьев (сочные плоды, не используемые человеком, нектар, соки), мелкие и крупные рукокрылые радикально способствуют опылению растений, территориально распространяют семена многих плодовых, прошедшие через пищеварительный тракт, и тем самым служат распространителем древесных пород по аналогии с плодоядными птицами [9].

PrikZoolog_4_15.indd 29 04.03.2016 16:18:28

Подавляющее же большинство насекомоядных крупных рукокрылых (кожаны) поедают вредных ночных бабочек и жуков, а мелкие ночницы, ушаны, длиннокрылы, нетопыри-карлики на протяжении всего фенологического сезона активности, т. е. все лето, истребляют множество мелких двукрылых, в том числе комаров, мокрецов, москитов – переносчиков трансмиссивных эпидемических болезней (арбовирусные инфекции, малярия и другие протозоозы, лейшманиаз, филяриаз); «от сумерек до рассвета они заняты погоней за насекомыми, когда их «напарники» – насекомоядные птицы спят» [2].

Таким образом насекомоядные летучие мыши имеют серьезное экономическое значение: уничтожение ими различных вредителей, например, леса в малолесных районах центра европейской части РФ, ускоряло его рост на 10%, а в сельскохозяйственном секторе США предупреждает ущерб ежегодно в 3 млрд долларов, или 185$ в пересчете на каждый гектар [9].

Помет рукокрылых (гуано) представляет высококачественное удобрение; по содержанию азота и фосфора он во много раз превосходит другие естественные удобрения. Убежища (пещеры) быстро наполняются пометом, и только регулярная очистка (вывоз гуано для удобрения полей) позволяет поселяться там каждое лето. Принятый в Южной Америке сбор гуано в естественных убежищах рукокрылых в районах их массового населения как био- и агротехническое мероприятие таким образом приносит двойную пользу – обеспечивает санитарное благополучие мест обитания и повышает продуктивность полеводства [9].

В некоторых экзотических регионах крупные рукокрылые-крыланы являются объектом добычи охотников, их мясо употребляется в пищу населением и используется в нетрадиционной восточной медицине (Африка, Южная Азия) [9].

Очевидный вред среди рукокрылых наносят плотоядные гематофаги-вампиры тропиков Юж-

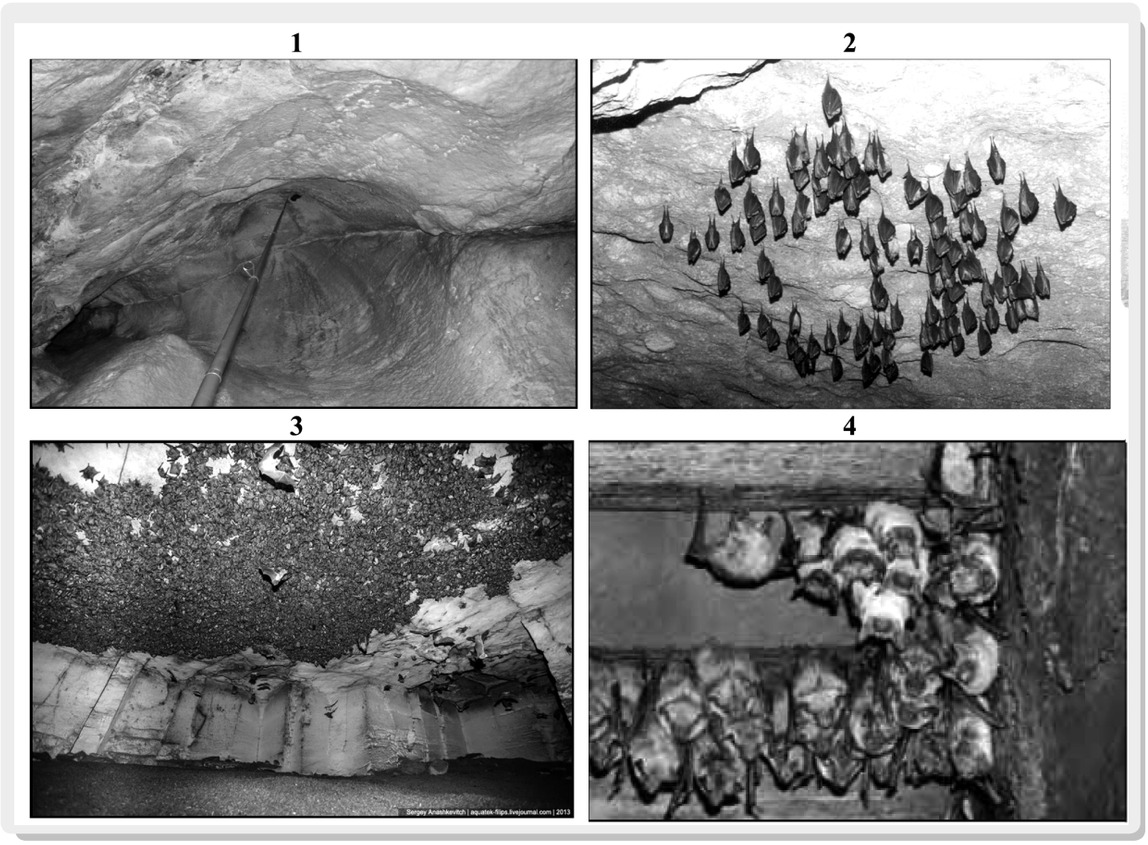

Рис. 1. **Типичные местообитания рукокрылых в состоянии покоя: внутренность пещеры (1), часть колонии (2), многочисленная колония рукокрылых в пещере (3) и горный кожан *Eptesicus serotinus* в нежилом помещении (4) [internet].**

PrikZoolog_4_15.indd 30 04.03.2016 16:18:28

ной Америки трех видов, питающиеся кровью позвоночных животных и нападающие на человека (орнитофилы *Diaemus youngi, Diphylla ecaudata* и особенно зоофил *Desmodus rotundus*). Помимо потери крови, вред от вампиров, а также других летучих мышей в обеих Америках, в Европе и Австралии, обусловливается их ролью резервуара и источника инфекции в эпидемиологии и эпизоотологии бешенства и патогенных трипанозом. В последние 25 лет многие рукокрылые становятся источником целого ряда особо патогенных инфекций и зоонозов, таких как хенипавирусные инфекции, коронавирусные респираторные синдромы, филовирусные геморрагические лихорадки [8, 9, 12, 16].

Фрукто- и плодоядные рукокрылые, преимущественно представители подотряда Megachiroptera (крылановые), могут наносить серьезный ущерб плодоводству и смежным отраслям сельского хозяйства, а также здравоохранению. Это возможно, прежде всего, при истощении кормовых ресурсов вследствие спонтанных неблагоприятных природно-климатических явлений или вмешательства человека в среду их обитания с разрушением естественных источников корма, например, дефорестации, что провоцирует их вынужденное переселение в агро- и урбоценозы (синантропизацию). Примером последнего может служить эмерджентная эпизоотия болезни Нипах в Малайзии (1998–1999 гг.) среди свиней с потерей одной трети национального поголовья и высоколетальной эпидемией среди людей [6].

Рукокрылые представляют значительный теоретический и большой практический интерес как незаменимые объекты для решения целого ряда общебиологических научных и технических проблем, например оценки благополучия окружающей среды, механики безмоторного полета и моделирования крыла, эхолокации, лечебной гипотермии и др. [6].

Местообитания

Рукокрылые обитают в закрытых, защищенных убежищах, но не устраивают собственного жилья типа нор или гнезд, используя для поселения готовые укрытия, естественные либо сооруженные человеком или другими животными [2, 3, 4, 6] (*рис. 1*). 3

Можно выделить четыре рациональных типа таких убежищ, исходя из их потенциального эпидемиологического значения в вероятной природной и иной очаговости инфекций, связанных с рукокрылыми:

- разнообразные укрытия естественного порядка как вне населенных пунктов, так и на урбанизированных территориях, не связанные с деятельностью человека, – пещеры и гроты, дупла деревьев, другие случайные закрытые пространства (например норы береговых ласточек);
- неиспользуемые или редко посещаемые подземные и наземные сооружения вне населенных пунктов – шахты, туннели, различные подземелья, законсервированные убежища и укрытия для безопасности населения, купола храмов, отдельные постройки типа газораспределительных, насосных подстанций, под мостами и т. п.;
- здания и постройки производственного и хозяйственного назначения, связанные с деятельностью человека в аграрном секторе, – элеваторы, гаражи, навесы, чердаки, животноводческие фермы со всей атрибутикой подсобных строений и помещений (склады, хранилища, амбары, сараи, другие фуражные строения);
- убежища, непосредственно связанные с обитанием человека, – пустующие и нежилые помещения (прежде всего чердаки, сени, чуланы, подвалы), подворные и приусадебные постройки в сельской местности, теоретически любые архитектурные объекты в урбанизированной среде.

В принципе условия убежищ рукокрылых должны обеспечивать необходимое требование – постоянную низкую положительную температуру зимой, в период спячки (0–10°С). Важно, что убежища, связанные с деятельностью человека, для некоторых видов летучих мышей являются преимущественными и их обитатели становятся синантропизированными видами (поздний кожан, нетопырь-карлик, кожановидный нетопырь и др.).

Гетеротермия

Одним из важнейших адаптационных механизмов рукокрылых является способность к изменению температуры тела в зависимости от их индивидуального состояния и окружающих условий (вплоть до периодической пойкилотермии). В период активности температура тела может варьировать от 35 до 40.6°С, снижается во время сна (летом) до окружающей температуры (15–29°С), в состоянии зимней спячки при нормальной для этого температуре убежища (от 0 до 10°С) у них бывает такая же температура тела. Летучие мыши в норме в течение продолжительного зимнего сна при пониженной температуре периодически, с интервалом в 7–10 дней, «просыпаются» для выделения продуктов пищеварения примерно на один час с восстановлением температуры тела, затем снова возвращаются к анабиозу. Каждый такой акт сопровождается рациональным расходом

PrikZoolog_4_15.indd 31 04.03.2016 16:18:29

энергии и запасов жира, которые «рассчитаны» на весь зимний период.

Подобное температурное непостоянство, достигающее для некоторых видов интервалов в 56° (от –7,5 до +48,5°С), является уникальным среди всех остальных теплокровных животных. Особый интерес представляет повышение температуры тела у рукокрылых до > 42°С в полете – экстремально активной фазе жизнедеятельности – как аналог лихорадочной реакции [11, 16].

Способностью к переходу в состояние пониженной жизнедеятельности для переживания неблагоприятных условий низкой температуры в течение холодных ночей и зимних месяцев и сохранения энергии соответственно за счет дневного сна летом (daily torpor) или зимней спячки (hibernation) обладают представители некоторых семейств рукокрылых – наиболее многочисленные обыкновенные летучие мыши-кожаны (Vespertilionidae) и подковоносы (Rhinolophidae). Именно они распространены в зоне умеренного климата Палеарктики, активно осваивают антропургические условия и играют важную роль в эпидемиологии ряда инфекций, связанных с рукокрылыми, в частности вызываемых лиссавирусами (включая вирус бешенства 1-го генотипа) [8 ,16].

Патология

Постоянных хищников, образующих с рукокрылыми системы «жертва+хищник» (как например «мышевидные грызуны+лисица»), нет; в силу циркадных особенностей поведения лишь насекомоядные летучие мыши-кожаны могут оказаться случайной добычей хищных птиц, ведущих ночной образ жизни (совы, сычи).

Вместе с тем известно несколько явлений канонической патологии, присущих рукокрылым.

По данным Mühldorfer K. et al. [13], при анализе причин смертности европейских летучих мышей семейства Vespertilionidae наиболее распространенных родов Pipistrellus, Myotis, Eptesicus, Plecotus, Vespertilio и др. (нетопытей, ночниц, ко-

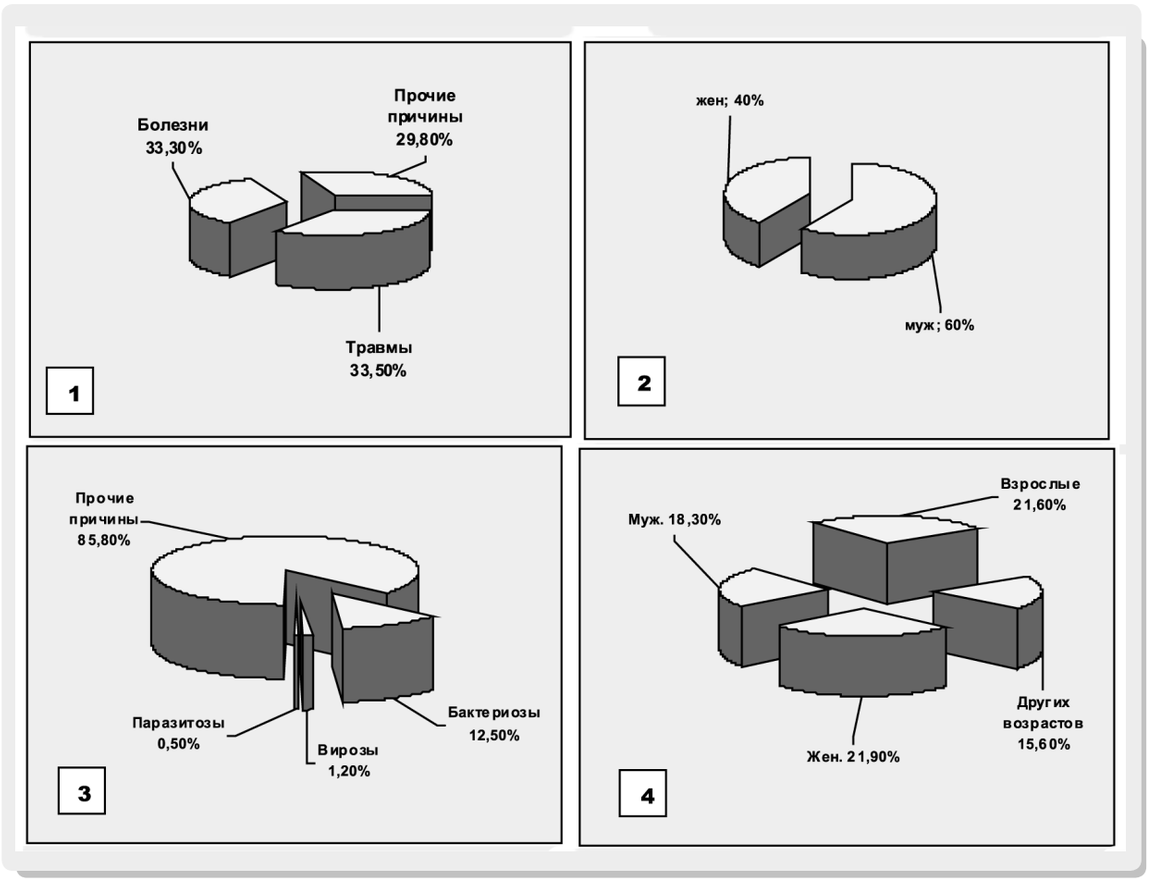

Рис. 2. Причины смертности европейских летучих мышей (1), половой индекс (2), доля инфекций (3) и факторы риска их возникновения (4) [по 13]

PrikZoolog_4_15.indd 32 04.03.2016 16:18:29

жанов, ушанов) – 19 видов разных возрастов от новорожденных до старых, на достаточном статистическом материале (ок. 500 случаев за восьмилетний период) установлено, что гибель происходит вследствие травматизма, болезней и неустановленных факторов примерно в равных пропорциях. Преобладает смертность мужских особей, с возрастом увеличивается травматизм, но уменьшается заболеваемость (*рис. 2*).

Летальный травматизм возникает из-за разнообразных повреждающих динамических контактов в период активности (удары об окна, стены, осветительные приборы и иные физические преграды, попадание в различные случайные ловушки, удушение в дыму и т. п.) и достаточно часто при «удачной» охоте кошек (45% в числе причин этой группы).

От павших летучих мышей изолированы бактерии 42 родов, 53 идентифицированы до вида. Преобладающими явились *Enterococcus faecalis*, *Hafnia alvei*, *Serratia liquefaciens* и *Pasteurella multocida*. В числе прочих обнаружены представители родов Leptospira, Bartonella, Salmonella (*S. tiptimurium и S. enteritidis*), *Yersinia pseudotuberculisis*, Burcholderia, Clostridium, Cedecea spp. Бактерии 22 видов идентифицированы как очевидно ассоциированные с заболеваемостью и смертностью в связи с макро- и микропатологическими изменениями и/или системной инфекцией; среди них особенно многочисленны представители семейств *Pasteurellaceae* (в основном *P. multocida*), Enterobacteriaceae и Streptococcaceae (в основном Enterococcus spp.) (рисунок 3). Более половины (54.8%) случаев бактериальных инфекций наблюдались в сочетании с травматизмом. В то же время от значительного числа обследованных (37%) не было выделено никаких бактерий [10, 13].

Доля фатальных болезней вирусной и паразитарной этиологии в числе прочих вероятных причин смертности достаточно мала. Только два образца (из 485) от поздних горных кожанов *E. serotinus* были позитивны в отношении европейского лиссавируса летучих мышей 1-го типа (EBLV-1). Вместе с тем обнаружена высокая, до 65% (в среднем 30%), видо- и кросспецифичная превалентность ДНК семи из восьми известных латентных герпесвирусов рукокрылых (BatGHV), в форме как моно-, так и коинфекций, вне зависимости от половозрастных факторов.

У живых рукокрылых обнаружены многие инвазии и инфестации. Превалентность различных видоспецифичных эндопаразитов – желудочно-кишечных трематод, цестод, нематод, их мигрирующих личиночных форм, простейших составляла от 8.3 до более 50% (в среднем 29%), персистирующих эктопаразитов: клещей, блох, зудней от 5 до более 40% (в среднем 14%). Превалентность эндопаразитов существенно увеличивалась с возрастом рукокрылых, с некоторым преобладанием у женских особей [по 13].

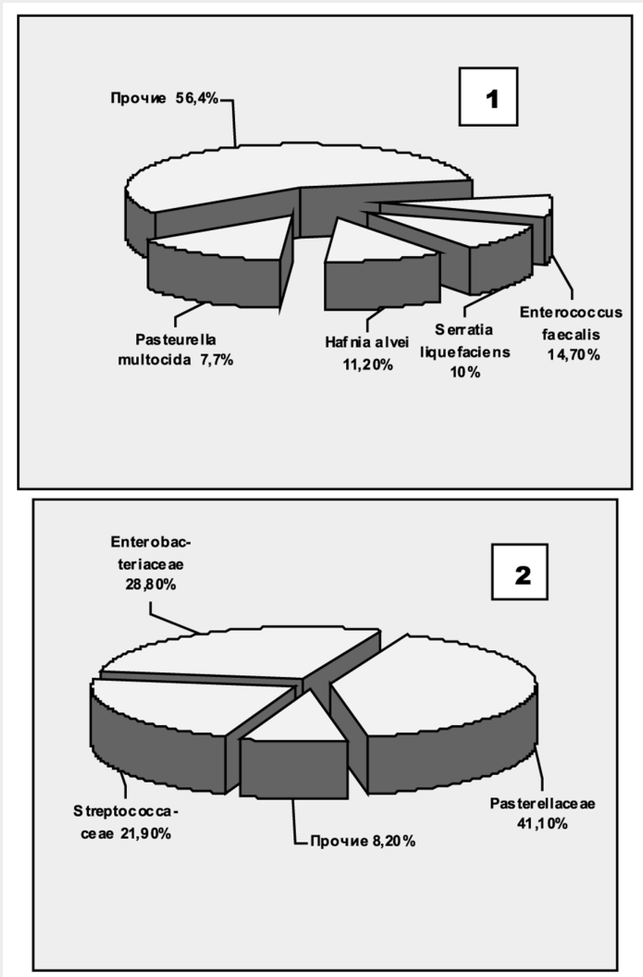

Рис. 3. Микробный пейзаж летучих мышей: преобладающие изоляты от павших животных (1) и в ассоциации с патологией (2) [по 13]

К инфестациям рукокрылых относятся также патологические явления, обусловленные бескрылыми паразитическими мухами (Nycteribudae), крылатыми паразитическими мухами (Streblidae), клещами *Ixodes vespertilionis* (кожановый) и *Spinturnix mystacinus*, двумя видами клопов – обычным постельным клопом *Cimex lectularius* и нетопыревым клопом *C. Pipistrelli* [2].

PrikZoolog_4_15.indd 33 04.03.2016 16:18:29

Приведенные данные свидетельствуют о важности болезней *per se* (33%), и в их числе заразной заболеваемости (ок. 15%), в патологии и смертности рукокрылых. Важно, что в связи с особенностями их фенологии, биотопического (гнездового) поведения, физиологии в их среде реализуются стереотипные факторы эпизоотологического риска – летняя сезонность (июнь-август), половозрастная зависимость индивидуальных вариаций и соотношения превалентности (см. рисунок 2/4), особенно повышенная восприимчивость женских особей и молодняка в родовом и послеродовом периодах, высокая популяционная восприимчивость материнских колоний, возрастающая в связи с бактериальными инфекциями подверженность хищническому нападению кошек.

При высокой плотности населения в местах обитания колониальных рукокрылых создаются сложные условия и своеобразный микроклимат: убежище быстро наполняется пометом – гуано (которого бывает так много, что его вывозят для удобрения полей), воздушная среда насыщена аммиаком и углекислым газом, с высокой влажностью и температурой до 40°С. Помимо перечисленных наружных паразитов рукокрылых в убежищах сообитают многие нидиколы, формирующие характерные биоценозы. В тесной взаимной зависимости могут сосуществовать животные нескольких десятков видов, образующих сложный биоценотический комплекс. Известными примерами внутриубежищных цепей экосистемной взаимозависимости, связанных с рукокрылыми, могут быть «кожаны → личинки кожа-

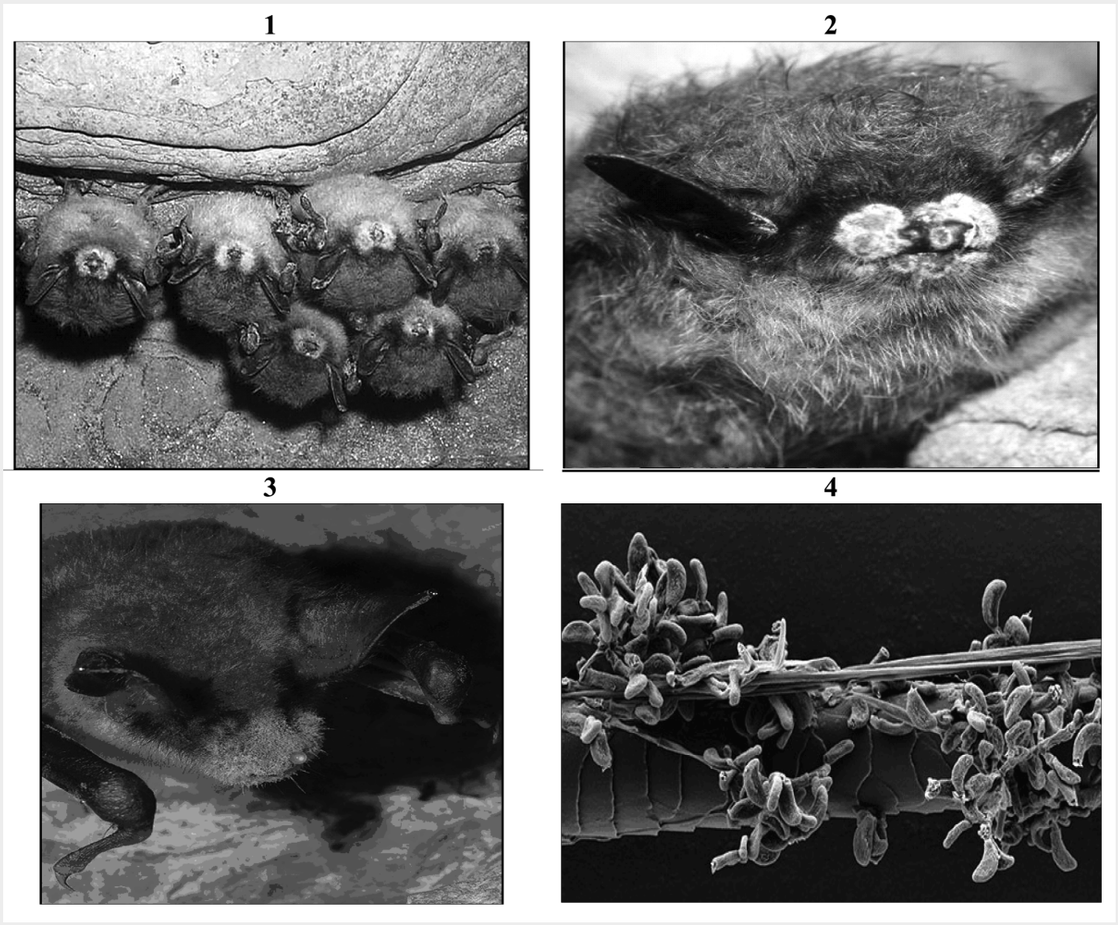

Рис. 4. **Клинические признаки синдрома белого носа летучих мышей (1–3) и возбудитель – гриб *Pseudogymnoascus destructans* (4) [internet]**

PrikZoolog_4_15.indd 34 04.03.2016 16:18:30

новых мух *Fannia vespertilionis*, развивающиеся в их свежем помете, → хищные жуки-карапузики рода Dendrophilopsis, питающиеся этими личинками», «вечерницы → их эктопаразиты → многоножки, поедающие отпадающих паразитов» [2].

Синдром белого носа (СБН, White–nose syndrome, WNS)

В последние десять лет среди рукокрылых возникло и распространилось новое заболевание, которое по злокачественности, тяжести течения, биоэкологическим воздействиям на их популяции можно отнести к категории наиболее опасных заразных болезней млекопитающих в целом. Этот эмерджентный микоз поражает летучих мышей в период переживания ими неблагоприятного низкотемпературного сезона (анабиоза, зимней спячки) с характерным клиническим проявлением и чрезвычайно высокой, девастирующей летальностью (до 95%). СБН, впервые зарегистрированный в феврале 2006 г. в Северной Америке (США, графство Нью Йорк), получил быстрое и широкое территориальное распространение – до 2014 г. эпизоотия охватила 25 штатов северо-востока США и пять провинций Канады. За первые годы (к 2012 г.) погибло от 6 до 7 млн этих животных, смертность достигала 90% обитателей отдельных пещер. СБН был квалифицирован как беспрецедентное бедствие и опустошительная угроза для животных этой группы [7, 15].

Название болезни происходит от локализации видимых поражений в форме белого филаментозного или порошкового налета грибных спор на передней лицевой части головы вокруг носа (преимущественно), на ушах и коже перепонок крыльев (*рис. 4*).

Чрезвычайные последствия возникновения и распространения заболевания оказались серьезными как для экологии, так и сельского хозяйства. Высокая, опустошающая летальность, по сути девастация, поставила под угрозу само существование летучих мышей как видов на территории целой экозоны Северной Америки. Это означало, что только в Новой Англии «не съеденным», не истребленным естественным образом и беззатратно, ежегодно оставалось количество насекомых-вредителей растениеводства массой свыше 1 000 тонн; компенсация этого эффекта потребовала бы существенных финансовых издержек во избежание крупных экономических потерь в производстве прежде всего зерновых культур [15].

Этиологический агент СБН – мицелиальный гриб, по уточненной таксономии *Pseudogymnoascus destructans* семейства Pseudeurotiaceae, ранее, до 2013 г., относимый к роду Geomyces spp. *P. destructans* по экологическим характеристикам – сапрофит, геофил, облигатный психрофил; предпочтительными условиями его существования являются почва и температура среды в пределах 4-15°С, при > 20°С гриб нежизнеспособен. Споры постоянно выделяются из почвы контаминированных пещер и с поверхности обуви и одежды их посетителей, что имеет решающее значение в передаче заболевания между колониями, от пещеры к пещере через людей как механических переносчиков спор, и является объектом деконтаминации и предупреждения распространения болезни. Отсюда и эпизоотологическое своеобразие СБН – это классическая оппортунистическая инфекция с приуроченностью тропизма возбудителя к эпидермису кожи (кератинофилия) и заболеваемости к низкотемпературному сезону и соответствующему состоянию летучих мышей (факторы риска: анабиоз, зимняя спячка, пойкилотермия, скученность, понижение иммунореактивности и других защитных реакций, в частности воспаления) [18].

Клиническое проявление болезни заключается в необычном поведении летучих мышей во время зимнего сна (оцепенения, покоя), характере периодического временного возбуждения (преждевременном пробуждении), в поражении лицевой части и крыльевых перепонок (изъязвлении, некрозе за счет размножения *P. destructans* в пермиссивных для этого низкотемпературных условиях), образовании «ран», истощении, повышенных потерях запасов жира. Предположительно именно последнее создает нехватку энергии на весь период зимнего анабиоза и служит причиной смерти.

В более глубоких исследованиях патофизиологии СБН в экспериментальных условиях низкотемпературного покоя (0–10°С) выяснено, что температура тела зараженных летучих мышей при периодическом возбуждении поднимается значительно выше, чем здоровых, обусловливая дополнительный расход жира и энергии. В организме больных особей действительно показано относительное увеличение массы тканей и жидкости за счет пропорционального сокращения содержания жира и двукратная затрата энергии, истощение которой является причиной смерти (больные животные «не просыпаются» после зимней спячки). В целом очевидно, что с СБН ассоциированы атипичный паттерн пробуждения, ускорение метаболических процессов и подавление иммунной реактивности, истощение кишечной нормофлоры [11, 18, 19].

P. destructans обнаружен в Евразии у летучих мышей с наблюдаемыми клиническими прояв-

PrikZoolog_4_15.indd 35 04.03.2016 16:18:30

лениями СБН, но без массовой летальности и фатальных последствий. Судя по ряду определяющих признаков (морфология и 100%-я аналогия нуклеотидных последовательностей геномов), европейский и североамериканский географические варианты возбудителя оказались идентичны.

Причины патогенетического и эпизоотологического несоответствия СБН в разных территориальных условиях двух частей света гипотетичны и сводятся к тому, что (*i*) между устойчивостью евразийских разновидностей летучих мышей и вирулентностью возбудителя некогда сформировался определенный экосистемный баланс, (*ii*) летучие мыши на обоих континентах различаются в отношении иммуногенетики или (*iii*) эмерджентная восприимчивость североамериканских летучих мышей может зависеть от неких местных условий, т. е. иметь мультифакторную природу за счет иммуносупрессии или иных патофизиологических особенностей зимней спячки [21].

Поскольку естественных межконтинентальных миграций рукокрылых не существует, причиной столь драматической ситуации с эмерджентностью СБН в Северной Америке вероятнее всего мог быть непреднамеренный банальный занос возбудителя из Европы или Азии контаминированными посетителями коммерческих пещер с экотуристическими, исследовательскими, археологическими и иными целями (ежегодное количество таких людей исчисляется многими тысячами). При этом реализован всеобщий эволюционно-экологический *принцип внезапного усиления патогенности* любого организма при инвазии и заселении новых, не устойчивых в связи с этим экосистем (принцип Одума).

Феномен эмерджентности СБН летучих мышей имеет принципиальное общеэпидемиологическое значение, указывая на фатальную неисчерпаемость патогенов и их природных резервуаров. В последнее время хорошо известны новые инфекционные явления, причиной которых послужила психрофильная микрофлора бытовых водоисточников (легионеллез), мирового океана (мимивирусы), морских животных (зоонотические патогены рыб и моллюсков). СБН – еще один, очередной пример нетривиальных источников угрозы со стороны банальной водной, почвенной, воздушной, сапрофитной и т. п. микрофлоры.

Таким образом, все изложенное в отношении ветеринарной биоэкологии рукокрылых в прикладном плане – воздушно-наземный образ жизни и обусловленный этим соответствующий экотип рукокрылого резервуара, его экологическая недоступность (по сравнению, например, с бешенством «лисьего» экотипа как ближайшим аналогом), непредсказуемость, природная очаговость, с одной стороны, и «незаменимость» рукокрылых в эко- и агросистемах, с другой, исходно определяют полную нереальность радикального надзора и контроля ассоциированных с этими животными зоонотических инфекций в тривиальном противоэпидемическом понимании. Примитивные психология и тактика рутинной вакцинации здесь a priori не приемлемы: требуются другие подходы и принципиально иное мировоззрение на основе биосистемных и общеэкологических закономерностей, принципов и концепций.

Крайне необходимы и полезны в этом неограниченный потенциал мультидисциплинарного подхода и особенно заинтересованность отечественной териологической (хироптологической) науки и практики, где достигнуты определенные результаты (биология, морфология, систематика, фенология, поведение, зоопсихология) в исследованиях, обычно ограничиваемых каноническими, «удобными» моделями. Изучение в этом плане мира рукокрылых как целевых объектов с ветеринарно-эпидемиологической интерпретацией получаемых данных эксквизитны, несмотря на очевидную целесообразность и востребованность.

Список использованной литературы
References

1. Ареалы млекопитающих // http://www.sevin.ru/vertebrates/ Arealy mlekopitajushhih // http://www.sevin.ru/vertebrates/ (in Russian).

2. Обзор отряда Рукокрылые. msu.ru/bats/popular/ Obzor otrjada Rukokrylye. msu.ru/bats/popular (in Russian).

3. Хританков А. М., Оводов Н. Д. О долгожительстве ночниц Брандта (Myotis brandtii Eversmann) в Средней Сибири // Plecotus et al. – 2001. – 4. – С. 20-24/ Hritankov A. M., Ovodov N. D. O dolgozhitel'stve nochnic Brandta (Myotis brandtii Eversmann) v Srednej Sibiri // Plecotus et al. – 2001. – 4. – S. 20-24 (in Russian).

4. Bats as indicators. Mammalian Biology. – 2015. – 3. http://www.sciencedirect.com/science/journal/16165047/80/3.

5. Blehert D., Hicks A., Behr M. et al. Bat White-Nose Syndrome: An Emerging Fungal Pathogen? // Science. – 2009. – 323 (5911). – P. 227.

PrikZoolog_4_15.indd 36 04.03.2016 16:18:30

6. Calisher Ch., Childs J., Field H. et al. Bats: Important reservoir hosts of emerging viruses // Clin. Microbiol. Rev. – 2006. – 19. – P. 531-545.

7. FAO. Food and Agriculture Organisation of the United Nations Investigating the role of bats in emerging zoonoses: Balancing ecology, conservation and public health interests. Ed. by S.Newman et al. FAO Animal Production and Health Manual. – 2011. – No. 12. – Rome. – 178 p.

8. Lei B., Olival K. Contrasting Patterns in Mammal-Bacteria Coevolution: Bartonella and Leptospira in Bats and Rodents // PLoS Negl. Trop. Dis. – 2014. – 8(3). e2738. doi:10.1371/journal.pntd.0002738.

9. Lorch J., Meteyer B., Boyles C. et al. Experimental infection of bats with Geomyces destructans causes white-nose syndrome // Nature. – 2011. – 376. doi:10.1038/nature10590.

10. Luis A., Hayman D., O'Shea T. et al. A comparison of bats and rodents as reservoir of zoonotic viruses: are bats special? // Proc. Roy. Soc. B. Biol. Sci. – 2013. – 280:20122743.

11. Mühldorfer K., Speck S., Kurth A. et al. Diseases and Causes of Death in European Bats: Dynamics in Disease Susceptibility and Infection Rates // PLoS ONE. – 2011. – 6(12). – e29773. doi:10.1371/journal.pone.0029773.

12. Neuweiler G. The biology of bats. Oxford University Press, Oxford, England. – 2000.

13. New York State Department of Environmental Conservation. – 2008.

14. O'Shea T., Cryan P., Cunningham A. et al. Bat flight and zoonotic viruses // Emerging Infectious Diseases. – 2014. – 20(5). – P. 741-745. DOI: 10.3201/eid2005.130539.

15. Towner J., Amman B., Sealy T. et al. Isolation of genetically diverse Marburg viruses from Egyptian fruit bats // PLoS Pathog. – 2009. – 5(7):e1000536.

16. Verant M., Boyles J., Waldrep W. et al. Temperature-dependent growth of «Geomyces destructans», the fungus that causes bat white-nose syndrome // PLoS ONE. – 2012. – 7 (1): e46280.doi:10.1371/journal.pone.0046280. PMID 23029462.

17. Verant M., Meteyer C., Speakman J. et al. White-nose syndrome initiates a cascade of physiologic disturbances in the hibernating bat host // BMC Physiology. – 2014. – 14 (10). doi:10.1186/s12899-014-0010-4.

18. Walker's Mammals of the World. 5th edn. The Johns Hopkins University Press, Baltimore and London. – 1991. – Vol. 1. – 642 pp.

19. White nose syndrome. wikipedia.org.

Chiroptera veterinary biology

Makarov V. V., Doctor of Biology, Professor, People's Friendship University of Russia ,
117198, Moscow Miklukho-Maklaya str. 6
Lozovoy D. A., PhD (Veterinary), FGI Federal Centre for Animal Health (FGBI «ARRIAH»), Vladimir

The main selected elements of the Chiroptera biology and ecology in context of actuality of infections emergency in veterinary and human epidemiology are considered in this paper. Geographic distribution, biotopic behavior, flight and echolocation, feeding, ecosystem role, residence, heterothermy, pathology, «White-nose syndrome» are given and interpreted.

Keywords: Chiroptera, epizootic, epidemic, natural nidality.

PrikZoolog_4_15.indd 37 04.03.2016 16:18:30